



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

**UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
UFR D'ODONTOLOGIE**

Année Universitaire 2016-2017

Mémoire
pour le

DIPLOME D'ETUDES SPECIALISEES D'ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

**Modifications du support parodontal dans le cadre de
traitements orthodontiques avec renfort parodontal minéralisé :
une étude clinique observationnelle descriptive**

Présenté par

Tatiana CHIRK

Le 26 octobre 2017

DIRECTEUR DE MEMOIRE :

Madame le Docteur Claire PERNIER

JURY :

Madame le Professeur Martine HENNEQUIN

Monsieur le Docteur Christian CHAMBAS

Madame le Docteur Sarah CHAUTY

Madame le Docteur Christelle GREMEAU-RICHARD

Madame le Docteur Claire PERNIER

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université	M. le Professeur F. FLEURY
Président du Conseil Académique	M. le Professeur H. BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur D. REVEL
Vice-Président de la Commission Recherche du Conseil Académique	M. F. VALLEE
Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire du Conseil Académique	M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur G. RODE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directrice : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. X. PERROT, Maître de Conférences
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directrice : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies	Directeur : M. F. DE MARCHI, Maître de Conférences
UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur Agrégé
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
Ecole Polytechnique Universitaire de l'Université Lyon 1	Directeur : M. E. PERRIN
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de Conférences
Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education (ESPE)	Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE
Observatoire de Lyon	Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique	Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Denis BOURGEOIS, Professeur des Universités
Vice-Doyen : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités
Vice-Doyen : M. Stéphane VIENNOT, Maître de Conférences
Vice-Doyen : Mlle Juliette DARNE

SOUS-SECTION 56-01: **PEDODONTIE**

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maître de Conférences : M. Jean-Pierre DUPREZ

SOUS-SECTION 56-02 : **ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Maîtres de Conférences : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,

SOUS-SECTION 56-03 : **PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités : M. Denis BOURGEOIS
Professeur des Universités Associé : M. Bassel DOUGHAN
Maître de Conférences : M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 : **PARODONTOLOGIE**

Maîtres de Conférences : Mme Kerstin GRITSCH, M. Philippe RODIER,
Maître de Conférences Associée : Mme Nina ATTIK

SOUS-SECTION 57-02 : **CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION**

Maîtres de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
M. Jean-Pierre FUSARI, M. Arnaud LAFON
Maître de Conférences Associée : Mme Aline DESOUTTER

SOUS-SECTION 57-03 : **SCIENCES BIOLOGIQUES**

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES
Maîtres de Conférences : Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 : **ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE**

Professeurs des Universités : M. Pierre FARGE, M. Jean-Christophe MAURIN,
Mme Dominique SEUX
Maîtres de Conférences : Mme Marion LUCCHINI, M. Thierry SELLI, M. Cyril VILLAT

SOUS-SECTION 58-02 : **PROTHESE**

Professeurs des Universités : M. Guillaume MALQUARTI, Mme Catherine MILLET
Maîtres de Conférences : M. Christophe JEANNIN, M. Renaud NOHARET,
M. Gilbert VIGUIE, M. Stéphane VIENNOT

Maîtres de Conférences Associés : M. Hazem ABOUELLEIL, M. Maxime DUCRET

SOUS-SECTION 58-03 :

Professeurs des Universités :
Maîtres de Conférences :

SECTION 87 :
Maître de Conférences

**SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
OCCLUSODONTIQUES, BIOMATERIAUX, BIOPHYSIQUE,
RADIOLOGIE**

Mme Brigitte GROSGOGÉAT, M. Olivier ROBIN
M. Patrick EXBRAYAT, Mme Sophie VEYRE-GOULET

SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES

Mme Florence CARROUEL

**MODIFICATIONS DU SUPPORT PARODONTAL
DANS LE CADRE DE TRAITEMENTS ORTHODONTIQUES
AVEC RENFORT PARODONTAL MINERALISE :
UNE ETUDE CLINIQUE OBSERVATIONNELLE DESCRIPTIVE**

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. Le renfort parodontal minéralisé	2
a. Mécanisme biologique des corticotomies	2
b. Evolution des corticotomies	4
c. Indications et contre-indications.....	6
d. Avantages et Inconvénients	7
e. Cas particulier des classes III squelettiques traitées chirurgicalement.....	8
Le diagnostic parodontal en orthodontie.....	8
Le diagnostic d'un parodonte affaibli.....	10
Les mouvements orthodontiques à risque parodontal.....	11
Le parodonte des classes III chirurgicales	13
Apport des corticotomies avec augmentation osseuse chez les classes III chirurgicales	14
II. Etude.....	22
a. Objectifs de l'étude	22
b. Matériel et méthode	22
c. Résultats	31
d. Discussion	38
CONCLUSION	41
BIBLIOGRAPHIE.....	42

INTRODUCTION

Le préalable à tout traitement orthodontique est de s'assurer que le support parodontal pourra supporter les déplacements dentaires envisagés. Dans le cas contraire, si le parodonte est affaibli, nous verrons apparaître des déhiscences osseuses, fenestrations ou récessions préjudiciables. Pour éviter ces effets indésirables, il convient de diagnostiquer efficacement ces parodontes à risque et de les renforcer si nécessaire. Les techniques classiques de chirurgie muco-gingivale (lambeau déplacé latéralement ou coronairement, greffe épithélio-conjonctive ou greffe conjonctive enfouie) trouvent ici toute leur place.

Cependant, nous avons assisté ces dernières années à l'essor d'une nouvelle technique à visée parodontale : les corticotomies avec greffe osseuse alvéolaire pour réaliser un véritable renfort parodontal minéralisé. La corticotomie consiste en une intervention sur la corticale osseuse, autour des dents à déplacer. Elle provoque une diminution de la densité de l'os médullaire et une augmentation du remodelage osseux (turn-over). Ces processus biologiques sont à l'origine de l'accélération du déplacement dentaire mais permettent aussi d'obtenir, selon certains auteurs, des déplacements plus amples et un renfort des parodontes à risque, notamment quand les corticotomies sont associées à une greffe osseuse¹.

Ces nouveaux protocoles ont particulièrement été étudiés dans le cadre de la préparation orthodontique préchirurgicale des classes III squelettiques, où il est fréquent d'observer une décompensation insuffisante des incisives mandibulaires et des séquelles parodontales iatrogènes dans cette région.

Après avoir présenté cette technique et les résultats des différentes études déjà menées, nous exposerons le protocole et les résultats de notre étude clinique, dans laquelle nous utilisons le biomatériau de substitution osseuse NovaBone Dental Putty® (NovaBone Products) associé à une membrane de PRF (Protein Rich Fibrin).

Ce travail fait suite au mémoire précédemment réalisé par Charline LAPERROUSAZ.

I. Le renfort parodontal minéralisé

Cette technique associe des corticotomies à une augmentation osseuse alvéolaire. Il est important de connaître les mécanismes biologiques mis en jeu ainsi que l'évolution des corticotomies au cours de ces dernières années qui a abouti au développement du protocole de renfort parodontal minéralisé^{2,3}.

a. Mécanisme biologique des corticotomies

Les corticotomies entraînent une lésion tissulaire à l'origine d'une ostéopénie localisée, d'une diminution de la densité osseuse et d'une augmentation du turn-over osseux (liée au phénomène de cicatrisation) permettant une accélération du déplacement dentaire. Il s'agit du phénomène d'accélération régionale (PAR) décrit par Frost, en 1983. Le PAR se produit après une fracture, ostéotomie, corticotomie ou encore greffe osseuse. Frost trouve une corrélation directe entre l'importance du traumatisme, sa proximité et l'intensité du processus de cicatrisation^{4,5}. Ces résultats sont confirmés par Shin et Norrdin, en 1985, chez le chien puis par de nombreuses études histologiques sur des modèles animaux.

La théorie du « bloc osseux » de Köle persistera pourtant jusqu'en 2001, avec la publication de Wilcko et al. qui montre un phénomène de déminéralisation/reminéralisation transitoire localisé, lié à la cicatrisation secondaire aux corticotomies. En effet, selon ces auteurs, il subsiste après la déminéralisation une **matrice osseuse collagénique à la surface de la racine**, qui pourra se déplacer avec celle-ci au cours du mouvement orthodontique puis se reminéraliser secondairement à la fin du traitement. Afin d'augmenter le volume osseux, ils suggèrent une greffe de particules osseuses en association aux corticotomies.

Wilcko et al. rapportent une accélération du déplacement dentaire semblable, avec de petites perforations rondes ou avec des traits classiques de corticotomies, ce qui confirme l'implication du PAR dans l'accélération du mouvement dentaire.

Ostéopénie

De nombreux auteurs décrivent également la relation existant entre la célérité des mouvements dentaires et le taux de minéralisation de l'os alvéolaire. Ainsi, Goldie et King observent une amélioration des déplacements orthodontiques ainsi qu'une réduction des résorptions radiculaires chez des rats soumis à un régime déficient en calcium⁶.

Cet état ostéopénique post-chirurgical est décrit comme une condition temporaire, laissant place à une rémission complète de la densité osseuse au fur et à mesure que la cicatrisation physiologique progresse (Henrikson, Krook).

Yaffe décrit chez le rat un PAR au niveau mandibulaire dix jours après l'élévation d'un lambeau mucopérioste suivi d'une rémission complète à 120 jours postopératoires⁷.

L'étude histologique chez le rat de Sebaoun^{8,9} (2005) montre que l'état d'ostéopénie après corticotomies est transitoire, avec une résorption osseuse maximale 21 jours après la chirurgie puis retour à la normale au bout de 60 à 90 jours.

Caractéristiques histologiques du déplacement dentaire après corticotomie¹⁰

En 2007, une étude menée **chez le chien**, a été publiée afin de mettre en évidence les conséquences histologiques des corticotomies. L'expérience a été menée à la mandibule, où la mésialisation de troisièmes prémolaires a été comparée entre un côté expérimental qui a bénéficié de corticotomies et un côté témoin qui n'en a pas bénéficié.

Les secondes prémolaires ont été extraites, afin de laisser un espace pour mésialiser la troisième prémolaire et un délai de 16 semaines a été respecté pour obtenir une cicatrisation osseuse complète. Du côté expérimental, la troisième prémolaire a été mésialée sous l'action d'un ressort NiTi de 50 grammes immédiatement après la corticotomie. Du côté témoin, la dent a été déplacée de la même manière après la réalisation de simples lambeaux d'accès.

Les résultats ont montré que **le déplacement dentaire a été en moyenne deux fois plus rapide du côté expérimental** que du côté témoin. Ce déplacement dentaire a surtout été linéaire du côté de la corticotomie tout au long du déplacement. L'arrêt du déplacement dentaire caractéristique de la phase de hyalinisation, qui est ici extrêmement rapide et limitée, n'a pas été retrouvé.

Du côté expérimental, les auteurs ont constaté l'existence d'une résorption osseuse indirecte pendant une période très limitée, tandis que la **résorption directe a été d'emblée le processus majoritaire**. Microscopiquement, aucun début de résorption radiculaire n'a été noté.

Classiquement, du côté témoin, l'étude a relevé la présence d'une résorption indirecte et de phénomènes de hyalinisation du desmodonte de la première à la quatrième semaine, pour laisser la place à de la résorption directe par la suite. Des plages de résorption radiculaire ont été retrouvées sur les observations microscopiques de coupes histologiques à la quatrième et à la huitième semaine.

b. Evolution des corticotomies ¹¹

Köle (1959) : concept du « bloc osseux »

En 1959, Köle introduit les corticotomies comme un moyen de déplacement dentaire rapide, selon sa théorie du « bloc osseux ». Selon lui, c'est la rupture de la continuité et de l'épaisseur de l'os cortical dense, qui oppose la plus grande résistance au mouvement dentaire, qui permet d'accélérer le déplacement dentaire, selon un concept mécanique.

La procédure chirurgicale comprend l'élévation de lambeaux de pleine épaisseur afin d'exposer l'os alvéolaire vestibulaire et lingual/palatin puis la réalisation de corticotomies inter-dentaires, associées à une ostéotomie horizontale subapicale de la totalité de l'os alvéolaire (cortical et spongieux), afin de former des « blocs osseux amovibles » ¹². Le but est de diminuer le temps de traitement et la récurrence. Le risque est d'entraîner une mortification pulpaire.

Generson (1978)

Il modifie la technique de Köle en remplaçant les ostéotomies sub-apicales par des corticotomies.

Anholm (1986), Gantes (1990) et Suya (1991) reprennent cette technique et constatent une accélération des mouvements dentaires post-chirurgicaux sans effet néfaste sur le parodonte. Cependant tous se réfèrent au concept du déplacement dit du « bloc osseux » pour expliquer cette accélération.

Wilcko (2001) : « MOASOP »

Plus récemment, les frères Wilcko ont développé une technique qui **combine corticotomies et greffe osseuse**, sous le nom d'Orthodontie Ostéogénique Accélérée (OOA ou AOO en anglais, Accelerated Osteogenic Orthodontics) puis de Mouvements Orthodontiques Accélérés par Stimulation Ostéogénique du Parodonte (MOASOP). Ils réfutent le concept du « bloc osseux » au profit d'un **concept physiologique** : le phénomène d'activation régionale (PAR). Pour eux, l'accélération du déplacement dentaire est due à un phénomène de décalcification-recalcification ^{3,13}.

Vercellotti et Podesta (2007) : la piézo-chirurgie

Les auteurs réalisent les corticotomies avec un insert de piézo-chirurgie, après décollement d'un lambeau de pleine épaisseur du côté correspondant à la direction du mouvement recherché. Puis une force orthodontique est appliquée immédiatement.

Selon ces auteurs, le ligament dento-alvéolaire n'est pas sollicité, contrairement au mouvement classique, ce qui évite les résorptions parodontales et osseuses. C'est leur technique de « luxation dentaire mono-corticale » :

- Luxation rapide de l'unité os-racine côté pression,
- Rupture des fibres ligamentaires, suivie d'un processus de cicatrisation ostéogénique côté opposé.

Ce mouvement de « luxation », recherché pour accélérer le déplacement dentaire, n'est décrit que par ces auteurs.

Park (2006) et Kim (2009) : « Corticision »

Les auteurs décrivent une technique de « corticision » sans élévation de lambeau. Ils se basent sur l'étude de Germec (2006) qui montre qu'une scarification vestibulaire est suffisante pour accélérer le mouvement orthodontique. Ils utilisent un bistouri renforcé et un maillet pour traverser la gencive et la corticale et déclencher une réponse de type PAR.

Les inconvénients de cette technique sont l'impossibilité de greffer des tissus durs et mous lors de la chirurgie et les chocs répétés pouvant donner des vertiges en post-opératoire.

Dibart, Sebaoun et Surmenian (2009) : la « Piézocision » ou technique mini-invasive

Les auteurs reprennent l'idée de Park et Kim en y intégrant la piézochirurgie et la possibilité de réaliser des greffes après tunnelisation. La technique comprend des micro-incisions inter-proximales jusqu'au contact osseux puis des corticotomies avec un insert piézo-électrique à travers les fentes préalablement réalisées. Un décolleur est utilisé au niveau des sites nécessitant une greffe osseuse et/ou de tissus mous¹⁴.

c. Indications et contre-indications

Les corticotomies avec augmentation osseuse présentent de nombreuses indications et avantages ; il faut également connaître leurs contre-indications ^{8, 11}.

Indications

- Classes I avec encombrement modéré ou sévère
- Classes II avec expansion ou extractions
- Classes III légères
- Intrusion molaire et correction de l'infraclusion
- Dents incluses
- Préparation orthodontique pré-chirurgicale
- Présence de fenestrations ou déhiscences
- Secteurs où une expansion dentaire importante est nécessaire
- Secteurs antérieurs où l'augmentation de l'épaisseur de la corticale serait en relation avec une augmentation de la stabilité post-orthodontique (Rothe, 2006).

Contre-indications

- Dents ankylosées
- Parodontopathie active
- Ostéoporose non contrôlée ou toute autre pathologie osseuse locale ou systémique : ostéomalacie, maladie de Paget, ostéogénèse imparfaite...
- Médications au long cours ralentissant le turn-over osseux : corticostéroïdes, anti-inflammatoires, immunodépresseurs, biphosphonates...
- Cardiopathies à risque, infarctus récent
- Pacemaker (piézochirurgie)
- Irradiation cervico-faciale (risque d'ostéoradionécrose)
- Tabagisme important, toxicomanie, éthylisme
- Patient non coopérant, maladies psychiatriques ou troubles psychologiques
- Malocclusions squelettiques sévères : les corticotomies seules ne se substituent pas à une indication de chirurgie orthognathique.

d. Avantages et Inconvénients

Avantages ¹⁵

- Déplacement dentaire deux à trois fois plus rapide

- Diminution de la durée de traitement en rapport avec une **diminution des résorptions radiculaires** et une meilleure santé parodontale. Il est admis que la hyalinisation, la durée du traitement et la densité osseuse sont en corrélation avec la survenue de résorptions radiculaires. Machado (2002) et Lino (2006) ont démontré une plus faible hyalinisation après corticotomies, ainsi qu'une durée de traitement réduite, ce qui diminuerait le risque de résorptions. Machado rapporte des résorptions radiculaires deux fois moins importantes sur des incisives maxillaires avec corticotomies versus sans corticotomies ¹⁶.

- Traction de **dents incluses** facilitée

- Gestion de l'ancrage (possibilité d'**ancrages différentiels**)

- Possibilités de réaliser des **greffes d'augmentation osseuse** (meilleur soutien des tissus mous, **corrections de déhiscences** préexistantes ou **renfort préventif** pour éviter des récessions gingivales), voire greffes conjonctives associées.

- **Augmentation** des possibilités de traitement, grâce à l'augmentation du volume alvéolaire et des **possibilités de mouvement** orthodontique. Le recours à la chirurgie orthognathique pour certaines dysharmonies serait diminué. D'après Sebaoun (2007)¹⁷ les limites des mouvements dentaires de l'adulte décrites par Proffit (2000) sont au moins doublées (Fig 1).

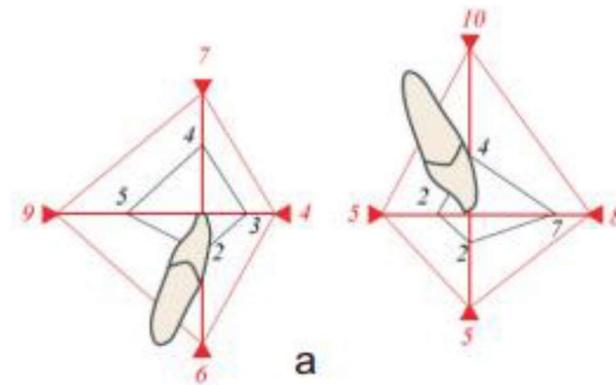


Figure 1 : Déplacements incisifs possibles en orthodontie conventionnelle (en noir) et après corticotomies et greffe osseuse (en rouge), d'après SEBAOUN, 2007

- **Augmentation** des possibilités d'**expansion** (limites du déplacement dentaire repoussées 2 à 3 fois plus loin)

- **Diminution** de la nécessité d'**extractions**. Par exemple, Wilcko (2009) présente des cas d'encombrements sévères de 10-12 mm réalisés sans extractions.

- **Amélioration de la stabilité** post-thérapeutique :

D'après Rothe (2006), il existe une relation entre l'épaisseur de la corticale et la stabilité du traitement orthodontique ¹⁸. Il conclut que les patients présentant une corticale mandibulaire plus fine ont un risque de récurrence d'encombrement incisif plus élevé. La stabilité serait donc augmentée après greffe osseuse d'augmentation alvéolaire. Les récurrences seraient aussi moins élevées grâce à une perte de la « mémoire positionnelle des dents », par section des fibres dento-gingivales selon Bindermann ¹⁹ et par le phénomène de déminéralisation/reminéralisation alvéolaire (Wilcko, 2008 ; Fergusson, 2006).

De même, Nazarov a démontré que les résultats obtenus après corticotomie alvéolaire s'améliorent lors de la période de contention et sont plus stables à long terme que ceux obtenus suite à un traitement orthodontique conventionnel, selon l'Objective Grading System de l'American Board of Orthodontics.

Inconvénients

- Douleur, œdème post-opératoire.
- Procédure invasive devant être parfaitement maîtrisée.

e. **Cas particulier des classes III squelettiques traitées chirurgicalement**

Nous allons voir dans ce chapitre que les publications se sont récemment multipliées concernant l'indication des corticotomies avec augmentation alvéolaire, dans le cas particulier des classes III chirurgicales.

Le diagnostic parodontal en orthodontie ^{20, 21, 22}

Le prérequis à tout traitement orthodontique est l'absence d'infection et la présence d'un parodonte capable de résister aux mouvements dentaires. Ces deux éléments sont essentiels pour mener le traitement sereinement car les conséquences du mouvement orthodontique, sur un parodonte malade ou trop affaibli sont irréversibles pour le pronostic des dents à long terme. Le parodonte doit donc faire l'objet d'un examen clinique rigoureux, simple et systématique (inspection, palpation, sondage) et d'un examen radiologique (orthopantomogramme, rétro-alvéolaires localisées).

Lorsque la santé du parodonte est validée, la détermination du biotype parodontal est primordiale. L'orthodontiste doit s'assurer de la qualité et de la quantité de gencive attachée des dents impliquées dans les mouvements d'expansion. L'observation clinique associée au sondage permet de définir ce biotype parodontal. L'ensemble de ces critères simples dicte la conduite à tenir.

Le diagnostic d'un parodonte infectieux

Avant tout traitement orthodontique, il faut répondre à la question suivante : ce parodonte présente-t-il des réservoirs infectieux compromettant la stabilité osseuse ?

Le sondage dépistage

Le signe pathognomonique de l'infection parodontale est la poche parodontale.

Le sondage dépistage est effectué dès la première consultation. Il consiste à mesurer le sillon gingivodentaire de chaque dent sur six sites.

Toutes mesures supérieures à 3 mm ou égales à 3 mm, avec un saignement associé, révèlent une prolifération bactérienne pathologique. Cette situation impose un traitement parodontal plus ou moins complexe suivant les profondeurs de poche relevées.

Des poches de 3–4 mm avec saignement se résorbent spontanément avec une hygiène dentaire et interdentaire adaptée et un détartrage rigoureux.

Lorsque les poches excèdent 4 mm, avec ou sans saignement, un traitement spécialisé est préconisé.

Le sondage après traitement parodontal d'assainissement valide la cicatrisation. L'orthodontiste devra attendre l'élimination de l'infection (un mois) puis la cicatrisation (deux mois) pour intervenir. Suivant la sévérité de la maladie, le délai peut s'étendre de trois à huit mois.

Les signes inflammatoires : inspection

La maladie parodontale n'est pas toujours visible à l'inspection, notamment lorsque le patient est fumeur. Cette caractéristique entraîne de nombreuses erreurs diagnostiques si le sondage n'est pas systématique.

Les signes d'infection : palpation

La palpation du parodonte, du fond du vestibule vers la zone sulculaire, permet parfois de mettre en évidence une suppuration. C'est un examen rapide permettant de diagnostiquer une parodontite active. Cependant, l'absence de suppuration à la palpation ne témoigne en rien d'un parodonte sain.

Les signes radiologiques

Les signes radiologiques, objectivant le niveau de l'os alvéolaire, ne sont pas le reflet de l'infection parodontale mais des conséquences de l'infection parodontale que constitue la perte d'attache. Une lyse osseuse radiologique sans poche parodontale pose le diagnostic de parodontite stabilisée et ne contre-indique en aucun cas l'activation orthodontique.

Le diagnostic d'un parodonte affaibli

Un parodonte affaibli est un parodonte sain mais présentant une perte osseuse liée à un antécédent d'infection ou à une cause anatomique (émergence dans le procès alvéolaire) plus ou moins aggravée par une cause traumatique (traction du frein, technique de brossage).

Avant traitement orthodontique, il faut répondre à la question suivante : ce parodonte résistera-t-il au déplacement dentaire envisagé ?

Le praticien doit savoir dépister trois situations à risque :

- (1) Gencive attachée présente mais trop fine.
- (2) Absence de gencive attachée.
- (3) Niveau osseux inférieur à la moitié radiculaire.

Gencive attachée présente mais trop fine

Signes diagnostiques

La couleur métallique de la sonde parodontale est visible par transparence : la gencive attachée est trop fine.

Conduite à tenir

Si les mouvements dentaires sont dirigés **vestibulairement**, il faut renforcer en prévention d'une récession tissulaire marginale. Le traitement visera à épaissir la gencive existante, à lui redonner un volume positif et stable dans le temps. La technique préconisée sera une technique de **greffe conjonctive enfouie**.

Absence de gencive attachée

Signes diagnostiques

La sonde parodontale plaquée horizontalement sur la muqueuse détermine une ligne mucogingivale située à moins de 2–3 mm du rebord gingival. La sonde parodontale détermine une hauteur de gencive sulculaire de 2 à 3 mm. La gencive attachée est donc absente.

Conduite à tenir

Quels que soient les mouvements dentaires, il faut recréer un environnement de gencive attachée. L'objectif de recouvrement radiculaire reste secondaire par rapport à la notion d'épaississement gingival. La technique préconisée sera une technique de **greffe conjonctive enfouie** ou, au niveau des incisives mandibulaires, de **greffe épithélioconjonctive**.

Niveau osseux inférieur à la moitié radiculaire

Signes diagnostiques

La perte d'attache est évaluée par l'image radiologique du niveau osseux. Cette image radiologique est corrélée à la mobilité et à la présence ou non de gencive attachée.

Conduite à tenir

Si la **gencive attachée** est **présente** et si l'indice de **mobilité** de Mühleman est **inférieur à II**, le mouvement orthodontique n'est pas contre-indiqué.

Si la gencive attachée est **absente** et si l'indice de mobilité est **inférieur à II**, il faut recréer un environnement de gencive attachée par **greffe conjonctive ou épithélio-conjonctive** préalablement. Cette intervention diminue aussi le plus souvent la mobilité.

Si la gencive attachée est **absente** et l'indice de mobilité est de **III ou IV**, l'intervention orthodontique est **contre-indiquée** et la conservation de la dent remise en question.

L'évaluation de la gencive attachée est primordiale avant tout mouvement de **vestibulo-version**. Si elle est présente et d'épaisseur suffisante et lorsque le parodonte est sain, l'orthodontiste peut travailler sereinement quel que soit le niveau osseux et la présence ou non d'une récession tissulaire marginale.

Cependant, les techniques traditionnelles de renfort parodontal sont imparfaites :

Les *greffes épithélio-conjonctives* permettent un apport de tissu kératinisé en hauteur et en épaisseur. Elles sont cependant très inesthétiques (aspect de rustine), ont un taux de réussite inconstant, nécessitent deux sites opératoires avec une cicatrisation de seconde intention au palais et ne permettent de gagner que de la gencive en épaisseur et non de l'os sous-jacent.

Les *greffes conjonctives enfouies* donnent de meilleurs résultats en terme de recouvrement et renfort parodontal, sont plus esthétiques et offrent une cicatrisation de première intention au niveau du site de prélèvement. Néanmoins, elles nécessitent deux sites opératoires et ne permettent de gagner que du tissu gingival en hauteur et en épaisseur et non de l'os.

Les corticotomies avec augmentation osseuse alvéolaire représentent ainsi une nouvelle approche de renfort parodontal ayant pour but d'augmenter, si possible, la hauteur et/ou l'épaisseur d'os alvéolaire.

Les mouvements orthodontiques à risque parodontal

Certains mouvements orthodontiques sagittaux ou transversaux (vestibuloversion et translation vestibulaire dans les cas d'expansion) présentent un risque pour le parodonte.

La version sur parodonte réduit doit être conduite avec prudence. En effet, en présence d'une diminution de la hauteur alvéolaire qui déplace le centre de résistance en direction apicale, on observe, pour une force donnée, un moment beaucoup plus important. Des précautions doivent donc être prises afin que le moment reste le plus constant possible, en diminuant la force, ou en se rapprochant du centre de résistance. Les renforts d'ancrage à type d'ancrage osseux (minivis, miniplaques) sont particulièrement indiqués dans ces situations.

Les mouvements hors de la crête (vestibuloversion coronaire, translation vestibulaire) sont les plus controversés puisqu'ils tendent à sortir les racines des limites anatomiques maxillaires et mandibulaires. Dans un grand nombre de cas cependant, ces affaiblissements osseux tendent à disparaître secondairement par apposition osseuse. Mais ils peuvent aussi s'aggraver. La hauteur de gencive n'est pas modifiée mais on observe un amincissement favorable à la formation d'une récession. Le mouvement de version doit respecter les limites anatomiques sous peine de risquer des fenestrations. Cela s'applique particulièrement à la région des incisives mandibulaires.

Pour Korbendau et Guyomard, « un mouvement de **version coronolinguale des incisives mandibulaires**, lors de corrections de malocclusions de classe III d'Angle, engendre une projection vestibulaire des racines pouvant favoriser la formation de fenestrations et de déhiscences osseuses. Une récession gingivale peut apparaître secondairement, parfois même plusieurs années après la fin du traitement. ».

La **vestibulo-version des incisives mandibulaires** est traditionnellement considérée comme un facteur de risque d'apparition de récessions gingivales et de diminution de la hauteur de l'attache. Pourtant, de nombreuses études tendent à prouver qu'il n'existe pas de corrélation entre le taux de récession et la quantité de mouvement vestibulaire.

Melsen et Allais ²³ ont réalisé une étude rétrospective sur 150 adultes ayant bénéficié d'un traitement multi-attaches sans extraction. Ils n'observent pas d'aggravation significative du statut parodontal : moins de 10 % des sujets présentent une récession gingivale supérieure à 2 mm et 5 % des lésions préexistantes ont été améliorées.

Djeu et al. ²⁴ ont réalisé une étude sur 67 patients d'âge moyen 16,4 ans. Ils concluent que le degré de vestibulo-version des incisives inférieures durant le traitement orthodontique n'était pas corrélé avec l'apparition de récessions gingivales.

Une revue systématique de 2010 ²⁵ montre une corrélation entre la vestibuloversion incisive et la survenue ou la sévérité des récessions gingivales avec des résultats contradictoires concernant la responsabilité du degré de vestibuloversion pendant le traitement, de l'épaisseur de gencive attachée, de l'hygiène ou encore de l'épaisseur symphysaire.

D'après une autre revue systématique de 2011, il n'y a pas d'association entre vestibuloversion des incisives mandibulaires induite par l'appareil orthodontique et apparition de récessions gingivales ²⁶. Cependant certains facteurs de risque d'apparition de récession après translation vestibulaire/vestibuloversion incisive existent : épaisseur gingivale réduite, symphyse mandibulaire étroite ^{27, 28}, contrôle de plaque inadéquat ou brossage agressif.

Tous les auteurs s'accordent à dire que le déplacement dentaire en **translation** peut remodeler le parodonte. En effet, il se produit un modelage périosté de compensation du remodelage intéressant la

face alvéolaire en pression. Cela explique l'augmentation de gencive attachée pendant un déplacement dentaire contrôlé sur le plan mécanique et sur le plan de l'inflammation. La dent ne s'est pas déplacée à travers ses tissus de soutien mais avec et en conservant une lame osseuse d'épaisseur constante.

Dans les cas de corticales externes très fines, il est probable que le mouvement de gression, en direction vestibulaire, puisse avoir des conséquences défavorables. En effet, l'os cortical étant peu labile, les risques de destruction sans apposition de compensation sont importants et ces risques augmentent avec l'âge.

Le remaniement osseux orthodontique étudié sur l'animal, par Markostamou et Baron, entre autres, montre une différence de réponse entre l'os spongieux et l'os cortical. L'os spongieux permet un déplacement plus rapide que l'os cortical, explicable par une présence cellulaire plus importante au niveau des espaces trabéculaires. L'application d'une force lourde sur l'os cortical induit l'apparition de déhiscences osseuses. Cette étude sur le rongeur a été corroborée par des travaux sur le chien et le singe démontrant, sous réserve de la transposition des résultats animaux à l'homme, la création de déhiscences osseuses irréversibles par des mouvements de vestibuloversion.

Le point clé qui ressort des différentes études est que l'apparition des récessions est subordonnée au degré d'hygiène bucco-dentaire du patient. Tant que l'inflammation marginale est maîtrisée, il n'y a pas de conséquences de nos traitements sur le parodonte marginal. Mais un mauvais contrôle de plaque, surtout associé à un type parodontal fin, est le facteur de risque déterminant dans l'apparition de lésions gingivales.

Nous pouvons donc déduire que le risque de création ou d'aggravation de déhiscences osseuses, état prédisposant aux récessions, par des mouvements orthodontiques de version ou de translation en direction externe (vestibulaire ou linguale), est certain en fonction de la typologie parodontale (**parodonte fin**), de l'**intensité de la force** appliquée et du brossage qui doit permettre un **bon contrôle de plaque sans être trop agressif** ²⁹.

Le parodonte des classes III chirurgicales

Au cours de la préparation pré-chirurgicale des classes III squelettiques, il est fréquent d'observer une décompensation insuffisante des incisives inférieures et des séquelles iatrogènes dans cette région, telles que des déhiscences osseuses, fenestrations et récessions gingivales.

En 2009, Kim montre sur des cone-beams en fin de préparation pré-chirurgicale de classe III, une perte osseuse verticale au niveau des incisives mandibulaires, surtout en lingual, ainsi qu'une épaisseur alvéolaire à l'apex inférieure en lingual qu'en vestibulaire ³⁰.

Ces données sont confirmées en 2012 par Kook ³¹ qui compare les pertes osseuses autour des incisives sur cone-beam avant traitement, chez des patients présentant une occlusion normale (groupe

1) et une classe III squelettique hyperdivergente (groupe 2). Les auteurs montrent dans le groupe 2 au niveau des incisives mandibulaires : une perte osseuse verticale plus importante surtout au niveau lingual, une épaisseur alvéolaire plus fine à l'apex, une épaisseur osseuse moins importante à l'apex qu'à la jonction amélo-cémentaire contrairement à l'autre groupe, une corticale linguale plus épaisse que la corticale vestibulaire.

En 2012, Lee compare le niveau osseux vertical et l'épaisseur d'os alvéolaire chez des patients classe III chirurgicaux avant traitement, après préparation pré-chirurgicale et à la dépose. Il montre ainsi une diminution de hauteur et d'épaisseur osseuse vestibulaire et linguale après préparation pré-chirurgicale et un maintien pendant la phase post-chirurgicale ³².

Ces études montrent donc la vulnérabilité parodontale des patients avec une malocclusion de classe III, puisqu'ils présentent souvent une faible épaisseur alvéolaire antérieure mandibulaire, notamment chez les hyperdivergents du fait des compensations naturelles qui se créent avec ces dysmorphoses. Il faudra donc veiller à ne pas aggraver les pertes osseuses préexistantes au niveau des secteurs antérieurs, surtout à la mandibule ^{33,34}.

Toutefois, il ne faudra pas oublier que la quantité de correction squelettique sagittale est déterminée par le surplomb négatif créé lors de la décompensation. Ainsi, une vestibuloversion incisive insuffisante compromet la qualité et la quantité de la correction chirurgicale.

L'objectif de la préparation orthodontique pré-chirurgicale des classes III est donc d'obtenir une décompensation suffisante des incisives mandibulaires tout en préservant l'intégrité parodontale dans cette région. Les corticotomies avec augmentation osseuse alvéolaire offrent ici des perspectives intéressantes de renfort parodontal.

Apport des corticotomies avec augmentation osseuse chez les classes III chirurgicales

Plusieurs publications récentes étudient l'efficacité des corticotomies avec augmentation osseuse, chez des patients présentant une classe III squelettique, relevant d'un protocole orthodontico-chirurgical.

En 2011, **Kim** présente ainsi deux patients classes III squelettiques, traités par orthodontie et corticotomies, avant chirurgie orthognathique ³⁵.

Le premier patient est préparé par corticotomies et décompensation conventionnelle en 5 mois puis bénéficie d'une ostéotomie sagittale des branches montantes de recul, pour un temps de traitement total de 9 mois (Fig 2).



Figure 2 : Patient 1, A, corticotomies; B, greffe osseuse; C, sutures; D, 1 mois après chirurgie orthognathique (6 mois après corticotomies), d'après KIM, 2011.

Le second patient nécessite une décompensation plus importante (IMPA=76°, objectif de repositionnement à 97°). Il est traité par corticotomies, décompensation avec régénération tissulaire guidée et ancrage squelettique temporaire (Fig 3).

Le protocole est le suivant :

- **corticotomies** au niveau des dents mandibulaires par piézochirurgie,
- hémostase puis mise en place du matériau de **greffe osseuse (Bio-oss®)**,
- mise en place d'une **membrane rigide** en polytétrafluoroéthylène (PTFE) non résorbable fixée par une miniplaque et 2 minivis (pour la formation du caillot et la stabilisation du greffon) et suture du lambeau. Ce dispositif prévient la résorption du greffon osseux pendant la décompensation.
- **force orthodontique immédiate** (.019x.025 **NiTi reverse**) pour initier un mouvement orthodontique rapide. L'IMPA passe à 100° après 3 mois.
- dépose de la membrane à ce stade, puis chirurgie bimaxillaire deux mois plus tard. Le temps de traitement total est de 8 mois.

Les images 3D (cone-beam) préopératoires montrent des déhiscences au niveau des dents antérieures mandibulaires. Les images post-opératoires après 23 mois de contention montrent une densité osseuse augmentée avec recouvrement des dénudations radiculaires.

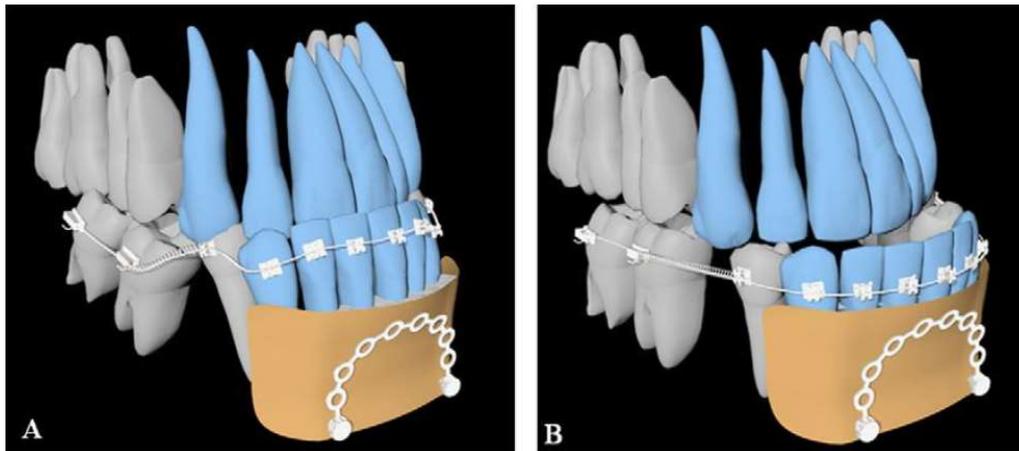


Figure 3 : *Illustration schématique de la procédure de corticotomies avec greffe osseuse et membrane de régénération tissulaire guidée fixée avec des minivis.*

A, Avant décompensation ; B, Après décompensation. D'après KIM, 2011

Plusieurs études visant à évaluer l'efficacité de cette technique par des mesures objectives ont été depuis publiées.

Dans l'étude de **Cai** (2011), sur 10 patients classes III squelettiques avec greffe de Bio-Oss® et membrane Bioguide®, les auteurs montrent une moyenne de temps de préparation pré-chirurgicale de 3 à 6 mois plus courte et sur des images **cone-beam**, une **augmentation alvéolaire vestibulaire de 2 à 3 mm au niveau des incisives mandibulaires** ³⁶.

Ahn et al ont publié en 2012 une étude³⁷ dont l'objectif est d'évaluer la décompensation des incisives mandibulaires et les modifications du support parodontal après corticotomies associées à une augmentation osseuse avec du Bio-Oss®, avant chirurgie orthognathique, chez 15 patients classes III. Une **téléradiographie de profil** est réalisée avant le traitement et en fin de préparation orthodontique. Les quantités de vestibuloversion incisive, l'épaisseur d'os alvéolaire (au point B et à l'apex, perpendiculairement au grand axe de l'incisive) et le support parodontal (niveau de la gencive marginale) sont évalués.

Une vestibuloversion significative des incisives mandibulaires est mesurée (10° en moyenne, 3,5 mm). **L'épaisseur d'os alvéolaire augmente de 1,56 mm à l'apex et de 1,98 mm au niveau du point B.** Il n'y a pas de récession gingivale observée. Deux types d'augmentation osseuse sont mis en évidence : le premier est caractérisé par une augmentation osseuse proportionnelle à la version de l'incisive. L'épaisseur d'os au niveau de la zone cervicale vestibulaire est bien maintenue (60%, 9 sujets). Le second montre une augmentation osseuse plus importante au niveau du point B qu'au niveau cervical (40%, 6 sujets).

L'étude de **Coscia** et al de 2013 a pour objectif d'évaluer par **cone-beam** les changements morphologiques du rempart alvéolaire mandibulaire antérieur lors des décompensations incisives, chez des patients classe III squelettiques chirurgicales, traités par corticotomies avec augmentation osseuse ³⁸.

Quatorze patients présentant une classe III squelettique ont ainsi été traités par corticotomies (piézochirurgie), greffe osseuse (hydroxyapatite granulaire d'origine bovine = Endobon® + membrane de collagène) et forces orthodontiques accélérées pour une décompensation des incisives mandibulaires. La séquence orthodontique est la suivante :

- Semaine 1 : .018 NiTi,
- Semaine 2 : .017x.025 NiTi,
- Semaine 3 : .019x.025 NiTi,
- Semaine 4 : .019x.025 Stainless Steel.

Un cone-beam est réalisé en prétraitement (T0) et en fin de préparation orthodontique (T1, environ 8 mois). Les variations verticales de hauteur et horizontales d'épaisseur d'os alvéolaire ont été mesurées à l'apex et à mi-hauteur radiculaire des incisives mandibulaires perpendiculairement à leur grand axe en lingual et vestibulaire.

Tous les patients présentent une vestibuloversion significative des incisives à T1 (IMPA passe de 81° à 92° en moyenne). L'épaisseur moyenne d'os alvéolaire augmente sur le versant vestibulaire des incisives mandibulaires entre T0 et T1 à l'apex et à mi-hauteur montrant une **augmentation osseuse horizontale** statistiquement significative (~ **0,2mm**). Au niveau **vertical**, aucune perte osseuse statistiquement significative n'est observée.

L'étude de **Wang** de 2013 a pour but d'évaluer la décompensation incisive et l'environnement parodontal au cours d'une préparation orthodontique par corticotomies suivie d'une chirurgie orthognathique de classe III ³⁹. 56 patients sont ainsi répartis en 2 groupes : **Groupe 1 = corticotomies associées à une greffe - Groupe 2 = préparation conventionnelle.**

Des **cone-beams** et **téléradiographies de profil** sont réalisés pour chaque patient avant et après préparation orthodontique.

La quantité de décompensation incisive et l'**augmentation d'épaisseur osseuse vestibulaire** mesurée est **plus importante dans le groupe 1**. Les résorptions radiculaires, la **perte osseuse verticale** et la **diminution d'épaisseur osseuse alvéolaire linguale** sont **moins importantes dans le groupe 1**.

En 2014, **Wang** et al. publient une étude prospective pour une évaluation quantitative de la décompensation incisive mandibulaire et du support parodontal environnant après corticotomies associées à une greffe, chez des patients classes III chirurgicaux ⁴⁰. Des **cone-beams** et des **téléradiographies de profil** sont réalisées avant traitement (T0), après préparation orthodontique (T1)

et à la dépose de l'appareil (T2) chez 8 patients. Le matériau de greffe est du Bio-oss® recouvert d'une membrane de collagène (Bio-Guide®). L'incisive centrale inférieure gauche est choisie pour réaliser les mesures, avec comme plan de coupe la plus grande section vestibulo-linguale.

Les auteurs observent un maintien de la longueur radiculaire entre T0 et T2, une **augmentation de la hauteur alvéolaire** entre T0 et T1, puis diminution entre T1 et T2 (avec $T1 > T2 > T0$), une **augmentation de l'épaisseur alvéolaire vestibulaire (1,85 à 5 mm)** et de l'angle incisif entre T0 et T1 (de $10,95^\circ$), puis maintien entre T1 et T2 et enfin une **diminution de l'épaisseur alvéolaire linguale** entre T0 et T1 puis augmentation entre T1 et T2 (avec $T0 > T2 > T1$).

En 2015, Wang rapporte un cas de **mésialisation molaire** bilatérale chez un patient de 27 ans, avec absence de 35 et 45 et infraclusions postérieures bilatérales, par traitement orthodontique avec corticotomies, greffe de Bio-Oss, et membrane de collagène Bio-Guide. L'examen des cones-beams réalisés avant greffe (A-B), à la dépose du multiattache (C-D) et après 2 ans de contention (E-F) montre une **augmentation de la hauteur osseuse restée stable**⁴¹.

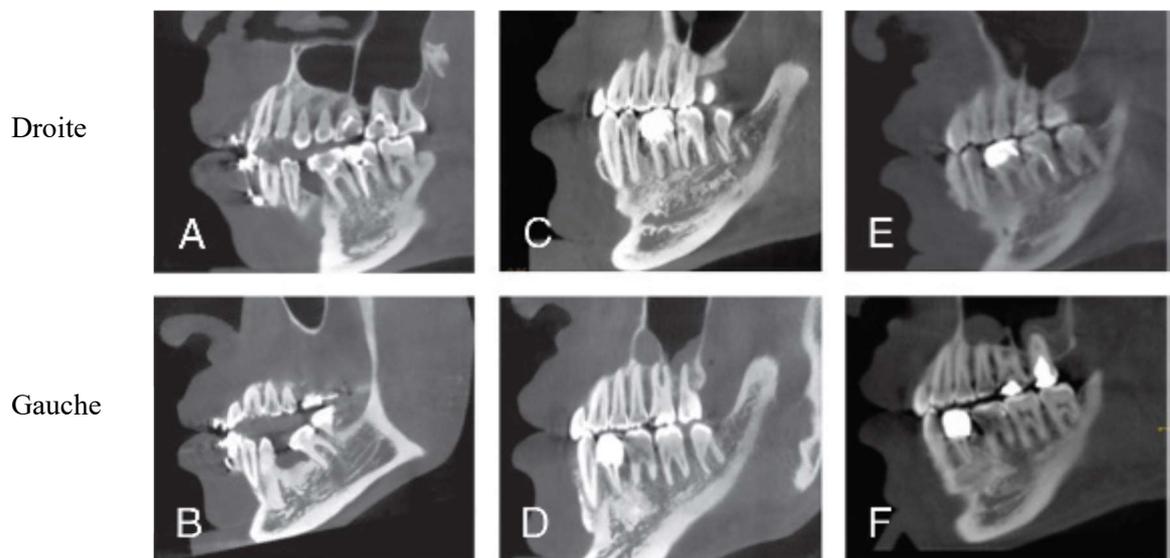


Figure 4 : Comparaison des images cone-beam obtenues à différents moments. Plans de mesure : plans sagittaux bissecteurs des alvéoles mandibulaires postérieures des deux côtés.

En 2016, l'étude d'Anh et al.⁴² a pour but d'évaluer la décompensation des incisives mandibulaires et les modifications du support parodontal après corticotomies associées à une augmentation osseuse. L'étude **prospective** porte sur 30 patients adultes présentant une classe III squelettique, répartis en 2 groupes : un groupe expérimental avec corticotomies augmentées (15 patients) et un groupe contrôle sans corticotomies augmentées (15 patients). Des **téléradiographies de profil et cone-beams** sont réalisées avant traitement orthodontique et juste avant la chirurgie orthognathique. Le protocole expérimental consiste en des corticotomies verticales à 2 à 3 mm de la crête osseuse reliées à des corticotomies horizontales situées 2-3 mm sous les apex, réalisées à la fraise à os ou au piézotome

puis mise en place de Bio-Oss® (minéral d'os bovin déprotéinisé) et enfin suture du lambeau directement sur le biomatériau de substitution osseuse (pas de membrane).



Figure 5 : Corticotomie augmentée dans la région mandibulaire antérieure

A : après lambeau de pleine épaisseur avec incision sulculaire et décharge verticale dans la région prémolaire, corticotomies réalisées à la fraise boule ou au piézotome

B : augmentation osseuse avec os xénogénique

C : après sutures avec fil nylon 5-0 ou 6-0

Les auteurs montrent ainsi :

- une vestibuloverision incisive significative dans les 2 groupes mais plus importante dans le groupe expérimental.
- une perte osseuse verticale significative dans le groupe contrôle.
- une augmentation de l'épaisseur alvéolaire aux tiers médian et apical et de la surface d'os alvéolaire vestibulaire, dans le groupe expérimental.
- une diminution significative, dans le groupe contrôle, des épaisseurs alvéolaires aux tiers cervical et médian et de la surface d'os alvéolaire vestibulaire.
- une absence de changements significatifs dentoalvéolaires entre les 3 types de dents (incisive centrale, latérale, canine), sauf concernant la longueur radiculaire dans le groupe expérimental.

Cette nouvelle technique combinée de renfort parodontal semble donc adéquate pour la décompensation des incisives mandibulaires en augmentant l'épaisseur vestibulaire d'os alvéolaire, sans perte osseuse verticale. Cette approche diminue le risque de complications parodontales couramment rencontrées lors des traitements conventionnels, telles que les pertes osseuses marginales et les récessions parodontales.

Nous pouvons constater que 7 des 8 publications déjà parues s'intéressent aux classes III chirurgicales pour lesquelles cette technique présente en effet des intérêts particuliers :

- nous réalisons une décompensation orthodontique dans un contexte parodontal fragile,
- le phénomène d'activation régionale facilite les mouvements dentaires dans un contexte musculaire difficile chez les classes III non opérées.

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous, les études déjà réalisées sur le sujet mettent en jeu des procédures très variées : choix de la technique de corticotomies, du matériau de renfort, de la membrane...

Parmi ces différents protocoles nous nous sommes intéressés plus particulièrement à celui que propose le Dr Straub à Lyon.

Année de publication	Auteurs	Nombre de patients	Malocclusion	Moyens d'investigation	Technique chirurgicale	Résultats
2011	Kim et al	2	Classe III chirurgicale	Cone Beam pré-opératoire et après 2 ans de contention	Piézochirurgie Bio-Oss® Membrane PTFE non résorbable	Densité osseuse augmentée et recouvrement des dénudations radiculaires (appréciation qualitative)
2011	Cai et al	10	Classe III chirurgicale	Cone Beam avant et en fin de traitement	Lambeau de pleine épaisseur Corticotomies verticales et horizontales sub-abicales Bio-Oss® + membrane Bio-Guide®	Augmentation alvéolaire vestibulaire de 2 à 3 mm sur les incisives mandibulaires
2012	Ahn et al	15	Classe III chirurgicale	Téléradiographie de profil avant traitement et en fin de préparation	Fraise boule ou piézochirurgie Bio-Oss®	- Vestibuloverision des incisives : 10° - Augmentation alvéol. : 1,56 mm à l'apex, 1,98 au pt B - Pas de récession gingivale
2013	Coscia et al	14	Classe III chirurgicale	Cone Beam avant traitement et en fin de préparation	Piézochirurgie Endobon® Membrane de collagène résorbable (Osseoguard®)	- Vestibuloverision des incisives : 11° - Augmentation horizontale alvéolaire à l'apex et à mi-hauteur radiculaire : 0,2mm - Pas de perte osseuse verticale
2013	Wang et al	56	Classe III chirurgicale	Téléradiographie de profil et cone beam avant et après préparation orthodontique	Groupe 1 : corticotomies + greffe Bio-Oss® + membrane Bio-Guide® Groupe 2 : Préparation conventionnelle	Groupe 1 : Décompensation incisive et augmentation alvéolaire plus importantes - Résorptions radiculaires, perte osseuse verticale et diminution alvéolaire linguale moins importantes.
2014	Wang et al	8	Classe III chirurgicale	Téléradiographie de profil et cone beam avant traitement (T0), après préparation orthodontique (T1) et à la dépose (T2) Mesures sur l'incisive centrale mandibulaire gauche	Lambeau de pleine épaisseur Corticotomies verticales et horizontales sub-abicales Bio-Oss® Membrane de collagène Bio-Guide®	- Maintien de la longueur radiculaire entre T0 et T2 - Augmentation de la hauteur alvéolaire entre T0 et T1, puis diminution entre T1 et T2 (avec T1>T2>T0) - Augmentation de l'épaisseur alvéolaire vestibulaire (1,85 à 5 mm) et de l'angle incisif entre T0 et T1 (de 10,95°), puis maintien entre T1 et T2 - Diminution de l'épaisseur linguale entre T0 et T1 puis augmentation entre T1 et T2 (avec T0>T2>T1)
2015	Wang et al	1	Mésialisations molaires avec infraclusions postérieures	Cone Beam avant et après traitement orthodontique, et après 2 ans de contention	Lambeau de pleine épaisseur Corticotomies Bio-Oss® Membrane Bio-Guide®	Augmentation de la hauteur alvéolaire concomitamment à l'égression, restée stable après 2 ans de contention.
2016	Anh et al	15 +15 contrôles	Classe III chirurgicale	Téléradiographie de profil et cone beam avant et après préparation orthodontique Etude prospective	Lambeau de pleine épaisseur Corticotomies verticales inter-radicales et horizontales sub-abicales Bio-Oss®	- Vestibuloverision des incisives : 7.51° - Perte verticale significative d'os alvéolaire dans le groupe contrôle (IC : 3.57 mm, IL : 4.24 mm), alors que maintien dans le groupe expérimental - Augmentation de l'épaisseur alvéolaire vestibulaire aux tiers médian et apical dans de groupe expérimental

Tableau 1 : Synthèse des 8 études déjà parues sur le sujet

II. Etude

Suite aux observations précédentes, nous avons voulu vérifier par nous-même l'apport de ce renfort parodontal minéralisé (RPM) dans le cadre des traitements orthodontiques.

L'originalité de notre étude réside dans le choix :

- D'évaluer la procédure suivante, couramment réalisée par le Dr Béatrice Straub (Service de Parodontologie, Hôpital Lyon Sud) :
 - Corticotomies par piézo-chirurgie,
 - Biomatérial de substitution osseuse : NovaBone Dental Putty® (NovaBone Products),
 - Membrane de PRF.

- D'inclure tous les patients nécessitant un traitement orthodontique et un renfort parodontal et pas seulement les classes III, afin d'élargir nos observations aux autres indications de cette technique qui sont très variées (décompensations transversales, récessions ou fenestrations pré-existantes, encombrements, expansions...).

a. Objectifs de l'étude

Objectif principal : évaluer les modifications quantitatives et qualitatives du support parodontal après corticotomies et augmentation osseuse dans le cadre d'un traitement orthodontique.

Objectif secondaire : évaluer les récessions tissulaires marginales (RTM).

b. Matériel et méthode

Lieu de la recherche :

Service d'Orthopédie Dento-Faciale du Service de Consultations et Traitements Dentaires de Lyon ;
Service de Stomatologie, Chirurgie Maxillo-Faciale, Chirurgie plastique et de la face du Centre Hospitalier Lyon Sud.

Critères d'inclusion :

- Patients nécessitant un traitement orthodontique,
- Patients nécessitant un renfort parodontal minéralisé,
- Patients informés ayant signé le consentement éclairé.

Nombre de patients

Pour cette série de cas exhaustive, nous incluons tous les patients qui se présentent en consultation orthodontique et/ou parodontale et répondent aux critères d'inclusion ci-dessus.

Calendrier thérapeutique :

- Bilan orthodontique et bilan parodontal : inclusion du patient
- Cone Beam avant traitement (T0)
- Pose du dispositif multi-attache
- Renfort parodontal minéralisé en début de préparation orthodontique pré-chirurgicale (+ 15 jours) selon le protocole décrit ci-après
- Chirurgie orthognathique
- Finitions orthodontiques
- Dépose du dispositif multi-attache et contention
- Cone Beam de fin de traitement (en fin de contention, T1).

Protocole chirurgical (protocole du Dr Straub, inspiré de celui des frères Wilcko) :

- Consultation pré-opératoire : information au patient, consentement éclairé, ordonnance pré-opératoire : AIS (Solupred®) et antibiotique (Zytromax®) le matin de l'intervention ; antalgiques pour la fin de l'intervention.
- Anesthésie para-apicale avec une solution adrénalinée à 1/100 000 (Fig. 6).

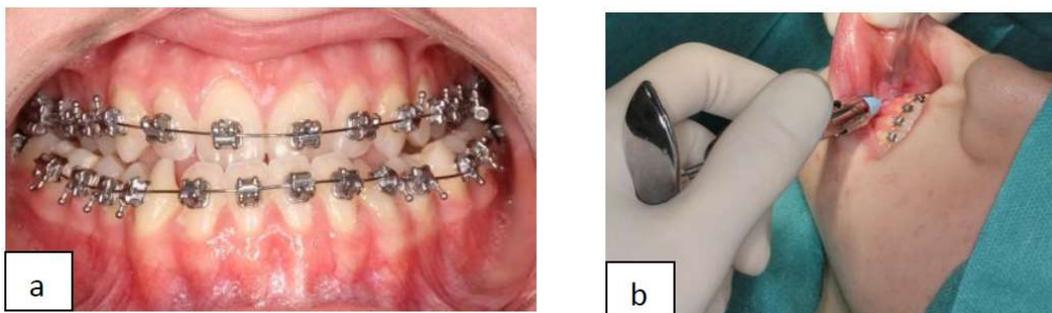


Figure 6 : a : Situation pré-opératoire, b : Anesthésie

- Incision sulculaire avec préservation maximale des papilles (Fig. 7).



Figure 7 : *Incision sulculaire*

- Lambeau vestibulaire de pleine épaisseur jusqu'à la ligne de jonction muco-gingivale puis de demi-épaisseur. La laxité ainsi obtenue permet de mettre en place un matériau de comblement assez volumineux entre l'os alvéolaire mis à nu et le lambeau muco-périosté (Fig. 8).



Figure 8 : *Lambeau vestibulaire de pleine épaisseur*

- Corticotomies : perforation de la corticale externe au piézotome (série de points selon une ligne verticale inter-radriculaire) (Fig. 9).



Figure 9 : *Corticotomies au piézotome*

- Biomatériau de substitution osseuse : NovaBone Dental Putty® NovaBone Products (Fig. 10).



Figure 10 : *Biomatériau de substitution osseuse* : NovaBone Dental Putty®

Il s'agit d'un substitut osseux synthétique de calcium-phospho-silicates, 100% résorbable à résorption lente. Il a été préféré à un matériau allogénique ou xénogénique pour des raisons éthiques et de compatibilité antigénique. C'est un greffon bioactif ostéoconducteur utilisé pour la réduction des lésions osseuses maxillo-faciales ou crâniofaciales, la reconstitution de crêtes alvéolaires, dans les ostéotomies, les chirurgies parodontales, extractions, kystectomies, résections apicales ou élévation de plancher sinusien. Il se présente sous la forme d'un matériau composite pré-mélangé constitué de particules de calcium-phospho-silicates bioactives et d'un liant résorbable synthétique, en cupule à usage unique, dans un emballage stérile. Les particules bioactives se composent uniquement d'éléments présents dans l'os normal (Ca, P, Na, Si, O). Le liant résorbable est une combinaison de polyéthylène glycol et de glycérine. Le mastic non durcissant, modelable et malléable se présente prêt à l'emploi et s'applique directement sur le site de greffe. Le liant est ensuite absorbé de sorte qu'il ne reste plus que les particules bioactives sur le site de greffe. Après absorption du liant, la surface du matériau particulière subit une déformation cinétique au contact d'un tissu vivant, ce qui entraîne une absorption progressive des particules. Cela aboutit à la formation d'une couche de phosphate de calcium sur les particules semblable à l'hydroxyapatite de la partie minéralisée de l'os. Cette couche d'apatite sert d'échafaudage à la néoformation osseuse pour un colmatage complet. Ce produit est radio-opaque et permet donc une évaluation des effets cliniques immédiats et à long terme. Le matériau est mélangé, appliqué contre l'os et les racines à recouvrir et sculpté (Fig 11).



Figure 11 : *Mise en place du NovaBone*

- Membrane de fibrine riche en plaquettes (Platelet Rich Fibrin ou PRF) :

Le PRF est ensuite utilisé comme membrane pour protéger le greffon osseux et aider à la formation et à la stabilisation du caillot. Il a été préféré à une membrane résorbable, qui en se dégradant pourrait occasionner une inflammation et une souffrance parodontale susceptibles d'entraîner des récessions. Une membrane non résorbable nécessiterait une seconde intervention de dépose qui pourrait résorber l'os néoformé lors de sa mise à nu.

Le PRF est un système de culture tridimensionnel organotypique associant un gel de fibrine avec un sérum riche en cytokines plaquettaires. Ce clou de fibrine piège des plaquettes qui sont activées au cours de la préparation et relarguent alors leur contenu. Cette matrice, chargée en éléments nutritifs, peut être colonisée et sert donc de support de culture tissulaire « in vivo ». Le PRF appartient à la famille des D-TGPs (D-Type Tissular Growth Process ou procédé de culture tissulaire de type D ; D = à base de fibrine).

Le PRF est obtenu par centrifugation de sang prélevé sur le patient (Fig 12). Le sang est placé dans des tubes stériles, sans anticoagulants, ayant subi un traitement de surface. Les plaquettes vont être activées par leur contact avec des particules de silice recouvrant la surface interne du tube. Les tubes sont ensuite placés dans une centrifugeuse pendant 10 minutes à 2700/3000 tours par minute.

Nous obtenons 3 zones distinctes :

- Le thrombus rouge constitué d'hématies et de plaquettes dans la fibrine au fond du tube ;
- Le caillot de PRF qui est composé de 2 à 3 millions de plaquettes par tube, de fibronectine qui servira d'échafaudage pour les cellules, de fibrine ostéoconductrice et de la totalité des leucocytes avec une action anti-microbienne locale supposée ;
- Le « buffy coat » ou manteau blanchâtre qui forme des stries blanchâtres dans le caillot de PRF, correspondant aux plaquettes accumulées dans la fibrine.



Figure 12 : *Centrifugeuse et contenu du tube après centrifugation*

Le PRF contenu dans son tube est étalé sur une compresse puis essoré (Fig 13). Une fine membrane est obtenue, elle sera déposée au contact du biomatériau puis recouverte par le lambeau

muco-périosté (Fig 14). Elle permettra grâce à ses facteurs de croissance une cicatrisation plus rapide et un léger épaissement gingival.



Figure 13 : PRF essoré sur une compresse



Figure 14 : Membrane de PRF déposée au contact du biomatériau de substitution osseuse

- Suture du lambeau : points simples, matelassiers verticaux au niveau des papilles. Des points suspendus peuvent également être réalisés afin de maintenir le lambeau au niveau coronaire autour des dents (Fig 15). Afin d'avoir une totale immobilisation du lambeau, une suture apicale périostée continue de part et d'autre du site opératoire est réalisée (Fig 16).



Figure 15 : Sutures



Figure 16 : *Suture apicale périostée*

- Hémostase : à l'aide d'une compresse imbibée de chlorhexidine puis la zone est séchée.
- Pansement chirurgical au besoin (Coe Pak®) afin de protéger le site et guider la cicatrisation (Fig 17).



Figure 17 : *Pansement chirurgical*

- Application d'une poche de glace, antalgiques et conseils post-opératoires : poursuivre la médication prescrite en pré-opératoire, antalgiques en cas de douleur, appliquer de la glace sans pression, ne pas fumer, ne pas boire ni manger trop chaud afin d'éviter le saignement, ne pas brosser la zone avant 3 semaines, nettoyer les dents à l'aide d'un coton-tige et du bain de bouche (Alodont®), éviter tout gargarisme, ne pas reprendre les brossettes inter-dentaires avant 6 semaines et n'exercer aucune pression sur le site opératoire au minimum pendant un mois.
- Contrôle à 15 jours après la chirurgie et dépose des points.
- Les rendez-vous orthodontiques post-opératoires doivent être fréquents, en général espacés de deux semaines. Cela permet de profiter au maximum de cette période de mouvement dentaire accéléré, voire d'entretenir ce phénomène. La période post-opératoire où il est possible d'obtenir les déplacements dentaires les plus importants débute à la fin du premier mois.

Réalisation des mesures :

Pour chaque dent concernée par la greffe, à partir des images cone beam, nous obtenons une coupe sagittale selon un plan de coupe passant par le grand axe de la dent sur une vue vestibulaire (Fig 18).

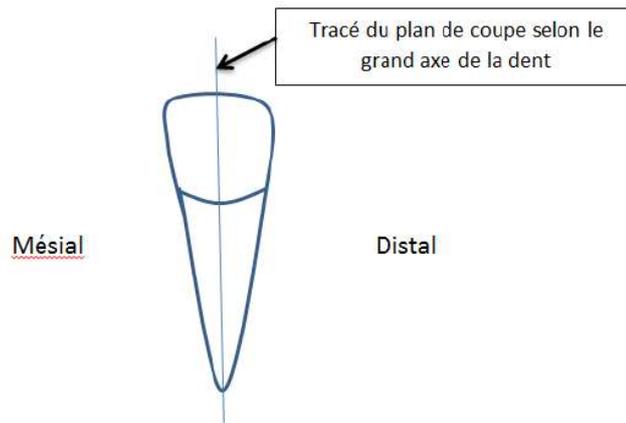


Figure 18 : *Obtention du plan de coupe, vue vestibulaire d'une incisive mandibulaire*

Après avoir obtenu la coupe sagittale, nous pouvons placer les points de référence définis ci-dessous afin de réaliser les mesures (Fig 19, 20, 21).

Points de référence :

1. Jonction amélo-cémentaire sur la face vestibulaire
2. Sommet de la crête alvéolaire vestibulaire
3. Limite antérieure de la corticale vestibulaire à mi-hauteur radiculaire
4. Projection vestibulaire de la mi-hauteur radiculaire (située à mi-distance entre la jonction amélo-cémentaire et l'apex sur le grand axe de la dent)
5. Limite antérieure de la corticale vestibulaire à l'apex
6. Apex
7. Limite antérieure de la corticale vestibulaire à l'apex entre les dents
8. Limite postérieure de la corticale linguale à l'apex entre les dents
9. Limite antérieure de la corticale vestibulaire à mi-hauteur radiculaire entre les dents
10. Limite postérieure de la corticale linguale à mi-hauteur radiculaire entre les dents

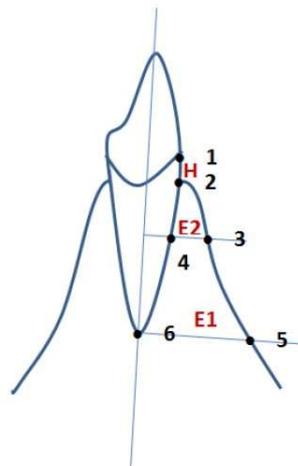


Figure 19 : *Points de référence utilisés pour les mesures utilisées de H, E1 et E2*

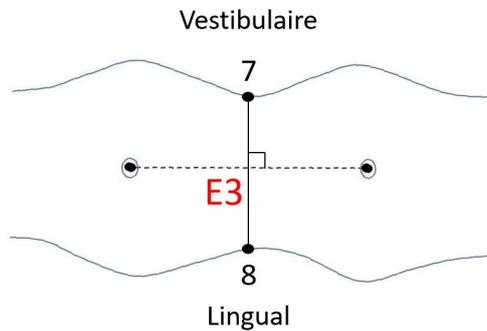


Figure 20 : Points de référence utilisés pour les mesures de E3

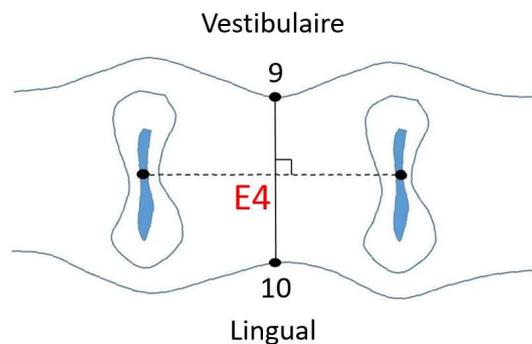


Figure 21 : Points de référence utilisés pour les mesures de E4

Mesures :

E1 : distance entre les points 5 et 6, c'est-à-dire séparant l'apex de la dent (6) et la limite antérieure de la corticale vestibulaire (5) selon une perpendiculaire au grand axe de la dent passant par l'apex.

E2 : distance entre les points 3 et 4, c'est-à-dire séparant la face vestibulaire de la racine (4) et la limite antérieure de la corticale vestibulaire (3) selon une perpendiculaire au grand axe de la dent passant par la moitié de la racine.

H : hauteur vestibulaire d'os alvéolaire définie par la distance entre les points 1 et 2, c'est-à-dire la distance entre la jonction amélo-cémentaire sur la face vestibulaire (1) et le sommet de la crête alvéolaire vestibulaire (2), parallèlement au grand axe de la dent.

E3 : épaisseur vestibulo-linguale de l'os alvéolaire à mi-distance entre les racines au niveau apical : mesurée sur une coupe horizontale perpendiculaire au grand axe de la dent la plus mésiale, passant par son *apex* (en choisissant la dent de gauche comme référence entre les incisives centrales).

E4 : épaisseur vestibulo-linguale de l'os alvéolaire à mi-distance entre les racines à mi-hauteur racinaire : mesurée sur une coupe horizontale perpendiculaire au grand axe de la dent la plus mésiale, passant par la *moitié de sa hauteur racinaire* (en choisissant la dent de gauche comme référence entre les incisives centrales).

Concernant le critère de jugement secondaire, à savoir l'évolution des Récessions Tissulaires Marginale (RTM), l'évaluation se fera par simple observation et prise de mesure, selon la procédure suivante, lorsqu'une variation sera constatée :

Mesure en millimètres (mm) sur le patient, avec une sonde parodontale manuelle graduée millimétrique à T0 et T1, des Récessions Tissulaires Marginales (RTM), définies par la distance jonction émail-cément / gencive libre marginale (Fig. 22).



Figure 22 : D'après Borghetti et Monnet-Corti, 2000

c. Résultats

Notre échantillon est composé de 7 femmes et 1 homme et les 35 dents étudiées sont toutes des dents mandibulaires. Toutes les chirurgies parodontales ont été réalisées par le Dr STRAUB Béatrice (Service de Parodontologie, Hôpital Lyon Sud). Les traitements orthodontiques ont été réalisés par les internes du Service de Consultations et Traitements Dentaires de Lyon, et dans des cabinets d'orthodontie libéraux.

Nombre de patients	8
Age moyen (écart-type)	28,6 ans ($\pm 12,5$ ans)
Médiane	28,6 ans
Q1-Q3	19 – 32 ans
Minimum-Maximum	14,6 – 53 ans

Tableau 2 : Caractéristiques de l'échantillon

Moyenne (écart-type)	4,38 ($\pm 1,06$)
Médiane	4,00
Q1-Q3	4,00 – 4,50
Minimum-Maximum	3 – 6

Tableau 3 : Nombre de dents étudiées par patient

Nombre total de dents étudiées	35
Nombre total de prémolaires étudiées	4
Nombre total de canines étudiées	5
Nombre total d'incisives latérales étudiées	14
Nombre total d'incisives centrales étudiées	12

Tableau 4 : *Type de dents étudiées*

Excepté deux patients, tous les sujets ont bénéficié d'une chirurgie orthognathique de classe III, c'est pourquoi une majorité des mesures a porté sur la zone antérieure mandibulaire. Une patiente a bénéficié d'une chirurgie d'avancée bi-maxillaire et une autre n'a pas eu de chirurgie orthognathique mais présentait une parodontite agressive sévère, notamment au niveau de 31 et 41, zone au niveau de laquelle le RPM a été réalisé.

Toutes les mesures sur cone beam ont été réalisées par un seul opérateur sur le logiciel Romexis et le degré de significativité $P < 0,05$ a été choisi pour tous les tests statistiques.

	H	E1	E2	E3	E4
Moyenne T0 (écart-type)	7,62 mm (± 3,08)	3,55 mm (± 1,47)	0,15 mm (± 0,29)	6,02 mm (± 1,80)	4,79 mm (± 1,14)
Moyenne T1 (écart-type)	6,79 mm (± 2,61)	4,04 mm (± 1,44)	0,25 mm (± 0,37)	5,56 mm (± 1,82)	4,73 mm (± 1,43)
Différence moyenne (écart-type)	- 0,83 mm (± 3,19)	+ 0,49 mm (± 1,08)	+ 0,10 mm (± 0,30)	- 0,46 mm (± 1,04)	- 0,06 mm (± 0,88)
P-value de la comparaison T0/T1	0,135	0,012*	0,052	0,033*	0,727
Ecart-type entre individus	0,98	0,74	/	1,72	0,96
Ecart-type entre les dents d'un même individu	1,52	1,02	/	0,46	0,66

Tableau 5 : *Recueil des données*

H : hauteur osseuse JAC – crête alvéolaire vestibulaire

E1 : épaisseur osseuse **apex** – corticale vestibulaire

E2 : épaisseur osseuse à **mi-hauteur radiculaire** – corticale vestibulaire

E3 : épaisseur osseuse vestibulo-linguale *entre les dents* au niveau des **apex**

E4 : épaisseur osseuse vestibulo-linguale *entre les dents* à mi-hauteur **radiculaire**

* : $p < 0,05$

La comparaison des mesures avant/après a été réalisée à partir d'un modèle linéaire hiérarchique à 3 niveaux : niveau patient, niveau dent au sein d'un patient et niveau mesure pour une dent. Les p-value sont issues de tests de Wald appliqués à l'estimation du paramètre de différence de moyenne, avant moins après, issue du modèle hiérarchique.

H	T0 (N=35)	T1 (N=35)	Différence (p=0,135)
Moyenne (écart-type)	7,62 mm (\pm 3,08)	6,79 mm (\pm 2,61)	- 0,83 mm (\pm 3,19)
Médiane	8,44 mm	7,36 mm	- 0,49 mm
Q1-Q3	6,62 – 9,76	5,48 – 8,23	-2,28 – +0,64
Minimum-Maximum	1,02 – 11,64	1,80 – 11,45	-7,53 – 6,01

Tableau 6 : Comparaison avant/après pour la valeur H : hauteur osseuse

E1	T0 (N=35)	T1 (N=35)	Différence
Moyenne (écart-type)	3,55 mm (\pm 1,47)	4,04 mm (\pm 1,44)	+ 0,49 mm (\pm 1,08)
Médiane	3,50 mm	4,20 mm	+ 0,40 mm
Q1-Q3	2,75 – 4,40	3,10 – 5,23	-0,28 – +1,05
Minimum-Maximum	0,00 – 6,60	0,00 – 6,00	-1,6 – 3,1

Tableau 7 : Comparaison avant/après pour la valeur E1 : épaisseur osseuse à l'apex

E2	T0 (N=35)	T1 (N=35)	Différence
Moyenne (écart-type)	0,15 mm (\pm 0,29)	0,25 mm (\pm 0,37)	+ 0,10 mm (\pm 0,30)
Médiane	0,00 mm	0,00 mm	0 mm
Q1-Q3	0,00 – 0,20	0,00 – 0,45	0 – 0,25
Minimum-Maximum	0,00 – 1,20	0,00 – 1,60	-0,5 – 0,8

Tableau 8 : Comparaison avant/après pour la valeur E2 : épaisseur osseuse à mi-hauteur radiculaire

Pour la variable E2, en raison du très grand nombre de valeurs identiques (0), il n'a pas été possible d'ajuster un modèle hiérarchique. La comparaison avant/après a été effectuée à partir d'un simple test de Wilcoxon sur données appariées.

E3	T0 (N=26)	T1 (N=26)	Différence
Moyenne (écart-type)	6,02 mm (\pm 1,80)	5,56 mm (\pm 1,82)	- 0,46 mm (\pm 1,04)
Médiane	5,39 mm	5,02 mm	- 0,5 mm
Q1-Q3	5,07 – 6,71	4,35 – 6,99	-1,15 – +0,35
Minimum-Maximum	3,30 – 10,43	2,40 – 9,53	-2,81 – 1,72

Tableau 9 : Comparaison avant/après pour la valeur E3 : épaisseur osseuse vestibulo-linguale entre les dents au niveau des apex

E4	T0 (N=26)	T1 (N=26)	Différence
Moyenne (écart-type)	4,79 mm (\pm 1,14)	4,73 mm (\pm 1,43)	- 0,06 mm (\pm 0,88)
Médiane	4,78 mm	4,47 mm	- 0,10 mm
Q1-Q3	4,01 – 5,62	3,61 – 5,40	-0,45 – 0,53
Minimum-Maximum	2,33 – 6,68	2,00 – 7,62	-1,71 – 1,85

Tableau 10 : Comparaison avant/après pour la valeur E4 : épaisseur osseuse vestibulo-linguale entre les dents à mi-hauteur radiculaire

Concernant la hauteur de la paroi osseuse vestibulaire H, nous avons constaté une **diminution de la hauteur légère** (0,83 mm) et **statistiquement non significative** (tableau 6).

Au niveau des apex :

Nous avons mesuré une **augmentation statistiquement significative de l'épaisseur d'os en vestibulaire des dents** en regard de l'apex de **0,49 mm** ($p=0,012$) (tableau 7).

A l'inverse, une **diminution statistiquement significative de l'épaisseur d'os vestibulo-linguale entre les dents** au niveau des apex de **0,46 mm** a été observée ($p=0,033$) (tableau 9).

A mi-hauteur radiculaire :

Une **augmentation de l'épaisseur d'os en vestibulaire des dents** à mi-hauteur radiculaire de **0,10 mm statistiquement non significative** a été constatée (tableau 8), ainsi qu'une **diminution de l'épaisseur d'os vestibulo-linguale entre les dents** à mi-hauteur radiculaire de **0,06 mm statistiquement non significative** (tableau 10).

Les récessions parodontales (RTM) :

Aucune récession n'est apparue, ni ne s'est aggravée. Certaines récessions ont même été totalement ou partiellement recouvertes.

Le parodonte s'est cliniquement épaissi, le RPM a permis d'estomper les reliefs radiculaires qui étaient visibles par transparence. Nous avons constaté une augmentation de la hauteur de gencive kératinisée comme dans l'étude de Wilcko de 2015 ⁴³.



Figure 23 : Cas n°1 : Parodonte avant, juste après, et 4 mois après RPM réalisé de 33 à 43



Figure 24 : Cas n°2 : Parodonte avant, 2,5 ans après, et 3 ans après RPM réalisé de 32 à 42
La récession sur 41 est passée de 2,5 mm avant RPM à 0,5 mm après, soit un gain obtenu de 2 mm.
gencive attachée marginale est épaissie.



Figure 25 : Cas n°3 : Parodonte avant, juste après, et 2 ans après RPM, réalisé de 32 à 42
Chez ce patient, la quantité de gencive attachée a augmenté et le parodonte est resté épaissi après RPM, malgré un contrôle de plaque insuffisant et une préparation orthodontique pour une classe III majeure.



Figure 26 : Cas n°4 : Parodonte avant et 2 ans après RPM réalisé de 32 à 42
Un stripping de finition aurait probablement permis de retrouver une papille interdentaire entre 31 et 41, perdue lors de l'alignement dentaire.



Figure 27 : Cas n°5 : Parodonte avant et 3,5 ans après RPM réalisé de 33 à 36
Les récessions de 34 et 35 ont totalement été recouvertes.



Figure 28 : Cas n°6 : Parodonte avant, juste après, et 6 ans après RPM réalisé de 32 à 42
Le parodonte est resté épaissi 6 ans après RPM chez cette patiente.



Figure 29 : Cas n°7 : Parodonte avant et 1 an après RPM réalisé de 42 à 44 et de 32 à 34
Chez cette patiente une greffe épithélio-conjonctive avait précédemment été réalisée au niveau des incisives mandibulaires.

d. Discussion

Dans notre étude, nous constatons une **légère diminution de la hauteur osseuse vestibulaire** (0,83mm), statistiquement non significative, ce qui est conforme à la littérature puisque les auteurs retrouvent soit un maintien (Coscia, Anh), soit une légère perte (Wang 2013), soit un léger gain (Wang 2014) de cette valeur. Ce résultat peut être considéré comme favorable pour notre protocole puisque la littérature montre que les préparations de classe III (très majoritaires dans notre échantillon) s'accompagnent souvent d'importantes pertes de hauteur alvéolaire dans la région des incisives mandibulaires.

Nous observons ensuite une **augmentation de l'épaisseur alvéolaire vestibulaire en regard des racines des dents**, non significative à mi-hauteur (+ 0,1 mm), significative à l'apex (+ 0,49 mm).

Ceci est conforme à la littérature en ce qui concerne la nature de la modification (gain d'os et gain d'autant plus important que la mesure est faite apicalement) mais en ce qui concerne l'intensité du gain, nos résultats sont plutôt modestes et à rapprocher de ceux de Coscia qui est le seul, avec nous, à ne pas utiliser du Bio-Oss, comme matériau de substitution osseuse.

Il faut rappeler ici qu'une des controverses à propos des corticotomies augmentées est le fait de placer ou non une membrane par-dessus le biomatériau de substitution osseuse. En effet, il est difficile de maintenir la position du biomatériau car la technique est réalisée sur une zone avec une seule paroi. Sans la membrane, le biomatériau s'amasse dans la zone du tiers apical après décompensation^{37,42}. Des études ont donc suggéré d'appliquer une membrane de collagène résorbable associée aux corticotomies augmentées pour améliorer les résultats^{38,40}. Cependant, même en présence d'une membrane, les auteurs ont observé des changements similaires de la morphologie alvéolaire, à savoir une augmentation de volume osseux dans le tiers apical plus importante que dans le tiers cervical.

Des études histologiques chez l'animal ont montré que la néoformation osseuse et la hauteur alvéolaire vestibulaire n'étaient pas directement affectées par l'utilisation d'une membrane de collagène résorbable dans les cas de corticotomies augmentées⁴⁴. L'effet positif de la membrane de collagène a été de favoriser une surface régulière dans les tiers médian et apical vestibulaires⁴⁴.

Notre étude va dans le même sens, ayant constaté une épaisseur osseuse plus importante à l'apex qu'à mi-hauteur avec l'utilisation d'une membrane de PRF.

Cependant il faut noter que toutes ces études, incluant la nôtre, n'ont concerné que des dents mandibulaires. Il pourrait être intéressant de réaliser des études sur les dents maxillaires.

En ce qui concerne le gain relativement modeste dans notre étude, cela est peut-être à rapprocher de notre protocole chirurgical, notamment en ce qui concerne le matériau de substitution osseuse. En effet, le Novabone est à 100% résorbable contrairement au Bio-Oss qui ne se résorbe pas entièrement. Le Novabone présente cependant l'avantage d'être un matériau synthétique et non pas d'origine bovine.

Par ailleurs, notre protocole chirurgical a le mérite d'être simple, peu invasif (1 seul temps et 1 seul site opératoire), de présenter une morbidité réduite, avec des suites discrètes. Le biotype parodontal s'est amélioré dans tous les cas, il n'y a pas eu d'apparition de récessions et ces dernières ont même été recouvertes partiellement ou totalement.

Nous constatons enfin une **diminution de l'épaisseur osseuse entre les dents**, non significative à mi-hauteur (- 0,06 mm), significative à l'apex (- 0,46 mm).

Ces résultats sont une originalité de notre étude et se montrent surprenants.

En effet, la littérature concernant les RPM rapporte uniquement des mesures sur cone beam en regard des dents. Il nous a donc semblé pertinent de nous intéresser également à l'épaisseur d'os entre les dents étant donné que le biomatériau de substitution osseuse est également placé entre les racines dentaires et que le comblement des dépressions interradiculaires permet d'atténuer les reliefs radiculaires et d'épaissir le parodonte.

De plus, le biomatériau étant entouré de 3 parois dures dans cette zone (les 2 racines adjacentes et la paroi osseuse linguale), nous nous attendions à une meilleure stabilité du biomatériau qu'en vestibulaire des racines, où seul le PRF et le lambeau permettent sa protection. Or ce n'est pas ce que nous observons, au contraire.

Il est donc essentiel de pouvoir poursuivre nos investigations afin de pallier les limites de notre étude.

La première d'entre elles est la faible taille de notre échantillon, qui ne concerne que des dents mandibulaires et des malocclusions peu variées.

Une autre limite de notre étude est qu'il n'y a pas de résolution cone beam établie pour examiner la morphologie de l'os alvéolaire. En effet, bien que plusieurs études aient montré que le cone beam rendait des mesures anatomiques fiables et était approprié pour des mesures linéaires^{45, 46}, il y a toujours une controverse quant à la taille des voxels la plus appropriée^{47, 48}.

Enfin, notre étude prend en compte les résultats seulement à la fin du traitement orthodontique. Des études à plus long terme permettraient d'étudier la stabilité de nos traitements sur le plan parodontal (pérennité de l'épaississement parodontal ? Qualité de l'os à long terme ?) mais aussi sur le plan orthodontique (récidive des malocclusions ?). En effet, Makki et al. rapportent qu'un traitement orthodontique associé à des corticotomies augmentées améliore la stabilité de l'index d'irrégularité post-orthodontique pour au moins 10 ans⁴⁹.

D'autres études sont donc encore nécessaires, afin d'établir le meilleur protocole de corticotomies augmentées (type de corticotomies, de biomatériau de substitution osseuse, utilisation de membrane ou non, si oui quel type...), selon des critères de stabilité à long terme, de confort des patients et de sensibilité de réalisation de la technique.

CONCLUSION

Dans le cadre de traitements orthodontiques à risque parodontal, le renfort parodontal minéralisé (RPM) par corticotomies associées à la mise en place de Novabone avec membrane de PRF semble efficace notamment pour épaissir la corticale alvéolaire vestibulaire principalement en regard des apex dentaires.

Le RPM permet un épaississement du parodonte cliniquement visible, une amélioration du biotype parodontal, sans apparition de récessions et même avec recouvrement partiel ou total de ces dernières.

Au niveau osseux, les analyses Cone Beam réalisées dans les études récentes montrent un léger épaississement de l'os alvéolaire en vestibulaire et ce malgré un mouvement vestibulaire de la dent, connu pour être néfaste pour les parodontes de morphotype fin.

Dans notre étude le RPM a permis un épaississement osseux en regard des apex dentaires de 0,49 mm statistiquement significatif ($p=0,012$).

Cependant, malgré des perspectives prometteuses, nous n'avons pas encore assez de recul vis-à-vis des résultats à long terme des traitements orthodontiques associés à un renfort parodontal minéralisé. D'autres études sont encore nécessaires afin de valider définitivement la pérennité des résultats obtenus.

BIBLIOGRAPHIE

1. Straub B, Bouletreau P, Breton P. Examen simplifié et prévention des pathologies parodontales pour une optimisation des traitements chirurgico-orthodontiques. *Rev. Stomatol Chir Maxillofac.* 2014;115:208-218
2. Amit G, JPS K, Pankaj B, Suchinder S, Parul B. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *J Clin Exp Dent.* 2012;4(5):292-6
3. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001;21:9-19
4. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J.* 1983;31:3-9
5. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;248:283-93
6. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod.* 1984;85:424-430
7. Yaffe A, Fine N, Alt I, Binderman I. Regional accelerated phenomena in the mandible following mucoperiosteal lambeau surgery. *J Periodontol.* 1994;65:79-83
8. Sebaoun MJD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. *Orthod Fr.* 2007;78:217-225
9. Sebaoun JD. Trabecular bone modelling and RAP following selective alveolar decortication [Thèse de doctorat]. Boston, USA : Boston University; 2005
10. Lino S, Sakoda S, Ito G, et al. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:448
11. Strippoli J. Les corticotomies en orthodontie. Données acquises en 2011. [Thèse de doctorat]. Lyon, France : Université de Lyon; 2011
12. Kole H. Surgical operation on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959;12:515-29
13. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2149-59
14. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent.* 2009;30:342-4, 346, 348-50
15. Bell WH, Finn RA, Buschang PH. Accelerated orthognathic surgery and increased orthodontic efficiency: a paradigm shift. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2043-4

16. Machado et al. Root resorption following orthodontics with and without alveolar corticotomy. *J Dent Res.* 2002
17. Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments. *Orthod Fr.* 2007;78:217-25
18. Rothe LE, Bollen AM, Little RM. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(4):476-484
19. Binderman I, Gadban N, Bahar H, Herman A, Yaffe A. Commentary on: Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) – a clinical dilemma. *International Orthodontics.* 2010;8:268-277
20. Nazarov AD, Ferguson DJ, Wilcko WM. Improved orthodontic retention following corticotomy using ABO Objective Grading System. *J Dent Res.* 2004;83:2644
21. Massif L, Frapier L. Orthodontie et parodontie. Dans: *Encyclo Méd Chir, Odontologie/Orthopédie dentofaciale* [Article 23-490-A-07], 2007
22. Hourdin S. Le diagnostic parodontal en orthodontie. *Orthod Fr.* 2010;81:9–17
23. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;127:552–561
24. Djeu G, Hayes C, Zawaideh S. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *Angle Orthod.* 2002;72:238–245
25. Joss-Vassalli I. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2010;13:127–141
26. Aziz T, Flores-Mir C. A systematic review of the association between appliance-induced labial movement of mandibular incisors and gingival recession. *Aust Orthod J.* 2011;27(1):33-9
27. Mazeland G. The muco-gingival complex in relation to alveolar process height and lower anterior face height. *J Periodont Res.* 1980;15:345-352
28. Ahn HW, Baek SH. Skeletal anteroposterior discrepancy and vertical type effects on lower incisor preoperative decompensation and postoperative compensation in skeletal Class III patients. *Angle Orthod.* 2011;81:64-74
29. Fontenelle A. Une conception parodontale du mouvement dentaire provoqué : évidences cliniques. *Rev Orthop Dento Fac.* 1982;16:37-53
30. Kim Y, Park JU, Kook YA. Alveolar bone loss around incisors in surgical skeletal class III patients : a retrospective 3-D CBCT study. *Angle Orthod.* 2009;79(4):676-682
31. Kook YA, Kim G, Kim Y. Comparison of alveolar bone loss around incisors in normal occlusion samples and surgical skeletal Class III patients. *Angle Orthod.* 2012;82:645

32. Lee KM, Kim YI, Park SB. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2012;82:637
33. Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110:239
34. Chooryung J. Morphological Characteristics of the Symphyseal Region in Adult Skeletal Class III Crossbite and Openbite Malocclusions. *Angle Orthod.* 2008;78(1)
35. Kim Y. Corticotomy-assisted decompensation for augmentation of the mandibular anterior ridge. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:720-31
36. Cai M, Shen G, Fang B. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics technique: rapid pre-surgical orthodontics for skeletal class III malocclusion patients. *International J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(10):1081-1082
37. Ahn HW, Lee DY, Park YG, Kim SH, Chung KR, Nelson G. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal Class III patients by using augmented corticotomy: A preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142:199-206
38. Coscia G. Augmented Corticotomy Combined With Accelerated Orthodontic Forces in Class III Orthognathic Patients: Morphologic Aspects of the Mandibular Anterior Ridge With Cone-Beam Computed Tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71:1760
39. Wang B. Augmented corticotomy-assisted presurgical orthodontics of class III malocclusions: a cephalometric and cone-beam computed tomography study. *J Craniofac Surg.* 2013;24(6):1886-90
40. Wang B. Augmented Corticotomy-Assisted Orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72:596-602
41. Wang B. Augmented corticotomy assisted orthodontics of an adult patient with alveolar defect. *J Craniofac Surg.* 2015;26(2):600-1
42. Ahn HW, Seo DH, Kim SH, Park YG, Chung KR, Nelson G. Morphologic evaluation of dentoalveolar structures of mandibular anterior teeth during augmented corticotomy-assisted decompensation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150(4):659-669
43. Wilcko MT, Ferguson DJ, Makki L, Wilcko WM. Keratinized gingiva height increases after alveolar corticotomy and augmentation bone grafting. *J Periodontol.* 2015;86:1107-15
44. Lee DY, Ahn HW, Herr Y, Kwon YH, Kim SH, Kim EC. Periodontal responses to augmented corticotomy with collagen membrane application during orthodontic buccal tipping in dogs. *Biomed Res Int.* 2014;2014:873918
45. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:734-44

46. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(Suppl 4):S109-19
47. Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:117-27
48. Patcas R, Muller L, Ullrich O, Peltomaki T. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141:41-50
49. Makki L, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Bjerklin K, Stapelberg R, et al. Mandibular irregularity index stability following alveolar corticotomy and grafting: a 10-year preliminary study. *Angle Orthod.* 2015;85:743-9

CHIRK Tatiana

Modifications du support parodontal dans le cadre de traitements orthodontiques avec renfort parodontal minéralisé : une étude clinique observationnelle descriptive

Résumé :

Introduction : Certains mouvements orthodontiques sont à risques pour le parodonte. L'objectif de cette étude était d'évaluer les modifications du parodonte après renfort parodontal minéralisé (RPM) (corticotomies + biomatériau de substitution osseuse) réalisés selon le protocole spécifique du Dr Straub.

Matériel et méthode : Notre protocole associe corticotomies par piézochirurgie, biomatériau de substitution osseuse NovaBone Dental Putty® et membrane de PRF (Protein Rich Fibrin). Notre échantillon était composé de 7 femmes et 1 homme, les 35 dents étudiées étaient toutes mandibulaires. Sur les images cone beam réalisées avant RPM et après la fin du traitement orthodontique, l'épaisseur d'os en regard des dents et à mi-distance entre les dents a été mesurée à l'apex et à mi-hauteur radiculaire. Le parodonte superficiel a été évalué cliniquement.

Résultats : Au niveau des cones beams, les valeurs significatives étaient l'épaisseur osseuse apex – corticale vestibulaire, qui a augmenté de 0,49 mm ($\pm 1,08$) ($p=0,012$), et l'épaisseur osseuse vestibulo-linguale entre les dents au niveau des apex, qui a diminué de 0,46 mm ($\pm 1,04$) ($p=0,033$). Au niveau clinique, aucune récession n'est apparue, ni ne s'est aggravée. Certaines récessions ont même été totalement ou partiellement recouvertes. Les reliefs radiculaires qui étaient visibles par transparence se sont estompés. La hauteur de gencive kératinisée a augmenté.

Conclusion : Le RPM a permis un épaissement du parodonte cliniquement visible. Au niveau osseux, les analyses cone beam montrent un léger épaissement de l'os alvéolaire en vestibulaire à l'apex. Cependant, d'autres études sont encore nécessaires afin de valider la pérennité sur le long terme des résultats obtenus.

Mots clés : Renfort parodontal minéralisé
Corticotomie augmentée
Cone beam computed tomography
Epaisseur d'os alvéolaire
Traitement orthodontique

Jury : Madame le Professeur Martine HENNEQUIN
Monsieur le Docteur Christian CHAMBAS
Madame le Docteur Sarah CHAUTY
Madame le Docteur Christelle GREMEAU-RICHARD
Madame le Docteur Claire PERNIER

Adresse de l'auteur : CHIRK Tatiana
3 rue Emile Zola, 69002 LYON