



Établissement d'un protocole d'étude des effets des corticotomies sur l'épaisseur d'os alvéolaire au cours d'un traitement orthodontique de déplacement molaire

Robin Sée

► To cite this version:

Robin Sée. Établissement d'un protocole d'étude des effets des corticotomies sur l'épaisseur d'os alvéolaire au cours d'un traitement orthodontique de déplacement molaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-02351826

HAL Id: dumas-02351826

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02351826>

Submitted on 6 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

UNIVERSITE PARIS DIDEROT - PARIS 7

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

5, Rue Garancière 75006 PARIS

Année 2017-2018

Thèse N°: 5160

N° attribué par la bibliothèque : 2017PA07G072

THESE pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR

en CHIRURGIE DENTAIRE

présentée et soutenue publiquement le

par **SÉE Robin**

**ETABLISSEMENT D'UN PROTOCOLE D'ETUDE DES EFFETS DES
CORTICOTOMIES SUR L'EPAISSEUR D'OS ALVEOLAIRE AU COURS D'UN
TRAITEMENT ORTHODONTIQUE DE DEPLACEMENT MOLAIRE**

Directeur de thèse : M. le Docteur Yves SOYER
Co-directeur de thèse : M. le Docteur Yvon ROCHE

JURY

M. le Professeur Yvon ROCHE (co-directeur)	Président
M. le Docteur Aleksandar DAKIC	Assesseur
Mme le Docteur Géraldine LESCAILLE	Assesseur
Mme le Docteur Juliette ROCHEFORT	Assesseur
M. le Docteur Hervé TARRAGANO	Assesseur
M. le Docteur Marc DEVIOT	Membre Invité
M. le Docteur Yves SOYER (directeur)	Membre Invité

UNIVERSITE PARIS DIDEROT – PARIS 7

Présidente de l'Université :

Mme la Professeure Christine CLERICI

Doyenne de l'U.F.R. d'Odontologie :

Mme la Professeure Ariane BERDAL

Directrice Générale des Services :

Madame Pascale SAINT-CYR

JURY

M. le Professeur Yvon ROCHE

Président

M. le Docteur Aleksandar DAKIC

Assesseur

Mme le Docteur Géraldine LESCAILLE

Assesseur

Mme le Docteur Juliette ROCHEFORT

Assesseur

M. le Docteur Hervé TARRAGANO

Assesseur

M. le Docteur Marc DEVIOT

Membre Invité

M. le Docteur Yves SOYER

Membre Invité

M. le Professeur Yvon ROCHE

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur d'Etat en Odontologie
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Pour l'honneur que vous me faites de présider le jury de cette thèse, veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect et de mes sincères remerciements.

M. le Docteur Aleksandar DAKIC

Docteur en Chirurgie Dentaire
Assistant Hospitalo-Universitaire

Pour l'honneur que vous me faites de siéger dans ce jury, veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

Mme le Docteur Géraldine LESCAILLE

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Pour l'honneur que vous me faites de siéger dans ce jury, pour votre aide et vos précieux conseils. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

Mme le Docteur Juliette ROCHEFORT

Docteur en Chirurgie Dentaire
Assistante Hospitalo-Universitaire

Pour l'honneur que vous me faites de siéger dans ce jury, veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

M. le Docteur Hervé TARRAGANO

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Pour l'honneur que vous me faites de siéger dans ce jury, veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

M. le Docteur Marc DEVIOT

Docteur en Chirurgie Dentaire
Assistant Hospitalo-Universitaire

Ta présence dans ce jury est un honneur pour moi. Pour ton investissement avec moi dans cette thèse, tes conseils, ta disponibilité pour rendre ce travail meilleur. Et pour ton enthousiasme, ton énergie, le plaisir de t'avoir à nos côtés dans le service et d'apprendre de tes conseils. Je te prie d'accepter l'expression de mon amitié et de ma profonde reconnaissance.

M. le Docteur Yves SOYER

Docteur en Chirurgie-Dentaire
Assistant Hospitalo-Universitaire

Pour l'honneur que vous m'avez fait d'accepter la direction de cette thèse, pour vos précieux conseils, votre écoute et votre disponibilité lors de nos difficultés, votre patience et votre pédagogie. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

Table des matières

Introduction	3
1. Principes biologiques	5
2. Historique	6
2.1 Les prémices de la corticotomie	6
2.2 Köle et la théorie des blocs osseux	6
2.3 Generson	7
2.4 Wilcko et al.	7
2.5 Vercellotti et Podesta	8
2.6 Park	8
2.7 Dibart, Sebaoun et Surmenian	8
3. Protocole chirurgical	9
3.1 Protocole de Wilcko, avec élévation de lambeau	9
3.2 Protocole sans élévation de lambeau : la « corticision » et « piézocision »	12
3.3 Corticotomies par lasercision	17
3.4 Prescription et prise en charge post-opératoires	18
3.5 Complications et effets indésirables	19
4. Indications et contre-indications	21
4.1 Indications.....	21
4.1.1 L'accélération des traitements orthodontiques dans leur ensemble	21
4.1.2 La facilitation de la mise en œuvre de mécaniques orthodontiques difficiles	21
4.1.3 L'amélioration de la correction de malocclusions squelettiques modérées sans chirurgie	28
4.2 Contre-indications et limitations	30
4.2.1 Contre-indications générales	30
4.2.2 Contre-indications locales	31
4.2.3 Contre-indications motivationnelles	34
4.3 La stabilité des résultats en question	34
5. Littérature : ce qui a été démontré	35
5.1 Préambule.....	35
5.2 Etudes menées chez l'animal	35
5.3 Etudes menées chez l'homme	42
5.3.1 Corticotomies avec élévation de lambeau	42

5.3.2 Corticotomies sans lambeau : piézocision ou corticision	58
6. Limites des études existantes	64
6.1. Limites liées aux types d'étude	64
6.2. Limites des critères d'évaluation	64
6.3. Limites liées aux moyens d'étude	65
7. Objectif de l'étude et établissement du protocole	67
7.1. Génèse du projet	67
7.2. Objectif de l'étude	67
7.2.1. Objectif principal.....	67
7.2.2. Objectif secondaire	67
7.3. Matériel et méthode	67
7.3.1. Type d'étude	67
7.3.2. Lieu de l'étude.....	68
7.3.3. Recrutement des patients, critères d'inclusion et d'exclusion	68
7.3.4. Protocole chirurgical	69
7.3.5. Protocole orthodontique.....	69
7.4. Evaluation des résultats	70
7.4.1. Critère d'évaluation principal	70
7.4.2. Critères d'évaluation secondaire	70
7.4.3. Moyens d'évaluation	70
7.4.4. Analyse statistique	71
7.4.5. Résultats attendus	71
8. Conclusion	73

Introduction

Les patients adultes sont de plus en plus désireux d'un traitement orthodontique, une denture harmonieuse favorisant l'équilibre psycho-social. Pourtant nombre d'entre eux renoncent, rebutés par la durée moyenne d'un traitement classique. Les corticotomies alvéolaires constituent une nouvelle approche thérapeutique de cette patientèle. Décrite pour la première fois en 1959 par Köle, la corticotomie alvéolaire est une chirurgie d'ostéotomie de la corticale alvéolaire et bénéficie aujourd'hui d'un regain d'intérêt dans la littérature.

Avec le temps, l'évolution des connaissances et des moyens techniques, la réalisation de cet acte est progressivement passé du déplacement de blocs osseux contenant les dents les uns par rapport aux autres à des chirurgies de plus en plus mineures et de moins en moins invasives. Ceci a permis un plus grand confort des patients, d'où une meilleure acceptation conduisant au regain d'intérêt aujourd'hui constaté.

Les bénéfices de cette intervention en termes d'accélération des mouvements dentaires ont bien été décrits, mais les études sont plus rares concernant les conséquences des corticotomies sur le parodonte profond. Or, si leur usage est appelé à se démocratiser dans nos prises en charge de patients adultes, elles doivent s'inscrire dans un cadre clairement défini. La notion d'augmentation de l'enveloppe des mouvements réalisables est régulièrement mise en avant dans la littérature. Mais l'utilisation des corticotomies comme alternatives à certaines chirurgies orthognathiques doit évidemment se faire dans le respect des tissus périphériques, à commencer par l'os alvéolaire. Malheureusement cet aspect des corticotomies n'est presque jamais évalué.

Cette thèse est le reflet de la réflexion que nous avons eu au sein de l'équipe d'orthodontie de l'hôpital Bretonneau, accompagné de l'équipe de chirurgie orale qui est notre bras armé dans ce genre de traitement. Aligner les dents est une chose, mais jusqu'où peut-on aller avec les corticotomies sans effet délétère sur les structures périphériques, et notamment le parodonte profond?

Le but de cette thèse sera donc d'établir un protocole d'étude sur les effets des corticotomies sur les modifications d'épaisseur d'os alvéolaire dans le cadre d'un mouvement orthodontique ; ceci en nous basant sur ce qui a déjà été fait et ce qui n'a pas été fait en termes de protocole expérimental, après quelques rappels historiques et pose des indications, contre-indications et des protocoles opératoires.

Cette démarche s'inscrit dans un cadre pluridisciplinaire, le but étant bien sûr de soigner le patient dans la globalité de la sphère orale. Ceci implique non-seulement l'orthodontie et la chirurgie orale, mais aussi la parodontologie. Ce dernier aspect est d'autant plus important à prendre en compte que nous savons les risques de trop solliciter le parodonte d'un adulte, dont les capacités d'adaptation et de régénération sont moindres que chez les

enfants et les adolescents, qui forment la majorité de notre patientèle en tant qu'orthodontiste. Peut-être plus encore chez les adultes que chez les plus jeunes, il convient de garder en mémoire l'adage *Primum, non nocere* (« d'abord, ne pas nuire ») lors de l'élaboration d'un plan de traitement orthodontique et de la détermination des moyens à mettre en œuvre.

1. Principes biologiques (Amit *et al.* 2012; Cano *et al.* 2012; Köle 1959; Thierry et Charrier 2008)

Les théories expliquant les mécanismes biologiques et physiologiques mis en jeu ont évolué avec le temps. Heinrich Köle soutient dès 1959 que les résistances aux mouvements dentaires sont dues en majeure partie à l'épaisseur et à la densité de l'os cortical. Il émet l'hypothèse qu'il est possible, en rompant la continuité de la corticale osseuse, de créer des segments d'os et de les déplacer séparément les uns des autres avec leurs procès alvéolaires : c'est la théorie des blocs osseux. Ces blocs sont créés par des corticotomies verticales inter-radiculaires sur les corticales externe et interne, jointes par une ostéotomie horizontale traversant toute l'épaisseur osseuse, située 10mm en supra-apical.

Aujourd'hui, bien que précurseur dans la justification biologique des déplacements dentaires par corticotomie, la théorie des blocs osseux de Köle n'apparaît plus la plus pertinente. L'induction de mouvements orthodontiques par corticotomie n'est plus le fait de la création de segments osseux en discontinuité les uns par rapport aux autres, et les avancées techniques successives décrites précédemment ne vont pas dans ce sens. De plus récentes études montrent que l'accélération des déplacements dentaires serait due à un état d'ostéopénie localisé et transitoire lié à un phénomène de cicatrisation osseuse : le RAP (Regional Acceleratory Phenomenon) ou PAR (Phénomène d'Accélération Régionale).

Le PAR a été décrit pour la première fois en 1983 par Frost, qui a observé qu'une blessure, fracture, ostéotomie ou greffe osseuse accélère le processus de cicatrisation osseuse. Cette agression originelle engendre une intensification de la réponse osseuse, une augmentation du recrutement et de l'activité ostéoblastique et ostéoclastique nécessaire à la réparation osseuse sur le site atteint. Les deux principales caractéristiques du PAR sont la diminution localisée de la densité osseuse et l'accélération du turn-over osseux, à laquelle on attribue la facilitation des mouvements orthodontiques. Cette réponse osseuse varie grandement selon la durée, la taille et l'intensité du stimulus. Ce phénomène permet à la cicatrisation osseuse de se faire 100 à 150 fois plus vite que le turn-over osseux classique.

Plus récemment, Wilcko *et al.* ont démontré par radiographie un état d'ostéopénie dans un os alvéolaire traité par corticotomie.

Le phénomène d'Accélération Régionale apparaît dans les jours suivants la corticotomie, avec un pic d'activité cellulaire apparaissant à 1 ou 2 mois. La durée de ce phénomène n'excède pas 4 mois, mais cela peut prendre de 6 à plus de 24 mois à disparaître totalement ; le phénomène est prolongé aussi longtemps que les mouvements dentaires continuent. Avec la dissipation du PAR, l'ostéopénie disparaît et l'os retrouve une densité et une radio-opacité normales. Avec la fin du traitement orthodontique, l'environnement généré favorise la reminéralisation alvéolaire.

Cliniquement, ce phénomène de PAR n'a pas été observé uniquement après ostéotomie ou corticotomie alvéolaire, mais aussi après une simple élévation de lambeau muco-périosté sans toucher à l'os. En effet, une étude menée sur des mandibules de rats a mis en évidence une résorption osseuse transitoire après élévation de lambeau. Le niveau osseux était cependant revenu au même niveau à J120 qu'à J0. Le résultat de cette étude peut justifier la mobilité dentaire temporairement augmentée suite à une chirurgie parodontale.

2. Historique

2.1 Les prémices de la corticotomie (Cano *et al.* 2012)

Cunningham présente dès 1893 « Luxation, ou méthode immédiate de traitement des irrégularités dentaires » au congrès dentaire international de Chicago. Il réalise des ostéotomies interseptales mésiales et distales à l'aide d'une scie circulaire pour repositionner les dents maxillaires palato-versées et stabilise l'occlusion à l'aide de ligatures en 8 ou de gouttières en métal pendant 35 jours. Il démontre alors que cette procédure combinant chirurgie et orthodontie réduit les temps de traitement à un tiers de la durée d'un traitement conventionnel, avec à la clé des résultats plus prédictibles. Cinquante ans plus tard, Bichlmayr divise les chirurgies orthognathiques en deux catégories : les chirurgies « majeures » (correction maxillaire ou mandibulaire totale ou segmentaire) et les chirurgies « mineures » (ostéotomie interdentaire ou corticotomie). Il décrit le premier un protocole de corticotomie permettant la fermeture de diastème chez des patients de plus de 16 ans. Ce protocole est appliqué pour corriger la proalvéolie incisive par extraction des premières prémolaires, division du palais dur surplombant les incisives, et excision de l'os alvéolaire situé en distal des canines.

2.2 Köle et la théorie des blocs osseux (Köle 1959; Strippoli et Akinin 2012; Suchetha *et al.* 2014; Wilcko et Wilcko 2013)

Heinrich Köle est le premier, dans une publication parue en 1959, à théoriser un mécanisme de déplacement dentaire accéléré, avec la théorie des blocs osseux développé précédemment. Cette technique aboutit à des temps de traitement réduits à 6 à 12 semaines, sans résorption radiculaire significative. En 1975, Ducker reproduit avec succès ce protocole sur le chien Beagle.

2.3 Generson (Generson *et al.* 1978; Sebaoun *et al.* 2008; Strippoli et Aknin 2012)

En 1978, Generson *et al.* décrivent un traitement orthodontique rapide de bédance en pratiquant la corticotomie sans ostéotomie supra-apicale. Le traitement de 395 patients adultes japonais par ce protocole, alors nommé « orthodontie facilitée par corticotomie », est rapporté par Suyu en 1991. L'évolution par rapport à la technique de Kole réside dans le remplacement de l'ostéotomie supra-apicale par une corticotomie, laissant les blocs osseux en continuité par leur os médullaire. Anholm en 1986 et Gantes *et al.* en 1990 utilisent également cette méthode et constatent une accélération des mouvements dentaires sans effets néfastes sur le parodonte. Il est alors soutenu que les dents et leurs attaches agissent comme des poignées permettant de mobiliser ces blocs, et que les mouvements dentaires doivent être achevés dans les 4 mois suivant la chirurgie, avant la fusion de ces blocs. Cependant, aucune étude biologique ou biomécanique n'est menée pour prouver la validité du concept des blocs osseux.

2.4 Wilcko *et al.* (Aljhani et Aldrees 2011; Cano *et al.* 2012; Nowzari *et al.* 2008; Strippoli et Aknin 2012)

En 2001, les frères Wilcko introduisent la notion de « mouvement orthodontique accéléré par stimulation ostéogénique du parodonte » (MOASOP) et bouleversent les théories explicatives précédentes. Pour eux, l'accélération du mouvement dentaire ne serait pas dû à une diminution des résistances mécanique de l'os alvéolaire, mais à un phénomène de décalcification-recalcification. Ils modifient en outre la technique de corticotomie en y ajoutant une greffe d'os alvéolaire : c'est la PAOO (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics, traduction du MOASOP). Avant cela, les greffes osseuses n'étaient utilisées que de façon préventive afin de diminuer les risques de déhiscences en cours de traitement orthodontique. Leur technique opératoire passe par une décortication de l'os à la fraise après élévation d'un lambeau muco-périosté en vestibulaire et en lingual associée à l'allogreffe d'os déminéralisé lyophilisé. Les mouvements dentaires sont initiés deux semaines après la chirurgie et réactivés par l'appareillage orthodontique toutes les deux semaines.

2.5 Vercellotti et Podesta (Sebaoun *et al.* 2011; Strippoli et Aknin 2012; Vercellotti et Podesta 2007)

En 2007, Vercellotti et Podesta introduisent la piézo-chirurgie dans leur protocole opératoire. Avec un insert Piezo-surgery, ils réalisent une corticotomie micro-chirurgicale autour de chaque racine, après élévation d'un lambeau de pleine épaisseur du côté correspondant à la direction du mouvement recherché. C'est ce qu'ils appellent la « technique de luxation dentaire mono-corticale ». Du côté pression, on retrouve une luxation rapide de l'unité os-racine. Du côté tension, on observe une rupture des fibres desmodontales suivie d'un processus de cicatrisation ostéogénique. Si les auteurs suppriment ici le lambeau lingual en n'effectuant que des incisions vestibulaires, l'élévation d'un lambeau n'en demeure pas moins indispensable.

2.6 Park *et al.*, Kim *et al.* (Dibart *et al.* 2010; Germeç *et al.* 2006; Kim *et al.* 2009; Park *et al.* 2006)

Park *et al.* en 2006 puis Kim *et al.* en 2009 proposent une technique de corticotomie sans élévation de lambeau, ou « corticision », en s'appuyant sur l'étude de Germeç de 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 (Phénomène d'Accélération Régionale ; ou RAP pour Regional Accelerated Phenomenon). Peu invasive, cette technique présente cependant deux inconvénients : l'impossibilité de greffer des tissus durs ou mous durant la chirurgie, et la possibilité de vertiges en post-opératoires dûs aux chocs répétés.

2.7 Dibart, Sebaoun et Surmenian (Sebaoun *et al.* 2011; Strippoli et Aknin 2012)

En 2009, Dibart, Sebaoun et Surmenian ajoutent la piézochirurgie au protocole élaboré par Park et Kim, ainsi que le concept de greffe osseuse et gingivale par tunnelisation, afin de réduire encore plus l'invasivité de l'acte chirurgical et ses suites opératoires. Pour ce faire, des micros-incisions gingivales sont réalisées en inter-proximal jusqu'au contact osseux.

Puis les corticotomies sont réalisées à travers ces incisions à l'aide d'un insert piézo-électrique. La diminution du temps de traitement cliniquement observée ici est équivalente à celle constatée grâce aux corticotomies traditionnelles, pour un acte chirurgical plus rapide, moins invasif et moins traumatique pour le patient.

3. Protocole chirurgical

Les protocoles opératoires sont multiples et n'ont cessé d'évoluer depuis les ostéotomies segmentaires de Köle, aboutissant à des techniques de moins en moins invasives grâce à l'amélioration de la connaissance des mécanismes biologiques mis en jeu (que nous décrirons ensuite) et au perfectionnement du plateau technique. Nous décrirons donc les principales techniques employées aujourd'hui, et les plus utilisées dans la littérature, à savoir le protocole de Wilcko incluant une élévation de lambeau de pleine épaisseur, ainsi que le protocole dit de « corticision » ou de « piézocision », sans lambeau. Enfin, pour illustrer les constantes innovations dans ce domaine, et bien que cette technique soit pour l'heure encore peu relayée, nous décrirons la technique de corticotomie alvéolaire par lasercision.

3.1 Protocole de Wilcko, avec élévation de lambeau (Nowzari *et al.* 2008; Thierry et Charrier 2008)

Les différentes étapes chirurgicales d'une corticotomie alvéolaire d'après le protocole de Wilcko, précédée par la pose des attaches orthodontiques sans arc, sont les suivantes :

- anesthésie locale sous prémédication sédatrice, ou anesthésie générale ;
- incision sulculaire et levée d'un lambeau muco-périosté incluant les papilles en vestibulaire et en lingual. Lors de cette étape le chirurgien prendra soin de préserver les paquets vasculo-nerveux issus des foramens palatins au maxillaire et mentonnier à la mandibule ;

Les corticotomies sont réalisées le plus souvent en vestibulaire et en palatin au cours de la même intervention. Cependant, afin de limiter l'inconfort post-opératoire pour le patient, certains auteurs préconisent de réaliser deux interventions distinctes ;

- saignées verticales réalisées entre les dents, à distance des racines (*figure 1*). La saignée doit traverser l'intégralité de la corticale tout en prenant soin de ne pas toucher l'os médullaire ;

D'après certains, il est possible de combiner des traits ponctuels et des traits linéaires de section osseuse autour des racines, qui doivent rester à 2-3 mm de la crête alvéolaire.

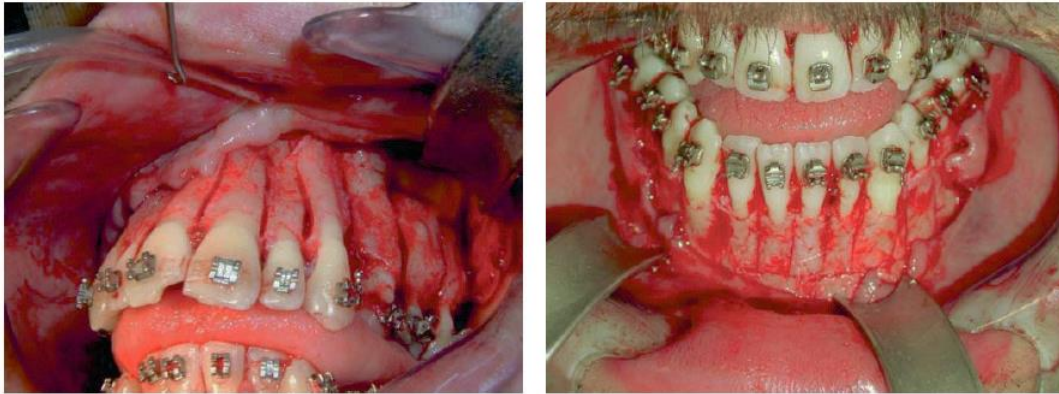


Figure 1 : Traits verticaux de section osseuse (Thierry et Charrier 2008)

- d'après certains auteurs, une greffe complémentaire d'os bovin permettrait d'augmenter l'épaisseur d'os cortical, et ainsi d'améliorer la stabilité des résultats obtenus (*figure 2*). Cependant le bénéfice réel de ces greffes n'a pas encore été clairement démontré.

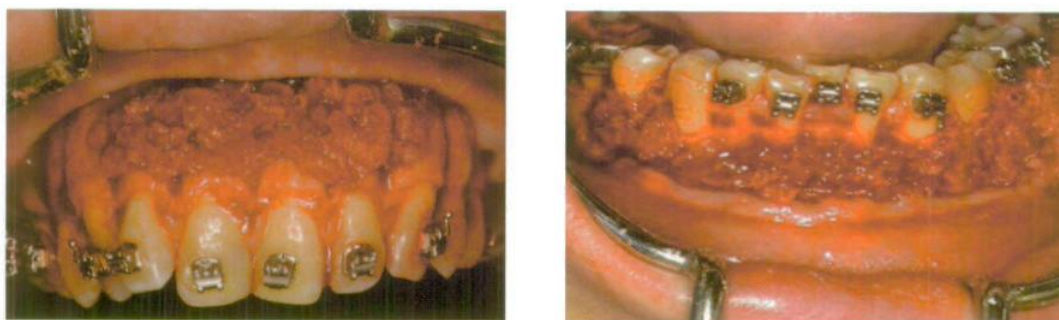


Figure 2 : Greffe osseuse par adjonction de bio-matériau (Nowzari et al. 2008)

Les corticotomies ne concernent que les dents devant être déplacées. Pour un meilleur contrôle mécanique, les dents ne devant pas bouger ne subissent pas de corticotomie au niveau de leur os. Cette abstention leur confère une meilleure valeur d'ancrage relative.

En fonction des mouvements dentaires recherchés ou des préférences des auteurs, plusieurs schémas de corticotomies ont été proposés (*figure 3*). Certains par exemple suggèrent une corticotomie sélective du côté du déplacement souhaité, plutôt qu'autour de la dent à déplacer (*figure 3C*).

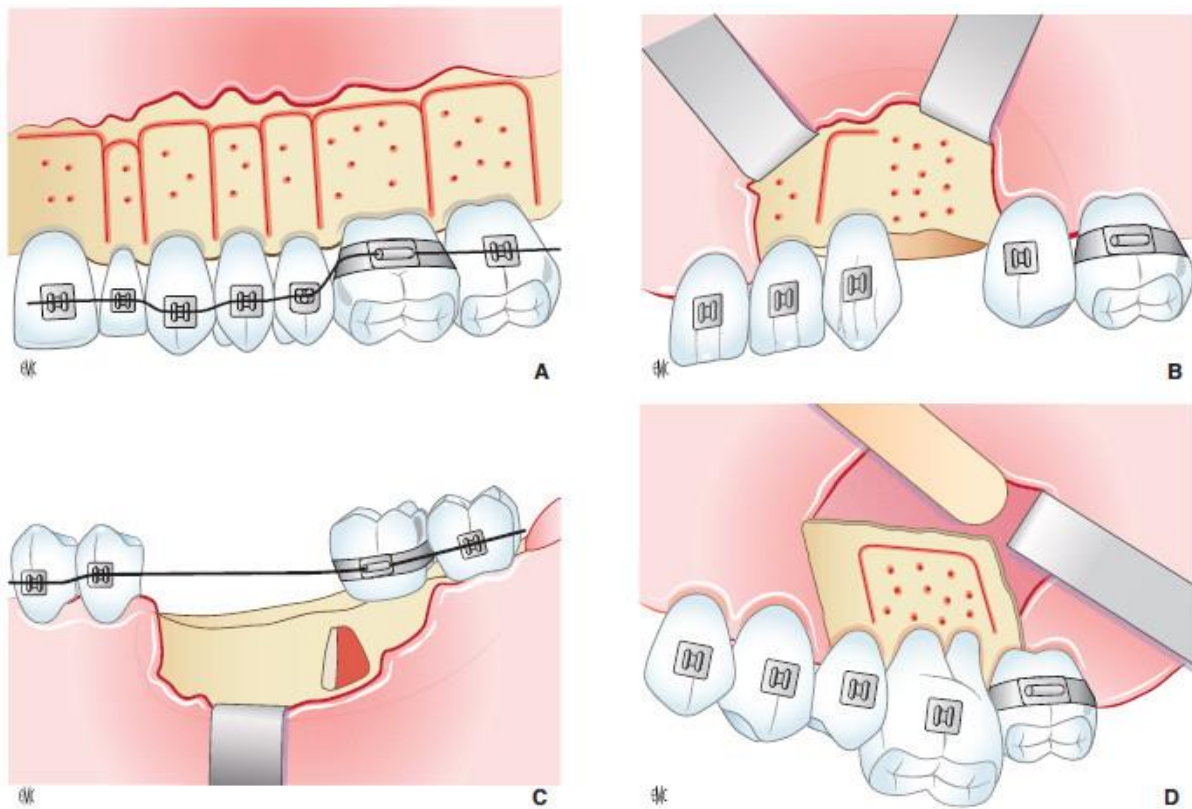


Figure 3 : Exemples de différents schémas de corticotomies selon l'indication orthodontique : accélération des déplacements dentaires (A, B), facilitation de mouvements dentaires difficiles (C, D) (Moreau et Charrier 2016)

Les rendez-vous orthodontiques post-opératoires sont généralement espacés de deux semaines chacun, afin de profiter au maximum de cette phase de mouvements dentaires accélérés. Cela pourrait même entretenir le phénomène d'accélération régionale décrit plus haut.

3.2 Protocole sans élévation de lambeau : la « corticision » et « piézocision » (Petitbois et Scortecchi 2012; Sebaoun et al. 2011)

Ne pas lever de lambeau permettrait de limiter les risques bactériens, de contenir le saignement sous-périosté, de limiter le traumatisme et la perte osseuse, et de maintenir la vascularisation périphérique de la matrice osseuse.

En préalable à l'acte chirurgical proprement dit, et en complément à la prise en charge et à la stabilisation parodontale, il est recommandé de s'aider de l'imagerie tri-dimensionnelle pré-opératoire : en l'absence d'élévation de lambeau, une tomодensitométrie à faisceau conique permet de localiser les zones de forte proximité radiculaire et les foramens mentonniers. En outre, cet examen radiographique permettra de déterminer l'existence et la localisation de défauts osseux où un apport pourrait être indiqué en per-opératoire.

L'intervention chirurgicale se déroule au plus tôt une semaine après la pose de l'appareillage orthodontique, comme suit :

- anesthésie locale ;
- incisions gingivales verticales sous la papille inter-dentaire avec une lame numéro 15 (*figure 4*), maintenues dans la gencive attachée autant que possible. Des micro-incisions suffisent, mais elles doivent traverser le périoste, la lame devant entrer en contact avec l'os alvéolaire ;



Figure 4 : Incisions gingivales verticales, d'après (Sebaoun et al. 2011)

- les traits de corticotomie sont réalisés sur une profondeur de 3 mm au travers des micro-incisions gingivales (*figure 5*). Pour ce faire, Sebaoun, Surmenian et Dibart préconisent l'emploi d'une instrumentation ultrasonique (insert BS1, piézotome TM) (Sebaoun et al. 2011) ;



Figure 5 : Insertion du piézotome à travers les incisions (Sebaoun et al. 2011)

- si une greffe osseuse est prévue, trois incisions sont nécessaires au niveau de la zone concernée. Un décolleur est ensuite utilisé pour créer un tunnel afin de ménager un espace pouvant recevoir la greffe (*figure 6*) et le matériau de comblement est inséré (*figure 8*).
- enfin, les incisions sont refermées hermétiquement par sutures en points simples avec un fil 5.0, uniquement dans les cas de greffe osseuse associée (*figure 9*). En l'absence de mise en place de matériau de comblement, la suture n'est pas nécessaire dans ce protocole.



Figure 6 : 1- Décollement gingival (Sebaoun et al. 2011)



Figure 7 : 2- Corticotomie (Sebaoun et al. 2011)



Figure 8 : 3- Greffe osseuse (Sebaoun et al. 2011)

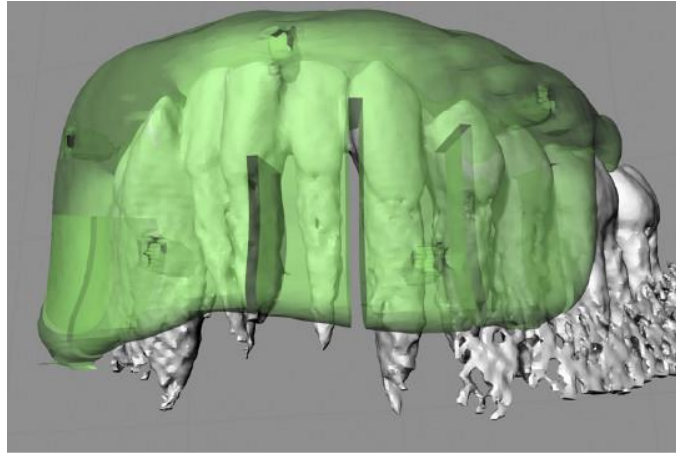


Figure 9 : 4- Sutures (Sebaoun et al. 2011)

Protocole chirurgical avec greffe osseuse, après micro-incisions

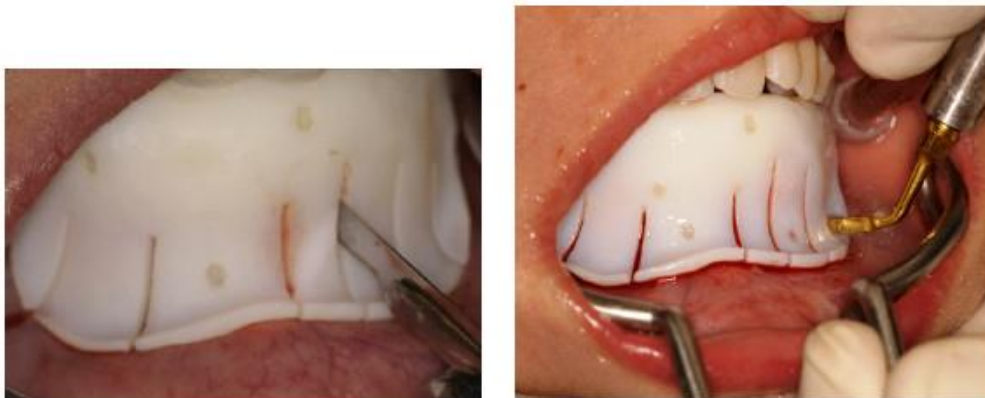
En 2015, Cassetta, Pandolfi et Giansanti, de l'université de Rome, ont proposé d'assister la réalisation de cet acte chirurgical (sans suture) par un guide chirurgical obtenu à partir des technologies 3D : l'imagerie scanner et les systèmes CAD/CAM (Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing : conception et fabrication assistées par informatique) (Cassetta *et al.* 2015). Le cas ainsi traité est celui d'une patiente de 20 ans présentant un encombrement antérieur important sur une classe I dentaire, sans contre-indication à la prise en charge chirurgicale. A partir d'un modèle issu d'une empreinte obtenue avec un porte-empreinte individuel, un modèle radiologique en résine acrylique recouvrant les faces occlusales des molaires, prémolaires, les pointes canines et les bords incisifs est fabriqué, garni de gutta-percha, et dont les limites marginales doivent s'approcher le plus possible du fond du vestibule entre 34 et 44. Puis

un CBCT du patient est réalisé avec le modèle acrylique en bouche, et le modèle est également scanné séparément. Grâce à divers programmes d'acquisition et de conception 3D, le guide chirurgical définitif est dessiné (*figure 10*).



*Figure 10 : Conception d'un guide chirurgical mandibulaire à partir de logiciel CAD/CAM
(Cassetta et al. 2015)*

La distance entre chaque racine est mesurée et des axes longitudinaux parallèles sont placés sur le guide pendant sa conception entre chaque racine. Ces sillons démarrent 2 mm à distance de la papille, jusqu'à 2 mm en supra-apical pour chaque racine. Leur largeur doit correspondre avec la largeur du piézotome : ces sillons vont ainsi guider le mouvement de la lame de bistouri au moment de l'incision puis celui du piézotome au moment de la corticotomie (*figure 11*).



*Figure 11 : Utilisation du guide chirurgical pour l'incision (à gauche) et la corticotomie (à droite)
(Cassetta et al. 2015)*

Dans la recherche d'une nouvelle diminution de l'invasivité de l'acte chirurgical, un autre type d'instrumentation a été présenté pour les corticotomies sans élévation de lambeau : l'ostéotenseur matriciel (Petitbois et Scortecchi 2012). Les ostéotenseurs ont d'abord été mis au point à partir d'une approche pour l'implantologie, ils sont calibrés d'après le profil et le diamètre des ostéons. Le passage de l'ostéotenseur à travers le tissu osseux modifie instantanément les tensions matricielles et provoque une cascade d'évènements biologiques aboutissant à une régénération ostéogénique au bout de 45 jours.

En acier chirurgical spéculaire recouvert de carbone adamantin, il peut s'utiliser en version manuelle (*figure 12a*) ou sur contre-angle bague bleue à 20 000 tours/minute sous spray abondant (*figure 12b*).

Le nombre et la disposition des impacts sont importants et déterminés radiographiquement (rétro-alvéolaires ou scanner). Il est recommandé de s'aider d'un guide chirurgical. Les perforations osseuses calibrées provoquent des « microcracks » avec distraction matricielle, points de départ du processus d'ostéogénèse. Leur mécanisme d'action se caractérise par des interactions complexes entre les tensions matricielles de l'os (matrice extracellulaire/cellules osseuses/noyaux cellulaires) et les processus de communication et d'ostéorégulation basés sur la mécanotransduction.

L'ostéotenseur est appliqué après anesthésie locale faiblement adrénalisée (1/200 000) réalisée en transpariétal. Il n'est pas nécessaire de réaliser d'incision gingivale, ni d'arrêter un éventuel traitement anti-coagulant. Mais, à la différence du piézotome, l'os médullaire est ici traversé : on parle de cortico-trabéculo-corticotomie transverse (*figure 13*). Les impacts sont réalisés de vestibulaire en palatin, entre les racines, perpendiculairement à celles-ci. Le nombre d'impact par dent doit être limité à un ou deux maximum. L'impact se situe généralement à mi-hauteur radiculaire, et il faut absolument éviter la crête alvéolaire. On utilise des stops calibrés car, si les dépassements sont sans conséquence, il existe à la mandibule des risques de léser des structures périphériques comme le nerf lingual.

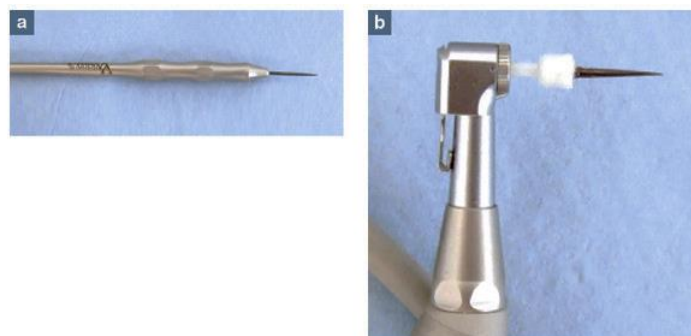
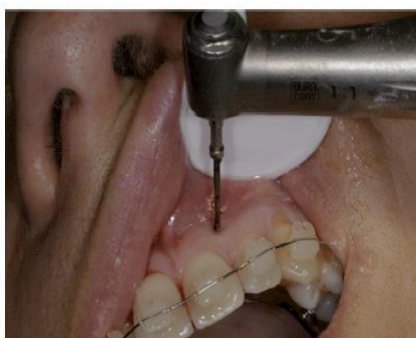


Figure 12 : a : Ostéotenseur manuel; b : Ostéotenseur rotatif (Petitbois et Scortecchi 2012)



*Figure 13 : Cortico-trabéculo-corticotomie vestibulo-palatine entre 21 et 22 (impact unique)
(Petitbois et Scortecchi 2012)*

3.3 Corticotomies par lasercision

Cette technique a été présentée en 2016 par Savard, suite aux travaux menés en 2012 par Seifi *et al.* sur des chiens Beagles (Savard 2016). Il utilise le laser erbium, déjà employé pour des chirurgies osseuses et muco-gingivales comme les sinus lift ou la chirurgie parodontale. L'intervention est réalisée sous anesthésie locale, uniquement en vestibulaire, quelques jours après la pose des attaches orthodontiques, voire le jour même en cas de traitement par aligneurs transparents. Le laser Er :YAG est utilisé à une longueur d'onde de 2940nm, avec spray d'air et d'eau. Ce point est important car compte tenu de la forte absorption des lasers erbium par les molécules d'eau, il n'y a pas de carbonisation du tissu ciblé et donc aucun risque de nécrose tissulaire. A une puissance de 2W au niveau de la gencive attachée puis de 3W au niveau de l'os, l'action est quand même suffisante pour obtenir une ablation gingivale et osseuse rapide. L'intervention est réalisée à l'aide d'un tip biseauté permettant une incision très fine, dont l'angulation doit être comprise en 45° et 60° par rapport à la surface. L'incision doit aller de la jonction muco-gingivale en direction de la papille inter-dentaire, plusieurs passages étant nécessaires. Il est important de ne pas atteindre la muqueuse, fortement vascularisée, et de se limiter à la gencive attachée.

L'hémostase post-opératoire est obtenue à l'aide de compresses stériles, sans suture nécessaire.

Les avantages du laser d'après Savard sont :

- pas de sensation désagréable ni de vibration pour le patient ;
- aucun œdème ni douleur post-opératoire (effet antalgique et anti-inflammatoire)

du laser par le phénomène de biomodulation) ;

- pas d'échauffement donc pas de risque de nécrose tissulaire ;
- régénération gingivale obtenue rapidement et sans cicatrice ;
- rapidité d'exécution ;
- possibilité de réaliser des corticotomies plus étendues sous la muqueuse, sans la léser, grâce à l'utilisation d'un tip fin.

3.4 Prescription et prise en charge post-opératoires (Alghamdi 2010; ANSM 2011; Savard 2016; Sebaoun *et al.* 2011; Suchetha *et al.* 2014)

La prescription médicamenteuse post-opératoire type comporte des antalgiques et un bain de bouche antiseptique (chlorhexidine pendant 10 jours par exemple). Il convient d'éviter de prescrire des anti-inflammatoires non-stéroïdiens, même à dose antalgique, en raison de l'action inhibitrice de cette molécule sur le Phénomène d'Accélération Régionale que l'on cherche justement à promouvoir. Notons toutefois que Sebaoun, Surmenian et Dibart recommandent la prescription d'AINS en post-opératoire dans leur protocole de piézocision (Sebaoun *et al.* 2011).

La prescription d'antibiotiques est jugée à la discrétion du praticien. Cependant, depuis 2011 en France, l'ANSM (anciennement AFSSAPS) recommande une antibiothérapie prophylactique accompagnant un acte de chirurgie osseuse, jugée invasive, dans la population générale (ANSM 2011). Cette indication pourrait toutefois être nuancée dans les cas de corticision, en l'absence de lambeau. Dans le cas du traitement par lasercision, l'effet bactéricide du laser dispense de prescription antibiotique (Savard 2016).

Suchetha *et al.* suggèrent également l'application de poches de glace sur zone afin de limiter la sévérité d'un possible œdème post-opératoire (Suchetha *et al.* 2014).

Enfin, les éventuelles sutures pourront être déposées après deux semaines, mais il conviendra d'éviter de broser les zones chirurgicales pendant la première semaine post-opératoire afin de permettre une cicatrisation harmonieuse.

3.5 Complications et effets indésirables (Amit *et al.* 2012; Dibart *et al.* 2010; Savard 2016; Sebaoun *et al.* 2011)

Bien que les traitements par corticotomies soient considérés comme moins invasifs que les traitements chirurgico-orthodontiques classiques, plusieurs études de cas ont rapporté dans la littérature des effets indésirables des corticotomies sur le parodonte. L'éventail des suites opératoire d'une corticotomie réalisée avec élévation de lambeau peut en effet aller de l'absence totale de complication à une légère perte osseuse inter-dentaire et perte de gencive attachée.

Les suites opératoires peuvent provoquer un certain inconfort dû à de possibles hématomes sous-cutanés de la face et du cou. Des gonflements et des douleurs post-opératoires sont également à prévoir dans les jours suivant l'intervention. D'après Savard, ces complications post-opératoires ne sont pas rencontrées avec lasercision (Savard 2016).

Certains risques sont spécifiques des corticotomies pratiquées sans élévation de lambeau : il en résulte un plus grand risque de lésion radiculaire au moment de l'intervention, en particulier dans les zones de fortes proximités. Un risque est également présent au niveau des forams mentonniers, justifiant l'utilisation d'une radiographie panoramique et de clichés rétro-alvéolaires dans ces zones à risque. L'imagerie en trois dimensions constitue en outre une aide non-négligeable dans la préparation de ces interventions où le praticien ne bénéficie pas de vision osseuse directe.

La localisation des incisions gingivales est un potentiel facteur de complication : afin d'éviter l'apparition de fentes cicatricielles, il est impératif de garder une marge de 2 mm minimum entre l'incision et la gencive marginale.

Enfin, un problème d'ordre esthétique est susceptible d'arriver en cas de pigmentation gingivale d'origine ethnique : les incisions trans-gingivales sont susceptibles de provoquer une dépigmentation localisée irréversible de la gencive. Il conviendra donc d'en informer le patient et d'obtenir son consentement éclairé, particulièrement dans les cas de sourires gingivaux.

Néanmoins, d'après Sebaoun, Surmenian et Dibart, l'absence d'élévation de lambeau permettrait de se prémunir des complications décrites précédemment en technique conventionnelle (légère perte osseuse et réduction de papilles inter-dentaires) (Sebaoun *et al.* 2011) ; les suites opératoires semblent moins lourdes en l'absence d'élévation de lambeau, notamment avec des œdèmes et hématomes moindres, et des douleurs post-opératoires globalement mineures et bien tolérées par les patients.

Ces allégations s'appuient notamment sur deux *case reports* dont ils sont les auteurs (Dibart *et al.* 2010). Le premier cas est une femme de 31 ans présentant une gêne esthétique liée à un encombrement antérieur. Elle présentait une classe II division 2

dentaire et un encombrement antérieur de 8mm au maxillaire et de 5mm à la mandibule, ainsi qu'une déviation des milieux incisifs. Traitée sans extraction par multi-attache et piézocision (asociée à une greffe osseuse par tunnelisation dans certains secteurs) afin d'aligner les arcades et de corriger la classe II dentaire, elle n'a connu aucune suite opératoire après piézocision, ni œdème ni bleu ni inconfort ; et elle a pu reprendre une hygiène bucco-dentaire classique dès le lendemain. Ce fut également le cas du second cas reporté, un homme de 24 ans présentant aussi une classe II division 2 avec de l'encombrement antérieur maxillaire et mandibulaire.

Notons enfin que, quelle que soit la technique utilisée, il n'a pas été mis en avant dans la littérature de complications pulpaires concernant les dents situées dans les zones de corticotomies.

4. Indications et contre-indications

4.1 Indications (Amit *et al.* 2012; Moreau et Charrier 2016; Suchetha *et al.* 2014)

Les mouvements dentaires pouvant le plus bénéficier de l'effet des corticotomies sont classiquement énumérés comme suit :

- correction d'encombrements modérés à sévères ;
- recul canin après extraction de prémolaire ;
- traction de dent incluse ;
- expansion lente du maxillaire ;
- ingression molaire ;
- correction de béances antérieures et latérales ;
- déviation des milieux inter-incisifs ;
- malocclusions de classe II nécessitant des extractions ou de l'expansion ;
- malocclusions de classe III modérées.

Dans les cas nécessitant de l'expansion et/ou présentant des déhiscences et fénestrations (ou à risque de déhiscences et fénestrations) il est alors recommandé d'adjoindre une greffe osseuse dans le même temps opératoire que la corticotomie : c'est la PAOO (Periodontally Accelerated Osteogenesis Orthodontics)

Oliveira, Oliveira et Soares ont regroupé les intérêts des corticotomies en trois grandes catégories (Oliveira *et al.* 2010) :

4.1.1 L'accélération des traitements orthodontiques dans leur ensemble

4.1.2 La facilitation de la mise en œuvre de mécaniques orthodontiques difficiles

L'efficacité d'un traitement orthodontique repose sur le bon contrôle des forces délivrées sur la dent et sur la réponse de l'os alvéolaire aux stimuli mécaniques générés par ces forces. En conséquence, et avant même d'envisager une stimulation alvéolaire par corticotomies, il nous faut déterminer quels types de forces seront utilisées et comment les effets parasites seront jugulés. La gestion des effets parasites de la mécanique orthodontique, quelle qu'elle soit, représente souvent l'aspect le plus délicat d'un traitement. Une bonne évaluation de ces effets parasites est dès lors indispensable à l'efficacité de la thérapeutique. De ce point de vue, les ancrages osseux constituent une

aide extrêmement précieuse pour le contrôle de mouvements orthodontiques complexes. Cependant, l'utilisation de mini-vis et de mini-plaques d'ancrage n'est pas toujours possible, pour des raisons anatomiques ou financières. L'indication de corticotomies peut alors être opportune, soit lorsque les ancrages osseux ne sont pas possibles, soit en complément de ceux-ci. Citons quelques exemples cliniques pour illustrer de telles indications :

Corticotomies de facilitation d'ingression molaire :

L'ingression de molaires maxillaires chez les patients en cours de croissance présente un pronostic favorable par l'utilisation de forces extra-orales, mais est conditionnée par la compliance du patient, souvent difficile à obtenir à cet âge. De plus, chez les patients adultes, l'ingression molaire est l'un des mouvements les plus difficiles, et pour lequel la prévalence des résorptions radiculaires est supérieure.

L'utilisation de moyens d'ancrage osseux est donc indiquée en tout premier lieu. Cependant, certaines situations cliniques rencontrées présentent un obstacle à la mise en place de la mini-vis dans une position optimale, qui permettrait l'application de forces ingressives pures. De plus, bien que les mini-plaques d'ancrage représentent une alternative intéressante, elles sont souvent refusées par les patients, avançant un frein financier ou leur réticence à passer par une deuxième chirurgie pour les retirer en fin de traitement.

Dans ces conditions les corticotomies peuvent être considérées comme une alternative attractive, d'autant que des études histologiques (que nous développerons par la suite) ont montré l'intérêt de la corticotomie dans la prévention de résorption radiculaire (Iino *et al.* 2007).

Corticotomies associées à un ancrage osseux :

Oliveira, Oliveira et Soares citent l'exemple d'une femme de 37 ans souhaitant améliorer sa mastication, perturbée par la perte précoce de 36 et 37, et par l'égression subséquente de 26 et 27 (*figure 14*).

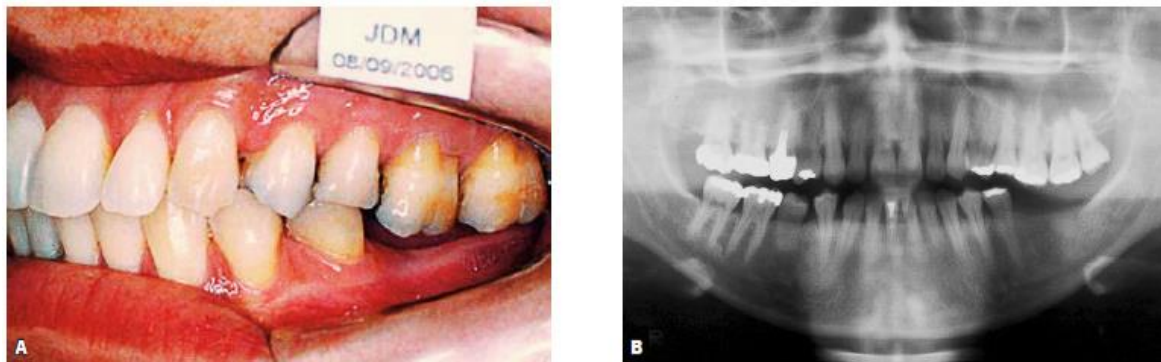


Figure 24 : Photographie et panoramique pré-orthodontique montrant l'extrusion sévère de 26 et 27, l'irrégularité du plan d'occlusion et la présence de 28 (Oliveira et al. 2010)

La patiente refusa la proposition de traitement prothétique qui comprenait les traitements endodontiques, élongations coronaires et prothèses fixées sur 26 et 27.

Après qu'elle ait été informée des avantages, inconvénients et risques liés à une thérapeutique ortho-prothétique impliquant l'ingression des molaires supérieures et des couronnes implanto-portées en place de 36 et 37, cette option fut retenue.

En raison de la proximité radiculaire excessive, il était impossible de placer les mini-vis d'ancrage dans une situation idéale permettant un mouvement d'ingression pure. Les mini-vis ont donc été placées en mésial de 25 et en distal de 27, dans le même temps opératoire que l'extraction de 28 et que les corticotomies autour des racines de 26 et 27. Une semaine plus tard, des barres métalliques ont été fixées entre les mini-vis, depuis lesquelles ont pu être fixées des ressorts en nickel-titanium exerçant des forces intrusives de 150 grammes (figure 15).



Figure 15 : A : début de l'application de forces d'ingression, 7 jours après les corticotomies; B : après 2 mois d'ingression; C : après 4 mois d'ingression **Erreur ! Signet non défini.**

4 mois de traitement ont ainsi été nécessaires pour atteindre un bon nivellement de 26 et 27 avec les dents adjacentes et permettre la pose des implants en place de 36 et 37 (figure 16).



Figure 16 : D : situation clinique 5 mois post-corticotomie, lors du retrait des mini-vis; E : couronnes provisoires de 36 et 37; F : panoramique montrant le nivellement du secteur 2 (Oliveira et al. 2010)

Corticotomies associées à des forces extra-orales :

Toujours rapporté par Oliveira, Oliveira et Soares, le cas d'une patiente de 42 ans souhaitant réhabiliter ses fonctions masticatoires et phonatoires, présentant une égression importante de 15, 16 et 17 consécutive à la perte des deux prémolaires et de la deuxième molaire mandibulaires droites, se présentant pour un traitement orthodontique à la recherche d'une alternative à la chirurgie orthognathique qui lui avait été proposée dans un premier temps (chirurgie supra-apicale et intrusion immédiate de tout le bloc osseux comprenant les dents égressées) (figure 17).

Les ancrages osseux ont été rejetés par la patiente pour raisons financières. Consciente des difficultés prévisibles pour un mouvement d'ingression molaire par forces extra-orales

et désireuse de mener le traitement à bien, la patiente a accepté les corticotomies pour niveler le plan d'occlusion maxillaire en association avec les forces extra-orales.

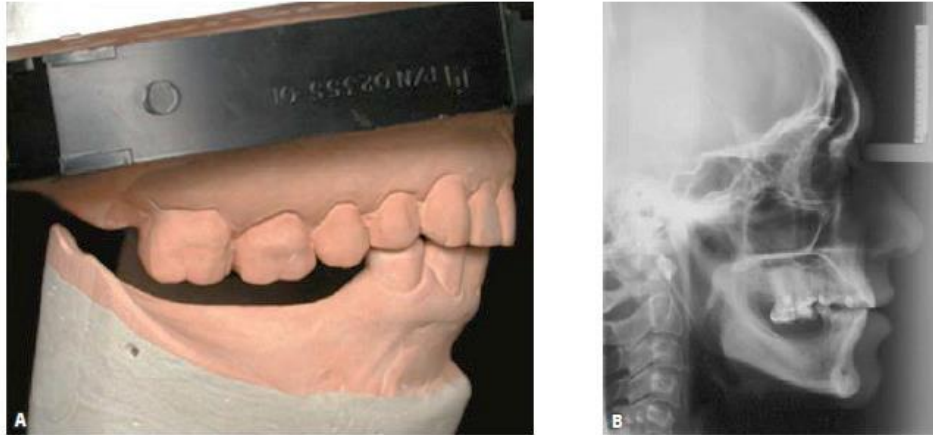


Figure 17 : Situation pré-thérapeutique; A : modèles d'étude montrant l'égression molaire secteur 1; B : téléradiographie de profil objectivant la non-planéité du plan d'occlusion maxillaire (Oliveira et al. 2010)

Une semaine après les corticotomies, un appareil multi-attaches partiel a été mis en place sur 14, 15, 16 et 17 (*figure 18A*) et les forces ingressantes ont commencé à être activées. Après quatre mois de traitement, une prothèse amovible partielle comblant l'édentement mandibulaire a été ajoutée afin d'ajouter une force occlusale aux forces ingressantes déjà en jeu. Il aura fallu sept mois de traitement supplémentaires pour obtenir un bon nivellement de l'arcade maxillaire, au terme desquels des implants ont été placés au niveau du secteur édenté (*figure 18C*).



Figure 18 : Situation en cours de traitement ; A : ajout d'une prothèse amovible mandibulaire pour obtenir des forces occlusales; B : nivellement obtenu après 7 mois de traitement; C : situation finale avec les couronnes implanto-portées mandibulaires (Oliveira et al. 2010)



Figure 19 : Application des forces extra-orales; E : Téléradiographie de profil de fin de traitement, arcade maxillaire nivelée (Oliveira et al. 2010)

Corticotomies associées à un appareillage orthodontique fixe

Si les deux techniques décrites précédemment ont donné de bons résultats, aucune n'est exempte de limite : les dispositifs d'ancrage osseux peuvent être contre-indiqués ou refusés par le patient, et il est de plus en plus difficile de trouver des patients suffisamment motivés pour le port de forces extra-orales, surtout dans la population adulte. Il convient donc de trouver des alternatives thérapeutiques reposant le moins possible sur la compliance du patient. L'ingression de molaires égressées avec un appareillage orthodontique fixe en arcs droits a toujours été considéré avec scepticisme en raison de l'effet parasite le plus couramment associé : l'égression concomitante des dents

adjacentes. Le cas rapporté d'un patient de 21 ans (*figure 20*) suggère que cette technique peut malgré tout obtenir de bons résultats.



Figure 20 : Situation pré-traitement : égression de 26 chez un patient de 21 ans lié à l'absence de dent antagoniste (Oliveira et al. 2010)

Devant le refus de ce patient de se faire poser des ancrages osseux et de porter un appareil amovible spécifiquement conçu pour l'ingression molaire maxillaire, il lui a été proposé un appareillage fixe, multi-attaches, associé à des corticotomies réalisées après élévation d'un lambeau. Cette option fut retenue par le patient à qui l'on a expliqué les risques potentiels du traitement.

La première phase du traitement consistait en l'alignement et le nivellement de l'arcade maxillaire par arc droit, jusqu'à passage d'un arc acier de section .021x.025. Grâce à un dispositif de by-pass autour de la dent à ingresser, 26 n'a été prise en charge par aucun arc.

Dans un second temps, les corticotomies ont été réalisées autour des racines de 26. Une semaine plus tard, un segment de fil en nickel-titane de section .017x.025 a été introduit dans les tubes accessoires des attaches de 25 et 27, et dans le tube de 26. Le dernier arc acier utilisé pour le nivellement étant toujours en place avec son by-pass. Cinq semaines après cette première activation de l'ingression, le fil Ni-Ti .017x.025 a été remplacé par un Ni-Ti .018x.025. Cet arc est resté en place jusqu'à la fin de l'ingression de 26, deux mois et demi plus tard (*figure 21*).

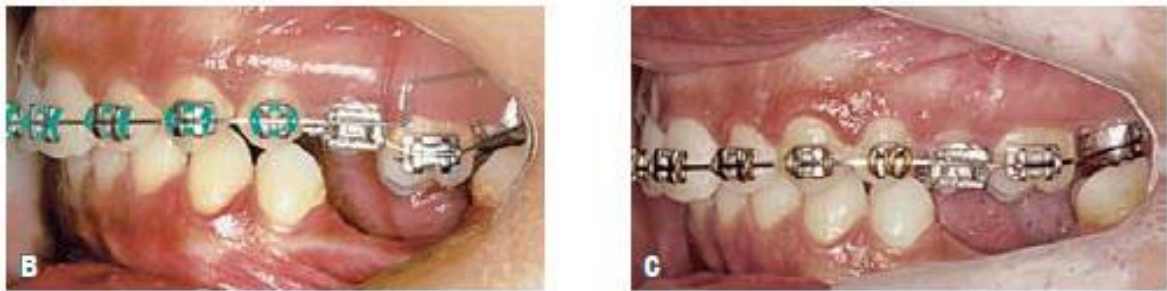


Figure 21 : B : début de l'ingression molaire, 7 jours après corticotomies; C : nivellement presque achevé, 4 mois après corticotomies (Oliveira et al. 2010)

L'analyse clinique et céphalométrique de fin de traitement a confirmé le succès de la mécanique d'ingression sans égression des dents adjacentes.

Cependant, de l'aveu même des auteurs de ce cas, cette technique est à regarder avec prudence, en raison du manque de recul clinique autour d'elle, et de l'absence de publication évaluant ses effets sur l'endodonte et le parodonte.

4.1.3 L'amélioration de la correction de malocclusions squelettiques modérées sans chirurgie

L'indication de corticotomies peut permettre de diminuer l'invasivité thérapeutique dans certains cas, notamment en se substituant à la chirurgie orthognathique dans la correction de béances antérieures. Cette indication fut d'ailleurs la première à être étudiée cliniquement par Chung *et al.* en 2001. En 2009, Akay *et al.* évaluèrent l'efficacité de corticotomies associées à des mini-plaques vestibulaires et des mini-vis palatines dans la correction de béances antérieures chez des patients âgés de 15 à 25 ans. Ils rapportèrent alors une diminution moyenne de la béance de 4,64 mm en 12 semaines de traitement, concluant que les corticotomies associées à des ancrages osseux représentaient une alternative valable à la chirurgie orthognathique dans ce type de traitement. Oliveira et Soares illustrent même l'indication de corticotomies sans ancrage osseux associé dans la correction de béance.

Une femme de 33 ans, désireuse d'améliorer esthétique et fonction, se présente avec une béance antérieure et une perte ancienne des premières molaires mandibulaires (figure 22).



Figure 22 : Situation pré-traitement : bécance antérieure, absence de 36 et 46 (Oliveira et al. 2010)

Traitement de choix dans ce genre de situation, la chirurgie orthognathique a pourtant été rejetée par la patiente pour des raisons financières. Le traitement alternatif mis au point a alors consisté en corticotomies au niveau des secteurs postérieurs maxillaires, expansion maxillaire utilisant un disjoncteur muni de plans de surélévation latéraux, et des forces extra-oraies obliques (figure 23).

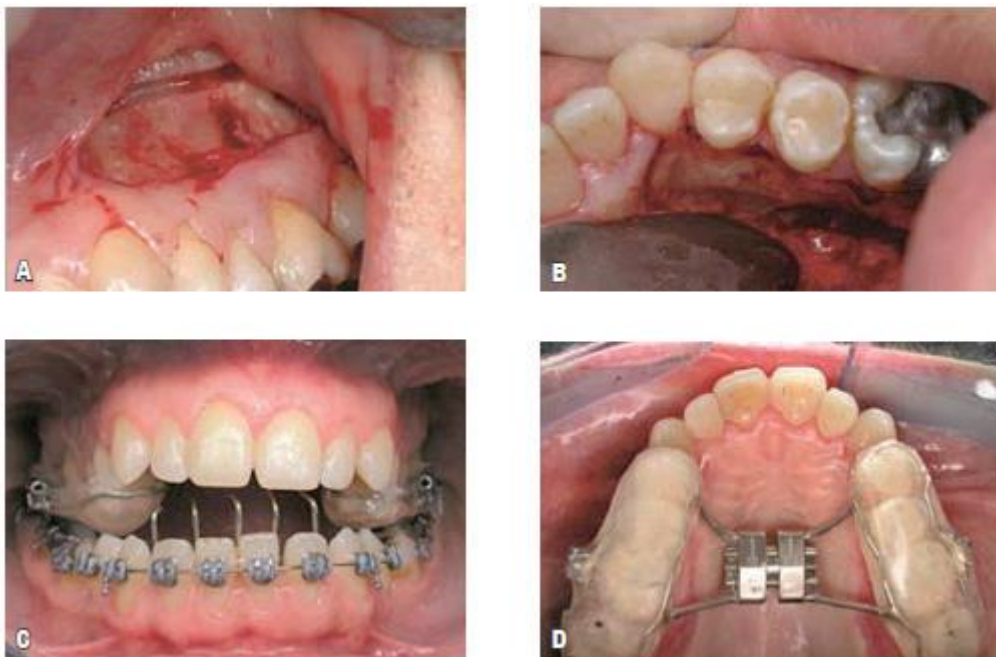


Figure 23 : A : corticotomie vestibulaire; B : corticotomie palatine; C et D : mis en place du disjoncteur maxillaire avec plans de surélévation latéraux (Oliveira et al. 2010)

Après une première amélioration de la bécance, un appareillage multi-attaches a été collé pour redresser les dents mandibulaires mésio-versées, et 42 a été extraite, permettant une vraie amélioration de la situation occlusale de la patiente, notamment au niveau antérieur (figure 24). Cependant l'aspect fonctionnel de la correction n'a pas été mis en

avant dans les résultats, alors qu'une grille anti-langue a été posée (figure 23C).



Figure 24 : Multi-attaches maxillaire et mandibulaire dans les dernières phases du traitement (Oliveira et al. 2010)

4.2 Contre-indications et limitations (Amit et al. 2012; Moreau et Charrier 2016; Sebaoun et al. 2011; Strippoli et Aknin 2012; Wilcko et al. 2009)

Les traitements par corticotomies ont permis d'obtenir de bons résultats sur des adultes et adolescents en bonne santé. Cette option offre une alternative thérapeutique à des patients qui n'auraient sinon peut-être pas souhaité être traités.

Mais tous les patients ne sont pas éligibles pour ce type de traitement et des contre-indications existent, d'ordres générales, locales et motivationnelles.

4.2.1 Contre-indications générales

Morreau et Charrier y incluent les contre-indications générales de toutes les chirurgies parodontales, à savoir :

- immunodépression ;
- patients à risque d'endocardite infectieuse ;
- troubles de l'hémostase.

Wilcko *et al.* y ajoutent plus spécifiquement les facteurs médicamenteux et thérapeutiques susceptibles d'avoir un retentissement sur le métabolisme osseux :

- patients suivant un traitement de cortico-stéroïdes au long cours, qui peuvent présenter des zones d'os nécrosé ;
- patients sous traitement médicamenteux provoquant un ralentissement du remodelage osseux. En effet, certains bisphosphonates ont une demi-vie de plus de 10 ans. Ces patients ne peuvent donc pas recevoir de corticotomies, même après cessation du traitement. De même, les anti-inflammatoires non-stéroïdiens sont des inhibiteurs de la prostaglandine, ils sont donc responsables d'une activité ostéoclastique réduite. En conséquence, leur emploi est autorisé pendant la semaine suivant la séance chirurgicale de corticotomies, à visée et à posologie analgésique, mais leur emploi est contre-indiqué en phase active de traitement ;
- antécédents d'irradiation cervico-faciale.

4.2.2 Contre-indications locales

- pathologie parodontale active ;
- récessions gingivales ;
- foyer infectieux potentiel ou actif de la sphère orale, notamment endodontique, et/ou traitements endodontiques imparfaits.

D'un point de vue orthodontique, les corticotomies ne sauraient être considérées comme une alternative viable à la chirurgie orthognathique de distraction palatine dans les cas sévères d'occlusion postérieure inversée. Ces traitements ne sont pas plus indiqués dans les cas de protrusion bimaxillaire associée à un sourire gingival. Dans ces cas-là, l'indication première sera l'ostéotomie d'impaction.

Enfin, la question de l'indication ou non de corticotomies autour de dents ankylosées n'a toujours pas été éclaircie à ce jour. Car si les déplacements dentaires accélérés par corticotomies reposent sur une augmentation du remodelage osseux, cela nécessite que le ligament dento-alvéolaire soit indemne. Or une dent ankylosée se manifeste par une absence de desmodonte et par un contact direct entre l'os alvéolaire et la surface cémentaire. Cependant, certains auteurs défendant la distraction ostéogénique avancent pouvoir les déplacer.

Parmi eux, Hwang *et al.* ont publié en 2011 le case-report d'un jeune garçon de 13 ans présentant une bécance antérieure associée à l'ankylose de l'incisive centrale maxillaire droite (Hwang *et al.* 2011). La correction de la bécance a été obtenue par ingression molaire maxillaire facilitée par un ancrage osseux, puis égression antérieure jusqu'à obtenir un recouvrement correct. Pour la partie antérieure, les arcades maxillaires et mandibulaires ont d'abord été nivelées sans prendre en charge 11 (*figure 25*), puis la dent ankylosée a subi une première corticotomie par abord palatin, suivie trois semaines plus tard d'une seconde corticotomie, par abord vestibulaire. Ces deux interventions se sont déroulées sous anesthésie locale et avec élévation de lambeau. Les auteurs ont justifié cette intervention en deux fois en invoquant deux risques liés à l'intervention dans ce cas : celui de fracture osseuse qui aurait provoqué une nécrose osseuse en raison d'un apport sanguin insuffisant. Après une période de latence de 48 heures, 11 a été prise en charge sur un arc Ni-Ti 0.016 Sentalloy[®], tout en poursuivant l'ingression des secteurs postérieurs (*figure 26*). Quinze jours auront été nécessaires pour niveler 11 par rapport au reste du bloc antérieur maxillaire (*figure 27*).



Figure 25 : Nivellement des arcades avant corticotomies (Hwang et al. 2011)



Figure 26 : Nivellement de 11 après corticotomies (Hwang et al. 2011)



Figure 27 : Fin de traitement (Hwang et al. 2011)

Plus récemment, Bousquet, Artz et Canal ont décrit la corticotomie partielle comme un outil précieux de ce qu'ils ont appelé l'Orthodontic Bone Stretching (OBS), permettant soit de remettre des dents ankylosées en occlusion et de la rendre fonctionnelle, soit (en cas de résorption trop importante par exemple) de se servir de cette dent comme appui pour déplacer le parodonte avec l'aide de corticotomie, puis d'extraire la dent une fois que la traction a permis de restaurer une hauteur crestale adéquate pour une restauration implantaire (Bousquet *et al.* 2013). Le protocole décrit est le même que dans l'étude précédente (alignement et nivellement excluant la ou les dents ankylosées jusqu'à la pose d'un arc acier 0.019 x 0.025, corticotomie avec élévation de lambeau, traction de la ou des dents ankylosées en commençant avec un arc Ni-Ti 0.016), mais la corticotomie n'est ici réalisée que sur la corticale vestibulaire.

4.2.3 Contre-indications motivationnelles

La motivation et l'assiduité des patients est une condition *sine qua non* pour un tel traitement. Leur sélection est donc primordiale. En effet, afin de bénéficier au maximum du Phénomène d'Accélération Régionale induit par les corticotomies, il convient de rapprocher les séances afin de réaliser les principaux mouvements dentaires dans les premiers mois de traitement. Le patient doit donc être informé qu'une plus grande disponibilité lui sera demandée par rapport à un traitement conventionnel. Les corticotomies seront donc contre-indiquées pour les patients peu impliqués dans leur traitement et risquant de ne pas pouvoir honorer des rendez-vous rapprochés. Le bénéfice sera alors trop maigre par rapport aux risques de complications et d'effets indésirables liés à la chirurgie et l'utilité de la corticotomie paraît peu évident.

4.3 La stabilité des résultats en question

Selon une hypothèse formulée par Thierry et Charrier, la stabilité des traitements réalisés par corticotomies serait dépendante de l'épaisseur d'os cortical (Thierry et Charrier 2008). Citant les travaux de Rothe qui avait montré que les patients présentant une corticale plus fine étaient davantage sujets aux récives, ils rappellent que l'impact des corticotomies sur l'épaisseur d'os cortical n'est pas encore montré.

Concernant un éventuel potentiel ostéogénique, les hypothèses divergent selon les auteurs : d'après Thierry et Charrier, il existe un potentiel ostéogénique directement associé à la corticotomie. La réalisation de la corticotomie permettrait donc elle-même d'induire une ostéogénèse favorisant la stabilité des traitements. A l'inverse, selon Sebaoun, l'augmentation de l'épaisseur de corticale s'expliquerait par la greffe d'os bovin qu'il associe à son protocole.

5. Littérature : ce qui a été démontré

Dans cette partie, nous décrirons les différentes études menées chez l'animal et chez l'homme, leurs protocoles et leurs résultats. Puis la partie suivante sera consacrée aux critiques et limites de ces études.

5.1 Préambule (Oliveira *et al.* 2010; Thierry et Charrier 2008)

Sur le plan histo-physiologique, le déplacement dentaire a été décrit par Reitan en 1967, suivant différentes phases :

- la première est un mouvement immédiat de la dent causé par compression ligamentaire par déformation élastique ;
- la deuxième est la hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire : la pression exercée en certains points du desmodonte crée des zones vitrifiées et acellulaires. Le mouvement dentaire est alors interrompu car les ostéoclastes ne peuvent plus arriver sur site pour résorber l'os alvéolaire. Cette étape apparaît au bout de 24 à 48 heures et peut durer jusqu'à deux semaines. C'est ce phénomène de hyalinisation qui précède d'éventuelles résorptions radiculaire ; les études histologiques réalisées au microscope montrent d'ailleurs généralement des zones de résorption radiculaire à proximité des zones de hyalinisation ;
- la troisième phase voit la zone de hyalinisation résorbée, par résorption indirecte par voie centripète. Ce n'est que lors de cette phase que le mouvement dentaire peut reprendre ; l'os alvéolaire est ensuite résorbé par voie directe et le mouvement reprend de façon continue.

5.2 Etudes menées chez l'animal

Une étude japonaise menée par Iino *et al.* chez le chien Beagle a été publiée en 2007 (Iino *et al.* 2007), mettant en évidence les conséquences des corticotomies au niveau histologique. Le mouvement dentaire étudié est la mésialisation de troisièmes prémolaires mandibulaires. L'étude est réalisée en *split mouth* permettant la comparaison d'un côté expérimental (gauche) ayant bénéficié de corticotomie avec élévation de lambeau en vestibulaire et en lingual (*figure 29*), et d'un côté témoin (droit) n'en ayant pas bénéficié. Des deux côtés, l'espace nécessaire pour mésialiser les troisièmes prémolaires est obtenu

par extraction des deuxième prémolaires. Un délai de 16 semaines est respecté après extraction pour permettre une cicatrisation osseuse complète.

Trois traits de corticotomie sont réalisés sur chaque corticale (vestibulaire et linguale) : deux traits verticaux allant du sommet de la crête à la ligne horizontale située en supra-apical.

Mécaniquement, les troisième prémolaires sont mésialées de la même façon (*figure 28*), sous l'action d'un ressort Ni-Ti de 50 grammes (0,5 N), et simultanément des deux côtés (immédiatement après corticotomie, 16 semaines après extractions)

Des coupes microscopiques ont été réalisées des deux côtés avant corticotomie (T0) et une (T1), quatre (T4) et huit semaines après (T8).

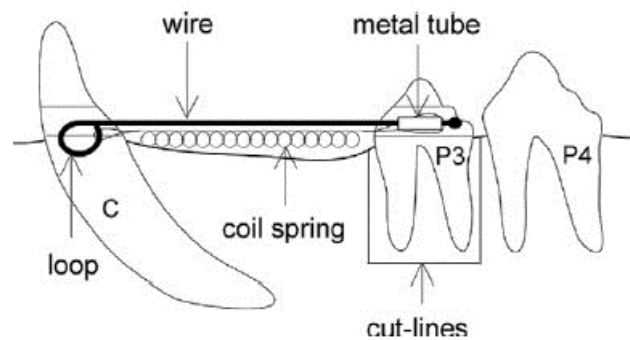


Figure 28 : Schéma de l'appareillage orthodontique mis en place (Iino et al. 2007)



Figure 10 : Corticotomie vestibulaire avec lambeau du côté expérimental (Iino et al. 2007)

Les résultats de cette étude mettent en évidence un déplacement dentaire plus rapide et en moyenne deux fois plus important du côté expérimental que du côté témoin (*figure 30*).

Elles démontrent aussi que le mouvement dentaire se fait de façon plus linéaire du côté expérimental ; en effet, du côté de la corticotomie, on ne relève pas d'interruption du déplacement dentaire caractéristique de la phase de hyalinisation décrite plus haut. Cette phase est en réalité bien présente des deux côtés, mais bien plus limitée et rapide avec les corticotomies.

Toujours du côté expérimental, Iino *et al.* ont constaté que la résorption osseuse directe est d'emblée le phénomène majoritaire, alors que la résorption indirecte n'est observable que sur une période très limitée ; de plus, aucun début de résorption radiculaire n'est observable microscopiquement (*figure 31*).

Comparativement, du côté témoin, on relève la présence de résorption indirecte et de hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire de la première à la quatrième semaine de déplacement dentaire, avant apparition de résorption directe. Des plages de résorption radiculaire sont détectables microscopiquement entre la quatrième et la huitième semaine (*figure 32*).

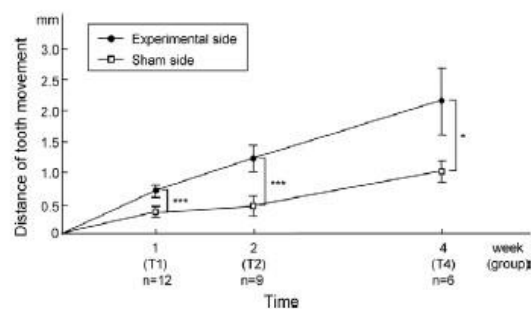


Figure 30 : Comparaison des vitesses de déplacement dentaire avec et sans corticotomie (Iino *et al.* 2007)

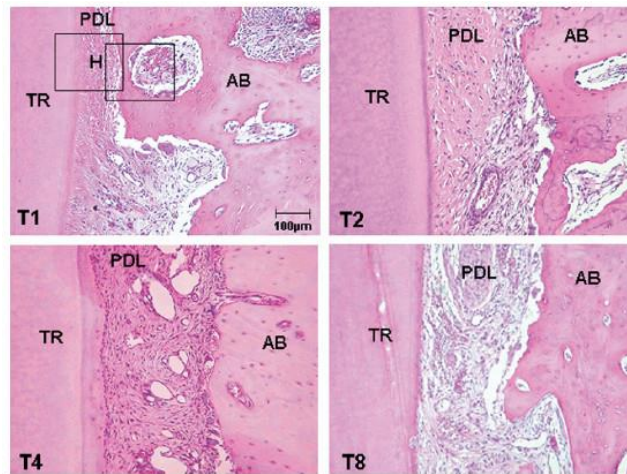


Figure 31 : Coupe histologique dans le groupe expérimental, zone de hyalinisation visible uniquement à T1 (Iino et al. 2007)

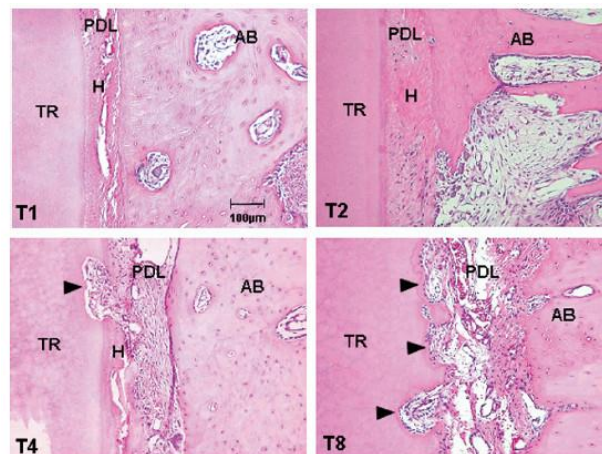


Figure 32 : Coupe histologique côté témoin, hyalinisation visible à T1, T2 et T4 (Iino et al. 2007)

Plus récemment, une étude menée en 2009 à l'Université du Caire (Egypte) par Mostafa *et al.* sur 6 chiens a étudié les différences de mouvements dentaires et de réaction du support osseux entre un côté expérimental avec corticotomie (droit) et un côté témoin sans corticotomie (gauche) (Mostafa *et al.* 2009). Le mouvement étudié était la distalisation de la première prémolaire maxillaire aidée d'un ancrage osseux (minivis posée entre les racines de la troisième prémolaire et de la première molaire maxillaire), après extraction de la deuxième prémolaire maxillaire.

Mécaniquement, la distalisation prémolaire a été réalisée au moyen d'un ressort en nickel-titanium tendu entre l'attache prémolaire et la minivis (*figure 34*) exerçant une force de 400 grammes (force mesurée et égalisée des deux côtés avec un dynamomètre) et le

déplacement était mesuré au moyen d'un pied à coulisse. Les relevés histologiques étaient faits toutes les semaines à partir de la fin de la première semaine d'activation.

Les corticotomies étaient réalisées selon le même protocole que l'étude japonaise décrite précédemment (élévation de lambeau, un trait horizontal supra-apical joignant deux traits verticaux) (*figure 33*). Il est toutefois intéressant de relever trois différences notables au niveau chirurgical :

- Dans cette étude les corticotomies étaient réalisées dans la zone de déplacement futur des premières prémolaires, c'est-à-dire au niveau du site d'extraction des deuxième prémolaires maxillaires. En comparaison, dans l'étude de Iino *et al.*, les corticotomies étaient réalisées autour de la dent à déplacer ;
- Dans l'étude égyptienne de Mostafa *et al.*, la corticotomie est limitée au versant cortical vestibulaire. Les auteurs avancent que cela suffirait sur un maxillaire de chien, moins dense que la mandibule étudiée dans l'étude japonaise ;
- Enfin, les corticotomies ont été réalisées dans le même temps opératoire que les extractions (ainsi que la pose des ancrages osseux), et l'activation orthodontique a été initiée immédiatement en post-opératoire. Il pourrait donc y avoir un risque de biais, l'effet attribué aux corticotomies pouvant être aussi dû au remodelage osseux post-extractionnel ; l'étude précédente avait respecté un délai de cicatrisation après les extractions avant réalisation des corticotomies.



Figure 33 : Corticotomie avec lambeau au niveau du site d'extraction de la deuxième prémolaire maxillaire (Mostafa et al. 2009)



Figure 34 : Distalisation prémolaire avec ressort en nickel-titanium et ancrage osseux (Mostafa et al. 2009)

Les résultats de cette étude ont révélé un taux de déplacement dentaire moyen deux fois plus important du côté des corticotomies que du côté témoin. Aucune résorption radiculaire n'a été relevé d'un côté comme de l'autre. Les examens histologiques viennent corroborer les résultats mis en avant dans l'étude japonaise de Iino *et al.* Toutefois, aucune radiographie n'a été réalisée et la fréquence des activations orthodontiques n'est pas précisée.

Cependant, tous les résultats d'étude ne vont pas dans le même sens ; par exemple, une étude américaine menée sur des rats en 2014 par Murphy *et al.* dans le but d'évaluer et de comparer les effets de deux forces d'intensités différentes, avec et sans corticotomie (Murphy *et al.* 2014). Pour cela, une population de 44 rats du même âge a été également divisée en quatre groupes expérimentaux : force légère sans corticotomie, force légère avec corticotomie, force lourde sans corticotomie et force lourde avec corticotomie. Les forces légères étaient de 10 grammes, les forces lourdes de 100 grammes, toutes exercées avec un ressort en nickel-titanium. Les corticotomies étaient réalisées sans élévation de lambeau.

Les résultats de cette étude n'ont montré de différence significative ni au niveau du déplacement dentaire ni au niveau de la réponse alvéolaire (nombre d'ostéoblastes et d'ostéoclastes). Les auteurs en ont déduit qu'une corticotomie réalisée en un seul point sans élévation de lambeau est insuffisante pour induire un changement significatif tant du point de vue histologique que du déplacement dentaire, et ce quelle que soit l'importance de la force exercée.

Enfin, une dernière étude américaine menée en 2010 en *split mouth* par Sanjideh *et al.* s'est penchée non seulement sur la possible augmentation des mouvements obtenus grâce aux corticotomies, mais aussi sur l'éventuel bénéfice d'une seconde corticotomie dans l'amélioration de l'efficacité du déplacement orthodontique (Sanjideh *et al.* 2010).

Sur cinq chiens Foxhound « squelettiquement matures » ont été extraites les troisièmes prémolaires mandibulaires et les deuxièmes prémolaires maxillaires, bilatéralement. A la mandibule, un des deux côtés a été choisi au hasard pour recevoir des corticotomies avec élévations de lambeaux sur les versants corticaux externe et interne, autour de la deuxième prémolaire ; l'autre côté servant de côté contrôle. Au maxillaire, les corticotomies ont été réalisées une fois des deux côtés, uniquement à la corticale vestibulaire, avec lambeau. Un des deux côtés a été choisi au hasard pour subir une seconde corticotomie 28 jours plus tard, selon le même protocole ; l'autre côté servant de côté contrôle.

Les deuxièmes prémolaires mandibulaires et les troisièmes prémolaires maxillaires ont été déplacées au moyen de forces lourdes (200 grammes). Les moyens d'évaluation des mouvements dentaires étaient la mesure manuelle au pied à coulisse digital et les radiographies rétro-alvéolaires. Un marqueur osseux composé à 99,95% de Tantalum, a été placé au maxillaire et à la mandibule (deux par quadrant), servant de points de référence stables pour mesurer le déplacement dentaire (*figure 35*) ; la distance entre chaque marqueur osseux ayant été mesurée au pied à coulisse au moment de leur mise en place.

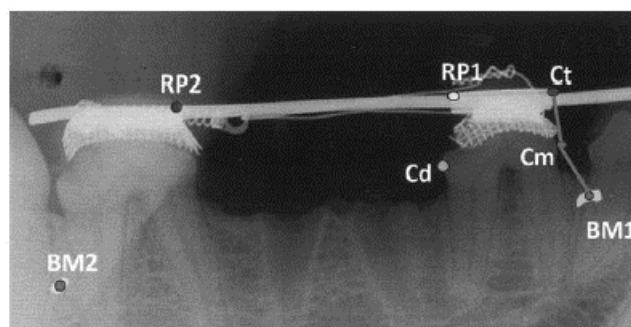


Figure 35 : Radiographie rétro-alvéolaire d'évaluation du mouvement dentaire (Sanjideh *et al.* 2010)

Si les résultats ont montré un déplacement dentaire significativement plus important avec les corticotomies à la mandibule, ils ont surtout démontré au maxillaire que renouveler une corticotomie 28 jours après la première permet de maintenir un taux de déplacement dentaire plus important sur une plus longue période, et donc d'obtenir un mouvement plus étendu, bien que la différence soit faible.

Synthèse des études portant sur des animaux :

- Les corticotomies permettraient des déplacements dentaires plus importants et plus rapides que lors d'un traitement conventionnel. En moyenne, le taux de déplacement relevé dans les groupes expérimentaux est le double de celui relevé dans les groupes contrôles.
- Sur le plan histologique, la meilleure régularité du déplacement dentaire assisté par corticotomie s'expliquerait par une phase de hyalinisation plus courte en durée et moins étendue en localisation. Les corticotomies engendreraient également moins de résorptions radiculaires.
- Ces bons résultats sont obtenus par des corticotomies réalisées après élévation d'un lambeau. Les résultats obtenus par corticotomie sans élévation de lambeau n'ont pas mis en avant de supériorité par rapport à un traitement conventionnel.
- La réalisation d'une seconde corticotomie (avec lambeau) 28 jours après la première semble permettre de maintenir un taux de déplacement dentaire plus important sur une période plus longue, donc d'étendre encore plus l'amplitude des mouvements.

5.3 Etudes menées chez l'homme

5.3.1 Corticotomies avec élévation de lambeau

Aboul-Ela *et al.* ont étudié en 2011 les effets des corticotomies associées à un ancrage osseux dans le mouvement de rétraction canines maxillaires chez 13 patients adultes (19 ans d'âge moyen) (Aboul-Ela *et al.* 2011). Ces patients présentaient une classe II division 1 dentaire associée à un surplomb antérieur augmenté, dont la correction nécessitait l'extraction des premières prémolaires maxillaires.

Les critères retenus pour l'étude étaient, sur le plan orthodontique le taux de déplacement dentaire et la perte d'ancrage molaire, et sur le plan parodontal l'indice de plaque, l'indice gingival, les profondeurs de sondage, les pertes d'attache et les récessions gingivales. Les critères orthodontiques ont été évalués au moyen de modèles dentaires réalisés tous les 30 jours, les critères parodontaux étaient évalués cliniquement.

Après les phases d'alignement et de nivellement des arcades, les mini-vis (8 mm de long, 1,3 mm de diamètre) ont été placées bilatéralement entre les racines des deuxième prémolaires et des premières molaires maxillaires. L'un des deux côtés de l'arcade maxillaire a été choisi au hasard pour subir les corticotomies pendant que l'autre côté servait de côté témoin. Les corticotomies ont été réalisées après élévation de lambeau (uniquement en vestibulaire) dans une zone étendue de l'incisive latérale au site de la première prémolaire extraite. Une fois le lambeau suturé avec un fil de soie noire non-résorbable 4-0, un arc acier 0.016x0.022 a été placé et ligaturé, et le recul canin initié avec un ressort en nickel-titanium délivrant de chaque côté une force de 150 grammes, de la mini-vis à l'attache de la canine.

Les résultats de cette étude ont démontré un taux de mouvement de la canine significativement plus important du côté des corticotomies que du côté témoin, à tous les stades du traitement. Le taux de rétraction canine mesurée était 2 fois supérieur dans les deux premiers mois de traitement, 1,6 fois supérieur dans le troisième mois et 1,06 fois supérieur à la fin du quatrième mois (*figure 36*). D'un côté comme de l'autre, aucune perte d'ancrage molaire n'a été mise en évidence. La part de ces résultats à attribuer aux corticotomies reste à pondérer puisque l'extraction de la prémolaire aura été réalisée soit la veille soit le jour même des corticotomies. Il peut donc être délicat d'attribuer le taux de mouvement supérieur aux seules corticotomies, bien qu'une extraction ait aussi été réalisée du côté témoin. Du point de vue parodontal, si l'indice gingival est significativement plus important du côté des corticotomies, l'étude n'a pas mis en évidence de différence entre les deux côtés concernant les indices de plaque, les profondeurs de sondage et les récessions gingivales.

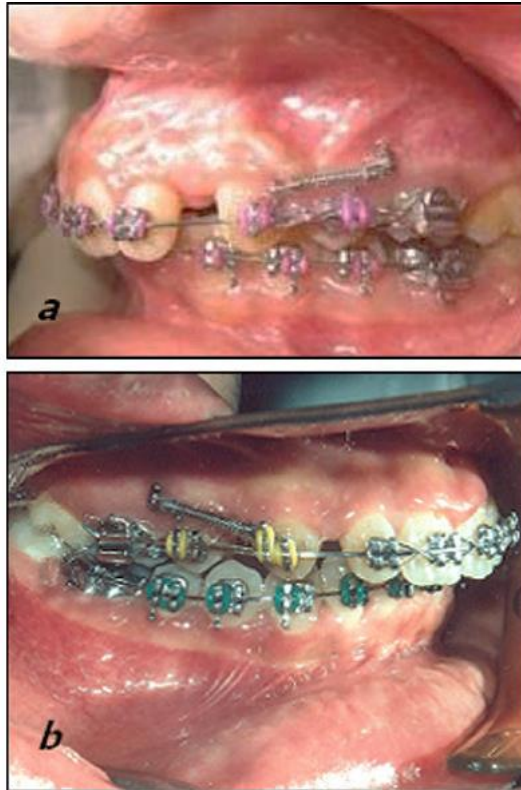


Figure 36 : a : Avec corticotomies, classe I canine obtenue à 2 mois; b : sans corticotomie, rapports canins toujours en classe II à 2 mois (Aboul-Ela et al. 2011)

En 2014, une nouvelle étude en *split mouth* de Al-Naoum *et al.* s'est également intéressée au mouvement de rétraction canine avec ou sans corticotomie (Al-Naoum *et al.* 2014). Mais si cette étude a également mesuré la vitesse de rétraction canine (par mesure de la distance entre la canine et la première molaire, du côté des corticotomies comme du côté témoin), elle a aussi voulu mesurer le niveau d'inconfort et de douleur post-opératoire perçus par les patients, au moyen d'un questionnaire soumis aux patients quatre fois au cours de la première semaine suivant les corticotomies.

L'étude a été menée sur trente patients, âgés en moyenne de 20 ans (allant de 15 à 24 ans), quinze hommes et quinze femmes. Le protocole expérimental différait de l'étude de Aboul-Ela *et al.* sur les points suivants :

- absence d'ancrage osseux, ancrage molaire assuré par un arc trans-palatin ;
- délai de 4 semaines observé entre les extractions de prémolaires et la réalisation des corticotomies ;

- lambeaux en vestibulaire et en palatin autour de la canine pour la corticotomie.

Aux étapes de nivellement et d'alignement a suivi l'extraction des premières prémolaires maxillaires, la désignation par tirage au sort d'un côté pour subir les corticotomies. La corticotomie a donc été réalisée quatre semaines plus tard, après élévation de lambeau au niveau canin en vestibulaire et en palatin. La rétraction canine a ensuite été immédiatement initiée avec un ressort en nickel-titanium délivrant une force de 120 grammes, allant de la canine à la première molaire, sur un arc acier 0.019x0.025.

La vitesse de fermeture de l'espace a été mesurée avec un pied à coulisse digital, les mesures ayant été faites immédiatement après corticotomie et 1, 2, 4, 8 et 12 semaines plus tard.

Le questionnaire, distribué 1, 3, 5 et 7 jours après corticotomie, permettait aux patients d'exprimer une possible plainte concernant la douleur selon les propositions suivantes :

- douleurs pendant les repas ;
- douleurs pendant la journée ;
- douleurs réveillant pendant la nuit ;
- sensation de gonflement du côté des corticotomies.

La prise de Tramadol était autorisée en cas de douleur jugée sévère, mais uniquement après avoir rempli le questionnaire.

Les résultats de cette étude concernant la vitesse de rétraction canine sont venus corroborer les résultats de Aboul-Ela *et al.*, sans différence significative entre hommes et femmes du côté expérimental. En revanche, l'évaluation subjective des patients a fait ressortir une douleur extrême ressentie pendant les repas un jour après l'intervention. Ce score de douleur pendant les repas a ensuite continuellement diminué au cours des questionnaires suivants, et aucun patient n'a rapporté de douleur extrême en mangeant à J7. De plus, plus de la moitié de la population de l'étude a rapporté ressentir des douleurs modérées dans la journée, dont le score a aussi diminué au fil des jours. Les scores de douleurs nocturnes étaient faibles et acceptables à tous les questionnaires (*figure 37*).

Question	1 (None)	2 (Mild)	3 (Moderate)	4 (Severe)	P Value* (vs T1)
Q1: Pain during eating					
T1	10	10	30	50	
T2	10	23.33	36.67	30	.039
T3	10	26.67	43.33	20	.008
T4	20	33.33	46.67	0	<.001
Q2: Pain during the day					
T1	10	33.33	33.33	23.33	
T2	10	36.67	33.33	20	.326
T3	10	43.33	30	16.67	.057
T4	13.33	53.33	33.33	0	.003
Q3: Pain interrupting sleep at night					
T1	43.33	36.67	10	10	
T2	43.33	36.67	10	10	1.000
T3	43.33	36.67	10	10	1.000
T4	43.33	40	16.67	0	.211

Data presented as patients' responses in percentages.

Q1: Do you feel pain during eating?; Q2: Do you feel pain during the day?; Q3: Do you feel pain that can awaken you during the night?

Abbreviations: T0, baseline; T1, T2, T3, T4, and T5, 1, 2, 4, 8, and 12 weeks after corticotomy, respectively.

Figure 37 : Tableau de réponses en pourcentage aux questions relatives à la douleur à T1, T2, T3 et T4 (Al-Naoum et al. 2014)

En ce qui concerne la sensation de gonflement, 80% des patients ont décrit l'avoir ressentie à J1. Ce taux a légèrement augmenté (de façon non-significative), connaissant un pic à J3. Une réduction significative de cet inconfort a ensuite été observée, et aucun patient ne s'est plaint de gonflements sévères à J7 (figure 38).

Questions	1 (None)	2 (Mild)	3 (Moderate)	4 (Severe)	P Value* (vs T1)
Q4: Swelling on surgical side					
T1	10	10	40	40	
T2	0	23.33	33.33	43.33	.476
T3	0	30	26.67	43.33	.823
T4	33.33	46.67	20	0	<.001
Q5: Discomfort on surgical side					
T1	20	26.67	43.33	10	
T2	20	30	40	10	.573
T3	20	50	30	0	.005
T4	20	50	30	0	.005

Data presented as patients' responses in percentages.

Q4: Do you feel swollen on the surgical side?; Q5: Do you feel discomfort on the surgical side?

Abbreviations: T1, T2, T3, and T4, 1, 2, 3 and 7 days after corticotomy, respectively.

Figure 38 : Tableau de réponses en pourcentage aux questions relatives aux gonflement et à l'inconfort à T1, T2, T3 et T4 (Al-Naoum et al. 2014)

Il est donc ressorti de cette étude que les corticotomies, si elles permettent une accélération des mouvements dentaires, ne sont pas sans suite opératoire pour les patients dans les jours suivant l'intervention.

Sakthi *et al.* ont à leur tour mené une étude en 2014 comparant la rétraction incisive maxillaire et mandibulaire avec et sans corticotomie dans des cas de biproalvéolies adultes (Sakthi *et al.* 2014). Ils ont également comparé la perte d'ancrage molaire maxillaire et mandibulaire dans ces deux cas. Cette fois-ci, l'étude n'a pas été réalisée en *split mouth* mais en deux groupes distincts : sur les 40 patients constituant la population de l'étude, 22 ont subi des corticotomies (selon leur souhait) et 18 ont privilégié un traitement orthodontique traditionnel. En revanche, tous les patients devaient présenter une indication d'extraction des quatre premières prémolaires.

Le traitement a démarré par une phase d'alignement/nivellement jusqu'à pouvoir passer un arc acier 0.019x0.025. Dans le groupe contrôle, les extractions des premières prémolaires ont précédé cette phase, alors que dans le groupe expérimental, l'alignement/nivellement s'est fait avec les prémolaires en place. Dans le groupe expérimental, les extractions et les corticotomies se sont faites dans le même temps opératoire, l'arcade mandibulaire précédant l'arcade maxillaire de deux semaines. Une greffe osseuse était réalisée au moment de l'élévation du lambeau en cas de déficience osseuse manifeste (déhiscence ou fénéstration).

L'initiation des forces orthodontique s'est faite cinq à sept jours après l'intervention avec un ressort en nickel-titane délivrant une force de 250 grammes, étiré entre le tube de la première molaire et le crochet solidarisé à l'arc acier 0.019x0.025. Les deuxièmes molaires étaient aussi prises en charge.

La fermeture de l'espace était mesurée tous les mois au pied à coulisse digital entre le point le plus mésial de la deuxième prémolaire et le point le plus distal de la canine. L'évaluation de la perte d'ancrage molaire s'est faite par superposition de téléradiographies de profil (*figure 40*). Au maxillaire, on a mesuré la distance entre le repère sur l'attache de la molaire et la perpendiculaire au plan de Francfort passant par Pt. A la mandibule, on a mesuré la distance entre le repère sur l'attache de la molaire et la perpendiculaire au plan SN passant par la selle turque (*figure 39*).

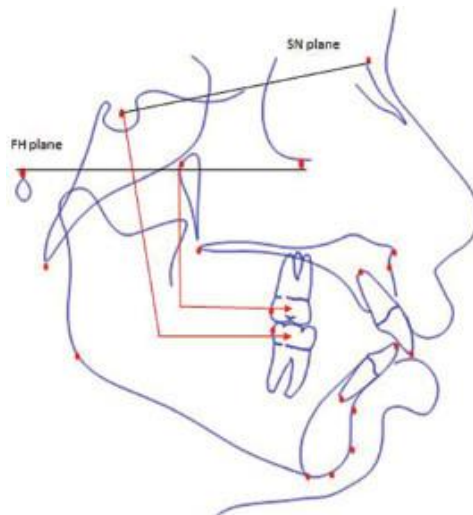


Figure 39 : Méthode de mesure de la perte d'ancrage sur les téléradiographies de profil (Sakthi et al. 2014)

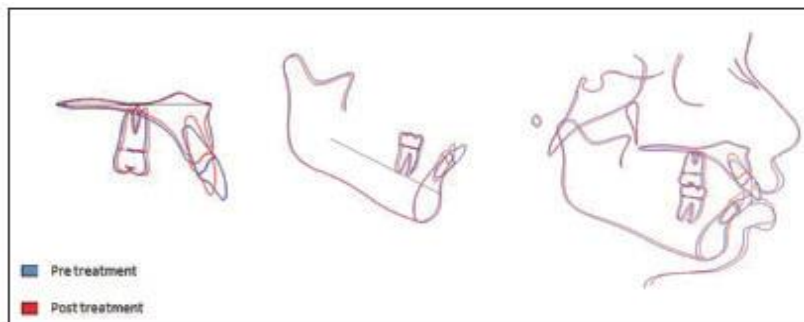


Figure 40 : Superposition objectivant la rétraction incisive maxillaire et mandibulaire (Sakthi et al. 2014)

Les résultats ont montré un taux de fermeture d'espace avec corticotomies de 1,8 mm par mois au maxillaire et 1,57 mm par mois à la mandibule en moyenne, soit près du double du groupe contrôle (respectivement 1,02 et 0,87 mm par mois). A l'issue des quatre mois de relevés, les espaces d'extraction du groupe expérimental étaient fermés au maxillaire à 92,8% (contre 54,5% dans le groupe contrôle) et à 91,6% à la mandibule (contre 51,5% dans le groupe contrôle).

Parallèlement, une différence significative de perte d'ancrage à la fin des quatre mois d'observation de l'étude a été mise en évidence en faveur du groupe expérimental, avec

en moyenne 0,86 mm de perte d'ancrage au maxillaire (contre 1,8 mm dans le groupe contrôle) et 0,51 mm à la mandibule (contre 1,6 mm dans le groupe contrôle) (figure 41).

Table 2: Molar anchor loss in the maxilla and mandible compared between the study and the control group (mm)

ARCH	Month intervals	Group	n	Mean (anchor loss in mm)	SD	P
Maxilla	0-2	Control	18	0.70	0.25	**
		Study	22	0.02	0.07	
	2-4	Control	18	0.89	0.27	**
		Study	22	0.25	0.32	
	>4	Control	18	0.65	0.28	NS
		Study	22	0.56	0.25	
Mandible	0-2	Control	18	0.62	0.30	**
		Study	22	0.00	0.00	
	2-4	Control	18	0.65	0.23	**
		Study	22	0.05	0.11	
	>4	Control	18	0.64	0.23	*
		Study	22	0.46	0.16	

NS=Not significant, *P<0.05 (statistically significant), **P<0.001 (statistically highly significant). SD=Standard deviation

Figure 41 : Tableau comparatif de la perte d'ancrage molaire maxillaire et mandibulaire dans le groupe expérimental et dans le groupe témoin (Sakthi et al. 2014)

Si la littérature s'accorde à dire que les corticotomies seules ne sauraient représenter une alternative au traitement chirurgico-orthodontique dans les cas de classe III sévères, plusieurs études ont cherché à apprécier l'apport de ces corticotomies dans la préparation orthodontique pré-chirurgicale de correction de classe III, à savoir la décompensation incisive mandibulaire. En 2014, Wang *et al.* ont mené une étude prospective auprès de huit patients adultes ayant consenti à un traitement facilité par corticotomies, après présentation des avantages, inconvénients et risques (Wang *et al.* 2014).

L'étude s'est notamment appuyée sur des téléradiographies de profil et des CBCT réalisés avant le début du traitement (T0), à la fin de la préparation orthodontique pré-chirurgicale (T1) et en fin de traitement à la dépose de l'appareillage orthodontique (T2). Les variables mesurées étaient la hauteur radiculaire incisive mandibulaire, la hauteur et l'épaisseur d'os alvéolaire au niveau des corticales vestibulaires et linguales du secteur antérieur, et l'angle formé par l'incisive mandibulaire et le plan mandibulaire (figure 42).

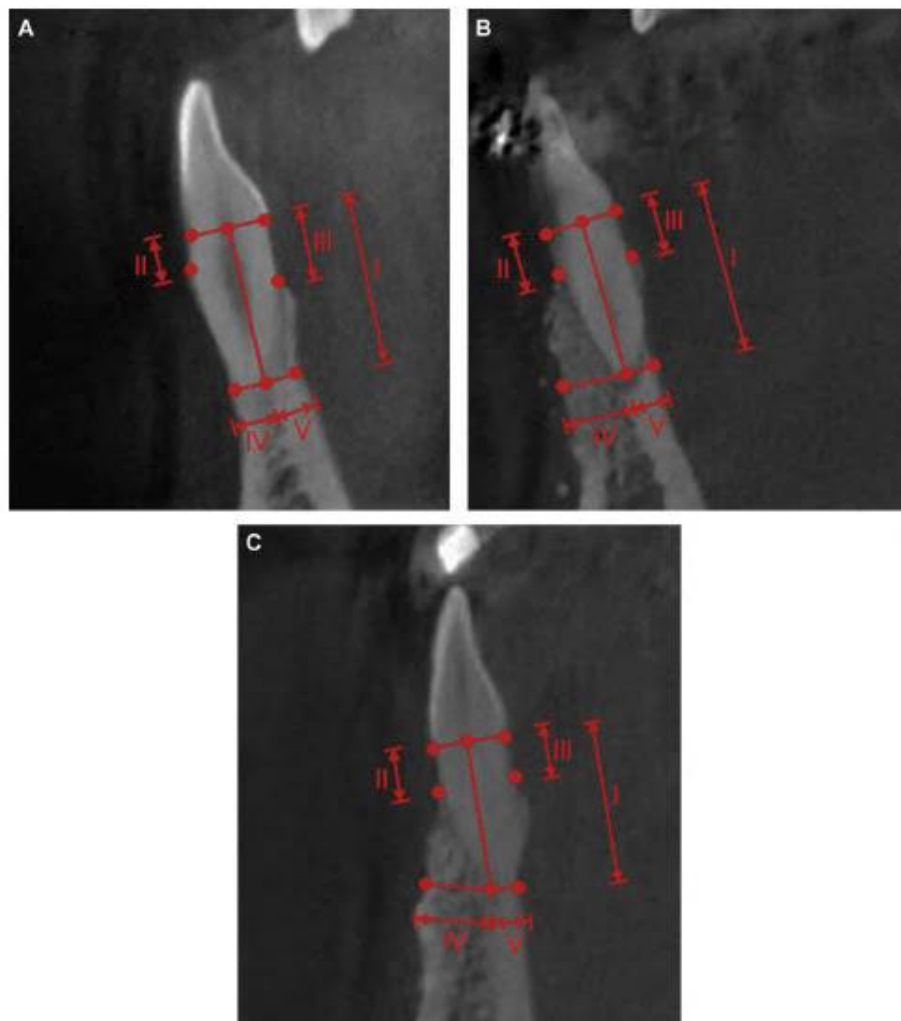


Figure 42 : Mesures réalisées au CBCT à T0 (A), T1 (B) et T2 (C) : longueur radiculaire (I), hauteur corticale vestibulaire (II) et linguale (III), épaisseur corticale vestibulaire (IV) et linguale (V) (Wang et al. 2014)

Le protocole thérapeutique a inclus un traitement parodontal pré-orthodontique, la pose de l'appareillage orthodontique avec un arc Ni-Ti 0.016 le jour précédant les corticotomies, une activation orthodontique répétée toutes les deux semaines après corticotomies (passages successifs d'arcs Ni-Ti 0.016, 0.018, 0.018x0.025, 0.019x0.025 puis acier 0.019x0.025). Le traitement orthodontique a ensuite repris un mois après la chirurgie orthognathique, et réactivé tous les mois.

Les corticotomies ont été réalisées après élévation de lambeau uniquement sur la corticale externe. Une greffe osseuse a également été faite avec de l'os bovin recouvert d'une

membrane de collagène, avant repositionnement et suture du lambeau (*figure 43*).

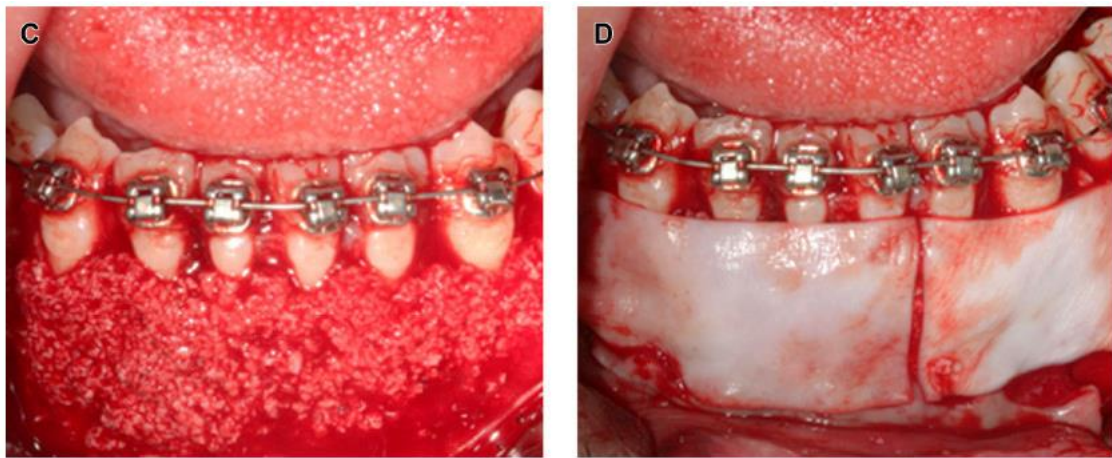


Figure 43 : C : apposition de Bio-Oss; D : couverture de la greffe par une membrane collagénique) (Wang et al. 2014)

Les résultats relevés ont démontré un maintien de la longueur radiculaire incisive tout au long de l'étude. La hauteur d'os alvéolaire en vestibulaire comme en lingual a augmenté entre T0 et T1 puis significativement diminué entre T1 et T2. L'épaisseur de la corticale vestibulaire et l'angulation incisive/plan mandibulaire ont conjointement augmenté entre T0 et T1, sans changement significatif entre T1 et T2. L'augmentation de l'épaisseur de la corticale vestibulaire et la décompensation incisive ont donc été obtenues avant chirurgie, et maintenues après. L'épaisseur corticale du côté lingual a diminué entre T0 et T1 puis significativement augmenté entre T1 et T2. Ces résultats traduisent une épaisseur globale d'os alvéolaire entourant les incisives légèrement mais significativement augmentée. Ce résultat est bien entendu influencé par la greffe osseuse systématiquement pratiquée au moment des corticotomies. Le choix d'adjoindre une greffe est ici justifiée par le fait que l'on retrouve fréquemment dans les malocclusions de classe III une corticale incisive mandibulaire plus fine que la moyenne, associée à un risque accru de séquelle osseuse (de type déhiscence ou fenestration) et de résorption radiculaire, ce dont les auteurs ont voulu se prémunir.

L'étude conclut à la possibilité apportée par les corticotomies de décompenser efficacement la version incisive mandibulaire dans les malocclusions de classe III, et ce sans effet indésirable sur le parodonte.

Cependant nous pouvons nous interroger sur la stabilité des résultats obtenus sur le parodonte suite à cette greffe, au vu des coupes de CBCT visibles plus haut. Il semble en

effet que la partie la plus cervicale de l'os greffé se soit résorbée entre T1 et T2, posant la question de la longévité des tissus greffés et donc des effets à long terme d'une telle thérapeutique sur le parodonte, qui plus est dans un secteur esthétique où la corticale vestibulaire est connue pour être plus fine. A ce titre, l'étude menée par Mao *et al.* en 2013 peut apporter un début de réponse sur la stabilité du tissu greffé (Mao *et al.* 2013). Ils ont mené une étude prospective sur 30 patients présentant une fente alvéolaire associée à une insuffisance d'éruption de la canine maxillaire, dont la pointe cuspidienne devait être distante d'au moins 5mm du plan d'occlusion maxillaire. Ces patients ont été traités par mécanique orthodontique associée à une corticotomie avec lambeau et une greffe d'os spongieux autogène sur la corticale vestibulaire de la canine. Parmi les critères d'évaluation figurait notamment le volume d'os greffé (ainsi que le parallélisme des racines, les résorptions radiculaires, le niveau de gencive marginale et la mobilité de la canine du côté de la fente). Pour chaque patient, une radiographie panoramique, une radiographie rétro-alvéolaire et un bite-wing de la canine traitée ont été réalisés à T0 (pré-opératoire), T1 (une semaine après la chirurgie) et T2 (canine alignée sur l'arcade). Les résultats de cette étude ont démontré que pour 25 des 30 patients de l'étude, moins de 25% de l'os greffé s'était résorbé. Pour les 5 autres, la proportion de tissu greffé résorbé était supérieure à 25% mais inférieure à 50%. Les auteurs avancent ainsi que la canine s'est correctement déplacé au sein du tissu greffé. Cette étude manque également de recul puisque les dernières radiographies ne datent que de la fin du traitement orthodontique mais nous donne un ordre de grandeur de la stabilité post-opératoire des greffes osseuses, à défaut de l'avoir observé à plus long terme.

Notons qu'une étude d'évaluation de l'évolution d'épaisseur d'os alvéolaire au niveau antérieur équivalente à celle de Wang *et al.* a été menée dans les traitements de rétraction incisive facilitée par corticotomie et greffe osseuse associée par Bhattacharya *et al.* en 2014, également au moyen d'imagerie 3D avant et après rétraction incisive (Bhattacharya *et al.* 2014). Pour chaque dent, l'épaisseur alvéolaire a été mesurée au sommet de la crête, à mi-hauteur radiculaire et au niveau de l'apex. Les résultats ont, comme l'étude précédente, mis en évidence une augmentation de l'épaisseur alvéolaire aux différentes hauteurs d'observation radiologiques.

De la même façon, Anh *et al.* ont étudié en 2012 la quantité de décompensation incisive mandibulaire et les effets parodontaux induits par corticotomies avec greffe osseuse lors de la phase orthodontique pré-chirurgicale chez 15 patients en classe III squelettique (25 ans de moyenne d'âge) attendant une chirurgie bimaxillaire (Anh *et al.* 2012). La greffe osseuse a été réalisée sur la corticale externe des incisives mandibulaires, et les moyens

d'évaluation étaient des téléradiographies de profil prises avant le traitement orthodontique puis avant la chirurgie. Les valeurs mesurées étaient l'épaisseur d'os alvéolaire (à hauteur de l'apex et à hauteur du point B), la hauteur de gencive marginale et l'inclinaison incisive mandibulaire (angle formé par son axe avec le plan mandibulaire, angle formé par l'axe de la symphyse avec le plan mandibulaire et angle formé par l'axe de l'incisive avec l'axe de la symphyse) (*figure 44*).

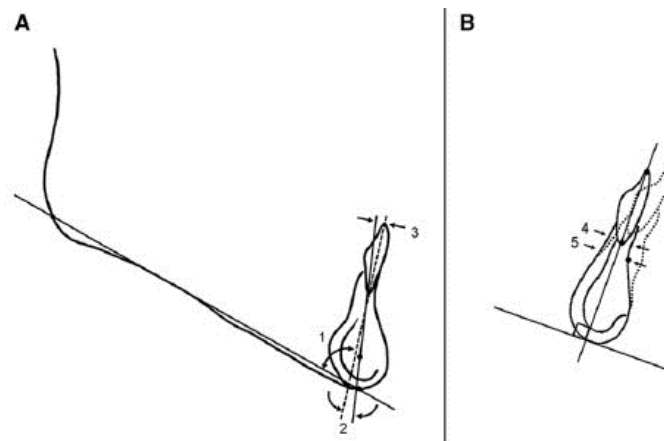


Figure 44 : Mesures céphalométriques : 1 : angle axe incisif/plan mandibulaire ; 2 : angle axe de symphyse/plan mandibulaire ; 3 : angle incisive/symphyse ; 4 : épaisseur alvéolaire à l'apex ; 5 : épaisseur alvéolaire au point B (Anh et al. 2012)

Il est à noter que le protocole opératoire ici n'était pas standardisé ; en effet, les corticotomies étaient réalisées soit au piézotome soit à la pièce à main. En revanche, pour tous les patients, les corticotomies ont été réalisées immédiatement après pose de l'appareillage orthodontique, avec élévation de lambeau, apposition de Bio-Oss[®], et activation d'une force orthodontique lourde dès la fin de l'intervention (*figure 45*).



Figure 45 : Protocole opératoire de l'étude, corticotomie avec greffe d'os bovin (Anh et al. 2012)

Les résultats de cette étude ont montré un changement significatif de l'inclinaison de l'incisive mandibulaire, passant en moyenne d'un angle de $77,99^\circ$ à $88,44^\circ$ entre l'axe incisif et le plan mandibulaire, soit une version moyenne de $10,45^\circ$ obtenue en moyenne en 7,43 mois. L'épaisseur alvéolaire a quant à elle augmenté de 1,56 mm en moyenne au niveau de l'apex, et de 1,98 mm à hauteur du point B. De plus, aucune récession gingivale n'a été associée à la proclinaison incisive, et il semble que l'apport d'os bovin a permis d'éviter des déhiscences ou fénestrations.

D'après les 15 patients inclus dans l'étude, deux modèles d'augmentation osseuse ont été décrits : d'une part, l'augmentation de la version du procès alvéolaire incisif associé à une augmentation de la hauteur alvéolaire jusqu'à la jonction amélo-cémentaire (*figure 46B*). D'autre part, la version du procès alvéolaire sans augmentation associée de la hauteur crestale (*figure 46C*). Le premier type a été observé chez 9 patients, le deuxième chez les 6 autres. Il s'agit ici de résultats constatés immédiatement après sept mois et demi de traitement, et nous pouvons regretter l'absence de réévaluation à plus long terme nous permettant de juger de la stabilité de l'apposition de Bio-Oss[®].

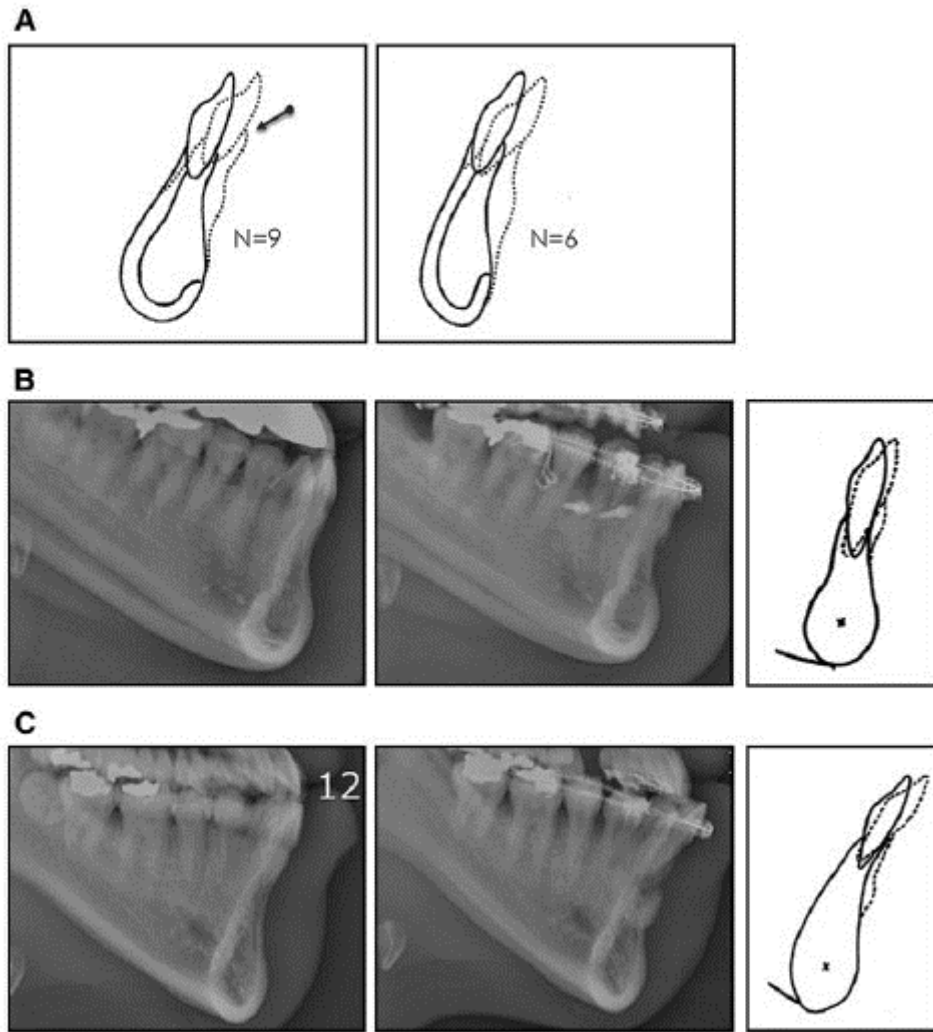


Figure 46 : Modèles de réponse alvéolaire décrits : N=9 : version du procès alvéolaire avec augmentation de la hauteur crestale; N=6 : version du procès alvéolaire sans augmentation de la hauteur crestale. B et C : illustrations cliniques de ces deux modèles (Anh et al. 2012)

Les effets des corticotomies ont aussi été évalués dans les corrections de malocclusions du sens vertical. En 2009, Akay *et al.* ont observé les effets associés des corticotomies et d'un ancrage squelettique dans la correction de béances sur 10 patients âgés de 15 à 25 ans (Akay *et al.* 2009). Parmi les critères d'inclusion, on note : croissance achevée, béance dentaire concernant au moins les dents antérieures, angle mandibulaire de 36° ou plus. Les corticotomies ont été réalisées avec élévation de lambeau sous anesthésie locale à la fois sur les corticales vestibulaire et palatine au maxillaire (*figure 47*), avant mise en place des ancrages osseux. Les sites retenus pour les corticotomies étaient la zone mésiale de la dent la plus mésiale à ingresser, et la zone distale de la dent la plus distale à ingresser.

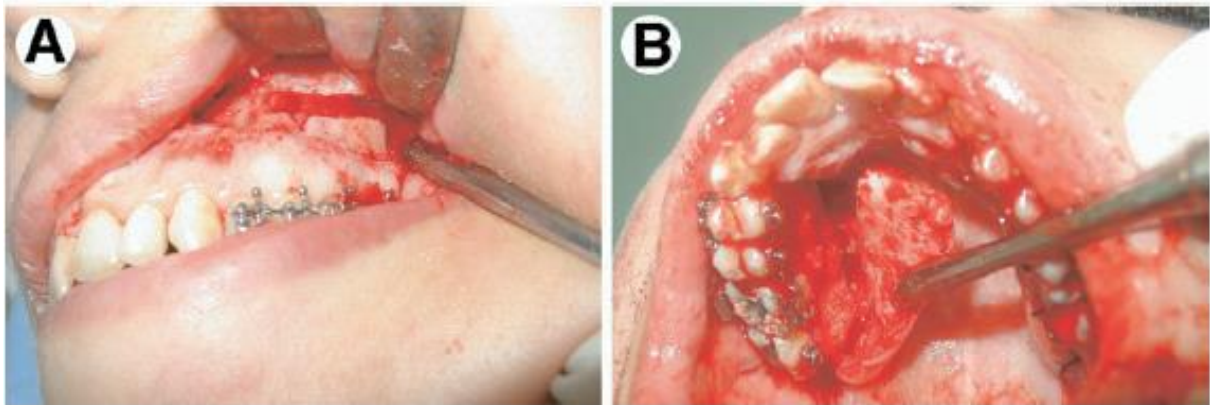


Figure 47 : Elévation de lambeau vestibulaire (A) et palatin (B) (Akay et al. 2009)

Des mini-plaques ont été placées en vestibulaire des molaires, et des mini-vis ont été ajoutées en palatin pour prévenir une éventuelle version vestibulaire pendant l'ingression (figure 48).

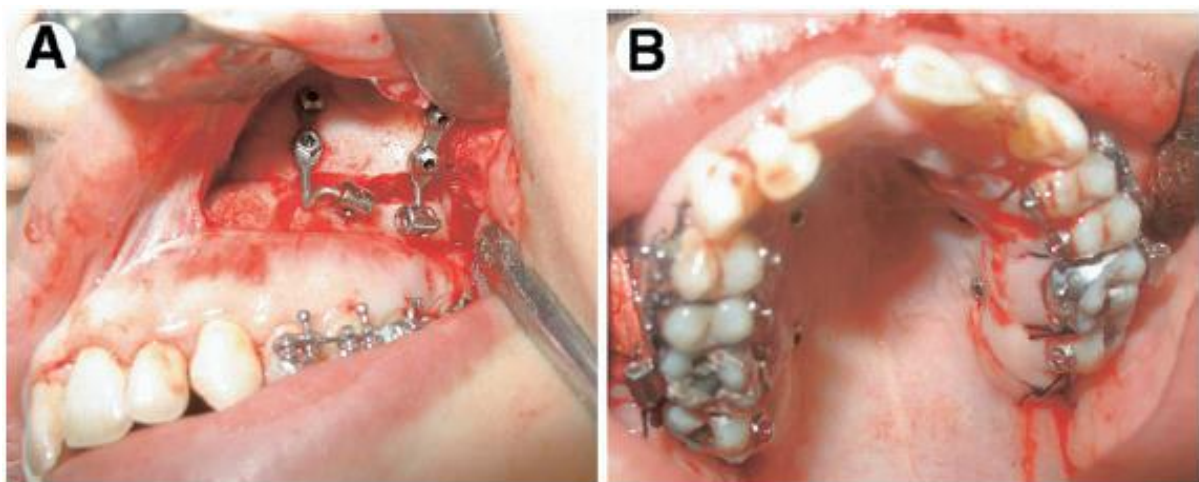


Figure 48 : A : mini-plaques d'ancrage en vestibulaire ; B : mini-vis placées en palatin des molaires (Akay et al. 2009)

Avant l'intervention, les dents à ingresser ont été collées et un arc sectoriel en acier 0.016 x 0.022 a été inséré de façon passive dans les attaches. L'ingression a démarré une

semaine après corticotomies par ressorts 0.009 x 0.030 en chrome, tendu entre les mini-plaques d'ancrage et les attaches des dents, et des mini-vis palatines aux boutons palatins des prémolaires et molaires (*figure 49*).

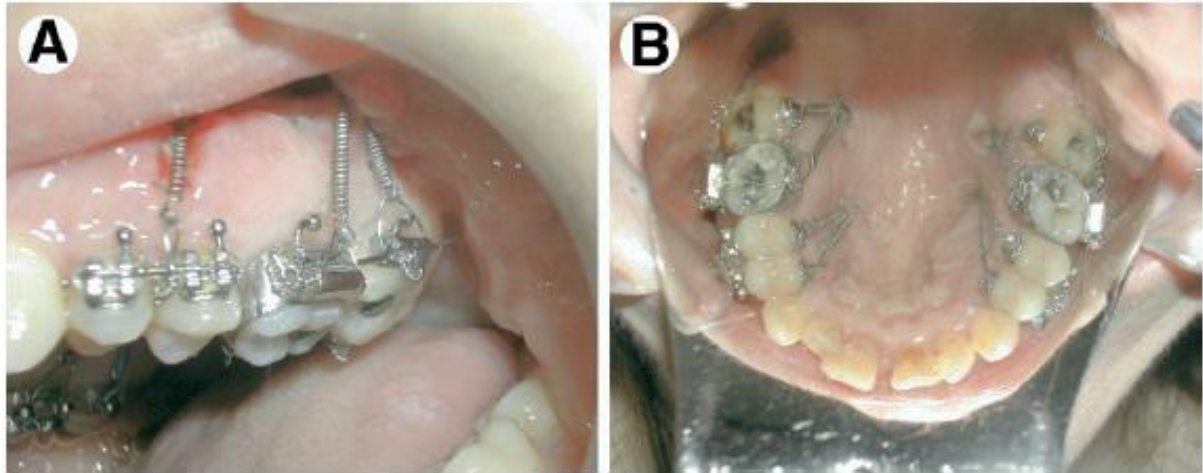


Figure 49 : Ingression postérieure avec ancrages osseux vestibulaires et palatins (Akay et al. 2009)

Pour chaque molaire et pour les deux prémolaires, les forces délivrées étaient de 200 à 300 g. Les traitements ont duré entre 12 et 15 semaines, avec visites et réactivations possibles toutes les 3 semaines. Les résultats dans le sens vertical ont été évalués par superposition des téléradiographies de profil réalisées avant et après ingression.

Les résultats ont montré une bonne fermeture des béances par une ingression significative des secteurs molaires entraînant une rotation antérieure de la mandibule et une fermeture du compas facial, sans signe de résorption radiculaire au niveau des secteurs ingressés. Au niveau antéro-postérieur, cela a engendré une augmentation de l'angle SNB de 1,6° en moyenne, et une diminution de l'ANB de 1,6° en moyenne, traduisant la rotation antérieure de la mandibule induite par l'ingression des molaires et prémolaires maxillaires.

5.3.2 Corticotomies sans lambeau : piézocision ou corticision

La littérature propose moins d'études portant sur les effets des corticotomies sans lambeau sur l'homme. Nous pouvons tout de même citer l'article de Jofre, Montenegro et Arroyo, qui proposent un protocole opératoire ainsi que trois case reports (Jofre *et al.* 2013).

Le protocole chirurgical était le même pour les trois patients :

- bain de bouche à la chlorhexidine 0,12% matin et soir la veille ;
- bain de bouche à la chlorhexidine 0,12% pendant une minute en pré-opératoire ;
- anesthésie locale à la lidocaïne contenant de l'épinephrine 1:100 000 ;
- positionnement de guides radiographiques en métal entre chaque dent (*figure 50*) ;
- cliché rétroalvéolaire pour s'assurer que le guide ne se superpose pas sur une racine ;
- incisions démarrant 2mm sous la papille ;
- passage d'une microscie ultrasonore OT7 dans les incisions et corticotomie suivant le tracé de l'incision.

Il est à noter que dans cet article, l'intervention chirurgicale n'a lieu qu'une journée après la pose des attaches, alors qu'une semaine de délai est normalement recommandée.

Le premier cas est celui d'un garçon de 22 ans présentant une classe I dentaire mais un encombrement s'avérant difficile à corriger après un an et demi de traitement (traitement conventionnel, Ni-Ti .016 x .022 maxillaire et mandibulaire). Après corticotomies selon le protocole précédemment décrit, un mois et demi aura été nécessaire pour déplacer les dents antérieures mandibulaires dans la position souhaitée.



Figure 50 : Guide radiographique (Jofre et al. 2013)

Le deuxième cas est une femme de 37 ans désireuse d'un traitement rapide, présentant une classe II dentaire mais une classe I squelettique. L'étude rapporte une « avancée significative » à 4 mois après corticotomies, et une correction de l'encombrement améliorant l'esthétique après 8 mois de traitement. Cependant il n'est pas fait mention d'une quelconque correction de la classe II.

Le dernier cas est celui d'une jeune fille de 16 ans désireuse d'un traitement rapide, présentant une classe I dentaire et une bécance antérieure. Dans ce cas, contrairement aux deux premiers cas, des suites opératoires sont apparues, bien que faibles (léger gonflement des tissus mous), mais les formes d'arcade étaient suffisamment corrigées à 4 mois de traitement pour considérer la patiente prête pour la chirurgie (*figure 51*).



Figure 51 : Arcades pré-traitement et à 4 mois de traitement (Jofre et al. 2013)

En 2012, un article de Hernandez-Alfaro et Guijarro-Martinez s'est intéressé aux effets dento-parodontaux des corticotomies sans lambeau (Hernández-Alfaro et Guijarro-Martínez 2012). 114 sites ont été traités de cette façon sur neuf patients (quatre hommes et cinq femmes, moyenne d'âge 37 ans) dont le critère d'inclusion pouvait être une supraclusion, une béance, une occlusion inversée postérieure ou un encombrement postérieur. Dans cette étude, les corticotomies étaient réalisées avec une aide optique : un endoscope (*figure 52*).

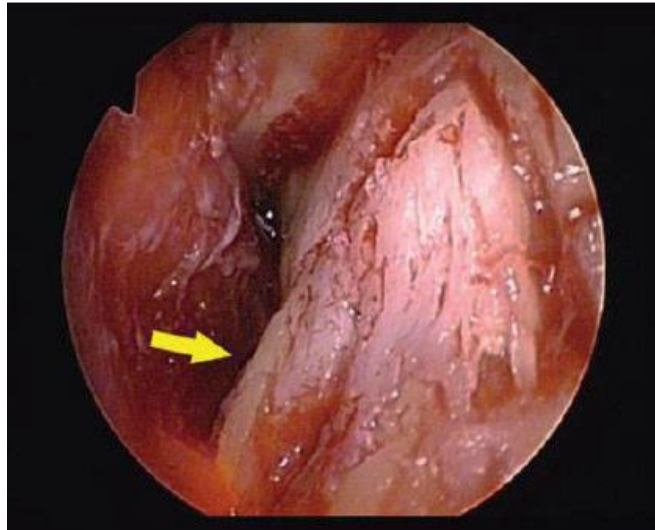


Figure 52 : Vue endoscopique d'une corticotomie; le saignement indique que l'os spongieux est atteint (Hernández-Alfaro et Guijarro-Martínez 2012)

Les critères d'évaluation, mesurés une fois par mois, étaient la conservation de la vitalité pulpaire, la profondeur de sondage, la préservation des papilles inter-dentaires et la présence ou non de récessions gingivales. Les résultats de l'étude ont mis en avant l'apparition d'hypersensibilités dentinaires, dissipées dans les 5 premières semaines de traitement. En revanche, aucune perte de vitalité pulpaire n'a été à déplorer, pas plus qu'un quelconque effet parodontal, permettant aux auteurs de conclure à une supériorité de la piézocision sur les corticotomies avec lambeau en terme d'invasivité, de rapidité d'exécution (26 minutes en moyenne) et de préservation dentaire et parodontale. Cette conclusion se fait cependant en l'absence d'un groupe de patients ou de secteurs d'arcade (si l'étude avait été en *split mouth*) ayant reçu des corticotomies avec lambeau.

Récemment, en 2013, une thèse américaine (Mehr 2013) a eu pour objet la comparaison des corticisions par rapport à un traitement orthodontique conventionnel dans le cadre de la correction d'un encombrement antérieur mandibulaire. Quatorze patients ont été inclus, âgés de plus de 18 ans, présentant un parodonte sain, un indice de Little initial supérieur à 5, et nécessitant un traitement orthodontique sans extraction. Ces patients ont été affectés de façon aléatoire au groupe expérimental (traitement avec corticision) ou au groupe contrôle (même séquence d'arc mais sans corticision). Cette répartition aléatoire pourrait d'ailleurs être considérée comme une perte de chance à supposer qu'une technique soit supérieure à l'autre. D'autre part, le manque d'informations données aux patients concernant les alternatives thérapeutiques paraît discutable.

Les traitements ont été réalisés avec des brackets auto-ligaturants 0.022, les premiers arcs étant placés lors de la séance de collage pour le groupe contrôle, lors de la séance chirurgicale pour le groupe expérimental. Tous les patients ont d'abord été revus à une semaine, puis mensuellement (4-5 semaines). L'avancée du traitement était évaluée à chaque séance par empreintes et sondage, le traitement étant considéré terminé une fois atteint un indice d'encombrement de Little situé entre 0 et 1mm, avec une amélioration de l'indice inférieure à 0,5mm entre deux séances. A ce moment-là étaient calculées la durée du traitement et l'amplitude de la correction de l'encombrement.

Les patients ont dû remplir un premier questionnaire dans la première semaine de traitement, et un second au terme du premier mois, apportant des informations sur l'éventuelle apparition de douleurs en début de traitement, sur les médications prises pour y remédier, et sur l'indice de satisfaction globale des patients par rapport à leur traitement de façon générale.

Les résultats de cette étude n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les deux groupes en ce qui concerne l'inconfort et la douleur générés par les traitements, les scores de satisfaction étant similaires avec et sans corticision. De façon plus surprenante, et contrairement à la tendance dessinée par les études équivalentes groupe expérimental vs groupe contrôle sur les corticotomies avec lambeau, aucune différence significative n'a été démontrée entre les deux groupes sur le critère de la durée du traitement. Statistiquement, l'encombrement antérieur n'a été que 1,6 fois plus rapide dans le groupe expérimental, sur une durée n'excédant pas les 4 à 5 premières semaines de traitement. Ce manque de résultat peut s'expliquer par le fait que les patients du groupe expérimental n'ont été vu que mensuellement, soit la fréquence de rendez-vous d'un traitement conventionnel, mais ne tirant pas pleinement avantage du Phénomène d'Accélération Régionale comme c'est le cas habituellement, en rapprochant les rendez-vous de deux semaines.

Par ailleurs, les effets sur le parodonte n'ont pas été évalués dans cette étude.

Synthèse des études portant sur l'homme :

- Les corticotomies réalisées avec élévation de lambeau sont largement plus étudiées que les techniques de corticision ou de piézocision.
- Elles offrent des taux de déplacement dentaire significativement supérieurs à ceux observés dans le cadre d'un traitement conventionnel, sans différence d'efficacité entre les hommes et les femmes.
- L'amplitude des mouvements obtenus par corticotomies est jugée en adéquation avec les objectifs fixés, que ce soit dans les cas de recul canin, de rétraction incisive, de décompensation incisive ou de réduction de béance antérieure.
- L'éventail de résultats concernant l'ancrage molaire va de l'absence de différence significative de perte d'ancrage molaire avec et sans corticotomie à significativement moins de perte d'ancrage dans les groupes expérimentaux.
- A l'exception d'une étude faisant état d'un indice gingival significativement supérieur dans le groupe expérimental, ces traitements se sont fait sans effet néfaste sur le parodonte superficiel ni sur la vitalité pulpaire. Au niveau du parodonte profond, ces traitements n'ont pas provoqué de résorptions radiculaires, mais les mouvements à risque (notamment au niveau antérieur mandibulaire) ont été réalisés avec greffe osseuse, ce qui nous empêche de nous prononcer sur le potentiel ostéogénique des corticotomies.
- Les suites opératoires avec élévation de lambeau varient de nulles à des gonflements dans les premiers jours (dissipés à 7 jours) et des douleurs nocturnes faibles et diurnes modérées.
- Les corticotomies sans lambeau sont moins invasives, rapides, et génèrent moins d'inconfort post-opératoire. Un cas rapporte cependant des hypersensibilités dentinaires, dissipées au bout de quelques semaines. Une étude les a évaluées égales aux traitements conventionnels en termes de confort, mais sans différence significative de durée de traitement.
- Néanmoins, les biais mis en avant dans cette étude et les bons résultats rapportés dans de nombreux *case reports* sur des animaux laissent penser que les corticotomies sans lambeau peuvent fournir des résultats significativement supérieurs aux traitements conventionnels, avec des suites opératoires moins lourdes pour le patient qu'avec des corticotomies avec lambeau.

6. Limites des études existantes

6.1. Limites liées aux types d'étude

Mises à part les quelques études décrites précédemment chez l'homme, la majorité des études contenues dans la littérature sont des *case reports*. Dans ces cas, les auteurs se contentent de décrire un cas unique (ou plus rarement deux ou trois).

Ces rapports de cas n'ont finalement pas d'autre utilité que de démontrer que les traitements orthodontiques assistés par corticotomies sont efficaces, mais sans critère d'évaluation précisément arrêté.

De par leur nature, les *case reports* ne permettent pas de comparaison entre deux groupes, que ce soit entre un groupe expérimental avec corticotomie et un groupe témoin sans, ou entre un groupe avec élévation de lambeau et un groupe sans. Les études en *split mouth* auraient été possibles, bien que leur faible puissance aurait alors affaibli la pertinence des résultats, mais n'ont jamais été rencontrées.

De plus, si certaines études impliquant un nombre de patients plus important ont pu comparer un groupe expérimental (corticotomies avec élévation de lambeau) à un groupe témoin (traitement orthodontique conventionnel, sans corticotomie), ce n'est pas le cas des études sur les corticotomies sans élévation de lambeau. Les corticotomies sans élévation de lambeau ont surtout fait l'objet d'études sur les animaux (rats et chiens principalement), mais la littérature sur l'homme est peu abondante et se limite souvent à des descriptions de protocole opératoire associées parfois à un ou quelques *case reports*.

6.2. Limites des critères d'évaluation

Que ce soient les *case reports* ou les quelques études à plus forte puissance, les critères d'observation sont souvent les mêmes, chez l'homme comme chez l'animal. Le critère le plus observé est la vitesse de déplacement dentaire et la durée de traitement. Le temps nécessaire à la fermeture des espaces d'extractions et le taux de déplacement dentaire est également souvent observé, parfois comparé à un groupe témoin bénéficiant d'un traitement conventionnel, et associé au relevé du maintien ou de la perte d'ancrage molaire.

Chez l'homme, la rétraction du bloc antérieur ou la décompensation incisive dans les cas de classe III sont les autres effets dentaires fréquemment étudiés.

L'ingression molaire fait l'objet de quelques *case reports* servant uniquement à démontrer l'efficacité des corticotomies, sans critère précis évalué et analysé de façon critique.

L'apparition de résorptions radiculaires est simplement constatée (leur absence est de toute façon généralisée, ainsi que celle d'éventuelles déhiscences osseuses ou fenestrations radiculaires), les autres critères étudiés relèvent du parodonte.

Les critères parodontaux en question sont généralement limités au parodonte superficiel, à travers les relevés des indices de plaque et gingivaux, les profondeurs de sondage avant et après traitement.

Cependant, les effets induits par les corticotomies sur le parodonte profond, et notamment sur le volume d'os alvéolaire entourant les dents concernées par l'acte chirurgical, ne sont pas observés. L'étude de Wang *et al.* de 2014 décrite précédemment ne fait qu'évaluer la hauteur et l'épaisseur d'une corticale ayant reçu une greffe. Le critère d'observation serait donc plutôt la stabilité du matériau greffé que la variation *stricto sensu* du volume osseux. D'autant que l'observation se limite ici au secteur incisif mandibulaire, zone où l'on rencontre la plus faible épaisseur osseuse. Aucune étude similaire n'a été effectuée dans d'autres secteurs d'arcade.

6.3. Limites liées aux moyens d'étude

Les moyens d'évaluation des critères étudiés sont soit cliniques soit limités à l'imagerie 2D. Cliniquement, le taux de déplacement dentaire est mesuré au pied à coulisse, la diminution de l'espace d'extraction étant rapportée au temps pour établir une vitesse moyenne de déplacement mois par mois.

Au niveau radiologique, Sanjideh *et al.*, dans leur étude menée sur des chiens Foxhound (Sanjideh *et al.* 2010), ont également utilisé des radiographies rétro-alvéolaires pour mesurer la fermeture d'espace grâce à des marqueurs osseux à base de Tantalum servant de points de référence pour les mesures (en complément des mesures effectuées au pied à coulisse). De façon générale, les clichés rétro-alvéolaires et les panoramiques sont employés afin d'objectiver l'apparition ou non de résorptions radiculaires et l'évolution du niveau osseux dans le sens vertical.

Autres clichés 2D fréquemment utilisés, des téléradiographies de profil avant et après traitement sont prescrites et superposées pour mesurer la fermeture d'espace, la perte d'ancrage molaire, et le repositionnement incisif (dans les cas de classe I avec biproalvéolie ou encombrement antérieur traités par extractions des premières prémolaires) ou la décompensation incisive dans les cas de classe III.

L'utilisation du CBCT reste marginale, et a très peu été relevée dans la littérature. Wang *et al.* en 2014 semblent les seuls à ce jour à avoir utilisé le CBCT au niveau incisif mandibulaire, pour y mesurer la hauteur radiculaire, l'épaisseur et la hauteur alvéolaire en vestibulaire et en palatin. Toutefois cette évaluation du volume alvéolaire était biaisée par la greffe réalisée en vestibulaire, ce n'était donc pas à proprement parler une observation

de l'évolution du volume d'os alvéolaire. L'emploi du CBCT a aussi été nécessaire dans la conception de guide chirurgical pour réalisation de corticotomies sans lambeau, d'après le protocole décrit par Cassetta, Pandolfi et Giansanti, mais cet exemple est presque anecdotique (Cassetta *et al.* 2015).

7. Objectif de l'étude et établissement du protocole

7.1. Génèse du projet

L'idée de mener cette étude est venue du constat que les essais cliniques réalisés dans ce domaine étaient de faible puissance et qu'ils ne permettaient pas de poser les indications et contre-indications des corticotomies au niveau parodontal, en dehors des contre-indications parodontales connues et décrites liées à l'acte chirurgical.

Nous l'avons vu, les indications des corticotomies sont l'accélération des déplacements dentaires et l'augmentation de l'enveloppe de mouvements possibles. Ce deuxième aspect est très peu décrit, et à l'heure actuelle aucune étude ne nous permet de poser les limites des mouvements possibles sans être iatrogène pour le parodonte profond. Il nous est apparu nécessaire d'étudier comment réagit l'os alvéolaire aux corticotomies.

7.2. Objectif de l'étude

7.2.1. Objectif principal

L'étude proposée aura d'abord pour but l'évaluation des variations d'épaisseur d'os alvéolaire au niveau molaire suite à des corticotomies réalisées dans le cadre d'un déplacement orthodontique molaire aidé par ancrage osseux.

7.2.2. Objectif secondaire

Le second objectif de cette étude sera l'évaluation de l'efficacité d'un traitement orthodontique de déplacement molaire facilité par corticotomies, en termes de temps de traitement, d'amplitude des déplacements et d'atteinte des objectifs fixés.

7.3. Matériel et méthode

7.3.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude clinique prospective comparative.

7.3.2. Lieu de l'étude

Cette étude sera réalisée au pôle odontologie de l'hôpital Bretonneau (2 rue Carpeaux, Paris 18^{ème}), au sein des services de chirurgie orale et d'orthodontie.

7.3.3. Recrutement des patients, critères d'inclusion et d'exclusion

La population de l'étude sera recrutée au sein des patients se présentant en première consultation dans le service d'orthodontie.

Conformément aux indications et contre-indications des corticotomies que nous avons détaillées précédemment, les critères d'inclusion seront :

- Patients en denture adulte jeune ou denture adulte complète ;
- Nécessité d'un déplacement molaire ;
 - ingression
 - égression
 - distalisation
 - mésialisation
 - redressement
- Parodonte sain ou assaini et stabilisé ;
- Bonne hygiène bucco-dentaire ;
- Disponibilité suffisante pour des rendez-vous espacés de 15 jours.

Les critères d'exclusion de patients seront quant à eux les suivants :

- Contre-indications générales à la chirurgie ;
 - immunodépression
 - risque hémorragique
- Contre-indications locales à la pose d'ancrage osseux ;
 - proximité radiculaire
 - proximité sinusienne
 - risque jugé important de léser le nerf mandibulaire ;
- Parodontopathie active ;
- Hygiène bucco-dentaire insuffisante ;
- Disponibilité insuffisante ;

- Manque de motivation/coopération ;
- Traitement anti-inflammatoire en cours ;
- Traitement orthodontique nécessitant des extractions de prémolaires.

Ce dernier point s'explique par la similarité des effets osseux induits par les extractions et par les corticotomies, à savoir une stimulation du remodelage osseux et une baisse de sa densité le temps de la cicatrisation. Ainsi il serait dans ce cas difficile d'attribuer les observations à la corticotomie ou à la réaction osseuse post-extraction. Les cas à extractions seront donc exclus pour éviter ce biais.

Les patients satisfaisant aux critères d'inclusion et d'exclusion se verront proposer les différentes options thérapeutiques possibles : traitement orthodontique conventionnel avec ou sans ancrage osseux, et traitement orthodontique assisté par corticotomie et ancrage osseux. L'information du patient sera faite conjointement par les équipes d'orthodontie et de chirurgie concernant les corticotomies (principe de la technique, bénéfice attendu, intérêts et risques pour le patient, séquence thérapeutique), et devra être de nature à obtenir son consentement éclairé et le cas échéant de renforcer son implication dans le traitement (nécessité d'un suivi rapproché toutes les deux semaines pendant quatre mois suivant l'acte chirurgical) (*Annexe 1*).

7.3.4. Protocole chirurgical

Les corticotomies seront réalisées au bloc opératoire de l'hôpital Bretonneau par l'équipe du Docteur Benjamin Salmon. Celles-ci se feront selon le protocole que nous avons décrit sans élévation de lambeau à l'aide d'un piézetome Acteon[®], sous anesthésie locale, et prémédication sédatrice si besoin.

7.3.5. Protocole orthodontique

Le protocole orthodontique passera par une phase d'alignement et de nivellement des arcades au moyen d'arcs droits à mémoire de forme (Ni-Ti de sections croissantes, ronds puis rectangulaires), jusqu'à la pose d'un arc en acier rectangulaire. Dans les cas d'ingression et d'égression molaire, ces différents arcs ne prendront pas en charge la molaire concernée.

Une fois la phase d'alignement et de nivellement achevée, les ancrages osseux seront posés sous anesthésie locale, quelques jours avant l'intervention chirurgicale. La pose sera guidée soit par une radiographie panoramique, soit par un cliché rétro-alvéolaire afin de s'assurer que l'espace inter-radicaire est compatible avec la pose d'une mini-vis et que

celle-ci ne présente pas de risque pour les structures anatomiques voisines (nerf mandibulaire, sinus, racines adjacentes).

Une fois les corticotomies réalisées, les molaires à déplacer seront immédiatement prises en charge afin de profiter au maximum du Phénomène d'Accélération Régionale, et déplacées en prenant appui sur la mini-vis d'ancrage. Les rendez-vous seront espacés de quinze jours maximum afin de réactiver fréquemment la mécanique mise en œuvre.

7.4. Evaluation des résultats

7.4.1. Critère d'évaluation principal

Le critère d'évaluation principal sera l'épaisseur d'os alvéolaire vestibulaire et palatin au niveau des molaires dont le déplacement aura été assisté par corticotomie.

7.4.2. Critères d'évaluation secondaire

Les critères d'évaluation secondaire seront la vitesse et la quantité de déplacement molaire obtenues grâce aux corticotomies.

7.4.3. Moyens d'évaluation

Un CBCT à faible champ sera prescrit en pré-opératoire (T0) dans le secteur molaire impliqué. Ce CBCT sera prescrit en complément des examens radiologiques habituellement réalisés dans le cadre d'un bilan orthodontique (panoramique dentaire, téléradiographie de profil, si besoin téléradiographie de face et bilan long cône). Un second CBCT dans le même secteur sera ensuite demandé en fin de traitement (T1) afin de comparer par coupes les variations d'épaisseur d'os alvéolaire autour de la molaire.

L'épaisseur des corticales vestibulaire et palatine sera mesurée à T0 et T1 à différentes hauteurs :

- à la jonction amélo-cémentaire ;
- à hauteur de l'apex de la racine la plus longue ;
- à mi-hauteur entre ces deux points.

Le déplacement dentaire (amplitude et vitesse) sera évalué au pied à coulisse à chaque séance. En complément, une empreinte optique (Lythos[®] ou iTero[®]) sera réalisée à chaque séance permettant comparaisons et superpositions (sur des points fixes de référence à déterminer au cas par cas).

7.4.4. Analyse statistique

Les résultats obtenus permettront de comparer les épaisseurs d'os alvéolaire avant et après le traitement (à T0 et à T1) à l'aide d'un test t de Student pour échantillons appariés. Cette analyse statistique permettra de mettre en avant l'existence ou non d'une différence significative entre les épaisseurs d'os alvéolaires avant et après traitement.

7.4.5. Résultats attendus

Il paraît hasardeux d'anticiper sur l'orientation des résultats de ces études. Comme nous l'avons vu précédemment, différentes théories s'opposent sur le potentiel ostéogénique des corticotomies. D'un côté, Thierry et Charrier croient en ce potentiel, s'appuyant sur des travaux sur le porc non-publiés de Charrier et Steve et sur diverses études (Hu *et al.* 2002, Kramer *et al.* 2004, Liou *et al.* 1998). Dans la dernière, il a notamment été démontré histologiquement que le déplacement d'une canine au sein d'un os nouvellement formé suite à une distraction mandibulaire s'accompagnait de la création d'os compact le long du mouvement. Cet os compact a remplacé l'os peu structuré initialement créé par la distraction mandibulaire.

D'autre part, Hu *et al.* ont comparé les effets osseux des corticotomies et des ostéotomies sur des chèvres en *split-mouth* dans le cadre de distraction mandibulaire et ont conclu à une meilleure formation osseuse et une minéralisation plus précoce du côté des corticotomies (par analyse radiographique, histologique et microscopique).

A l'inverse, Sebaoun soutient que le gain de volume d'os n'est attribuable qu'à la greffe d'os bovin réalisée en amont.

Il semble néanmoins plausible que notre étude aboutisse à une légère augmentation de l'épaisseur des corticales vestibulaire et palatine des molaires concernées. Afin d'éviter des complications dans le cas contraire (déhiscences, fénéstrations, récessions gingivales), les mouvements d'expansion par vestibulo-version sont dans un premier temps exclus, dans

l'attente des premiers résultats. Ils pourront être étudiés dans un second temps en cas de résultats favorables observés dans le cadre des mouvements verticaux et mésio-distaux.

8. Conclusion

Provoquant une accélération des mouvements dentaires, de nombreuses études menées tant sur l'homme que chez l'animal ont prouvés que les corticotomies permettaient de réduire significativement les temps de traitements. Cette technique permet également d'augmenter l'enveloppe des mouvements dentaires possibles, voire dans certains cas de limiter les recours à la chirurgie orthognathique.

Le mécanisme biologique à la base de ces possibilités est le Phénomène d'Accélération Régionale. Ce phénomène comprend une diminution localisée de la densité osseuse et une accélération du turn-over osseux.

L'évolution technique permet aujourd'hui d'être très peu invasif et de réaliser les corticotomies avec un inconfort et des effets indésirables minimes pour les patients.

La littérature sur les corticotomies est abondante, mais ne répond pas à l'heure actuelle à toutes les questions. La majorité des articles publiés sont des *case reports*, donc à faible niveau de preuve. Les critères les plus couramment étudiés sont la vitesse de déplacement dentaire et le maintien de l'ancrage molaire, et dans certains cas les effets sur le parodonte superficiel au niveau antérieur, notamment dans le cadre de décompensations incisives.

Aucune étude prospective d'ampleur ne s'est penchée sur les effets des corticotomies sur le parodonte profond au moyen d'imagerie 3D, comme le CBCT. Pourtant, comme nous l'avons évoqué, il n'y a pas de consensus sur un éventuel potentiel ostéogénique propre aux corticotomies. Les radiographies 2D restent la norme dans ces cas (panoramique et téléradiographie de profil), et les rares CBCT utilisés impliquaient une greffe osseuse, faussant l'interprétation du volume osseux, et uniquement au niveau antérieur.

C'est pourquoi nous avons choisi de proposer un protocole d'étude prospective sur les effets des corticotomies sur le volume alvéolaire dans les secteurs molaires. En dépit de l'aspect très attrayant de cette technique vendu par les *case reports*, nous posons en creux la question suivante : que pouvons-nous faire avec les corticotomies, et jusqu'où pouvons-nous le faire? Quelles sont les limites de cet instrument thérapeutique? Et enfin, la réponse à ces questions est-elle généralisable, ou propre à chaque patient?

Nous proposons ici un sujet original d'étude sur les corticotomies, dont le but est d'aider les praticiens orthodontistes et chirurgiens à poser l'indication ou non d'un recours à cette technique. Aucune étude de ce genre n'a jusqu'à aujourd'hui été menée chez l'homme. Elle veut d'une part souligner l'importance d'une prise en charge pluridisciplinaire et d'une communication efficace entre les différents intervenants (orthodontie, chirurgie, parodontologie). D'autre part, elle pose la question de l'existence ou non d'un potentiel ostéogénique propre aux corticotomies, sans le biais évident induit par une greffe simultanée.

D'une part, les corticotomies seront réalisées sans élévation de lambeau, alors que la grande majorité de la littérature décrit des corticotomies avec lambeau. Cette étude pourra donc apporter des informations nouvelles sur cette technique peu invasive et en plein développement.

D'autre part, les corticotomies ne seront pas accompagnées d'une greffe osseuse. Ceci évitera de biaiser l'observation, et permettra d'attribuer intégralement les variations de volume osseux aux corticotomies. Cette étude pourra donc nous aider à statuer, en fonction des résultats, sur un éventuel ostéogénique.

Il ne fait pas de doute que les corticotomies sont appelées à se répandre dans notre pratique compte tenu de la demande croissante de soins orthodontiques dans la population adulte. Si elles doivent devenir un outil comme un autre de notre arsenal thérapeutique, il convient d'en connaître tous les effets, afin d'en poser clairement l'indication.

Bibliographie

- Aboul-Ela SMBE-D, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. févr 2011;139(2):252-9.
- Ahn H-W, Lee D-Y, Park Y-G, Kim S-H, Chung K-R, Nelson G. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal class III patients by using augmented corticotomy: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. août 2012;142(2):199-206.
- Akay MC, Aras A, Günbay T, Akyalçın S, Koyuncue BO. Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. mars 2009;67(3):563-9.
- Alghamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. *Saudi Dent J*. janv 2010;22(1):1-5.
- Aljhani AS, Aldrees AM. Orthodontic treatment of an anterior openbite with the aid of corticotomy procedure: Case report. *Saudi Dent J*. avr 2011;23(2):99-106.
- Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A. Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. oct 2014;72(10):1880-9.
- Amit G, Jps K, Pankaj B, Suchinder S, Parul B. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *J Clin Exp Dent*. 1 déc 2012;4(5):e292-296.
- ANSM. Prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire. 2011.
- Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, Bhandari R, Agarwal DK, Gupta A, *et al*. Assessment of Corticotomy Facilitated Tooth Movement and Changes in Alveolar Bone Thickness - A CT Scan Study. *J Clin Diagn Res JCDR*. oct 2014;8(10):ZC26-30.
- Bousquet P, Artz C, Canal P. Traitement des dents ankylosées par corticotomie partielle : l'Orthodontic Bone Stretching. Étude préliminaire. *Orthod Fr*. 2013;84:333-41.
- Cano J, Campo J, Bonilla E, Colmenero C. Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Exp Dent*. 1 févr 2012;4(1):e54-9.
- Cassetta M, Pandolfi S, Giansanti M. Minimally invasive corticotomy in orthodontics: a new technique using a CAD/CAM surgical template. *Int J Oral Maxillofac Surg*. juill 2015;44(7):830-3.
- Dibart S, Sebaoun J-DM, Surmenian J, Montesani L. Traitement rapide d'une malocclusion de classe II par piézocision : deux cas cliniques. *Parod Dent Restaur*. 2010;30:487-93.

- Generson RM, Porter JM, Zell A, Stratigos GT. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *J Oral Surg Am Dent Assoc* 1965. mars 1978;36(3):216-9.
- Germeç D, Giray B, Kocadereli I, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle Orthod.* sept 2006;76(5):882-90.
- Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *J Periodontol.* mai 2012;83(5):574-80.
- Hu J, Li J, Wang D, Buckley MJ, Agarwal S. Differences in mandibular distraction osteogenesis after corticotomy and osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* avr 2002;31(2):185-9.
- Hwang D-H, Park K-H, Kwon Y-D, Kim S-J. Treatment of Class II open bite complicated by an ankylosed maxillary central incisor. *Angle Orthod.* juill 2011;81(4):726-35.
- Iino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* avr 2007;131(4):448.e1-8.
- Jofre J, Montenegro J, Arroyo R. Rapid Orthodontics With Flapless Piezoelectric Corticotomies : First Clinical Experiences. *Int J Odontostomat.* 2013;7(1):79-85.
- Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* mars 2009;79(2):284-91.
- Köle H. Surgical operations of the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959;12:515-29.
- Kramer F-J, Mueller M, Rahmstorf M, Swennen G, Dempf R, Schierle H. Craniofacial reconstruction by transport distraction osteogenesis: corticotomy versus osteotomy--an experimental study. *J Craniofac Surg.* juill 2004;15(4):556-65.
- Liou EJ, Polley JW, Figueroa AA. Distraction osteogenesis: the effects of orthodontic tooth movement on distracted mandibular bone. *J Craniofac Surg.* nov 1998;9(6):564-71.
- Mao L-X, Shen G-F, Fang B, Xia Y-H, Ma X-H, Wang B. Bone grafting, corticotomy, and orthodontics: treatment of cleft alveolus in a chinese cohort. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* nov 2013;50(6):662-70.
- Mehr R. Efficiency of Piezotome-Corticision Assisted Orthodontics in Alleviating Mandibular Anterior Crowding - A Randomized Controlled Clinical trial. University of Connecticut School of Medicine and Dentistry; 2013.
- Moreau N, Charrier J-B. Corticotomies alvéolaires. *EMC - Médecine Buccale.* 2016;[28-872-M-10]:1-10
- Mostafa YA, Mohamed Salah Fayed M, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* oct 2009;136(4):570-7.

- Murphy CA, Chandhoke T, Kalajic Z, Flynn R, Utreja A, Wadhwa S, *et al.* Effect of corticision and different force magnitudes on orthodontic tooth movement in a rat model. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juill 2014;146(1):55-66.
- Nowzari H, Yorita FK, Chang H-C. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone grafting. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. mai 2008;29(4):200-206; quiz 207, 218.
- Oliveira DD, de Oliveira BF, Soares RV. Alveolar corticotomies in orthodontics: Indications and effects on tooth movement. *Dent Press J Orthod.* août 2010;15(4):144-57.
- Park Y-G, Kang S-G, Kim S-J. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujuutsu Taikai Sokai.* 2006;
- Petitbois R, Scortecchi G. La corticotomie alvéolaire : nouvelle approche chirurgicale grâce à l'ostéo-activation. Principe et protocole. *Int Orthod.* déc 2012;10(4):432-8.
- Sakthi SV, Vikraman B, Shobana VR, Iyer SK, Krishnaswamy NR. Corticotomy-assisted retraction: an outcome assessment. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res.* déc 2014;25(6):748-54.
- Sanjideh PA, Rossouw PE, Campbell PM, Opperman LA, Buschang PH. Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *Eur J Orthod.* févr 2010;32(1):106-13.
- Savard B. Corticotomies alvéolaires par lasercision : une procédure minimalement invasive dans le but d'accélérer les traitements orthodontiques chez l'adulte. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* juin 2016;50(3):253-63.
- Sebaoun J-D, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol.* sept 2008;79(9):1679-88.
- Sebaoun J-DM, Surmenian J, Dibart S. Traitements orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. *Orthod Fr.* 1 déc 2011;82(4):311-9.
- Strippoli J, Akinin J-J. Le concept du déplacement dentaire accéléré par corticotomie ou par piézocision. *Orthod Fr.* 1 juin 2012;83(2):155-64.
- Suchetha A, Lakshmi P, Prasad K, Akanksha G, Sm A, Darshan M. PAOO for faster function, aesthetics and harmony. *N Y State Dent J.* sept 2014;80(5):53-7.
- Thierry M, Charrier J-B. Les corticotomies alvéolaires : principes et applications cliniques. *Int Orthod.* déc 2008;6(4):343-54.
- Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* août 2007;27(4):325-31.
- Wang B, Shen G, Fang B, Yu H, Wu Y, Sun L. Augmented corticotomy-assisted surgical orthodontics decompensates lower incisors in Class III malocclusion patients. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* mars 2014;72(3):596-602.

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 Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg. oct 2009;67(10):2149-59.

Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: the case for corticotomy-induced orthodontics. Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod. juill 2013;144(1):4-12.

Table des illustrations

Figure 1 : Traits verticaux de section osseuse (Thierry et Charrier 2008)	10
Figure 2 : Greffe osseuse par adjonction de bio-matériau (Nowzari <i>et al.</i> 2008)	10
Figure 3 : Exemples de différents schémas de corticotomies selon l'indication orthodontique : accélération des déplacements dentaires (A, B), facilitation de mouvements dentaires difficiles (C, D) (Moreau et Charrier 2016)	11
Figure 4 : Incisions gingivales verticales (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	12
Figure 5 : Insertion du piézetome à travers les incisions (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	13
Figure 6 : 1- Décollement gingival (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	14
Figure 7 : 2- Corticotomie (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	14
Figure 8 : 3- Greffe osseuse (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	14
Figure 9 : 4- Sutures (Sebaoun <i>et al.</i> 2011)	14
Figure 10 : Conception d'un guide chirurgical mandibulaire à partir de logiciel CAD/CAM (Cassetta <i>et al.</i> 2015)	15
Figure 11 : Utilisation du guide chirurgical pour l'incision (à gauche) et la corticotomie (à droite) (Cassetta <i>et al.</i> 2015)	15
Figure 12 : a : Ostéotenseur manuel; b : Ostéotenseur rotatif (Petitbois et Scortecchi 2012)	16
Figure 13 : Cortico-trabéculo-corticotomie vestibulo-palatine entre 21 et 22 (impact unique) (Petitbois et Scortecchi 2012)	17
Figure 14 : Photographie et panoramique pré-orthodontique montrant l'extrusion sévère de 26 et 27, l'irrégularité du plan d'occlusion et la présence de 28 (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	23
Figure 15 : A : début de l'application de forces d'ingression, 7 jours après les corticotomies; B : après 2 mois d'ingression; C : après 4 mois d'ingression (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	24
Figure 16 : D : situation clinique 5 mois post-corticotomie, lors du retrait des mini-vis; E : couronnes provisoires de 36 et 37; F : panoramique montrant le nivellement du secteur 2 (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	24
Figure 17 : Situation pré-thérapeutique; A : modèles d'étude montrant l'égression molaire secteur 1; B : téléradiographie de profil objectivant la non-planéité du plan d'occlusion maxillaire (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	25
Figure 18 : Situation en cours de traitement ; A : ajout d'une prothèse amovible mandibulaire pour obtenir des forces occlusales; B : nivellement obtenus après 7 mois de traitement; C : situation finale avec les couronnes implanto-portées mandibulaires (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	26

Figure 19 : Application des forces extra-orales; E : Téléradiographie de profil de fin de traitement, arcade maxillaire nivelée (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	26
Figure 20 : Situation pré-traitement : égression de 26 chez un patient de 21 ans lié à l'absence de dent antagoniste (Oliveira <i>et al.</i> 2010).....	27
Figure 21 : B : début de l'ingression molaire, 7 jours après corticotomies; C : nivellement presque achevé, 4 mois après corticotomies (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	28
Figure 22 : Situation pré-traitement : béance antérieure, absence de 36 et 46 (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	29
Figure 23 : A : corticotomie vestibulaire; B : corticotomie palatine; C et D : mis en place du disjoncteur maxillaire avec plans de surélévation latéraux (Oliveira <i>et al.</i> 2010)	29
Figure 24 : Multi-attaches maxillaire et mandibulaire dans les dernières phases du traitement (Oliveira <i>et al.</i> 2010).....	30
Figure 25 : Nivellement des arcades avant corticotomies (Hwang <i>et al.</i> 2011).....	32
Figure 26 : Nivellement de 11 après corticotomies (Hwang <i>et al.</i> 2011).....	33
Figure 27 : Fin de traitement (Hwang <i>et al.</i> 2011)	33
Figure 28 : Schéma de l'appareillage orthodontique mis en place (Iino <i>et al.</i> 2007)	36
Figure 29 : Corticotomie vestibulaire avec lambeau du côté expérimental (Iino <i>et al.</i> 2007)	36
Figure 30 : Comparaison des vitesses de déplacement dentaire avec et sans corticotomie (Iino <i>et al.</i> 2007).....	37
Figure 31 : Coupe histologique dans le groupe expérimental, zone de hyalinisation visible uniquement à T1 (Iino <i>et al.</i> 2007)	38
Figure 32 : Coupe histologique côté témoin, hyalinisation visible à T1, T2 et T4 (Iino <i>et al.</i> 2007).....	38
Figure 33 : Corticotomie avec lambeau au niveau du site d'extraction de la deuxième prémolaire maxillaire (Mostafa <i>et al.</i> 2009)	39
Figure 34 : Distalisation prémolaire avec ressort en nickel-titanium et ancrage osseux (Mostafa <i>et al.</i> 2009)	40
Figure 35 : Radiographie rétro-alvéolaire d'évaluation du mouvement dentaire (Sandijeh <i>et al.</i> 2010)	41
Figure 36 : a : Avec corticotomies, classe I canine obtenue à 2 mois; b : sans corticotomie, rapports canins toujours en classe II à 2 mois (Aboul-Ela <i>et al.</i> 2011)	44
Figure 37 : Tableau de réponses en pourcentage aux questions relatives à la douleur à T1, T2, T3 et T4 (Al-Naoum <i>et al.</i> 2014)	46
Figure 38 : Tableau de réponses en pourcentage aux questions relatives aux gonflement et à l'inconfort à T1, T2, T3 et T4 (Al-Naoum <i>et al.</i> 2014)	46

Figure 39 : Méthode de mesure de la perte d'ancrage sur les téléradiographies de profil, (Sakthi <i>et al.</i> 2014)	48
Figure 40 : Superposition objectivant la rétraction incisive maxillaire et mandibulaire (Sakthi <i>et al.</i> 2014)	48
Figure 41 : Tableau comparatif de la perte d'ancrage molaire maxillaire et mandibulaire dans le groupe expérimental et dans le groupe témoin (Sakthi <i>et al.</i> 2014)	49
Figure 42 : Mesures réalisées au CBCT à T0 (A), T1 (B) et T2 (C) : longueur radiculaire (I), hauteur corticale vestibulaire (II) et linguale (III), épaisseur corticale vestibulaire (IV) et linguale (V) (Wang <i>et al.</i> 2014)	50
Figure 43 : C : apposition de Bio-Oss; D : couverture de la greffe par une membrane collagénique) (Wang <i>et al.</i> 2014).....	51
Figure 44 : Mesures céphalométriques : 1 : angle axe incisif/plan mandibulaire ; 2 : angle axe de symphyse/plan mandibulaire ; 3 : angle incisive/symphyse ; 4 : épaisseur alvéolaire à l'apex ; 5 : épaisseur alvéolaire au point B (Ahn <i>et al.</i> 2012).....	53
Figure 45 : Protocole opératoire de l'étude, corticotomie avec greffe d'os bovin (Ahn <i>et al.</i> 2012).....	54
Figure 46 : Modèles de réponse alvéolaire décrits : N=9 : version du procès alvéolaire avec augmentation de la hauteur crestale; N=6 : version du procès alvéolaire sans augmentation de la hauteur crestale. B et C : illustrations cliniques de ces deux modèles (Ahn <i>et al.</i> 2012).....	55
Figure 47 : Elévation de lambeau vestibulaire (A) et palatin (B) (Akay <i>et al.</i> 2009).....	56
Figure 48 : A : mini-plaques d'ancrage en vestibulaire ; B : mini-vis placées en palatin des molaires (Akay <i>et al.</i> 2009)	56
Figure 49 : Ingression postérieure avec ancrages osseux vestibulaires et palatins (Akay <i>et al.</i> 2009)	57
Figure 50 : Guide radiographique (Jofre <i>et al.</i> 2013)	59
Figure 51 : Arcades pré-traitement et à 4 mois de traitement (Jofre <i>et al.</i> 2013).....	60
Figure 52 : Vue endoscopique d'une corticotomie; le saignement indique que l'os spongieux est atteint (Hernandez-Alfaro et Guijarro-Martinez 2012)	61

Annexe 1 : Feuille de consentement éclairé à faire signer par le patient



N°FINESS : 750041543

Paris, le,

SERVICE D'ODONTOLOGIE
2 RUE CARPEAUX – 75018 PARIS
ACCUEIL/RENDEZ-VOUS
+ 33 (0)1 53 11 14 00

Chef de Service :
Professeur Jean-Jacques LASFARGUES
+33 (0)1 53 11 14 15
Jean-jacques.LASFARGUES@brt.aphp.fr

Adjoints :
Dr Charles-Daniel ARRETO
Dr Frédéric COURSON

Secrétariat :
Sylvie BLOCOURT
+33(0) 153 11 14 15
sylvie.blocourt@brt.aphp.fr
Jocelyne DELACROIX
+33(0) 153 11 14 40
Télécopie : +33(0) 153 11 14 19
jocelyne.delacroix@aphp.fr

**Faisant Fonction de Cadre et
Infirmière Référente :**
Anne ROBERT
+33 (0) 153 11 14 11
anne.robert@brt.aphp.fr

**Odontologie Conservatrice
et Endodontie**
J. Jacques LASFARGUES
Catherine CHAUSSAIN
Eric BONTE
Daniel NEBOT

Odontologie Pédiatrique
Frédéric COURSON
Nadège JEGAT

Orthodontie Dento-faciale
Malika BENAHMED
Agnès KAMOUN
Bvire LE NORCY

Parodontologie
Dominique GUEZ

Pathologie – Chirurgie
Charles - Daniel ARRETO
Jean-Luc CHARRIER
Anne-Laure EJEIL
Benjamin SALMON

Prothèses
Laurent PIERRISNARD
Marc CHERRUAU
Jean-Marie CHEYLAN
Daniel DOT
Nicolas EID
Patrick RENAULT

Ainsi que le Docteur me l'a demandé, et pour répondre aux obligations légales, je, soussigné(e) né(e) le, confirme avoir été informé(e) par lui, dans le détail, de l'ensemble des informations spécifiques à l'intervention dont je dois bénéficier, à savoir des corticotomies alvéolaires dans le cadre de mon traitement orthodontique.

J'ai été informé(e) par le Docteur des bénéfices attendus de cette intervention, mais aussi du risque d'échec, de résultat incomplet ou décevant. J'ai donc compris qu'un résultat n'est jamais garanti d'avance, même avec les techniques les plus fiables. Les explications fournies l'ont été en termes suffisamment clairs pour me permettre d'arrêter mon choix en faveur de l'intervention proposée parmi d'autres alternatives thérapeutiques.

J'ai aussi été informé(e) des risques de complications et d'effets indésirables liés à l'intervention (douleurs et gonflements post-opératoires, hématomes sous-cutanés, perte osseuse, réduction des papilles inter-dentaires, atteinte des racines des dents, atteinte de la vitalité de la pulpe dentaire, cicatrice disgracieuse).

J'ai compris que la réalisation de corticotomies implique une fréquence de rendez-vous orthodontiques plus importante, espacés de quinze jours maximum pendant les quatre mois suivant les corticotomies, afin d'exploiter au mieux les bénéfices attendus de cette intervention. Je m'engage expressément à me rendre aux consultations prévues et à me soumettre à tous les soins, précautions ou recommandations qui me seront prescrit en pré ou en post-opératoire.

Signature :

**Les opinions émises dans les dissertations présentées
doivent être considérées comme propres à leurs auteurs,
sans aucune approbation ni improbation de la Faculté de
Chirurgie Dentaire.**

SÉE Robin. Etablissement d'un protocole d'étude des effets des corticotomies sur l'épaisseur d'os alvéolaire au cours d'un traitement orthodontique de déplacement molaire. 2017. 83 p. : ill., graph., tabl. Réf. Biblio. : 75-78.

Sous la direction de : M. le Docteur Yves SOYER et M. le Professeur Yvon ROCHE

Th : Chir Dent. : Paris 7 : 2017

RESUME :

Les patients adultes sont de plus en plus désireux d'un traitement orthodontique, pourtant nombre d'entre eux renoncent, rebutés par la durée moyenne d'un traitement classique. Les corticotomies alvéolaires constituent une nouvelle approche thérapeutique de cette patientèle.

Avec le temps, l'évolution des connaissances et des moyens techniques, la réalisation de cet acte est progressivement passé du déplacement de blocs osseux, contenant les dents, les uns par rapport aux autres, à des chirurgies de plus en plus mineures et de moins en moins invasives. Ceci a permis un plus grand confort des patients, d'où une meilleure acceptation conduisant au regain d'intérêt aujourd'hui constaté.

Les bénéfices de cette intervention en termes d'accélération des mouvements dentaires ont bien été décrits, mais les études concernant les conséquences des corticotomies sur le parodonte profond sont plus rares.

Jusqu'où peut-on aller avec les corticotomies sans effet délétère sur les structures périphériques, et notamment le parodonte profond?

Le but de cette thèse sera donc d'établir un protocole d'étude sur les effets des corticotomies sur les modifications d'épaisseur d'os alvéolaire dans le cadre d'un mouvement orthodontique ; ceci en nous basant sur ce qui a déjà été fait et ce qui n'a pas été fait en termes de protocole expérimental, après quelques rappels historiques et pose des indications, contre-indications et des protocoles opératoires.

TITRE en anglais : Establishing a protocol for the study of the corticotomy effects on alveolar bone thickness during orthodontic treatment of molar displacement.

DISCIPLINE : Orthopédie Dento-Faciale, Chirurgie Orale

MOTS-CLES Français : Corticotomies, protocole d'étude, épaisseur d'os alvéolaire

MOTS-CLES Anglais : Corticotomy, study protocol, alveolar bone thickness