



**HAL**  
open science

# Intérêt des corticotomies pro-orthodontiques : analyse des techniques actuelles sans lambeau

Florent Sanchez

► **To cite this version:**

Florent Sanchez. Intérêt des corticotomies pro-orthodontiques : analyse des techniques actuelles sans lambeau. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-04084471

**HAL Id: dumas-04084471**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04084471v1>**

Submitted on 28 Apr 2023

**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

**THESE**

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université  
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire  
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

**Intérêt des corticotomies pro-orthodontiques  
Analyse des techniques actuelles sans lambeau**

Présentée par

**SANCHEZ Florent**

Né le 2 septembre 1988  
A Nantes

Thèse soutenue le **11 Octobre 2022**

Devant le jury composé de

**Président : Professeur LE GALL Michel**

**Assesseurs : Docteur ROCHE-POGGI Philippe**

**Docteur PRECKEL Bernard**

**Docteur HAMMOUTENE Stéphane**



***Aux membres du jury,***

**A notre Président de thèse,**

**Monsieur le Professeur M. Le Gall**  
Professeur des Universités  
Praticien Hospitalier

Je vous remercie pour l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de présider ce jury.

Merci pour le temps et l'aide précieuse que vous m'avez accordé au cours de la réalisation de ce travail. Je me souviendrai de la qualité de votre enseignement que vous nous avez toujours prodigué dans la générosité et la bonne humeur, ainsi votre empathie envers les patients.

Soyez assuré de ma vive reconnaissance et de mon admiration.

**A notre Directeur de thèse,**

**Monsieur le Docteur P. ROCHE-POGGI**  
Maître de Conférences des Universités  
Praticien Hospitalier

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter d'être mon directeur de thèse et je vous en suis très reconnaissant.

Vous avez su tout en étant à mon écoute me diriger et me conseiller avec gentillesse et bienveillance. En plus de la qualité de votre enseignement, vos qualités humaines et votre compétence clinique resteront une source d'inspiration dans ma pratique future.

Veillez recevoir par ce travail l'expression de ma profonde reconnaissance et de ma sincère admiration.

**A notre Jury,**

**Monsieur le Docteur B. PRECKEL**  
Maître de Conférences des Universités  
Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté de me faire l'honneur de faire partie de ce jury.  
Au cours de ma formation, j'ai particulièrement apprécié vos enseignements pratiques et théoriques que vous avez su délivrer avec rigueur et humanité.  
Vous demeurerez pour moi un exemple à suivre pour vos qualités cliniques et votre altruisme à l'égard des patients.  
Vous trouverez dans ce travail l'expression de mon admiration et de mon plus grand respect.

**A notre Jury,**

**Monsieur le Docteur S. HAMMOUTENE**  
Assistant des Hôpitaux

J'apprécie l'honneur que vous me faites en acceptant de faire partie de ce jury.  
Je vous remercie pour la confiance dont vous avez fait preuve à mon égard au cours de ma formation dans le service de chirurgie orale et je me souviendrai agréablement de cet après-midi où vous m'avez guidé dans la réalisation de ma première régularisation de crête.  
Que ce travail soit pour vous le témoignage de mon estime et de ma sincère gratitude.

# ***Je dédie cette thèse,***

## **À Lucile, la femme de ma vie**

Merci pour ton soutien, tes encouragements et ta patience au cours de cette reprise d'études que ta présence a rendu plus facile et agréable. Ta douceur et ton humour sont des sources de bonheur au quotidien et ces années passées ensemble ont été magnifiques tout comme le seront je l'espère toutes les autres à venir à l'Estaque.  
Je t'aime plus que tout

## **À ma mère**

Merci pour ta persévérance et ton soutien indéfectible lorsque j'ai pu en avoir besoin. Comme tu le sais je n'en serais pas là sans toi, sans ton aide et toute ton affection. Tu as toute ma reconnaissance ainsi que mon admiration pour ta modestie malgré ton parcours, tes valeurs et tes actes toujours tournés vers ton prochain sans jamais t'en vanter, ton intelligence et ta sensibilité.  
Avec tout mon amour.

## **À mon père**

Merci pour le goût des sciences et les enseignements que tu m'as transmis ainsi que ton appui au cours de ces années. Merci pour les mots que tu as su trouver pour me faire plaisir ou me guider selon les situations. J'admire ton dévouement envers ta propre mère, ta culture et ton intelligence, ton hospitalité lorsque nous vous rendons visite ainsi que ton goût pour les choses simples.  
Avec tout mon amour.

## **À ma famille : Odette, Lionel, Mila, Odile, Hervé, Françoise, Alain, Béatrice, Éric, Alice, Vincent, Anna, Maxime, Anne, Damien, Louis, Anaëlle, Laurianne, Amélie, Nicolas**

Pour votre soutien, vos conseils et vos encouragements.  
En témoignage de mon respect et de ma profonde affection.

## **À tous mes amis**

Pour tous ces bons moments passés ensemble et ceux à venir ainsi que vos encouragements.  
En témoignage de mon amitié sincère.

# SOMMAIRE

<b>I- Traitement orthodontique et corticotomie avec lambeau : principes et intérêts.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Biologie du traitement orthodontique .....</b>	<b>2</b>
<b>a. Physiologie du déplacement dentaire provoqué .....</b>	<b>2</b>
a.1. Le modèle de Baron .....	2
a.2. Initiation du mouvement dentaire .....	2
a.3. Le remodelage osseux .....	3
a.4. Mécanismes histo-physiologiques du déplacement dentaire en réponse à l'application d'une force .....	4
a.4.1. La mécanotransduction .....	4
a.4.2. La réaction inflammatoire .....	4
a.5. Facteurs physiologiques et médicamenteux influençant le remodelage osseux .....	5
<b>b. Potentiels effets délétères du temps prolongé du traitement orthodontique .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Biologie osseuse : le phénomène d'accélération régional .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Définition et Historique des techniques de corticotomie .....</b>	<b>8</b>
a. Définition .....	8
b. Historique .....	9
<b>5. Intérêts et limites de la corticotomie .....</b>	<b>13</b>
a. Études sur l'animal .....	13
b. Intérêts .....	13
c. Limites .....	14
<b>6. Généralités à propos de la technique opératoire de la corticotomie avec lambeau .....</b>	<b>15</b>
<b>II- Techniques des corticotomies sans lambeau .....</b>	<b>17</b>
1. Généralités à propos des techniques sans lambeau .....	17
2. Indications des corticotomies .....	18
3. Contre-indications .....	18
a. Contre-indications locales .....	18
b. Contre-indications générales .....	19
b.1. Relatives .....	19
b.2. Absolues .....	19
4. Protocole .....	20
a. Analyse préalable .....	20
a.1. Dossier patient et anamnèse .....	20
a.2. Examens Biologiques .....	21
a.3. Examen extra et intra-oral .....	22
a.4. Examens radiologiques et tomодensitométriques .....	22
a.5. Consentement .....	22
b. Recommandations et informations à délivrer au patient .....	23
b.1. Conseils post opératoires .....	23
b.2. Douleurs oro-faciales .....	24

5. Description des outils à disposition du praticien .....	25
a. Tomographie à faisceau conique .....	25
b. Guide chirurgical conçu avec assistance numérique .....	26
c. Fraise et scies à os .....	27
d. Piezotome .....	27
e. Ostéotenseur .....	30
f. Laser erbium .....	31
g. Biostimulation Laser .....	31
h. Xénogreffes, substituts osseux .....	32
6. Description des techniques sans lambeau .....	33
a. Généralités concernant la technique opératoire .....	33
b. Corticocision .....	34
c. Piézocision .....	35
d. Utilisation de l'ostéotenseur .....	37
e. Corticotomie sans lambeau avec un laser erbium .....	38
7. Gestion des suites et complications opératoires .....	40
a. Généralités .....	40
b. Gestion de la douleur .....	40
c. Hématomes et saignements persistants .....	41
d. Œdème .....	41
e. Infection du site opératoire .....	41
f. Trouble de la sensibilité orofaciale .....	41
g. Complications plus rares .....	41
<b>III- Analyse bibliographique et discussion .....</b>	<b>42</b>
1. Orthodontie traditionnelle vs corticotomies .....	42
2. Corticotomie traditionnelle vs sans lambeau .....	45
3. Corticotomie par piézocision vs corticotomie assistée par laser .....	47
4. Revue systématique et méta-analyse .....	48
5. Conclusion .....	51

Bibliographie

# I- Traitement orthodontique et corticotomie avec lambeau : principes et intérêts

## 1. Introduction

En provoquant un déplacement dentaire planifié au préalable, le traitement orthodontique a pour objectifs de rétablir la fonction et de corriger l'esthétique dento-faciale.

La durée des traitements orthodontiques est généralement longue, de quatre mois pour des corrections les plus simples à trente mois dans des cas complexes.

De nombreux facteurs sont à prendre en compte tels que l'âge du patient, sa collaboration, les objectifs et moyens du traitement, ou encore son inscription dans une éventuelle prise en charge multidisciplinaire.

La demande de traitement orthodontique chez l'adulte a augmenté au cours des dernières décennies, or chez ce dernier, le métabolisme est ralenti et la croissance a cessé, la réponse tissulaire au traitement orthodontique est plus lente que chez l'enfant et l'adolescent.

La durée de traitement chez l'adulte, qui est un des principaux freins à son acceptation, se trouve donc rallongée.

Du fait de complications possibles, du coût et de l'inconfort engendrés, le raccourcissement de cette durée est un bénéfice thérapeutique intéressant.

La corticotomie alvéolaire est une technique chirurgicale de scarification de la corticale alvéolaire dans la région où le déplacement dentaire est recherché. Elle entraîne un phénomène physiologique décrit par Frost en 1989, propice à l'accélération du mouvement dentaire qui sera décrit ci-après (1)(2).

Plusieurs techniques ont été pratiquées au cours du siècle dernier mais se sont révélées initialement particulièrement invasives. En constante évolution, elles ont fait l'objet de nombreuses études.

De nos jours la stabilité de leurs résultats ainsi que la diminution des complications post-opératoires tendraient à démontrer la fiabilité de leur utilisation afin d'accélérer un traitement orthodontique chez l'adulte.

Finalement, elles permettraient de plus grands déplacements dentaires ainsi qu'une diminution du risque de résorption radiculaire et un gain de stabilité du traitement orthodontique (3).

L'objectif de ce travail est dans un premier temps de décrire le fondement physiologique du déplacement dentaire provoqué et son articulation avec l'efficacité de ces techniques chirurgicales ; puis après avoir décrit leur évolution au cours du temps et leur diversité actuelle, d'analyser les résultats des études récentes les concernant.

## 2. Biologie du traitement orthodontique

### a. Physiologie du déplacement dentaire provoqué

#### a.1. Le modèle de Baron

Le déplacement dentaire recherché par le traitement orthodontique est induit par des phénomènes histo-physiologiques complexes, cette réponse tissulaire dépendra de nombreux facteurs thérapeutiques et anatomiques.

En effet, le traitement orthodontique, en appliquant des forces de pressions contrôlées sur les tissus dentaires provoque un remodelage des tissus péri-dentaires (4).

Ces forces s'appliquent au niveau du cément, du desmodonte, et de l'os alvéolaire.

On parle au niveau ligamentaire de zones comprimées dites « en pression » et des zones étirées dites « en tension ».

Du côté en pression on observe une perturbation du flux sanguin au sein du ligament alvéolodentaire comprimé entraînant par la mort de ses cellules, un processus de hyalinisation (nécrose du tissu), du côté en tension, l'activation du flux sanguin au sein du ligament alvéolodentaire étiré favorise l'activité ostéoblastique comme il le sera décrit ci-après (5)(6)(7)(8).

Baron décrit en 1975 le mouvement dento-alvéolaire par un modèle en trois phases :

- Une « phase initiale » (24 h - 2 j) correspondant à un mouvement rapide de faible amplitude de la dent au sein de son alvéole par compression élastique de son ligament.

- Une « période de latence » (20 - 30 j) au cours de laquelle le déplacement dentaire est faible ou nul. Au cours de cette phase le ligament alvéolodentaire subit un phénomène de hyalinisation dans les zones « en pression » et jusqu'à la résorption totale du tissu nécrotique, aucun mouvement n'est observé, ce dernier empêchant les ostéoclastes d'arriver sur le site pour résorber l'os alvéolaire.

- Une « période de post-latence » au cours de laquelle le taux de déplacement augmente graduellement ou subitement de par l'initiation de la résorption osseuse.

#### a.2. Initiation du mouvement dentaire

Deux théories pourraient expliquer cette initiation du mouvement dentaire suite à l'application d'une force : la théorie de la pression/tension et la théorie de la courbure alvéolaire.

Dans la première, c'est la variation de largeur du ligament alvéolodentaire qui induirait sa désorganisation et des modifications des populations cellulaires avoisinantes ainsi que de leur activité.

Concernant la deuxième théorie, au cours d'un traitement orthodontique, une force appliquée sur les dents est aussi transmise à leurs ligaments et à leur tissu de soutien : l'os alvéolaire ; l'os étant plus élastique que les structures solides du ligament alvéolodentaire et de la dent, soumis à une force il se courbe plus vite.

Or cette courbure induit un phénomène piézoélectrique (*un flux électrique ou les électrons sont déplacés d'une maille cristalline à l'autre*) qui pourrait jouer un rôle initiateur en polarisant certaines molécules ou ions interagissant avec les populations cellulaires concernées (4).

### a.3. Le remodelage osseux

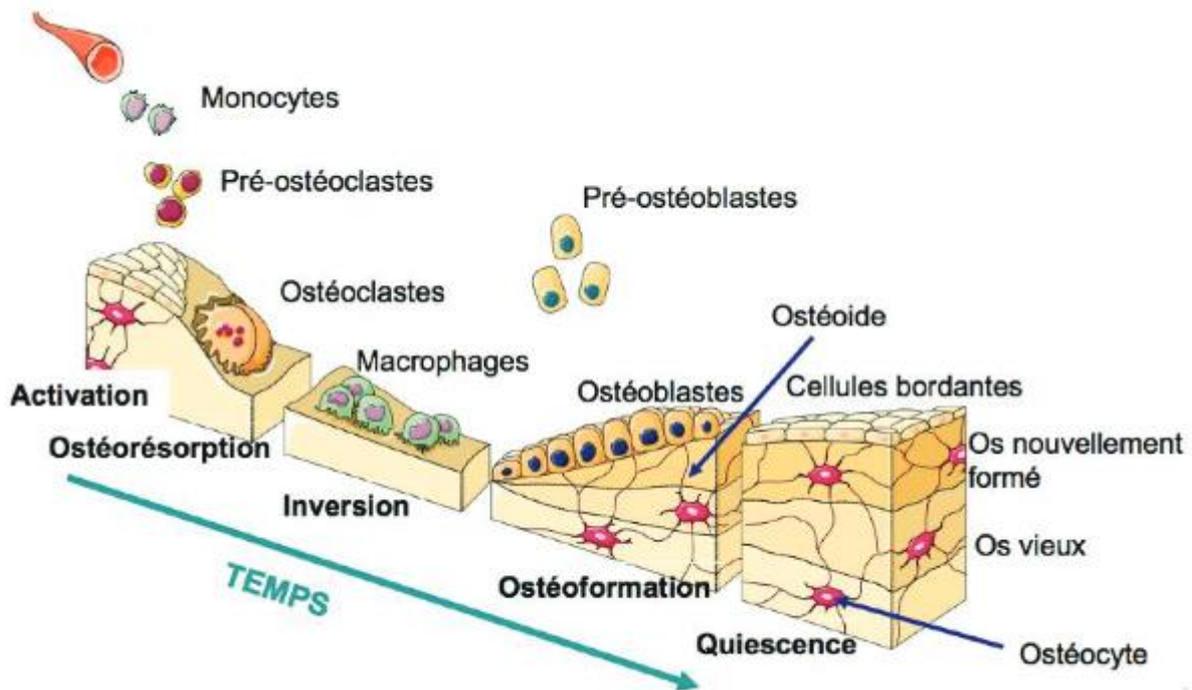
Comme il le sera abordé ci-après, un remodelage de l'os alvéolaire circonscrivant les racines dentaires est impératif au mouvement dentaire.

Le tissu osseux constitue un réservoir de calcium et de phosphore dans lequel l'organisme peut puiser, ainsi son remodelage permet la régulation de l'équilibre phosphocalcique. S'effectuant en permanence, il est aussi mis en jeu au cours de processus réparatoires face à une agression et est soumis à l'influence de nombreux facteurs systémiques et locaux (leur dérèglement pourra induire des déséquilibres pathologiques) (9).

Il suit un cycle physiologique présent chez tous les individus, et a été décrit par Baron en quatre phases :

- Une phase d'activation au cours de laquelle les cellules bordantes vont s'activer, dégrader la couche collagénique sous-jacente et activer des pré ostéoclastes par chimiotactisme.
- Une phase de résorption active : les pré ostéoclastes ont proliféré, adhéré à l'os et fusionné pour former des ostéoclastes multinucléés. Ces ostéoclastes, fixés à la matrice osseuse y produisent des lacunes en la résorbant.
- Une phase d'inversion où l'on observe le remplacement des ostéoclastes par des cellules mononucléées de type macrophages. En déposant au sein de la lacune une ligne cémentante, ils la préparent à son comblement.
- Une phase de formation osseuse par les ostéoblastes, ils sont issus de la différenciation de cellules souches mésenchymateuses et apposent une matrice organique.

Enfin on observe un état de repos au cours duquel la matrice va être minéralisée par les ostéoblastes, devenus ostéocytes, dans l'attente d'un nouveau cycle de résorption-formation (10).



#### **Cycle du remodelage osseux**

Cohen G. Les cellules souches pour induire la régénération osseuse. 1993;91.

#### **a.4. Mécanismes histo-physiologiques du déplacement dentaire en réponse à l'application d'une force**

Le mouvement dentaire induit par le traitement orthodontique est un processus à médiation cellulaire siégeant à proximité du ligament alvéolodentaire.

En effet une force soutenue sur une dent se traduit par des migrations de populations cellulaires dans la région bordant son ligament : des monocytes précurseurs venant de l'afflux sanguin vers la zone en pression, se transforment en ostéoclastes responsables de résorptions osseuses et des cellules souches mésenchymateuses se transforment en odontoblastes responsables d'appositions osseuses dans les zones en tension.

Au cours du traitement, l'activité ostéoclastique sera majorée au sein de la lamina dura avoisinant le ligament alvéolodentaire coté « en pression », et une apposition osseuse se produira dans les zones « en tension » (4)(11).

Ces effets sur les populations cellulaires des tissus soumis à une force peuvent s'expliquer par deux processus physiologiques : la mécanotransduction, et la réaction inflammatoire.

##### **a.4.1. La mécanotransduction**

Les fibroblastes au sein du ligament alvéolodentaire et les ostéocytes au sein de l'os alvéolaire sont des cellules mécano sensibles (4)(12).

L'application d'une force sur leur environnement entraîne une polarisation de celui-ci du fait de la courbure alvéolaire et une cascade de réactions aboutissant à leur déformation mécanique.

En effet la polarisation de la matrice extra cellulaire (MEC) entraîne des variations fonctionnelles et structurelles de protéines qu'elle contient, mais aussi de la membrane cytoplasmique des cellules (qui devient plus perméable à certains ions et expose des sites de fixations de protéine transmembranaires faisant la liaison entre MEC et cytosquelette) et en finalité du cytosquelette des cellules concernées (4).

Enfin, le milieu environnant les ostéocytes est poreux : l'os trabéculaire constitue un système lacuno-caniculaire, sa déformation entraîne un flux interstitiel en son sein (13), auquel les ostéocytes sont sensibles(14) et qui pourrait ainsi participer à l'initiation du remodelage osseux (15).

##### **a.4.2. La réaction inflammatoire**

Une réaction inflammatoire aseptique est induite par la sécrétion et l'action de nombreuses molécules, lesquelles agissent sur les populations cellulaires avoisinantes et leur environnement au sein des zones en pression et en tension du desmodonte.

L'application d'une force mécanique altère les tissus péri-dentaires qui y sont exposés, à commencer par les fibres nerveuses périphériques du ligament parodontal qui se trouvent écrasées, elles sécrètent alors des neuropeptides : calcitonin gene-related protein (CGRP) et substance P.

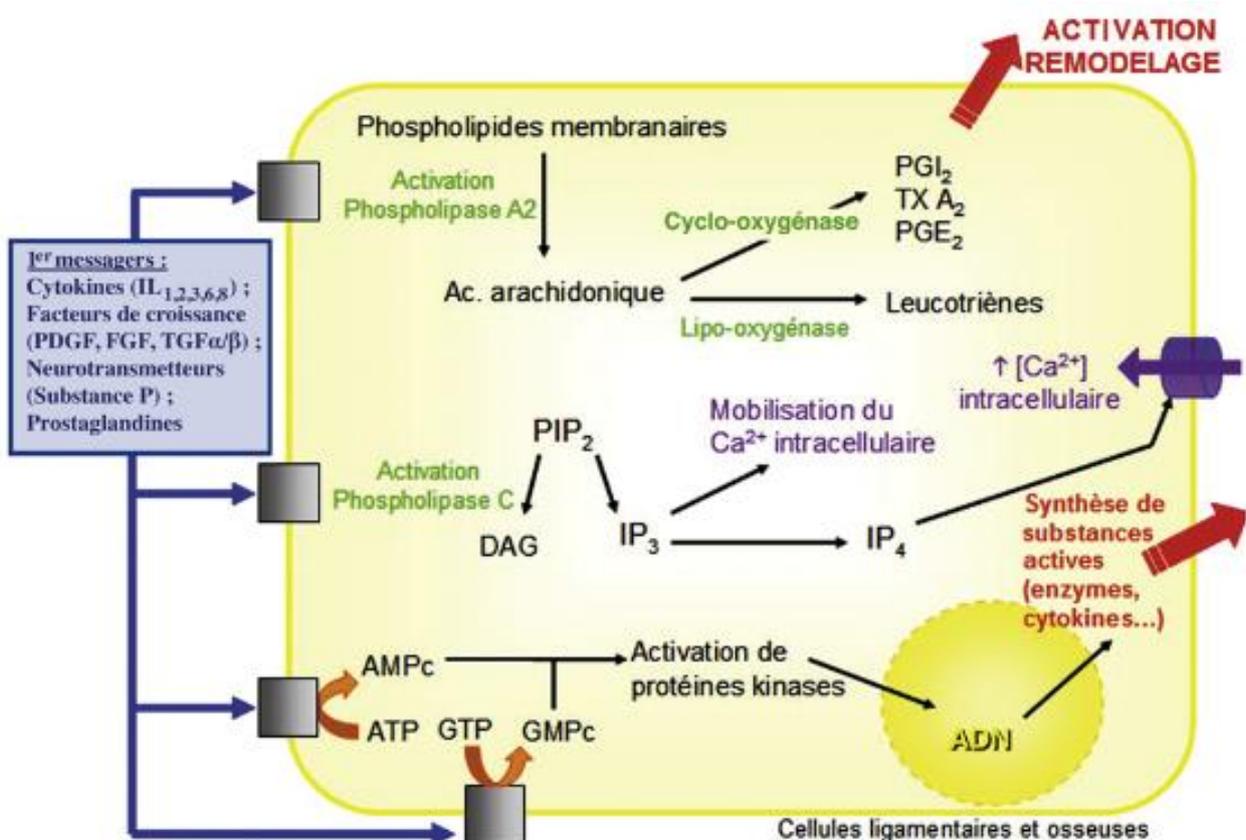
Ces neurotransmetteurs ont un effet vasodilatateur sur leur environnement ainsi qu'une influence sur le remodelage osseux : des récepteurs pour le CGRP sont retrouvés sur les ostéoblastes, les lymphocytes et les mastocytes et l'activation de ces récepteurs entraîne la synthèse et la libération de cytokines par ces cellules.

*(La CGRP favorise la formation d'os en inhibant l'activité ostéoclastique et en favorisant l'activité ostéoblastique)(16).*

L'augmentation de la perméabilité vasculaire facilite la diapédèse de leucocytes par infiltration, ces cellules ainsi que les fibroblastes et ostéoblastes déjà présents produisent alors des cytokines inflammatoires qui comprennent des facteurs dérivés des lymphocytes et des monocytes, des facteurs de stimulation des colonies cellulaires et de croissance ainsi que des facteurs chimiotactiques, agissant de façon synergique selon des modes autocrines et paracrines.

Ces sécrétions induisent l'initiation des premières phases cellulaires du remodelage osseux (recrutement de précurseurs, maturation et contrôle des cellules effectrices...) (17).

Ce remodelage est initié au sein des cellules par l'intermédiaire de deux voies principales découlant de cette réaction inflammatoire : la voie adénosine 3',5'monophosphate cyclique (AMPC) et guanosine monophosphate cyclique (GMPC) et la voie des phosphoinositides.



**Principales voies de signalisation intracellulaire consécutives à l'application d'une force orthodontique**

LE GALL M., SASTRE J., *The fundamentals of tooth movement, International Orthodontics 2010 ; 8 : 1-13.*

**a.5. Facteurs physiologiques et médicamenteux influençant le remodelage osseux**

Les facteurs physiologiques individuels et l'administration de certains médicaments peuvent avoir une incidence sur le remodelage osseux et ainsi sur la durée du traitement orthodontique (7).

Ainsi Verna et ses collaborateurs ont réalisé en 2000 et 2003 des études chez des rats dont les conditions hormonales étaient modifiées (Hyper/hypothyroïdie, gestation, augmentation PTH...) afin d'induire des conséquences sur le remodelage osseux (18)(19).

Ces études ont montré que la trophicité du remodelage osseux influence la réponse à l'application d'une force orthodontique : une altération métabolique de l'os entraîne des variations de temps de traitement, un remodelage rapide induit un déplacement dentaire rapide alors qu'un remodelage plus lent entraîne un ralentissement du mouvement dentaire par rapport à des rats en condition normale.

Auparavant Goldie et ses collaborateurs avaient montré en 1984 (20), au cours d'une étude chez le rat que l'accélération du mouvement dentaire pouvait être attribuée à l'augmentation du remodelage osseux mais aussi à une diminution de sa minéralisation et donc de sa densité. Ils suggèrent aussi que la baisse de densité de l'os alvéolaire pourrait entraîner moins de résorption radiculaire au cours du traitement orthodontique et une accélération du mouvement dentaire.

Afin d'induire une inflammation facilitant le remodelage osseux, des administrations de molécules telles que des prostaglandines, interleukines, leucotriènes, AMPC ou encore de la vitamine D, ont été expérimentées.

Cependant l'existence d'effets secondaires généraux limite leur utilisation, tout comme c'est le cas concernant l'application de champs électriques ou magnétiques qui ont été proposés (7).

En 2006, Oscar R. et ses collaborateurs ont étudié l'effet de substances anti inflammatoires non stéroïdiennes sur le remodelage osseux chez le rat au cours d'un traitement orthodontique en le comparant à de l'acétaminophène (Paracétamol) (21).

Ils concluent que l'utilisation de ces substances dans un but antalgique (en inhibant l'action des prostaglandines) pourrait conduire à des résultats inhabituels :

Ils ont en effet observé suite à l'action de l'aspirine et de l'ibuprofène, une réduction du nombre de lacunes de résorption et du nombre d'ostéoclastes dans la région desmodontale en pression ainsi qu'un mouvement dentaire diminué, d'autre part, l'os néoformé était plus compact.

Leur étude objective ainsi le rôle probablement prépondérant des prostaglandines sur le remodelage osseux (l'acétaminophène n'agissant pas localement mais bien sur le système nerveux central concernant la synthèse de prostaglandine, il ne possède pas de propriété anti inflammatoire mais antalgique).

D'autre part, en 1994 Igarashi et ses collaborateurs avaient déjà observé que l'administration topique de bisphosphonates chez le rat, entraînait une inhibition de la formation de nouveaux ostéoclastes et de la résorption osseuse ainsi qu'une augmentation de la densité osseuse générant un ralentissement du mouvement dentaire (22).

## **b. Potentiels effets délétères du temps prolongé du traitement orthodontique**

Une durée de traitement orthodontique prolongée peut entraîner de l'inconfort, et même de la douleur.

Environ quatre-vingt-dix pour cent des patients ressentent de la douleur lors de la mise en place et l'activation d'un dispositif orthodontique (23).

Les patients bénéficiant d'un traitement orthodontique peuvent éprouver des difficultés à éliminer la plaque dentaire à proximité du dispositif thérapeutique.

Une mauvaise élimination de la plaque dentaire pendant le traitement orthodontique peut ainsi favoriser l'apparition de « white spots » et de lésions carieuses (24).

En effet « *une corrélation presque linéaire entre accumulation de plaque et développement des caries a été décrite chez les patients traités orthodontiquement (Zachrisson, 1971)* ».

De plus, la plaque est aussi un facteur étiologique primaire de l'inflammation gingivale qui constitue un facteur de risque à la parodontite, des études ont montré une augmentation du nombre de bactéries pathogènes pour le parodonte après la mise en place d'un dispositif orthodontique. Les traitements orthodontiques pourraient ainsi favoriser l'inflammation gingivale ou encore des récessions parodontales (25).

Si l'incidence des problèmes carieux et parodontaux augmente avec la durée du traitement, il existe aussi un risque de résorption radiculaire externe conséquent d'une prise en charge orthodontique, lequel est majoré par l'application de grandes forces en comparaison de forces plus légères (26)(27).

L'étendue du traitement en plus de ces facteurs mécaniques influencerait probablement le risque de résorption radiculaire externe, il a en effet été observé que la résorption radiculaire débutait en périphérie de la zone de nécrose hyalinisée du ligament parodontal : le ligament devenant aplasique, plus étroit et moins vascularisé, sa modifications serait accompagnée de modifications cémentaires et osseuses ce qui constituerait un environnement plus favorable à la survenue de ce processus qui reste cependant imprédictible (28).

En définitive, la durée prolongée du traitement orthodontique pouvant favoriser les complications évoquées ci-dessus, son raccourcissement présente un réel intérêt thérapeutique en plus d'un intérêt pratique et financier pour le patient comme le praticien.

### **3. Biologie osseuse : le phénomène d'accélération régional**

Harold Frost, comparant le processus de cicatrisation osseux post fracture avec le remodelage osseux basal, observe une cascade d'événements physiologiques qui accélère les différentes phases de cette cicatrisation (dix à cinquante fois plus rapide) (1)(2).

Il décrit en effet que les populations cellulaires effectrices du remodelage osseux basal (ostéoclastes et ostéoblastes) ne sont pas présentes en nombre suffisant pour assurer une cicatrisation osseuse aussi rapide que ce qui est étudié.

Au cours de ce processus de réparation, il observe une augmentation des activités ostéoclastiques et ostéoblastiques ainsi qu'une augmentation des marqueurs de l'inflammation locaux et systémiques au sein de l'os lésé.

Il démontre qu'il existe des processus de médiation histochimique et physiologique entraînant la modification de l'environnement du processus, le recrutement de précurseurs, l'induction de leur différenciation et le contrôle de l'activité des effecteurs (ostéoblastes et ostéoclastes).

Il nomme cet événement « phénomène d'accélération régional » (PAR) :

Il le décrit comme un ensemble de mécanismes physiologiques d'urgence (S.O.S) permettant l'accélération de la cicatrisation d'une blessure (phénomènes cataboliques et anaboliques), commençant quelques jours après l'altération de l'intégrité de l'os concerné, avec un pic au cours des deux premiers mois et pouvant durer six à vingt-quatre mois.

Observé dans les tissus durs et mous, son niveau est dépendant de l'intensité et de la nature de l'agression du tissu, il peut survenir suite à un processus infectieux, une atteinte physique (contusion, fracture), neurologique ou encore faire suite à un geste chirurgical (29).

Bogosh et ses collaborateurs observent au cours d'une étude réalisée en 1993, suite à l'exécution de corticotomies chez le lapin, une multiplication par cinq du taux de remodelage osseux ainsi qu'une diminution significative de la densité osseuse (30).

Puis en 1994, Yaffe et ses collaborateurs décrivent l'existence du PAR chez le rat suite à l'élévation d'un lambeau mucopériosté à la mandibule(31). Ils l'objectivent par l'observation d'une perte de densité osseuse importante (examens microradiographiques et coupes histologiques) corrélée à une forte augmentation de l'activité ostéoclastique responsable de la résorption en surface et en profondeur de l'os alvéolaire.

De plus, ils observent un élargissement du ligament periodontal et une résorption plus importante lorsque l'élévation de lambeau est pratiquée à la fois en vestibulaire et en lingual.

Enfin, ils observent une stabilisation de l'os chez le rat quatre mois après la chirurgie (environ équivalent à deux ans chez l'être humain).

Ils concluent que ce phénomène pourrait être à l'origine d'une augmentation de la mobilité dentaire après une chirurgie parodontale, mais aussi de déhiscences de l'os lorsque celui-ci est fin.

Le PAR induit en effet un état catabolique transitoire : une déminéralisation temporaire et une augmentation de l'activité cellulaire anabolique des tissus durs et mous permettant l'accélération du remodelage. Ce phénomène est semblable à celui rencontré au sein des foyers de fracture qui comprend des phases similaires (phase réactionnelle, phase de réparation et phase de remodelage).

Ainsi faisant suite à une altération de l'intégrité de l'os il se produit une diminution de sa densité, mais son volume matriciel reste constant : il est en condition dite d'ostéopénie.

A proximité immédiate du site d'intervention, une augmentation de la perfusion sanguine et un remodelage accéléré au niveau des tissus mous sont observés. En effet, le PAR ne se produit pas seulement dans l'os, mais aussi par exemple dans le système viscéral (29).

En résumé, en facilitant et accélérant le renouvellement des tissus au cours d'un traitement orthodontique, le PAR facilite le mouvement dentaire par la potentialisation de la réorganisation des tissus péri dentaires.

## **4. Définition et Historique des techniques de corticotomie**

### **a. Définition**

La corticotomie alvéolaire pro-orthodontique est une technique de chirurgie utilisée au cours d'un traitement orthodontique afin d'en raccourcir la durée, elle consiste à effectuer des « scarifications » de la corticale osseuse maxillaire et mandibulaire : des résections superficielles de l'os alvéolaire pénétrant à peine l'os trabéculaire à l'aide de scies/fraises à os ou encore plus récemment d'un piezotome.

Le geste chirurgical génèrera une réponse histochimique inflammatoire se traduisant par une augmentation du remodelage osseux local permettant l'accélération du mouvement dentaire : le PAR (32).

## b. Historique

Depuis la fin du dix-neuvième siècle et au fil de l'évolution des connaissances et de la compréhension des phénomènes biologiques sous-jacents de nombreux auteurs ont décrit la corticotomie pour faciliter la correction de malocclusions, les approches initiales combinant ostéotomies et corticotomies, présentaient un risque accru de dévitalisation pulpaire post opératoire et de nécrose osseuse ou encore de lésions parodontales. Leurs techniques vont se simplifier et permettre aux corticotomies d'être de moins en moins invasives (33).

En 1893, au cours du congrès international de Chicago Cunningham présente « luxation, ou méthode immédiate pour traiter les malpositions dentaires ». Il associe un traitement chirurgical à de l'orthodontie : il utilise une scie à os pour effectuer des ostéotomies inter septales mésiales et distales afin de repositionner des dents présentant une version palatine. Puis il les stabilise en mettant en place une contention pendant trente-cinq jours. La durée de traitement est réduite à un tiers par rapport à celle de l'orthodontie traditionnelle et permettrait selon lui plus de contrôle du résultat chez l'adulte (34).

En 1931, Bichlmayr fait la distinction entre des chirurgies orthognatiques « majeures » (corrections totales et segmentaires) et « mineures » (ostéotomies interdentaires ou corticotomies) et sera le premier à décrire la corticotomie pour la fermeture des diastèmes chez des patients de plus de 16 ans. L'extraction des premières prémolaires et l'éviction de l'os alvéolaire en distal des canines, lui permettront de corriger la protrusion des incisives maxillaires en utilisant un dispositif orthodontique (34).

En 1959, Köle suggère que la corticale osseuse constituerait un facteur majeur de résistance au mouvement dentaire et qu'une stimulation de l'os alvéolaire améliore la vitesse des déplacements orthodontiques.

Afin d'accélérer le mouvement dentaire, il introduit dans la littérature anglaise le concept de « blocs osseux » séparés uniquement par de l'os trabéculaire et créés par l'association de la corticotomie à une ostéotomie horizontale. La corticotomie consiste alors à pénétrer l'os de façon verticale en interdente jusqu'à dix millimètres au-dessus des apex concernés en atteignant de manière superficielle l'os médullaire, alors que l'ostéotomie horizontale, pratiquée au niveau apical des racines dentaires traverse de part en part l'os alvéolaire.

En utilisant des dispositifs orthodontiques, il pensait pouvoir déplacer les blocs osseux indépendamment les uns des autres. Les résultats étaient bons, mais associés à un niveau de morbidité élevé (35).

En 1972, Bell et Levy publient la première étude expérimentale de corticotomies alvéolaires opérées sur quarante-neuf singes. Ils y décrivent des traits de corticotomies verticales interdentaires plus invasives que l'on peut considérer comme des ostéotomies car ils mobilisent l'ensemble dent/os alvéolaire.

Ils effectuaient au cours de l'intervention l'élévation de lambeaux vestibulaires et linguaux/palatins. Or l'étude histologique a montré que ce décollement mucopérioste total associé à l'ostéotomie médullaire compromet la vascularisation de la région (dentaire et osseuse). Des zones avasculaires ont été mises en évidence, récupérant progressivement après trois semaines postopératoires à l'exception des incisives centrales (34).

En 1975 Düker étudie chez le chien comment la corticotomie associée à l'orthodontie pourrait affecter la vitalité pulpaire ainsi que celle du ligament desmodontal. Ses conclusions sont que cette procédure n'atteint ni la vitalité pulpaire, ni au ligament parodontal si l'on préserve la crête osseuse marginale au cours de la réalisation des traits de corticotomie, ceux-ci doivent rester selon lui à au moins deux millimètres de l'os crête alvéolaire (36).

En 1978, Generson introduit la première modification de la méthode de Kôle dans le traitement de béances antérieur en supprimant l'ostéotomie sous-apicale et en n'effectuant que des incisions de corticotomie circonscrivant l'ensemble de la racine dentaire (37).

A la fin du vingtième siècle, Anholm, Gantes et Suya, s'inscrivant dans une vision mécanique, constatent que la pratique de la corticotomie sans ostéotomie est moins exposées aux risques de nécrose, de lésions des dents adjacentes ainsi que d'atteintes parodontales. En effet la corticotomie sans ostéotomie permet le maintien de la fonction nutritive de l'os médullaire.

En comparant leur technique avec un traitement orthodontique classique, ils la décrivent comme étant à l'origine de moins de douleurs, produisant moins de résorptions radiculaires et présentant moins de risque de rechute dans un temps de traitement accéléré (34) (37).

En 2001, Wilcko et ses collaborateurs Introduisent une vision biologique et une technique innovante dite « d'orthodontie accélérée par assistance ostéogénique parodontale » ou PAOO (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics).

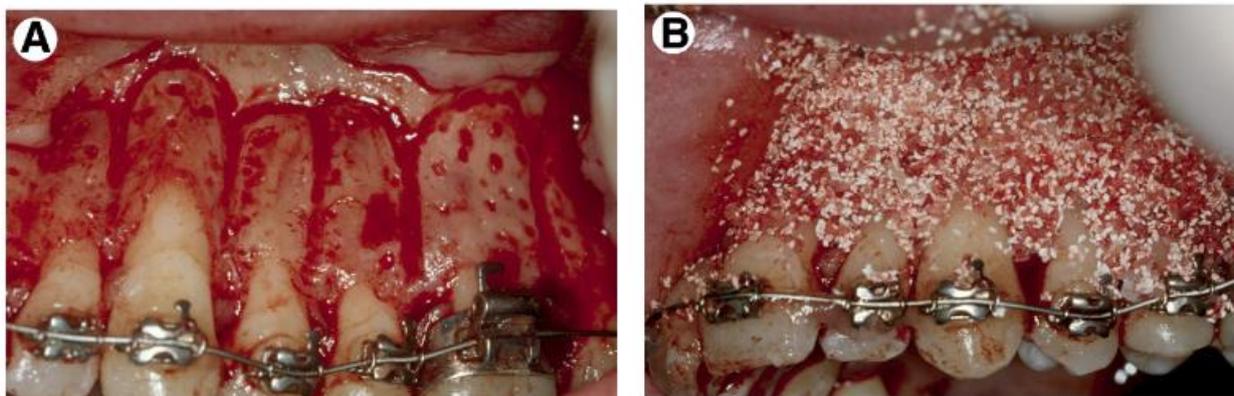
Elle consiste à associer des corticotomies vestibulaires et palatines/linguales à des greffes osseuses consécutives (os lyophilisé déminéralisé et de l'os bovin avec de la clindamycine), puis, deux semaines après la chirurgie, à l'utilisation de dispositifs orthodontiques, activés toutes les deux semaines.

Selon eux, l'apport de greffes osseuses améliorerait la stabilité dentaire à long terme en augmentant le volume osseux et l'épaisseur de la corticale et préviendrait la formation de fenestrations ou de déhiscences.

Ils décrivent un temps total de traitement réduit à un quart voire un tiers de la durée du traitement orthodontique classique.

Ainsi dans leur étude, les traitements orthodontiques de deux cas cliniques étaient chacun finalisés en environ six mois et demi.

Les auteurs suggèrent à l'aide d'études tomodontométriques que l'accélération du mouvement dentaire suite à la stimulation chirurgicale de l'os alvéolaire, résulterait d'un processus de déminéralisation-reminéralisation lié à une augmentation de l'activité ostéoclastique et non à un mouvement de bloc osseux suite à une perturbation mécanique : l'acte chirurgical entraînerait la survenue du PAR (11)(37)(38).



**Greffe osseuse au cours de la procédure de corticotomie, vue latérale**

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.* oct 2009;67(10):2149-59.

En 2007 Vercellotti et ses collaborateurs introduisent l'usage du piezotome dans la pratique de la corticotomie afin de remplacer l'usage de la fraise à os, ils réalisent alors l'élévation d'un lambeau mucopériosté unique (en vestibulaire ou en lingual/palatin) au préalable. Ils pratiquent des traits verticaux inter radiculaires et horizontaux au-dessus des apex des racines dentaires de corticotomies « *dans la direction du mouvement dentaire désiré* » et chez certains patients, des greffes osseuses sont ajoutées à la procédure (39).

En 2008 Sebaoun et ses collaborateurs, en constatant l'accélération du renouvellement tissulaire induit par un acte chirurgical limité à ses environs immédiats, introduisent la notion de « *fenêtre d'opportunité spatio-temporelle localisée* » : ils réalisent des décortications alvéolaires sélectives combinées à des greffes osseuses dans la zone des dents à déplacer, ce qui confère aux dents à distance une valeur d'ancrage plus importante.

Les décortications sélectives induisent le PAR à proximité des dents concernées et la stimulation mécanique continue exercée par le dispositif orthodontique au cours du traitement sur les dents prolongera la condition ostéopénique de l'os alvéolaire les circonscrivant (40).

En 2009, faisant suite à ces travaux, Dibart, Sebaoun et Surmenian optent pour une technique moins invasive : ils suppriment le lambeau périosté en introduisant une technique de corticotomie à l'aide d'un piezotome directement au travers d'incisions verticales réalisées préalablement au bistouri au sein de la gencive attachée. Cette technique minimalement invasive supprime les corticotomies palatines et peut être combinée après tunnelisation à des greffes de tissus osseux et/ou conjonctif (41).



Figure 3A Interproximal incision with a blade No. 15.



Figure 3B Vertical incisions in the anterior area prior to tunneling procedure. The incisions are limited to the areas between the canines and laterals and the two centrals.



Figure 3C View of the Piezo surgical knife (BS 1 insert, Piezotome).



Figure 3D Piezotome with BS 1 insert creating a localized bony cut 3-mm deep.

**Protocole de piezocision associé à une greffe osseuse de Dibart, Sebaoun et Surmenian**

Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. *Compend Contin Educ Dent* 15488578. 7 août 2009;30(6):342-50



**Figure 3E** Tunneling performed with a periosteal elevator (24 G, Hu-Friedy, Chicago, IL).



**Figure 3F** Bone graft (Regenafil® allograft paste, Exactech, Inc., Gainesville, FL) injected into the tunneled spaces to increase bone volume.



**Figure 3G** Frontal view at the completion of the surgical procedure. The vertical incisions between the canines and laterals and the central incisors are closed using a 5-0 chromic gut suture (Ethicon, Inc., Somerville, NJ). The other areas did not require suturing.



**Figure 3H** The sutures are sealed with cyanoacrylate glue (PeriAcryl™, GluStitch™, Point Roberts, WA).

**Protocole de piézocision associé à une greffe osseuse de Dibart, Sebaoun et Surmenian**

*Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. Compend Contin Educ Dent 15488578. 7 août 2009;30(6):342-50*

Le piérotome épargne les tissus mous ainsi que leur vascularisation et est uniquement efficace contre les tissus minéralisés, son utilisation dans cette nouvelle pratique de la corticotomie permet d'éviter les inconvénients de l'usage traditionnel des fraises à os : les potentiels altérations des racines dentaires et de la corticale osseuse (du fait de la chaleur dégagée par la grande vitesse de rotation de ces instruments).

Finalement concernant la corticotomie sans lambeau par piézocision, les auteurs rapportent une meilleure acceptation et satisfaction de la part du patient, ainsi que la possibilité de renforcer son parodonte grâce aux greffes.



**Figure 5A** Another patient presenting with a recession of 3 mm on tooth No. 11. In this case, Piezocision was combined with soft-tissue grafting. The area is tunneled, creating space for connective tissue grafting.



**Figure 5B** The connective tissue graft is inserted and sutured.



**Figure 5C** Healing at 2 weeks. The gingival recession has been covered 100%

**Protocole de piézocision associé à une greffe osseuse de Dibart, Sebaoun et Surmenian**

*Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. Compend Contin Educ Dent 15488578. 7 août 2009;30(6):342-50*

## 5. Intérêts et limites de la corticotomie

### a. Études sur l'animal

Conjointement à l'étude clinique et au perfectionnement des techniques de corticotomies alvéolaires sur des patients, des études sur l'animal ont montré que le déplacement dentaire se trouvait accéléré lorsque le traitement orthodontique était associé à des corticotomies.

Par exemple, en 2006, Cho et ses collaborateurs observent un déplacement dentaire provoqué par un dispositif orthodontique deux fois plus rapide à la mandibule et quatre fois plus rapide au maxillaire après la réalisation de corticotomies sur des chiens (42). De plus, ils analysent dans la zone du ligament parodontal le nombre et le type de cellules, la matrice extracellulaire et la vascularisation et y constatent une activité cellulaire augmentée.

Puis en 2008, Sebaoun et ses collaborateurs réalisant une étude sur des rats (43) ont montré que même sans l'application d'une force orthodontique, la corticotomie alvéolaire entraînait des activités cataboliques et anaboliques augmentées et donc un remodelage accru de l'os spongieux adjacent au ligament parodontal ainsi qu' au sein de celui-ci.

Enfin en 2010, Teixeira et ses collaborateurs pratiquent au cours d'une étude sur des populations de rats(17), des traitements orthodontiques seuls (O), avec élévation d'un lambeau (OF) et avec élévation d'un lambeau associé à la pratique de perforations de la corticale alvéolaire (OFP) afin d'analyser l'expression de cytokines inflammatoires.

Ils observent en effet une augmentation de l'expression de ces cytokines en réponse au traitement orthodontique mais cette dernière se trouve majorée par la pratique de la corticotomie.

Aussi, à l'aide d'examens tomographiques, immunohistochimiques et de fluo microscopie ils démontrent des augmentations de la population ostéoclastique, de la porosité osseuse et une augmentation du mouvement dentaire.

En résumé, les corticotomies pratiquées au sein du groupe OFP augmentaient le mouvement dentaire, l'expression des cytokines inflammatoires, l'activité ostéoclastique, l'état ostéopénique et le remodelage osseux en comparaison des groupes O et OF.

### b. Intérêts

En créant des microtraumatismes, le principe est de rechercher au sein de l'os avoisinant les racines dentaires, une réponse physiologique : le phénomène d'accélération régional (PAR) qui entraîne une diminution de la densité osseuse et une augmentation du remodelage osseux, phénomène favorable, engendrant une zone de moindre résistance à l'accélération du mouvement dentaire.

Les forces orthodontiques nécessaires pour déplacer les dents étant plus légères, et les mouvements dentaires plus rapides, comme il l'a été abordé, les risques de résorption des racines dentaires (par réduction de la hyalinisation du ligament parodontal) et de fenestration de l'os s'en trouvent diminués (40).

La corticotomie, notamment associée à une greffe osseuse permettrait ainsi d'offrir une plus grande stabilité au traitement orthodontique en augmentant l'épaisseur de la corticale osseuse des dents concernées.

Enfin, si elles ne permettent pas la correction de malocclusions squelettiques antéro-postérieures ou l'ensemble de la base squelettique doit être repositionné, les techniques de corticotomies peuvent constituer des alternatives de traitement à la chirurgie orthognatique pour certaines malocclusions sévères ainsi que les béances. Ou même plus simplement en facilitant les expansions dans le sens transversal elles permettent dans un temps accéléré, un traitement orthodontique ne faisant pas appel à des avulsions (37)(40).

### **c. Limites**

Certains facteurs locaux et généraux qui seront décrits dans la deuxième partie de ce travail pourront constituer des contre-indications relatives voire absolues à la pratique d'une corticotomie pro-orthodontique.

La corticotomie conjointe au traitement orthodontique nécessite une collaboration multidisciplinaire : orthodontistes, parodontistes, chirurgiens oraux, chirurgiens-dentistes qui seront en charge de l'examen du patient, de l'élaboration et de la mise en application de son plan de traitement. Des avis médicaux spécialisés pourront être sollicités selon la situation clinique du patient.

De par sa technicité et les risques anatomiques inhérents à son exécution, elle requiert l'utilisation de matériels récents au cours de protocoles standardisés ainsi que comme il le sera décrit plus tard, des outils modernes permettant une planification optimale.

Devant la nécessité de suivre les conseils et recommandations pré et post opératoires ainsi que de l'activation régulière du dispositif orthodontique, ce traitement requerra la pleine compliance du patient et sa totale adhésion au plan de traitement.

Pour finir, certaines situations cliniques se trouvent en dehors des indications de la pratique de la corticotomie (décalage des bases squelettiques corrigible uniquement par la chirurgie orthognatique).

## 6. Généralités à propos de la technique opératoire de la corticotomie avec lambeau

La corticotomie se pratique le plus souvent sous anesthésie locale, certains auteurs l'associent à une sédation intraveineuse (midazolam, propofol...). Si l'état de santé du patient ou la technicité du cas le justifie et en fonction de la coopération du patient, on peut effectuer ce geste sous anesthésie générale.

Une incision sulculaire est pratiquée sur les versants vestibulaires et du maxillaire et de la mandibule. Des incisions verticales de décharge peuvent être réalisées mais elles doivent se trouver au moins à distance d'une dent du site concerné par la corticotomie.

En incluant les papilles, un large lambeau mucopériosté en vestibulaire et en lingual/palatin doit être récliné au-delà des apex afin de dégager un accès à toute la surface de l'os cortical avoisinant les racines.

Au cours de cet acte, il est impératif de repérer et de protéger les émergences des foramens palatins et mentonniers.

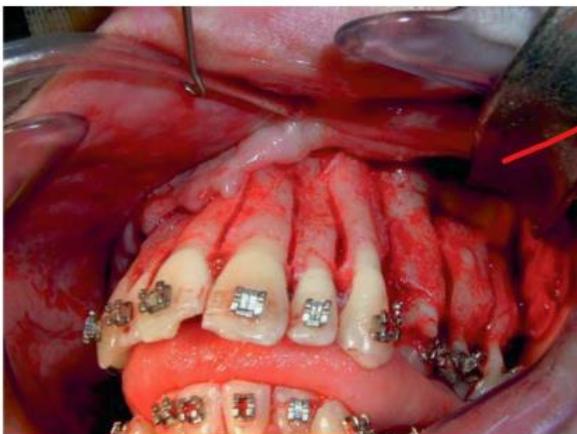
Puis de fines incisions dans la corticale osseuse sont réalisées : elles traversent la totalité de la corticale mais préservent l'os médullaire, entre les racines des dents, en veillant à éviter ces dernières.

Ces incisions de la corticale ponctuelles ou linéaires ne doivent concerner que les dents à déplacer au cours du traitement orthodontique, les dents épargnées offriront une meilleure valeur d'ancrage pour ce dernier.

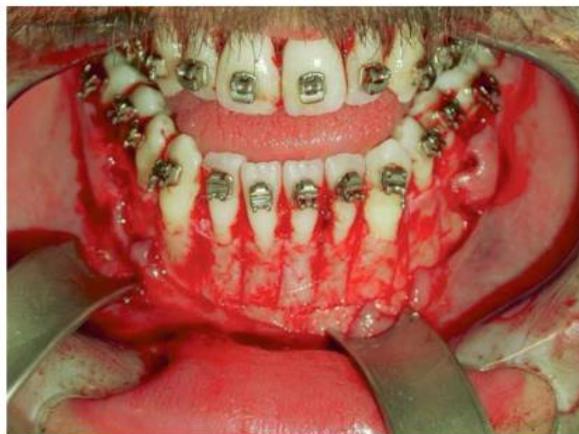
Certains auteurs recommandent de les pratiquer deux à trois millimètres en dessous de la crête alvéolaire.

Des greffes osseuses peuvent être réalisées au cours de l'intervention, en particulier dans les zones présentant des déhiscences/fenestrations ou encore dans les zones où une expansion est envisagée, afin de favoriser une meilleure stabilité.

Sebaou et ses collaborateurs utilisent par exemple un mélange de deux volumes de DFDBA « Demineralized Freeze Dried Bone Allograft », d'un volume de xéno greffe bovine et de la clindamycine phosphate afin de réaliser une greffe osseuse, puis après avoir replacé le lambeau de pleine épaisseur, des points de sutures sont effectués et laissés en place au moins deux semaines. La réactivation du dispositif orthodontique devra être fréquente (toutes les deux semaines) afin de maintenir le PAR (7)(37)(44)(45).



**Fig. 1 :** Aspect peropératoire de l'intervention au maxillaire.  
**Fig. 1:** Peri-operative view of the maxillary procedure.



**Fig. 2 :** Aspect peropératoire de l'intervention à la mandibule.  
**Fig. 2:** Peri-operative view of the mandibular procedure.

### **Clichés peropératoires d'une corticotomie avec lambeau réalisée par Thierry et Charrier**

THIERRY M, CHARRIER JB. Les corticotomies alvéolaires : principes et applications cliniques. *Int Orthod* 2008; 6(4): 343–54. 6.

Le caractère invasif de cette procédure opératoire peut entraîner de possibles douleurs post-chirurgicales, des œdèmes et hématomes. Ce qui contribue à expliquer que malgré le gain de temps potentiel qu'elle permettrait, La corticotomie n'a pas été largement acceptée par la communauté orthodontique.

Cependant, Seaboun et ses collaborateurs décrivent en 2007 que : « *dans la très grande majorité des cas, seule une gêne post-chirurgicale est rapportée par nos patients. Ces derniers reprendront une activité professionnelle au plus tard dans les 48 à 72 h après l'intervention. En vue des bénéfices apportés aux patients, ces contraintes nous apparaissent minimales* » (37).

## II- Techniques des corticotomies sans lambeau

### 1. Généralités à propos des techniques sans lambeau

La corticotomie alvéolaire sans lambeau est une procédure qui met en collaboration l'orthodontiste et le chirurgien oral / chirurgien-dentiste. Afin d'éviter les inconvénients liés au caractère invasif de la corticotomie traditionnelle, de nouvelles techniques ont été développées.

Ces techniques minimalement invasives, pratiquées uniquement en vestibulaire, emploient une instrumentation moderne, afin d'accélérer le traitement orthodontique, et dans certains cas d'éviter les interventions orthognatiques.

Elles ne requièrent pas l'élévation d'un lambeau et, en plus de présenter cliniquement des résultats similaires à ceux produits par la corticotomie traditionnelle, elles auraient des avantages supplémentaires tels que (46) :

- Limiter le risque bactérien ;
- Réduire le temps d'intervention ;
- Contenir le saignement sous-périosté ;
- Réduire la perte osseuse ;
- Maintenir la vascularisation périphérique de la matrice osseuse.

Et permettraient aussi (11)(38) :

- La possibilité de greffes osseuses ;
- Une plus grande stabilité du traitement orthodontique ;
- Moins de résorptions radiculaires, de récessions et de complications parodontales (préservations des papilles) ;
- Des suites et douleurs opératoires plus légères pour le patient.

Leur planification requiert une analyse tomодensitométrique préalable (localisation des foramens mentonniers, palatins et des racines dentaires, morphologie de la corticale osseuse).

La bonne réussite du traitement sera conditionnée par des activations toutes les deux semaines du dispositif orthodontique afin de maintenir le PAR.

Leur inconvénient majeur se trouve dans l'absence de visibilité directe sur l'os cortical et ses reliefs.

## 2. Indications des corticotomies

Les corticotomies peuvent être effectuées afin de faciliter et d'accélérer le traitement de la plupart des malocclusions de classe I, certaines malocclusions de classe II et III ainsi qu'en traitement pré-prothétique (40).

Leurs indications peuvent être limitées à une seule dent ou à un groupe de dents, en inter ou intra-arcade, dans un contexte de fermeture d'espace (47) ou même d'expansion maxillaire (48).

Elles faciliteront la prise en charge orthodontique des supraclusions (37), de désinclusions de canine (49) de distalisations (en masse, de molaires ...) ou encore d'articulés inversés (50) mais aussi des béances antérieures par intrusion molaire (51) (52) (53) .

Elles permettront une simplification du plan de traitement et la limitation du recours aux extractions orthodontiques en facilitant les déplacements complexes chez l'adulte (54)(55).

Enfin, elles peuvent être utile à la réduction du temps de traitement pré-chirurgical (phase de décompensation) dans le cadre de la prise en charge de malocclusions squelettiques sévères touchant les bases osseuses qui ne peuvent être traitées que par chirurgie orthognatique.

On retrouvera les mêmes indications pour les corticotomies minimalement invasives excepté celles qui nécessitent la pratique d'un lambeau comme la désinclusion de canines(56).

## 3. Contre-indications

Comme en chirurgie orale et parodontale, le patient ne devra présenter de contre-indications telles que des pathologies systémiques, certains traitements ou certaines atteintes locales de la sphère orofaciale.

Quelques-unes de ces contre-indications seront plus spécifiques aux corticotomies alvéolaires, pouvant avoir des répercussions sur le métabolisme et la trophicité du tissu osseux et son potentiel de cicatrisation.

Notamment certains traitements médicamenteux qui peuvent interférer avec le PAR comme les bisphosphonates et les corticostéroïdes au long cours.

Enfin, l'accélération du traitement orthodontique couplé aux corticotomies nécessite, pour profiter au mieux de la « fenêtre d'opportunité » qu'elles permettent, de réactiver les dispositifs orthodontiques toutes les deux semaines d'après la littérature, le patient doit donc se rendre disponible et bien suivre ses rendez-vous, une incapacité à les observer constituerait une contre-indication.

### a. Contre-indications locales

Un patient présentant une hygiène buccodentaire insuffisante ne pourrait pas être éligible à l'exécution d'une corticotomie, en effet ce déficit d'hygiène pourrait nuire à la bonne cicatrisation des tissus concernés et favoriserait leur infection.

De la même façon une parodontite non stabilisée, l'existence d'un foyer infectieux dentaire ou de lésions osseuses et péri-apicales contre-indiquent la corticotomie, en effet cette technique recherche l'accélération du remodelage des tissus mous et de l'os alvéolaire, ceux-ci doivent donc être sains pour pouvoir être sollicités.

Ainsi une hauteur de gencive attachée insuffisante, une atteinte du ligament desmodontal, une perte de hauteur osseuse ou un espace inter-radicaire insuffisant contre-indiqueraient ces techniques.

## **b. Contre-indications générales**

### **b.1. Relatives**

Il sera nécessaire de consulter l'avis du spécialiste qui suit le patient afin d'évaluer la possibilité et la balance bénéfique/risque de la chirurgie concernant :

- Les insuffisances cardiaques, hépatiques, rénales, respiratoires ;
- Le recours à certains traitements (anticoagulants, antiépileptiques, immunosuppresseurs, corticostéroïdes, biphosphonates) ;
- La présence d'implants actifs (pacemakers, implants cochléaires) contre-indique l'utilisation d'instruments de piézochirurgie qui pourraient altérer leur programmation.

Enfin, le tabagisme et l'âge du patient (présence de germes dentaires) peuvent constituer une contre-indication relative (56).

### **b.2. Absolues**

Certains facteurs constitueront des contre-indications absolues :

- Les cardiopathies à haut risque d'endocardite infectieuse (prothèse valvulaire aortique ou mitrale, cardiopathie congénitale cyanogène, antécédent d'endocardite infectieuse) ;
- Un infarctus de moins d'un an ;
- Un accident ischémique transitoire récidivant ;
- La pose d'un stent de moins d'un an ;
- Une insuffisance coronarienne ou cardiaque sévère ;
- Des troubles sévères de l'hémostase ;
- Une insuffisance rénale aiguë ;
- Certaines maladies auto-immunes et leurs traitements ;
- Un rhumatisme articulaire aigu ;
- Les pathologies osseuses locales ou systémiques ;
- Les troubles du métabolisme osseux ;
- Les antécédents de radiothérapie de la zone cervico-faciale ;
- Un diabète non équilibré.

## 4. Protocole

### a. Analyse préalable

Du fait de la nécessité d'activations régulières du dispositif orthodontique, du maintien d'une bonne hygiène et du bon suivi des conseils post-opératoires, la coopération et la motivation du patient seront indispensables et devront être évaluées.

Un examen orthodontique conventionnel aura été réalisé avant la planification du traitement orthodontique : examen extra oral de face et de profil, du sourire, compétence labiale, para fonctions éventuelles, évaluation de la ventilation...

Au cours de l'examen intra oral on procédera à un bilan dentaire, afin d'éliminer toute lésion carieuse, abcès péri-apical, ou maladie parodontale active avant d'envisager le traitement orthodontique.

La réalisation de modèles, moulages, numérisations, photographies, radiographies (rétro alvéolaires/panoramiques) et l'analyse céphalométrique seront nécessaires à la planification et l'appareillage orthodontique sera placé dans la semaine précédant l'intervention (57).

Lors de la première consultation chez le chirurgien oral / chirurgien-dentiste, un dossier patient type devra être constitué. En plus du recueil de l'anamnèse, on fera remplir un questionnaire au patient à la recherche de contre-indications éventuelles. L'anamnèse pourra conduire à la prescription d'un examen biochimique sanguin pré-interventionnel et à contacter le spécialiste suivant le patient.

Le chirurgien réalisera des radiographies rétro-alvéolaires ou de type panoramique dentaire et scanner ou cone-beam et d'éventuelles photos afin d'établir un plan de traitement adapté en collaboration avec l'orthodontiste et de pouvoir le présenter au patient.

#### a.1. Dossier patient et anamnèse

Un questionnaire médical type devra être rempli par le patient. Il permettra de collecter les données administratives de celui-ci (nom, prénom, date de naissance, profession, adresse, numéro de téléphone, adresse e-mail).

Mais aussi des informations médicales (motif de consultation, médecin traitant, numéro de téléphone et adresse du médecin traitant).

Enfin il recueillera les déclarations cliniques du patient permettant d'évaluer les risques médicamenteux, allergiques, hémorragiques et infectieux concernant :

*Les traitements médicamenteux, leurs dosages et voies d'administration (orale, intraveineuse, sous-cutanée) et notamment :*

- Antécédents et nature de traitements anticancéreux (prostate, sein, thyroïde, poumons...)
- Antécédents et nature de traitements anti ostéoporotiques (voie orale ou par voie Intra-veineuse)

*Le terrain allergique :*

- Nature de l'allergie (médicament, latex, caoutchouc, alimentaire, eczéma, rhume des foins)
- Manifestations de l'allergie

*L'état général et l'existence potentielle de pathologies générales :*

- Chirurgical
- ORL
- Cardio-vasculaire

- Circulatoire (et risque de thrombose)
- Respiratoire
- Rénal et Hépatique
- Digestif
- Endocrinologique/diabétique
- Neurologique

*Pour les femmes en âge de procréer :*

On se renseignera sur la possibilité qu'elles soient enceintes et si oui, si elles présentent une hypertension ou du diabète.

*Concernant le risque hémorragique :*

Un interrogatoire recherchera des antécédents personnels et familiaux de symptômes hémorragiques (spontanés ou provoqués), de pathologies ou de traitements pouvant interférer avec l'hémostase, et nécessitant son exploration (*Il est recommandé de demander un avis spécialisé en cas d'anamnèse de diathèse hémorragique évocatrice d'un trouble de l'hémostase*) (58).

*Autre :*

On se renseignera sur la possible existence ou les antécédents d'infections virales. Mais aussi d'éventuels atteintes ophtalmologiques, rhumatologiques et dermatologiques ainsi que leurs traitements (58).

## **a.2. Examens biologiques**

Leur nécessité peut découler de l'anamnèse. Conjointement à la prise de contact avec le spécialiste dont l'avis doit être favorable, ils permettront d'évaluer la possibilité et les conditions du geste s'il y a suspicion ou existence d'une pathologie infectieuse, hématologique, rénale ...

- Etats infectieux : Protéine C réactive (CRP), vitesse de sédimentation des érythrocytes (VS) marqueurs de l'inflammation.

- Sérologies : antitétanique, VIH, Toxoplasmose ...

- Evaluation de la glycémie (devant être comprise entre 0.7g/L et 1g/L) : le dosage de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) permettra d'évaluer la possibilité de recourir à la technique chirurgicale chez le diabétique. Les valeurs doivent être comprises entre HbA1c >5 % et < 8 %. En cas de diabète traité et déséquilibré (HbA1c >8 %) et avec l'accord du spécialiste, le geste peut être envisagé sous antibioprophylaxie (59).

- En cas d'altération fonctionnelle du rein, un débit de filtration glomérulaire (DFG) permettra de la quantifier (le dosage de la créatinémie n'étant pas adapté : il représente simplement l'équilibre entre sa production musculaire et son élimination). Si le geste chirurgical est possible, on veillera à l'adaptation des posologies des traitements prescrits.

- Bilan phosphocalcique (pathologies rénales/osseuses)

- En cas de suspicion de pathologie hépatique on pourra prescrire le dosage des Transaminases.

- En cas d'altération fonctionnelle du foie avérée (hépatites et complications : cirrhose/insuffisance hépatocellulaire) les taux de Prothrombine ainsi que les taux de facteur V diminuent. Il convient donc de prescrire un bilan d'hémostase avant la réalisation du geste chirurgical du fait de potentiels troubles de la coagulation, plasmatique et de la thrombopénie.

- Examens d'hémostase biologique « standards » orientés et réalisés en cas d'hépatopathie, maladie hématologique ou entraînant des troubles de l'hémostase (ou dans le cas d'une anamnèse évocatrice) (58) :

- temps de Quick (TQ) le plus souvent exprimé en « taux de prothrombine » (TP)
- temps de céphaline-activateur (TCA)
- numération plaquettaire (Plaq)

Dans le cadre d'une anamnèse évocatrice d'un trouble de l'hémostase, il est à noter que des résultats normaux des TP, TCA et Plaq n'excluent pas une pathologie de l'hémostase (EX : déficit en facteur XIII) exposant à un risque hémorragique péri-interventionnel. Il faudra adresser le patient à un hématologue.

En effet ces différentes variables (ainsi que le temps de saignement (TS) qui n'a que peu d'intérêt réel) ne permettent pas d'explorer l'intégralité du système hémostatique.

- International Normalized Ratio (INR) : pour les patients sous anti-vitaminiques K il permettra d'estimer le risque hémorragique. Sa valeur cible est entre 2 et 3.

### **a.3. Examen extra et intra-oral**

Lors de l'examen clinique extra oral, aucun signe de pathologie active ou d'infection tel qu'une tuméfaction ne doit être observé.

Au cours de l'examen clinique intra-oral un bilan parodontal et dentaire sera réalisé. Toutes les lésions carieuses, abcès péri-apicaux, et maladie parodontale active doivent avoir été traités avant d'entamer le traitement d'orthodontie.

On ne doit donc pas observer la présence de poche parodontale, de perte osseuse ou d'atteinte de furcation sinon il faudra reporter le traitement jusqu'à la réussite de leur prise en charge (46) .

Un détartrage devra être réalisé systématiquement peu de temps avant l'intervention afin d'assainir le terrain.

### **a.4. Examens radiologiques et tomodensitométriques**

L'analyse radiologique et tomodensitométrique permettent d'objectiver l'axe des racines dentaires, de mesurer l'épaisseur et la hauteur de la corticale, de situer les éléments à risque tels que les foramens mentonniers et palatins ou encore le nerf lingual qui doivent être préservés au cours de l'intervention.

Le nombre et la disposition des impacts seront planifiés en fonction de l'analyse retro-alvéolaire et de l'examen tomodensitométrique préalable. Cette planification peut être réalisée à l'aide d'un logiciel spécifique (*Ex : Matérialise Dental, France*) (46).

En effet des modèles en plâtre ou numériques permettront au praticien de les simuler et de servir de référence à la conception d'un guide chirurgical.

### **a.5. Consentement :**

Le consentement libre et éclairé par les informations délivrées par le praticien doit être obtenu de la part du patient, il devra remplir un document type et le signer au plus tard le jour de l'intervention.

Il devra comprendre la confirmation :

- Du fait que le praticien lui ait bien exposé les bénéfices et les risques inhérents à l'intervention.
- Qu'une ou plusieurs fiches d'informations médicales lui ont été remises.
- Que le praticien peut être amené à modifier son geste chirurgical en fonction de la survenue d'événements au cours de l'intervention.
- Qu'il ait bien eu la liberté de poser toutes les questions relatives à cette intervention.
- Qu'il ait bien été informé des bénéfices attendus de cette intervention, de son pronostic et des alternatives thérapeutiques.
- Qu'il ait bien pris note des risques possibles liés à cette intervention, en sachant qu'il existe des complications exceptionnelles, voire imprévues.
- Qu'il ait bien reçu des explications claires lui permettant de guider son choix.
- Qu'il reconnaît qu'un délai de réflexion suffisant lui ait été accordé entre la consultation et l'intervention.
- Qu'il s'engage à respecter toutes les consignes pré et post-opératoires qui lui ont été préconisées.

## **b. Recommandations et informations à délivrer au patient**

Les complications sont rares, mais le patient doit en être informé afin de pouvoir donner son consentement éclairé.

Il est donc nécessaire de lui remettre une information orale claire et plusieurs fiches de recommandations :

- Information médicale concernant les conseils post opératoires ;
- Information médicale concernant les douleurs oro-faciales.

Et en fonction des actes à réaliser :

- Information médicale : Désinclusions ;
- Information médicale : Greffes ;
- Information médicale : Xénogreffes.

Il faudra aussi informer les patients présentant des pigmentations gingivales d'origine ethnique, que les incisions réalisées avec un piezotome peuvent être à l'origine de cicatrices post opératoires qui ne se repigmenteront pas, pouvant entraîner un préjudice esthétique.

### **b.1. Conseils post opératoires**

On recommandera le strict suivi de la prescription remise au patient.

Saignements : un saignement modéré est normal les premières heures suivant l'intervention. On conseillera de mordre sur une compresse environ vingt minutes sur la zone opérée, de consulter en cas de persistance ainsi que de ne pas cracher.

La nicotine retardant la cicatrisation, ce qui augmente le risque d'infection, le patient devra s'abstenir de toute pratique entraînant sa consommation (tabac, chique, cannabis, cigarette électronique).

Œdème et/ou hématome : une tuméfaction peut apparaître en regard de la zone opérée et augmenter durant les 72 premières heures. Elle peut prendre des proportions importantes selon les personnes et le type d'opération.

Afin de faciliter la résorption de l'œdème, on conseillera de placer des poches de glace sur les joues pendant les premiers jours en protégeant la peau avec un tissu et de surélever la tête d'environ 15° pendant la nuit. Les activités physiques trop intenses seront déconseillées au cours de la première semaine afin d'éviter des saignements (hausse de tension, instabilité des points de suture).

On conseillera au patient la prise d'une alimentation tiède, qui ne soit ni acide, ni épicée afin de ne pas générer de douleur. De plus, le patient devra éviter les aliments sous forme de petits grains, difficiles à éliminer lors du brossage. On pourra par exemple conseiller la consommation de glaces et yaourts, soupes, purées, légumes bouillis, préparations molles/mixées, fruits faciles à mâcher etc...

Le patient devra bien nettoyer la zone opérée avec une brosse à dents chirurgicale, à partir du lendemain de l'opération et après chaque repas, et devra aussi pratiquer des bains de bouche délicats. Les points de sutures se résorbent en environ 30 jours. S'ils sont persistants ou gênants, il est possible de les retirer après 15 jours. Parfois des fils non résorbables sont posés et doivent être retirés à environ 7 jours. En cas de difficulté d'ouverture buccale, des conseils de gymnothérapie pourront être donnés.

Enfin il faudra informer le patient de la nécessité de contacter le praticien en cas de persistance ou d'apparition :

- De douleur ;
- De saignements ;
- D'un œdème ou d'un hématome important dans la région cervicale ;
- D'un mauvais goût perçu dans la bouche ;
- De fièvre.

## **b.2. Douleurs oro-faciales**

Elles sont généralement prévenues par la prise systématique régulière des antalgiques prescrits. Cependant une douleur sévère survenant 21j après l'intervention, peut indiquer un traitement par une incision et drainage de l'abcès.

Leur prise en charge doit être systématique afin d'éviter une évolution vers une douleur chronique. L'examen clinique recherchera une cause dentaire ou une lésion muqueuse (aphtose, herpès, lichen plan, candidose...) qui peut en être à l'origine.

L'examen radiologique permettra de préciser la présence éventuelle d'une lésion dentaire et ou osseuse pouvant expliquer ces douleurs.

Des examens complémentaires (un IRM, un scanner, la réalisation d'un examen biologique ou d'un prélèvement pourront éventuellement être prescrits et réalisés).

Outre les douleurs dentaires, certains signes cliniques peuvent signifier des douleurs faciales : douleurs neuropathiques (fourmillements, brûlures, picotements...), algies vasculaires (douleurs « pulsatiles ») ou névralgies faciales (douleurs « en éclair »).

Le traitement sera adapté à l'étiologie de la douleur : suppression d'une épine osseuse ou d'un corps étranger, lésions muqueuses, tensions musculaires ou trouble occlusal....

Un contrôle de l'efficacité du traitement est toujours nécessaire, pouvant aller de quelques jours en cas de douleurs post-opératoires à plusieurs mois en cas de douleurs neuropathiques afin de réajuster régulièrement les posologies.

Les traitements médicamenteux seront aussi adaptés aux caractéristiques et à l'origine de la douleur : antalgiques, anesthésiques, anti-inflammatoires, antibiotiques, myorelaxants...

## 5. Description des outils à disposition du praticien

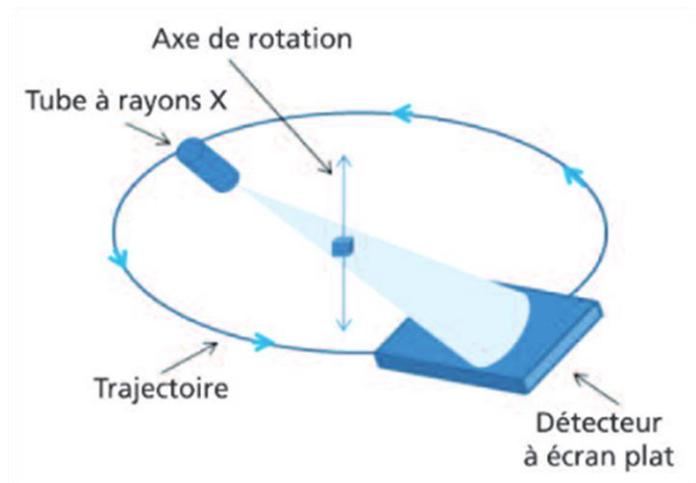
### a. Tomographie à faisceau conique

La tomographie à faisceau conique (cone beam computed tomography, CBCT) est une technique d'imagerie médicale tridimensionnelle qui repose sur l'analyse numérique de l'absorption d'un faisceau de rayons X. La source radiogène : le générateur ainsi que le capteur plan effectuent une rotation synchrone autour de la tête du patient

Son analyse repose sur une reconstruction multi planaire en trois dimensions de l'absorption du faisceau d'irradiation (dont l'unité numérique est le voxel)(60).

Les données volumétriques peuvent être reformatées afin de fournir des images radiographiques simulées (panoramique et clichés céphalométriques, coupes planaires axiales, sagittales et coronales) ou des modèles interactifs en trois dimensions(61).

Ces données numériques seront recueillies au format « Digital imaging and communications in medicine » (DICOM) afin de faciliter leurs transfert et traitement dans des logiciels tiers.



*Les indications reconnues par l'American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR) et la British Othodontic Society sont les fentes labio- alvéolo-palatines, les dents incluses, les dents surnuméraires et la chirurgie orthognatique (planning)*

*Le rapport du projet européen DIMITRA (dentomaxillofacial paediatric imaging: an investigation toward low-dose radiation induced risk)de 2018 ajoute les anomalies dentaires et les résorptions radiculaires externes(60)*

#### **Principe de fonctionnement du CBCT**

*Laila B, Karima EH, Wafaa EW. Place de la tomographie volumique à faisceau conique en imagerie dento-maxillofaciale. 2012;12.*

Offrant un examen précis des tissus minéralisés, le CBCT permet d'évaluer l'anatomie cranio faciale en trois dimensions ainsi que l'angulation et l'anatomie des racines dentaires, la condition morphologique de l'os alvéolaire (hauteur et épaisseur) et le dépistage éventuel de contre-indications (62)(63).

Il est utilisé au cours de l'analyse préalable aux corticotomies sans lambeau et fournit le matériel numérique nécessaire à la conception de guides chirurgicaux.

Il peut aussi être utilisé en post opératoire pour évaluer la précision de la chirurgie en superposant les fichiers DICOM dans un logiciel adapté (Ex : *Digital Surgery Software*)(64).

## b. Guide chirurgical conçu avec assistance numérique

Afin de pallier au manque de visibilité inhérente aux corticotomies sans lambeau, les fichiers DICOM évoqués précédemment peuvent être utilisés afin de concevoir un guide chirurgical.

Ce matériel permettra de réaliser les incisions corticales en étant guidé au travers de fentes réalisées en son sein à cet effet.

Les fentes de ce guide auront en effet été réalisées en amont, au cours de la planification de l'acte, à l'aide des fichiers DICOM issus de l'examen tomographique du patient et de logiciels CAD/CAM (*Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*); elles permettront au praticien d'effectuer l'acte chirurgical de façon plus précise et en sécurité, en évitant les racines dentaires du patient.

Cassetta et ses collaborateurs décrivent par exemple, au cours du traitement par corticotomie sans lambeau d'une patiente de vingt ans, en classe I dentaire avec encombrement antérieur à l'aide d'un piezotome, la conception d'un guide chirurgical (65) :

Après réalisation d'une empreinte primaire permettant la réalisation d'un modèle en plâtre, un modèle radiologique en résine acrylique recouvrant les faces occlusales des molaires, prémolaires, les pointes canines et les bords incisifs est fabriqué et marqué à l'aide de gutta-percha.

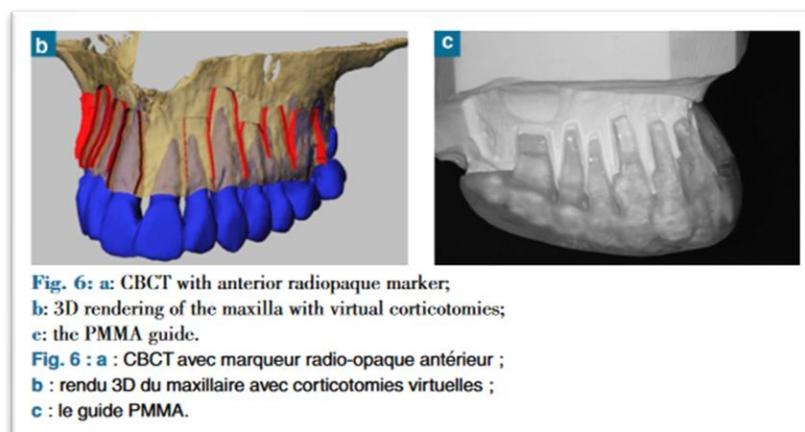
Un examen tomodensitométrique avec le modèle acrylique en bouche, est réalisé et le modèle est également scanné seul.

En s'appuyant sur les acquisitions numériques en trois dimensions et à l'aide de logiciels spécifiques d'acquisition et de conception, le guide chirurgical personnalisé est réalisé.

En 2017, Marco Finotti et ses collaborateurs décrivent aussi, dans le traitement orthodontique comprenant une corticotomie d'une jeune fille de vingt-trois ans refusant une chirurgie orthognathique bimaxillaire et présentant un schéma squelettique de classe III, une asymétrie squelettique mandibulaire ainsi qu'une occlusion croisée latérale gauche, la conception d'un guide chirurgical (64) :

Un examen tomodensitométrique est là aussi réalisé sur la patiente mais cette fois les fichiers DICOM sont directement exportés vers un logiciel (*Digital Surgery Software v1.0 (Val.tech srl, Vérone, Italie)*) en vue de planifier la corticotomie, puis vers la machine exécutant sa fabrication à l'aide d'autres programmes (*PowerMill et de PowerShape Softwares (Delcam, Birmingham, Royaume-Uni)*).

Le guide est en polyméthyl-méthacrylate (PMMA), mesure 4 mm d'épaisseur, les fentes seront meulées comme planifié avec un appareil de fraisage (*RXP 500 DS-5 Axis Dental Machine, Roders Tec*).



### **Réalisation d'un guide chirurgical à partir de données numériques par Finotti et al**

Finotti M, Gracco A, Del Torre M, Siviero L, de Stefani A, Bruno G. The use of computer-assisted corticotomy to enhance surgical procedures. *Int Orthod. sept 2017;15(3):498-514*

### c. Fraise et scies à os

En fonction du travail à exécuter, il existe un grand choix de fraises, essentiellement sur micromoteur, mais aussi sur turbine. Du fait des grandes vitesses de travail développées par ces instruments, il est nécessaire d'apporter une irrigation abondante pour réduire le traumatisme osseux lié à l'échauffement.

Les scies à os, grâce à leur mouvement de va et vient, sagittal ou oscillant sont utilisables pour pratiquer des ostéotomies, les résections mais aussi des corticotomies.

Leur usage a été décrit dans la littérature, notamment par Köle en 1959 qui introduit le concept de « blocs osseux ».



**Fraises et scies à os du commerce d'après (66)(67)(68)**

En 2007, Wilcko, Sebaoun et leurs collaborateurs ont décrit au cours de corticotomies avec lambeau la réalisation d'incisions punctiformes, combinées à des incisions linéaires inter radiculaires en utilisant une fraise à os chirurgical montée sur pièce à main ou une scie diamantée associée à une scie alternative oscillante (37).

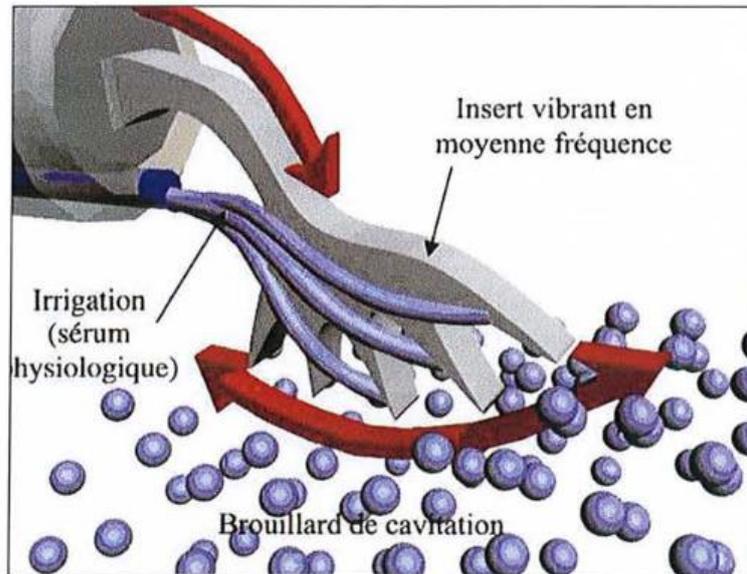
### d. Piezotome

Le piezotome (ou bistouri ultrasonore) est un instrument qui utilise des microvibrations de moyennes fréquences générées par un transducteur piézoélectrique et transmises à des inserts au nitrure de titane et/ou diamantés capable de découper avec précision les tissus durs.

Il permet de réaliser des actes de chirurgie plus minutieux et précis que les systèmes rotatifs, il n'attaque en effet que les tissus situés à la pointe de l'insert, sans risque de lésions des tissus environnants.

Les ultrasons fonctionnent par phénomènes d'agitation (désorganisation et fragmentation des corps). En effet, ils permettent le clivage de l'interface solide/solide par phénomène de vibration différentielle, et de l'interface solide/liquide par phénomène de cavitation.

La cavitation, correspondant à un phénomène de micro-ébullition et à la dispersion par vibration du liquide d'irrigation (des microgouttes remplies de bulles de vapeur instables qui explosent) participera à l'évacuation des débris par son effet décapant (69)(70).

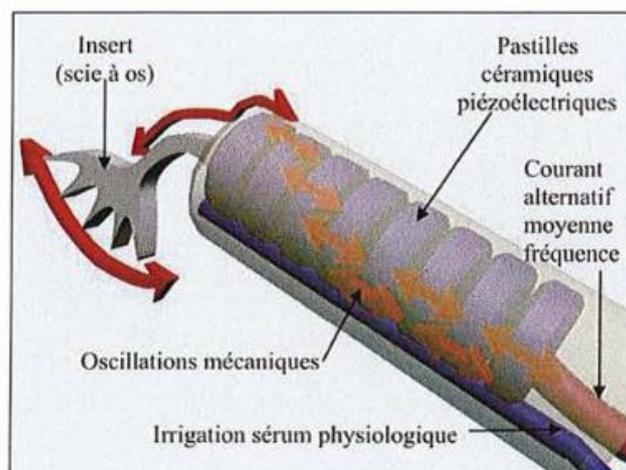


**Phénomène de cavitation au cours de l'utilisation du piezotome**

Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques 1<sup>ère</sup> partie : technologies. Implantodontie. juill 2004;13(3):151-7.

Les appareils piézoélectriques sont constitués (71) :

- D'un générateur de moyennes fréquences électriques réglable, relié par un cordon à un transducteur (pièce à main) ;
- D'une pièce à main contenant un empilement de pastilles céramique piézoélectriques qui génèrent les vibrations ultrasoniques de moyenne fréquence ;
- D'une pompe péristaltique permettant une irrigation du système, le refroidissement des inserts et un effet de cavitation. ;
- D'inserts de formes variables correspondant à diverses indications ;
- D'une pédale de commande.



**Principe de fonctionnement du Piezotome**

Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques 1<sup>ère</sup> partie : technologies. Implantodontie. juill 2004;13(3):151-7.

Le générateur transmet un courant alternatif de moyenne fréquence à la pièce à main contenant des pastilles de céramique.

Le courant électrique va provoquer une déformation des pastilles céramiques qui vont produire des oscillations mécaniques, augmentées par l'amplificateur.

L'insert produit alors des microvibrations verticales et longitudinales dont la longueur d'onde (de 22 à 30 kHz) varie selon la puissance appliquée et la fréquence sélectionnée.

L'irrigation au sérum physiologique permettra de refroidir l'insert et les tissus au cours de l'intervention.

A ces fréquences, seuls les tissus minéralisés peuvent être coupés, les tissus mous sont épargnés.

Le piezotome se différencie des détartreurs conventionnels par quatre paramètres : les fréquences du générateur, la masse, la dureté et la forme des inserts (70)



**PZ1**  
Corticotomies antérieures.

**PZ2L**  
Corticotomies latérales sur zone vestibulaire droite du patient. A utiliser en mouvement pendulaire.

**PZ2R**  
Corticotomies latérales sur zone vestibulaire gauche du patient. A utiliser en mouvement pendulaire.

**PZ3**  
Corticotomies antérieures sur espaces radiculaires très rapprochés.

*La profondeur de décortication de 3 mm est représentée sur chaque insert par un marquage laser.*

**Exemples d'inserts du commerce dédiés à la corticotomie**

SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (laboratoire). Piézotome. Livret clinique. Mérignac : Satelec Acteon Equipement, 2014.

### e. Ostéotenseur

Les ostéotenseurs matriciels sont des outils utilisés en chirurgie dentaire afin de faire des petites perforations au sein de l'os alvéolaire. Leur usage est notamment décrit en utilisation pré-implantaire afin de renforcer le site receveur.

Ces perforations sont calibrées et provoquent une distraction de la matrice osseuse. Leur exécution ne nécessite pas d'élévation de lambeau ni la réalisation de sutures. Au sein de cette distraction, on observera la formation d'un cal osseux réparateur en quarante-cinq jours.

Ils s'utilisent en versions manuelles ou rotatives sur contre-angle bague verte à vingt-mille tours par minute et sous irrigation, il existe aussi des ostéotenseurs qui ajoutent une onde de choc ciblée à la distraction afin d'induire une mécanotransduction osseuse.

Dans le contexte pro orthodontique décrit par Petitbois et Scortecci en 2012, le but recherché par son utilisation est d'induire le PAR.

De plus, des auteurs rapportent qu'à la suite d'une distraction osseuse, l'environnement hydraulique est modifié à proximité du système ostéocytaire mécano-sensible : la mécano-transduction induite par une répartition modifiée du liquide interstitiel au sein de la distraction pourrait ainsi participer à l'initiation du modelage osseux (15).

La situation et le nombre des points d'impact seront planifiés au préalable et il est possible que leur exécution soit guidée par un guide chirurgical (46).



**Fig. 1 : a :** manual Osteotensor<sup>®</sup> ; **b :** rotary Osteotensor<sup>®</sup> .

**Fig. 1 : a :** Ostéotenseur<sup>®</sup> manuel ; **b :** Ostéotenseur<sup>®</sup> rotatif.

#### **Ostéotenseurs manuel et rotatif**

Petitbois R, Scortecci G. Alveolar corticotomy: A new surgical approach based on bone activation: principle and protocol. *Int Orthod.* déc 2012;10(4):432-8.

## **f. Laser erbium**

Les lasers erbium permettent une action chirurgicale sur les tissus mous et osseux afin de déclencher le PAR. Leur principe de fonctionnement dans le cadre de la corticotomie est l'utilisation de l'effet photo-ablatif :

Les longueurs d'ondes qu'ils émettent (2940 et 2780 nm) sont fortement absorbées par l'eau et par l'hydroxyapatite (effet photomécanique). Leur énergie est transmise aux molécules d'eau à 5 µm de profondeur, ce qui entraîne une vaporisation explosive instantanée et localisée, permettant une incision extrêmement fine.

Cette vaporisation provoque une élévation brutale de la pression intra-tissulaire qui s'évacue sous la forme de micro-explosions et la dissociation des cellules du tissu cible. Comme cette énergie est fortement absorbée par l'eau, il ne se produit pas de carbonisation du tissu ciblé (ni d'effet thermique à distance), ce qui ne génère aucun risque de nécrose tissulaire (54).

Deux types de lasers erbium existent :

- Le laser Er:YAG (dont le milieu actif est composé d'un cristal d'yttrium, aluminium, garnet enrichi à l'erbium, longueur d'onde  $\lambda = 2\,940$  nm).
- Le laser Er,Cr:YSGG. (Cristal d'yttrium, scandium, gallium, garnet, enrichi à l'erbium et au Chromium,  $\lambda = 2780$  nm).

Les avantages du laser par rapport aux techniques conventionnelles seraient (54) :

- Pas de sensation désagréable pour le patient au cours de l'intervention, le laser étant utilisé sans contact ;
- Aucune douleur post-opératoire, ni d'œdème (effet antalgique et anti-inflammatoire du laser par le phénomène de biomodulation) ;
- Aucun échauffement donc aucun risque de nécrose tissulaire ;
- Une cicatrisation gingivale rapide et sans cicatrice (effet de biomodulation sur la cicatrisation de la gencive) ;
- Rapidité d'exécution.

## **g. Biostimulation Laser**

La biostimulation ou « Low Level Laser Therapy » (LLLT) est un traitement consistant à utiliser des lasers de faible puissance et de longueurs d'ondes comprises entre 630 et 900 nm tels que les lasers He-Ne et principalement les lasers diodes.

Le principe de la LLLT est d'utiliser l'absorption des photons émis, principalement par des protéines pour induire des effets photo-chimiques, photo-électriques et photo-thermiques sur les cellules cibles des tissus exposés.

Le mécanisme histo-physiologique majoritairement décrit par les auteurs aboutit à la formation d'Adénosine Tri Phosphate (ATP) au sein des cellules par l'intermédiaire de leurs chaînes respiratoires mitochondriales mais aussi de facteurs de croissances et à des changements de polarisation de leurs membranes ainsi qu'à l'activité de canaux calcium transmembranaires qui pourrait favoriser les mitoses cellulaires.

Ainsi de par la stimulation de l'activité cellulaire qui découle de ses actions, la LLLT est décrite comme accélérant la cicatrisation, prévenant la nécrose cellulaire et diminuant l'inflammation et la douleur.

Lors de son utilisation au cours d'un traitement orthodontique, il n'a pas pour le moment été prouvé d'effet d'accélération du déplacement dentaire malgré son effet stimulant sur le remodelage osseux. De surcroît, à une fluence importante la LLLT peut même avoir un effet inhibiteur sur ce dernier (72).

#### **h. Xéno greffes, substituts osseux**

Les xéno greffes sont des substituts osseux d'origine animale permettant d'augmenter le volume osseux. Il s'agit de matériaux à propriétés ostéoconductrices (guidant la formation de l'os). Les xéno greffes sont souvent utilisées avec des membranes, certaines étant d'origine bovine.

Les substituts osseux sont des dispositifs médicaux de classe III bénéficiant du marquage CE. Ces matériaux répondent à la norme NF EN ISO 2279 4 (application de la gestion des risques, contrôles de l'origine, de la collecte et du traitement, validation de l'élimination et/ou de l'inactivation des virus et autres agents responsables d'encéphalopathie spongiforme transmissible (EST)).

Le but des greffes osseuses est de redonner une morphologie osseuse propice à la stabilité du projet thérapeutique préalablement défini.

## 6. Description des techniques sans lambeau

### a. Généralités concernant la technique opératoire

Il existe différentes techniques, utilisant des moyens différents, d'exécution de corticotomie sans lambeau. Il faut noter que leur succès est conditionné par une bonne analyse et une planification sérieuse. Quelle que soit la technique chirurgicale utilisée, les examens nécessaires à assurer la sécurité des structures adjacentes à l'intervention doivent être réalisés.

Les dispositifs orthodontiques auront été placés une à deux semaines en amont de l'intervention. En effet cette pré-activation orthodontique permet l'initiation de l'activité ostéoclastique.

Afin de faire face au risque infectieux, en plus de veiller à une antiseptie stricte du champ opératoire (chlorhexidine, bétadine, etc.) et des instruments utilisés ainsi qu'à la désinfection du patient et du praticien selon les recommandations usuelles, une couverture antibiotique prophylactique sera mise en place au préalable (deux grammes d'amoxicilline par voie orale dans l'heure qui précède l'acte ou, en cas d'allergie aux pénicillines, six-cents milligrammes de clindamycine).

Le chirurgien devra disposer dans son plateau technique de moyens locaux d'hémostase (collagène, oxycellulose, acide tranexamique...) pour pallier au risque hémorragique.

La chirurgie est le plus souvent pratiquée sous anesthésie locale adrénalinée (1/200 000). Mais si l'état de santé du patient ou la technicité du cas le justifie, il peut être envisagé de pratiquer la corticotomie sans lambeau sous sédation ou sous anesthésie générale en hospitalisation ambulatoire.

La corticale osseuse est abordée de manière "mini-invasive" directement à travers le tissu gingival. Afin d'éviter la formation de cicatrices post opératoires, il est conseillé de pratiquer les incisions à distance de la gencive marginale.

Les examens radiographiques et tomodensitométriques préalables permettront de compenser le manque de visibilité du fait de l'absence d'élévation de lambeau mucopériosté et détermineront le nombre et la position des incisions et microperforations corticales qui présentent un risque de lésions radiculaires et des émergences foraminales. Leur réalisation à l'aide des matériels décrit précédemment : Piezotome, fraise classique, ostéotenseur... pourra être guidée par un guide chirurgical (46).

La réalisation de sutures n'est pas toujours nécessaire, excepté lors d'apposition de greffe osseuse. En effet des augmentations de tissu mou ou osseux (particules alloplastiques ou xéno greffe) peuvent être réalisées conjointement à la corticotomie par une technique de tunnelisation afin de favoriser une meilleure stabilité du résultat final.

Le patient est placé le plus souvent sous antibiotiques, anti-inflammatoires non stéroïdiens ou paracétamol et bains de bouche à base de chlorhexidine (0.12%) mais il faut noter que lors de l'utilisation du laser erbium, les auteurs indiquent ne pas avoir recours aux antibiotiques (54) (73).

## b. Corticocision

En 2016 Young Guk Park et ses collaborateurs décrivent une technique de corticotomie sans lambeau à l'aide d'un scalpel renforcé (n° 15T, Paragon, Sheffield, Royaume-Uni) d'un maillet chirurgical et d'un porte bistouri ordinaire chez une patiente de vingt-et-un ans (74).

Ils planifient l'acte à l'aide de radiographies rétro-alvéolaire et d'une radiographie panoramique. Après un rinçage antiseptique de la bouche du patient et l'exécution d'anesthésies para-apicales, ils positionnent le scalpel en gencive attachée dans une région interradiculaire, avec une inclinaison de quarante-cinq à soixante degrés par rapport à l'axe des dents adjacentes et procèdent à l'incision de la gencive, puis, en tapotant le scalpel à l'aide du maillet ils pénètrent progressivement la corticale jusqu'à atteindre l'os spongieux.

La profondeur de l'incision est d'environ dix millimètres et le trait laisse cinq millimètres de gencive papillaire afin d'éviter toute perte osseuse de la crête alvéolaire (et d'éviter la formation de triangles noirs).

Les auteurs recommandent que le trait d'incision soit pratiqué sur les deux tiers de la longueur des racines concernées.

Ils s'abstiennent de pratiquer des sutures et irriguent avec une solution saline classique jusqu'à la fin du saignement.



**Fig. 7.** The scalpel penetrates about 10 mm in depth to obtain a cortical bone as well as a cancellous bone cut. The Corticision begins 5 mm downwards to the papillary gingiva to keep the papillary gingiva intact.



**Fig. 8.** Immediately after the Corticision. Note there is no conspicuous postoperative bleeding.

### ***Procédure de corticocision de Park YG et al***

Park YG. Corticision: A Flapless Procedure to Accelerate Tooth Movement. In: Kantarci A, Will L, Yen S, éditeurs. *Frontiers of Oral Biology*. S. Karger AG; 2016 [cité 21 juill 2022]. p. 109-17.

### c. Piézocision

En 2011 Sebaoun et ses collaborateurs décrivent la pratique de la Piézocision comme suit (55) : Après anesthésie locale, des incisions vestibulaires verticales sont réalisées entre chaque dent à déplacer à l'aide d'une lame quinze, en infra papillaire et autant que possible en gencive attachée, jusqu'au contact osseux osseux (elles doivent traverser le périoste).

Puis un piezotome est utilisé (*BS1 insert, piezotome™, Satelec Acteon groupe Mérignac, France*) afin de procéder aux corticotomies de trois millimètres de profondeur au travers des incisions gingivales. Les auteurs ne pratiquent pas de sutures hormis dans les zones greffées.

En effet, dans les zones requérant la pratique d'une greffe (cf. supra) (DDM sévère en mandibulaire antérieur par exemple), ils procèdent à une tunnelisation à l'aide d'un élévateur inséré entre les incisions gingivales (au nombre de trois) afin d'aménager un espace suffisant, ils comblent alors le tunnel en déposant une allogreffe et pratiquent des sutures.

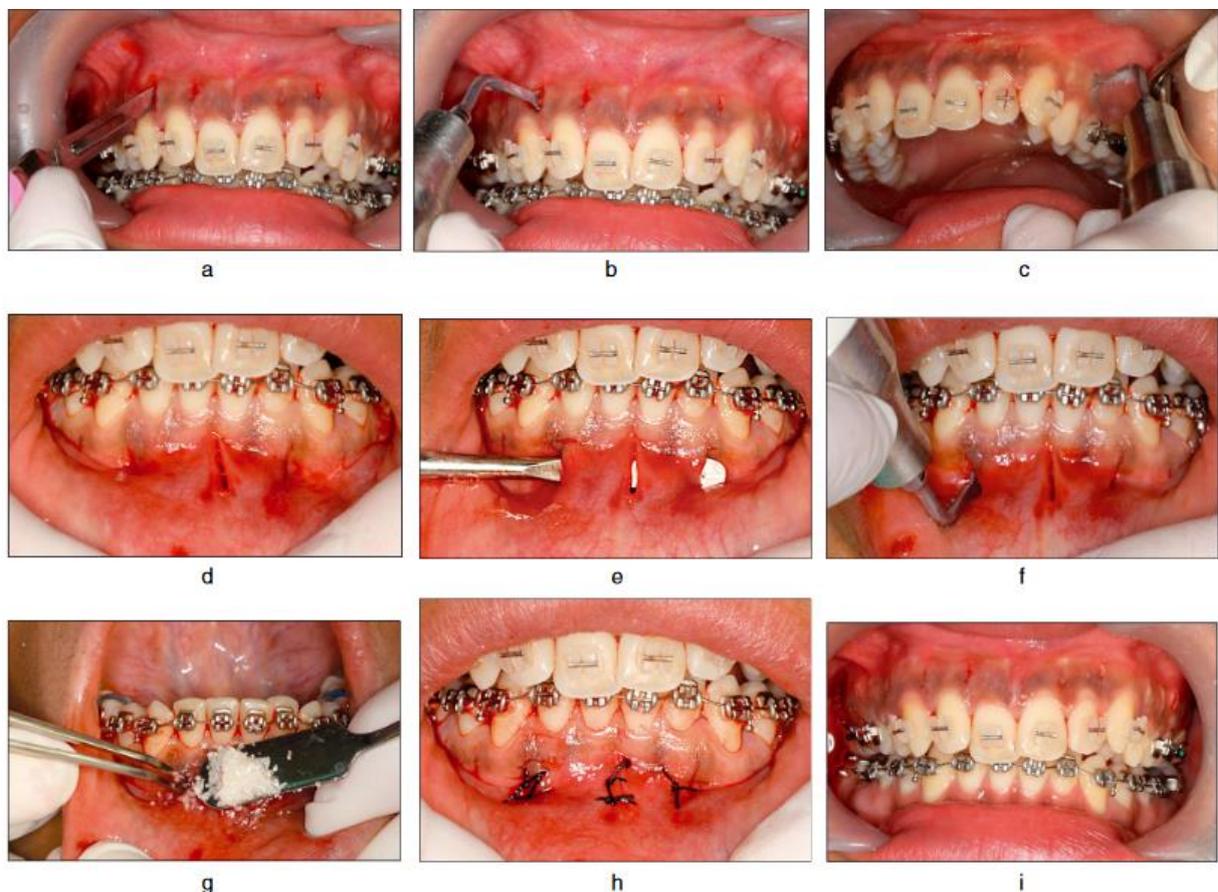


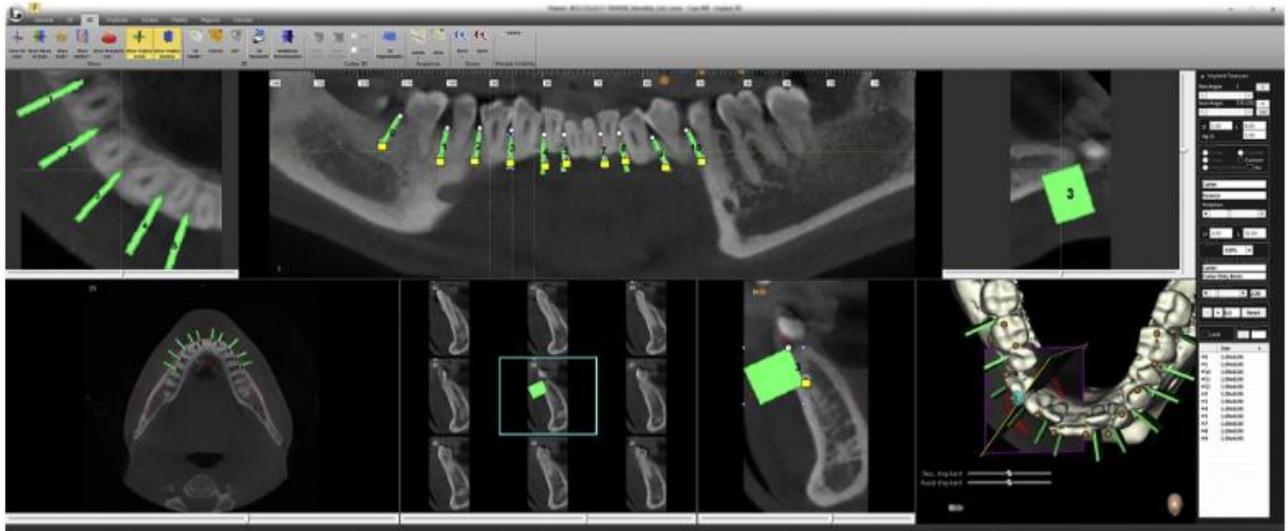
Figure 3

Intervention chirurgicale. (a) Les micro-incisions sont réalisées à travers la gencive attachée. (b) et (c) L'os est décortiqué à l'aide de l'insert BS-1 (Piézotome, Satelec) sur une profondeur de 3 mm. (d) Trois incisions sont réalisées au niveau de la zone nécessitant une augmentation osseuse. (e) Un décolleur est utilisé pour créer un tunnel, afin de ménager un espace pouvant recevoir la greffe osseuse. (f) Les zones interproximales sont décortiquées. (g) Insertion de la greffe osseuse. (h) Les incisions sont refermées hermétiquement à l'aide de points simples (5.0). (i) Vue immédiate post-chirurgicale. Notez le caractère peu invasif de la chirurgie.

#### **Protocole de piézocision selon Sebaoun et al**

*SEBAOUN JD, SURMENIAN J, DIBART S Traitements orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires.*

Cassetta et ses collaborateurs ont décrit plus récemment (2016) la possibilité d'utilisation d'un guide chirurgical conçu à l'aide d'une imprimante trois dimensions (75). Ils ont pour cela utilisé des logiciels de planification et d'impression qui traitent les données tomographiques du patient afin de positionner les futures incisions de façon précise.



**Planification numérique de la piezocision selon Cassetta et al**

*Cassetta M, Ivani M. The accuracy of computer-guided piezocision: a prospective clinical pilot study. Int J OralMaxillofacSurg.2017;46:756–65.*



**Utilisation du guide chirurgical d'après Cassetta et al**

*Cassetta M, Ivani M. The accuracy of computer-guided piezocision: a prospective clinical pilot study. Int J OralMaxillofacSurg.2017;46:756–65.*

#### d. Utilisation de l'ostéotenseur

Petitbois et Scortecchi décrivent en 2012 la procédure suivante (46) :

Comme pour les techniques abordées précédemment, une antibioprofylaxie, et l'antiseptie du champ opératoire sont de rigueur (*chlorhexidine, bétadine, etc.*) L'ostéotenseur s'applique directement au travers de la gencive, après anesthésie locale de la zone (*adrénaline 1/200 000*).

Le nombre et la disposition des impacts seront déterminés par l'analyse rétro-alvéolaire et/ou tomographique préalable. Les auteurs décrivent aussi la possibilité, après une prise d'empreinte du secteur à traiter, de marquer les différents points sur un modèle en plâtre ou encore l'utilisation d'un logiciel spécifique (*Ostéotrack*) afin de concevoir un guide chirurgical.

Les impacts seront perpendiculaires à la corticale vestibulaire, situés au minimum à 2 mm en-dessous de la crête osseuse sous irrigation abondante au nombre de deux par dent maximum. La réalisation de points de suture ne sera pas nécessaire. Les auteurs décrivent des suites inexistantes ou infimes, ainsi que la possibilité de stopper le saignement avec l'aide du guide chirurgical.



**Fig. 2:** Vestibular-palatal cortico-trabecular corticotomy between 21 and 22 (only 1 impact).

**Fig. 2 :** Cortico-trabéculo-corticotomie vestibulo-palatine entre 21 et 22 (un seul impact).



**Fig. 3:** Vestibular-palatal cortico-trabecular corticotomy between 13 and 14.

**Fig. 3 :** Cortico-trabéculo-corticotomie vestibulo-palatine entre 13 et 14.

#### **Réalisation de perforations osseuses à l'aide de l'ostéotenseur selon Petitbois et Scortecchi**

*La corticotomie alvéolaire : nouvelle approche chirurgicale grâce à l'ostéo-activation.*

*Principe et protocole Renaud Petitbois et Gérard Scortecchi*

### e. Corticotomie sans lambeau avec un laser erbium

En 2014, le Dr Brice Savard décrit dans le *Dental Tribune* l'intervention suivante (54) :

Après l'exécution d'une anesthésie locale au préalable et en utilisant le laser Er:YAG ( $\lambda = 2\,940\text{ nm}$ ) (*LightWalker® AT de la société Fotona (Ljubljana, Slovénie)*) quelques jours après la pose du dispositif orthodontique, voire le jour même lorsque il utilise des aligneurs transparents, il réalise des incisions :

Au niveau de la gencive attachée à une puissance de 2 W (*Energie = 200 mJ, fréquence des pulses = 10 Hz, mode MSP + Sprays d'eau et d'air*). Puis au niveau de la corticale, à une puissance de 3 W (*Energie = 200 mJ, fréquence des pulses = 15 Hz, mode QSP + Sprays d'eau et d'air*).

Il utilise pour cela un embout biseauté (Tip) uniquement en vestibulaire qui lui permet de pénétrer directement au travers de la gencive attachée, jusqu'à atteindre la corticale osseuse. Il débute l'incision au niveau de la jonction mucogingivale puis remonte jusqu'au niveau de la papille interdentaire, sans la léser.

Le Tip est utilisé sans toucher les tissus à inciser et il décrit la nécessité de toujours avoir une angulation comprise entre 45° et 60° par rapport à ces derniers. Plusieurs passages seront nécessaires, l'auteur conseille de « balayer » la surface en repartant à chaque fois du point de départ. La profondeur des incisions corticales est d'environ deux à trois millimètres, en fonction de l'épaisseur de corticale mesurée à l'aide du cone beam, et évaluée à l'aide d'une sonde parodontale graduée.

L'auteur précise qu'à l'aide du Tip, et afin de ne pratiquer l'incision qu'en gencive attachée, il pénètre sous la muqueuse pour atteindre la corticale osseuse, pour réaliser une corticotomie plus étendue en apical afin de préserver le plus possible la muqueuse (très vascularisée).

Il rappelle la possibilité d'association de greffe gingivale et/ou osseuse dans les zones de faible épaisseur corticale, en décollant la gencive entre chaque trait d'incision. À la fin de l'intervention, l'hémostase est obtenue à l'aide de compresses stériles. Aucune suture n'est réalisée.

Il rapporte qu'aucune antibiothérapie n'est prescrite grâce à l'effet bactéricide du laser et que « *la plupart du temps, le patient ne ressent aucune douleur postopératoire, seulement une sensation de picotements (effet antalgique des lasers). Aucun œdème n'apparaît (effet anti-inflammatoire des lasers). Le patient peut retourner travailler le jour même* ».

Plus récemment, en 2020, Majid Mahmoudzadeh et ses collaborateurs décrivent au cours d'une étude randomisée le protocole suivant (73):

Une anesthésie locale a été réalisée par l'injection de lidocaïne et d'épinéphrine (1/80 000) puis l'utilisation d'un laser Er Cr:YSGG (*Waterlase iPlus Biolase, CA, USA*) avec une puissance de 3,5 W et une fréquence de 30 Hz, le mode H' et 40 % d'air et 80 % d'eau à l'aide de la pointe MZ5 de 500  $\mu$  de diamètre.

Puis, une incision verticale a été pratiquée parallèlement aux surfaces radiculaires mésiale et distale de la canine à déplacer, un millimètre au-dessous de la crête alvéolaire et prolongée jusqu'à la jonction mucogingivale sur une profondeur de deux à trois millimètres, pour atteindre l'os spongieux

Aucune suture n'a été réalisée après l'incision au laser.

Ils décrivent ne pas avoir eu recours aux antibiotiques, et l'absence de douleur et œdème post opératoire.



**Unité du laser utilisé par Mahmoudzadeh et al, et vue intra orale des incisions**

*Efficacy of Er,Cr Laser incision Corticotomy in Rapid Maxillary Canine Retraction: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial REF*

## **7. Gestion des suites et complications opératoires**

### **a. Généralités**

Tout acte médical, même bien mené, peut conduire à des complications.

Le patient devra donc être bien informé de ces suites et complications possibles, et de la nécessité de suivre les conseils post opératoires transmis à l'oral et sur fiches. Le praticien veillera à la bonne compréhension de l'ordonnance remise au patient et de la nécessité de son suivi.

De plus le thérapeute devra laisser au patient un numéro de téléphone et/ou une adresse électronique afin de pouvoir le joindre en cas de problème.

Dans la grande majorité des cas, les risques opératoires étant très limités, ces corticotomies minimalement invasives n'auront que très peu d'impact sur la qualité de vie des patients dans les jours qui suivent l'opération, à condition qu'ils aient bien suivi les conseils post-opératoires.

Généralement, des fils de suture résorbables seront utilisés, ils s'élimineront naturellement en deux à quatre semaines, dans le cas où l'on aurait utilisé des fils non résorbables, une intervention sera programmée pour les déposer, dans tous les cas une consultation de contrôle doit être programmée à un mois post opératoire.

En fonction des situations, une période d'arrêt de l'activité scolaire ou professionnelle pourra être envisagée au cours des deux à trois jours suivant l'intervention.

L'appareil orthodontique devra être activé rapidement chez l'orthodontiste, à raison d'une fois toutes les deux semaines jusqu'à fin du traitement.

Les suites les plus fréquemment retrouvées seront : douleurs modérées, tuméfactions, petits saignements et infections post opératoires.

### **b. Gestion de la douleur**

Après les corticotomies alvéolaires les douleurs post-opératoires et difficultés à ouvrir la bouche du fait de contractures musculaires sont généralement légères et bien contrôlées avec un traitement antalgique adapté.

Il convient cependant de les anticiper par la prescription précoce d'antalgiques en précisant les modalités d'adaptation du traitement, en tenant compte de leur délai d'action et en expliquant les potentiels effets indésirables.

En post opératoire un suivi téléphonique le lendemain de l'intervention permettra d'adapter le traitement initial par palier ainsi que sa durée en fonction de la douleur décrite par le patient au moyen d'une échelle d'évaluation de la douleur (échelle visuelle analogique, échelle visuelle simple, ou échelle numérique).

### **c. Hématomes et saignements persistants**

En post opératoire des saignements buccaux mineurs, régressant spontanément en quelques jours sont fréquents. On pourra conseiller d'appliquer sur la plaie une compresse stérile pendant quinze à vingt minutes pour permettre la formation d'un caillot sanguin.

### **d. Œdème**

La formation d'un œdème indolore est fréquente après une intervention de ce type. Celui-ci disparaîtra rapidement en sept à dix jours mais peut durer jusqu'à trois semaines. On pourra conseiller l'application de poches de glace de façon régulière pour en faciliter la résorption.

### **e. Infection du site opératoire**

Favorisée par la consommation de tabac et pouvant survenir jusqu'à trois semaines après l'intervention, elle sera traitée par l'instauration d'un traitement antibiotique curative en recommandant le strict suivi de l'ordonnances et des consignes d'hygiène du praticien.

### **f. Trouble de la sensibilité orofaciale**

Une diminution ou une perte de la sensibilité nerveuse des lèvres, du menton et du palais peut survenir après ce type de chirurgie, mais elle est souvent transitoire.

### **g. Complications plus rares**

- Lésions radiculaires : ce risque est grandement limité par l'utilisation d'un guide chirurgical et du piezotome.
- Récessions gingivales et fenestrations des racines dentaires apparaissant lors du traitement orthodontique : elles peuvent être anticipées par la réalisation de greffe osseuse ainsi que de greffe de tissu conjonctif.
- Des mortifications, voire des pertes dentaires peuvent arriver de façon exceptionnelle.
- Lésion d'une dent voisine, descellement d'une couronne, fracture d'une restauration dentaire, d'un bridge ou d'une dent pourraient aussi survenir de façon accidentelle.

### III- Analyse bibliographique et discussion

Il a été choisi ici de sélectionner les études traitant de l'intérêt des corticotomies qui sont parues au cours des cinq dernières années.

Dans un premier temps, seront décrits les essais cliniques avec les populations les plus grandes ainsi que leurs résultats, puis dans un deuxième temps la conclusion des auteurs de ces essais et d'études non décrites. Ces travaux ont été classés en trois catégories :

- Orthodontie traditionnelle vs corticotomies (avec et sans lambeau) ;
- Corticotomie traditionnelle vs sans lambeau ;
- Corticotomie par piézocision vs corticotomie assistée par laser.

Puis, après avoir décrit la recherche systématique rassemblant le plus grand nombre de participants et la conclusion de ses auteurs, les résultats des revues systématiques et méta-analyses sélectionnées seront abordés.

#### 1. Orthodontie traditionnelle vs corticotomies :

##### a. Orthodontie traditionnelle vs corticotomie avec lambeau

En 2018, A. Mezari, F. et Si Ahmed ont réalisé une étude dont l'objectif est d'évaluer l'efficacité de la corticotomie alvéolaire sur la vitesse du recul de la canine supérieure comparé au traitement orthodontique conventionnel (76).

*Matériel et méthode* : l'échantillon était constitué de 30 patients avec un âge moyen de  $21 \pm 2$  ans dont le traitement orthodontique nécessitait le recul des canines supérieures après extraction des premières prémolaires supérieures. Les sujets étaient répartis en deux groupes, l'un recevant un traitement orthodontique assisté par corticotomie alvéolaire, l'autre recevant un traitement conventionnel. La vitesse de recul de la canine supérieure a été évaluée en mesurant la distance entre la canine et la deuxième prémolaire supérieure dans les deux groupes, à 2 mois puis à 4 mois du recul canin.

*Résultats* : ils ont révélé que cette vitesse était significativement plus élevée dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle et ce deux fois plus à deux mois du recul canin, puis diminuant à 1,25 fois plus élevée à 4 mois.

*Conclusion des auteurs* :

« La corticotomie alvéolaire accélère le déplacement dentaire lors du recul des canines supérieures ».

##### b. Orthodontie traditionnelle vs corticotomie sans lambeau

En 2019 Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. ont réalisé un essai contrôlé randomisé dont l'objectif était d'évaluer l'efficacité des corticotomies assistées par piézocision sans lambeau pour accélérer l'alignement des incisives mandibulaires par rapport à un traitement orthodontique traditionnel (77).

*Matériels et méthodes* : Trente-six patients (âge moyen  $20,32 \pm 1,96$  ans) nécessitant un traitement orthodontique avec un appareil orthodontique fixe ont été recrutés et répartis au hasard soit dans le groupe expérimental soit dans le groupe témoin.

Après l'extraction de la première prémolaire, cinq micro-incisions radioguidées et des corticotomies piézoélectriques localisées ont été réalisées sur les surfaces vestibulaires de l'os alvéolaire entre les six dents antérieures afin d'accélérer l'alignement pour les patients du groupe expérimental, alors que ceux du groupe témoin recevaient un traitement orthodontique seul.

Le temps d'alignement global nécessaire pour compléter l'alignement antérieur de l'arcade dentaire mandibulaire a été mesuré. L'indice d'irrégularité de Little (LII) a également été calculé à intervalles mensuels. La randomisation a été effectuée à l'aide d'une liste de nombres aléatoires générée par logiciel ; les patients recrutés ont été divisés en deux groupes parallèles avec un rapport d'allocation de 1:1. La mise en aveugle de l'évaluateur a été employée.

*Résultats* : Cent huit patients souffrant d'encombrement dentaire sévère ont été évalués pour leur éligibilité, 40 d'entre eux remplissaient les critères d'inclusion. Trente-six participants ont été répartis au hasard dans les groupes de traitement. Une patiente a été perdue de vue dans le groupe témoin et une autre patiente a été exclue de l'analyse pour le groupe expérimental. En conséquence, les résultats de 34 patients ont été analysés statistiquement.

Le temps d'alignement global nécessaire pour compléter l'alignement antérieur de l'arcade dentaire mandibulaire a été réduit de 59 % dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin, avec une différence statistiquement significative entre les deux groupes ( $P < 0,001$ ). Aucune complication n'a été rencontrée dans le groupe de patients bénéficiant d'une corticotomie sans lambeau.

*Conclusion des auteurs* :

*« La technique de piézocision sans lambeau a été très efficace pour accélérer le mouvement orthodontique des dents ».*

En 2019, Ghaith M F Al-Imam et ses collaborateurs, ont réalisé un essai clinique randomisé dont l'objectif était d'évaluer l'efficacité de la corticotomie sans Lambeau par piézocision dans la rétraction de quatre incisives supérieures (78).

*Matériel et méthodes* : Un essai clinique contrôlé randomisé en simple aveugle et en groupes parallèles a été mené au département d'orthodontie de l'école dentaire de l'Université de Damas, en Syrie. L'étude a porté sur 42 patients (11 hommes, 31 femmes) âgés de 16 à 31 ans (âge moyen : 19,15 ans). Les patients avaient une malocclusion de classe II division I et ont été traités avec des appareils fixes en utilisant la technique de rétraction en deux étapes. Avec un ratio d'allocation de 1:1, les participants ont été assignés au hasard au groupe expérimental ( $n = 21$ ) ou au groupe témoin ( $n = 21$ ) à l'aide d'une liste de nombres aléatoires générée par ordinateur. L'attribution a été dissimulée grâce à l'utilisation d'enveloppes scellées, opaques et numérotées séquentiellement. Les critères de jugement principaux étaient le taux de rétraction des incisives (RIR) et le temps nécessaire à la rétraction. L'évaluateur des résultats était en aveugle.

*Résultats* : L'analyse des données a inclus 20 patients dans chaque groupe. Le taux de rétraction des incisives a significativement augmenté dans le groupe expérimental de 53 %, avec un raccourcissement significatif du temps de rétraction dans le groupe expérimental de 27 % ( $p < 0,001$ ). Le taux de perte d'ancrage était significativement moindre dans le groupe expérimental ( $p < 0,001$ ). Concernant l'évaluation céphalométrique, la bascule des incisives était significativement plus importante dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental. Les mesures squelettiques ont montré des changements insignifiants après la rétraction entre les 2 groupes.

*Conclusion des auteurs* :

*« La procédure de piézocision s'est avérée efficace pour accélérer la rétraction de 4 incisives supérieures, réduire le temps de rétraction, préserver l'ancrage et améliorer le contrôle du couple radiculaire pendant la rétraction.*

*Les résultats de cette étude ont également montré un changement significatif dans le type de mouvement de rétraction des incisives, qui prédominait en translation dans le groupe expérimental et en basculement contrôlé dans le groupe témoin ».*

En 2021 Heba M Al-Ibrahim et ses collaborateurs ont réalisé une étude dont l'objectif était d'évaluer et de comparer le temps nécessaire à l'alignement orthodontique, ainsi que les indices parodontaux, chez des patients bénéficiant d'un traitement orthodontique assisté ou non d'une corticotomie sans lambeau (79) :

*Matériels et méthodes* : Au total, 57 patients adultes (10 hommes, 47 femmes) référés au Département d'orthodontie de l'École dentaire de l'Université de Damas d'août 2018 à mars 2019 ont participé à cet essai, trois groupes ont été constitués :

- Un groupe bénéficiant d'un traitement orthodontique avec des attaches traditionnelles (*conventional brackets* : CB)

- Un groupe bénéficiant d'un traitement orthodontique avec attaches auto-ligaturantes (*self-ligating brackets* : SLB)

- un groupe bénéficiant d'un traitement orthodontique avec attaches auto-ligaturantes associé à une corticotomie sans lambeau (*self-ligating brackets associated with flapless corticotomy* : SLB + FC)

Les patients ont été répartis au hasard dans 1 des 3 groupes : CB (âge moyen :  $19,62 \pm 2,42$  ans), SLB (âge moyen :  $19,98 \pm 2,84$  ans) ou SLB + FC (âge moyen :  $20,67 \pm 2,59$  ans). Le temps d'alignement global pour les dents antérieures supérieures a été calculé. Les paramètres parodontaux suivants ont été mesurés à 5 moments d'évaluation : indice de plaque, indice gingival, indice de saignement papillaire et profondeur de sondage.

*Résultats* : Le temps moyen de nivellement et d'alignement était de  $81,89 \pm 9,49$  jours,  $123 \pm 10,69$  jours et  $165,25 \pm 13,05$  jours pour le groupe SLB + FC, le groupe SLB et le groupe CB, respectivement. Une réduction significative de la durée globale d'alignement a été trouvée dans le groupe SLBs + FC de 50 %, et dans le groupe SLBs de 25 %, par rapport au groupe témoin, avec une différence statistiquement significative entre les 3 groupes ( $P < 0,001$ ). Il y avait des différences statistiquement significatives dans les indices parodontaux (à l'exception de la profondeur de sondage) après 1 mois, avec des valeurs plus importantes dans le groupe SLBs + FC ( $P < 0,05$ ).

*Conclusion des auteurs* :

« L'utilisation de attaches auto-ligaturantes en combinaison avec une corticotomie sans lambeau peut être efficace pour accélérer le désencombrement des dents supérieures chez les patients adultes, avec une réduction de 50 % du temps de traitement normal avec des attaches traditionnelles. L'utilisation d'attaches auto-ligaturantes seules a réduit le temps de traitement de 25 %. La corticotomie adjuvante sans lambeau n'a pas causé d'effets cliniquement négatifs sur les tissus parodontaux ».

En 2021 Samer T Jaber et ses collaborateurs, au cours de leur étude consistant à évaluer l'efficacité de la corticotomie sans lambeau assistée par laser dans l'accélération de la rétraction de canines, arrivent à la conclusion que (80) :

« La corticotomie sans lambeau assistée par laser Er:YAG semble être une méthode de traitement efficace pour accélérer la rétraction canine et s'est accompagnée d'un léger degré de douleur et d'inconfort ».

En 2022 Sharmin Sultana et ses collaborateurs, réalisent un essai clinique randomisé dont l'objectif était de comparer le temps nécessaire à l'aboutissement d'un traitement orthodontique traditionnel par rapport à un traitement orthodontique assisté par une corticotomie sans lambeau par piézocision chez des patients présentant un encombrement maxillaire antérieur sévère nécessitant l'avulsion de prémolaires maxillaires, ils tirent la conclusion suivante (81):

« Les patients qui ont bénéficié d'une chirurgie de piézocision n'ont ressenti aucune douleur ou une légère douleur et ont été satisfaits du traitement. La corticotomie par piézocision sans lambeau est un complément efficace qui raccourcit le temps de traitement pendant la phase de nivellement et d'alignement sans aucun effet indésirable sur les dents et les tissus environnants. Il est également indolore, acceptable et satisfaisant pour les patients ».

## 2. Corticotomie traditionnelle vs sans lambeau :

En 2020, Khlef HN, Hajeer MY, Ajaj MA, Heshmeh O et Youssef N, Mahaini L. ont réalisé un essai monocentrique en groupes parallèles afin d'étudier les différences observées entre la pratique de la corticotomie traditionnelle et celle de la corticotomie sans lambeau au cours du traitement orthodontique de patients présentant une malocclusion de Classe II Division 1 (82):

### *Matériels et méthodes :*

Quarante patients avec une malocclusion de Classe II Division 1 âgés de plus de 18 ans et moins de 30 ans au début du traitement, nécessitant des extractions de prémolaires maxillaires, ont été répartis au hasard en 2 groupes de 20 patients : 1 groupe a été traité à l'aide de la corticotomie traditionnelle, et l'autre groupe a été traité par corticotomie sans lambeau en rétraction en masse avec ancrage sur des mini vis placées entre les deuxièmes prémolaires maxillaires et les premières molaires bilatéralement. Une randomisation a été mise en œuvre avec une liste générée par ordinateur de nombres aléatoires ; l'attribution a été dissimulée dans des enveloppes numérotées, opaques et cachetées. L'étude était en simple aveugle (évaluateur des résultats).

### *Données analysées :*

Le premier résultat analysé était la durée de rétraction en masse.

Les critères de jugement secondaires étaient les variables squelettiques et des tissus mous sur des céphalométries latérales ainsi que la résorption radiculaire apicale externe des dents antérieures maxillaires sur les radiographies panoramiques numériques.

### *Résultats :*

La durée de rétraction en masse dans le groupe corticotomie sans lambeau était plus longue que celle du groupe corticotomie traditionnelle

La durée moyenne de rétraction était de 4,04 mois  $\pm$  1,10 pour le groupe corticotomie sans lambeau et 3,75 mois  $\pm$  2,14 pour le groupe corticotomie traditionnelle, sans différence significative entre les 2 groupes (intervalle de confiance [IC] à 95 %, 0,81 à 1,39 ; P 5 0,59).

Aucune différence significative n'a été observée entre les 2 groupes concernant les changements de plusieurs variables céphalométriques latérales (p. ex. angle SNA [IC à 95 %, 2,55 à 1,66 ; P 5 0,67], angle SN-U1 [IC 95 %, 1,70 à 1,32 ; P 5 0,80] et UL-E [IC 95 % : 1,33 à 1,00 mm ; P 5 0,78])

Aucune différence significative n'a été observée entre les 2 groupes concernant la quantité de résorption radiculaire apicale externe dans les dents antérieures maxillaires (P 5 0,31). La proportion de la résorption radiculaire apicale externe observée variait de 1 % à 6 % de la longueur de la racine dans les deux groupes de corticotomie.

Aucun préjudice grave n'a été observé dans les deux groupes.

### *Conclusions des auteurs :*

*« Des différences entre la corticotomie sans lambeau et la corticotomie traditionnelle ont été trouvées en termes de variables squelettiques, dentaires et des tissus mous ainsi que de la quantité de résorption radiculaire apicale externe mais elles n'étaient pas significatives.*

*La rétraction en masse assistée par corticotomie a permis d'améliorer les structures squelettiques et le profil facial et entraîné une rétraction suffisante des dents antérieures maxillaires, un léger mouvement distal des premières molaires maxillaires et un mouvement d'intrusion pour les dents antérieures et postérieures. Les deux techniques de corticotomie n'ont pas causé de résorption radiculaire apicale externe significative ».*

En 2022, Hanin Nizar Khlef et Mohammad Younis Hajeer ont réalisé un essai contrôlé randomisé à deux bras afin d'étudier les différences observées entre la pratique de la corticotomie traditionnelle et celle de la corticotomie sans lambeau dans le traitement orthodontique de patients présentant une malocclusion de classe II division 1 (83).

*Objectifs* : L'objectif de cet essai était d'évaluer les changements dentaires, la santé parodontale et la vitalité des dents dans la rétraction en masse assistée par mini-vis avec deux techniques d'accélération basées sur la corticotomie.

*Matériels et méthodes* :

L'échantillon comprenait 38 patients adultes présentant une malocclusion de classe II division 1 (trois hommes, 35 femmes ; âge compris entre 18 et 30 ans), nécessitant l'extraction des premières prémolaires supérieures suivie d'une rétraction en masse. L'échantillon a été divisé de façon aléatoire et égale en deux groupes. La randomisation a été effectuée par des nombres aléatoires générés par ordinateur avec un rapport d'allocation de 1 : 1. La dissimulation de l'attribution a été effectuée par des enveloppes numérotées séquentiellement, opaques et scellées. Les interventions étaient la corticotomie traditionnelle (TC) versus la corticotomie sans lambeau (FC). Des mini-vis ont été insérées entre la deuxième prémolaire supérieure et la première molaire, bilatéralement. Le critère de jugement principal était l'évaluation des changements dentaires. Les critères de jugement secondaires étaient la santé parodontale et la vitalité pulpaire des dents maxillaires. Le test U de Mann-Whitney et le test t à deux échantillons avec correction de Bonferroni ont été utilisés pour analyser les données.

*Résultats* :

Le taux de rétraction en masse au cours des trois premiers mois était plus élevé dans le groupe TC que dans le groupe FC (1,82, 1,66 et 1,39 mm/mois vs 1,60, 1,42 et 1,22 mm/mois, respectivement) avec des différences statistiquement significatives ( $P < 0,001$ ,  $P < 0,001$ ,  $P = 0,001$ , respectivement). La quantité de rétraction en masse était plus élevée dans le groupe TC que dans le groupe FC (6,84 mm contre 6,18 mm, respectivement) avec des différences statistiquement significatives ( $P = 0,002$ ). Il y avait une augmentation des largeurs inter-canines et inter-molaires avec un léger mouvement distal de la première molaire supérieure dans les deux groupes, sans différence significative entre eux ( $P > 0,008$ ). Les valeurs des indices de saignement gingival, papillaire et de plaque dans le groupe TC étaient significativement supérieures à celles du groupe FC après avoir effectué la corticotomie ( $P < 0,001$ ,  $P < 0,003$ ,  $P = 0,002$ , respectivement). Aucune récession gingivale n'a été trouvée sur aucune des dents examinées dans les deux groupes. Toutes les dents ont conservé leur vitalité à tous les temps de mesure dans les deux groupes. Aucun préjudice grave n'a été constaté dans aucun groupe.

*Conclusions des auteurs* :

*« Les techniques de corticotomie traditionnelles et sans lambeau ont entraîné des taux cliniquement similaires de rétraction en masse des dents antérieures supérieures, avec des modifications dentaires similaires et aucune complication parodontale significative ni perte de vitalité dentaire. La corticotomie mini-invasive sans lambeau est apparue comme une bonne alternative à la corticotomie traditionnelle plus invasive ».*

### 3. Corticotomie par piézocision vs corticotomie assistée par laser :

En 2018, Alaa M. H. Alfawal , Mohammad Y. Hajeer, Mowaffak A. Ajaj , Omar Hamadah and Bassel Brad ont réalisé une étude afin d'évaluer et de comparer l'efficacité de deux interventions chirurgicales mini-invasives dans l'accélération de rétraction canine : piézocision et corticotomie sans lambeau assistée par laser (LAFC)(84).

#### *Matériels et méthodes :*

Conception de l'essai : Un essai contrôlé randomisé monocentrique avec une conception composée (une conception d'un groupe à deux bras parallèles en arcades séparées (split mouth) pour chaque bras).

Participants : 36 patients de classe II, division I (12 hommes, 24 femmes ; tranche d'âge : 15 à 27 ans) nécessitant une première extraction des prémolaires suivie d'une rétraction canine.

Interventions : groupe piézocision (PG ; n = 18) et groupe corticotomie sans lambeau assistée par laser (LG ; n = 18).

La conception arcades séparées a été appliquée pour chaque groupe où l'intervention chirurgicale sans lambeau a été attribuée au hasard à un côté et l'autre côté servait de côté de contrôle.

#### *Résultats :*

Le taux de rétraction canine (résultat principal), la perte d'ancrage et la rotation canine, qui ont été évalués à 1, 2, 3 et 4 mois après le début de la rétraction canine. La durée de la rétraction canine a également été enregistrée.

Séquence aléatoire : Nombres aléatoires générés par ordinateur.

Dissimulation de l'attribution : enveloppes numérotées séquentiellement, opaques et scellées.

Aveuglé : simple aveugle (évaluateur des résultats).

Dix-sept patients de chaque groupe ont été inclus dans l'analyse statistique. Le taux de rétraction canine était significativement plus élevé du côté expérimental que du côté témoin dans les deux groupes, multiplié par deux au cours du premier mois et 1,5 fois au deuxième mois ( $p < 0,001$ ). De plus, la durée globale de rétraction canine a été significativement réduite dans le côté expérimental par rapport au côté témoin dans les deux groupes d'environ 25 % ( $p \leq 0,001$ ).

Il n'y avait pas d'importantes différences entre le côté expérimental et le côté témoin concernant la perte d'ancrage et la rotation des canines supérieures dans les deux groupes ( $p > 0,05$ ). Il n'y avait pas de différences significatives entre les deux techniques sans lambeau concernant les variables étudiées pendant tous les temps d'évaluation ( $p > 0,05$ ).

#### *Conclusions des auteurs :*

*La piézocision et la corticotomie sans lambeau assistée par laser semblaient être des méthodes de traitement efficaces pour accélérer la rétraction de la canine sans aucun effet indésirable significatif sur l'ancrage ou la rotation canine lors d'une rétraction rapide.*

En 2020, Alaa Mohammad Haytham Alfawal et ses collaborateurs, en conclusion de leur étude dont l'objectif était d'évaluer les résultats centrés sur les patients traités pour la rétraction de canines, soit par corticotomie sans lambeau par piézocision, soit par corticotomie sans lambeau assistée par laser, affirment (85):

*« La corticotomie sans lambeau assistée par laser et la piézocision étaient associés à des niveaux élevés de douleur, d'inconfort, de gonflement et de difficulté à mâcher à un jour suivant l'intervention.*

*La corticotomie sans lambeau assistée par laser a été associée à des niveaux de douleur et d'inconfort nettement inférieurs à ceux générés par la piézocision. Les niveaux de douleur, d'enflure, la difficulté à manger et la restriction des mouvements de la mâchoire ont considérablement diminué vingt-quatre heures après la corticotomie sans lambeau assistée par laser et la piézocision. Les deux techniques étaient associées à des niveaux élevés de satisfaction et d'acceptation ».*

#### 4. Revue systématique et méta-analyse :

En 2019, T. Fu, S. Liu, H. Zhao, M. Cao and R. Zhang ont effectué une recherche systématique dont l'objectif était d'évaluer les preuves d'un mouvement dentaire accéléré en chirurgie mini-invasive et les effets indésirables qui en découlent (86).

Elle a été opérée dans les bases de données électroniques de PubMed, CENTRAL (Cochrane Central Register of Controlled Trials), Embase, Scopus, Web of Science, Science Direct et Medline et a été complétée par une recherche manuelle jusqu'en février 2019.

Les critères d'inclusion étaient des études cliniques prospectives de patients ayant reçu un traitement orthodontique accéléré avec une chirurgie mini-invasive.

Dix-neuf articles (538 participants) ont été inclus dans la revue : 9 études ont évalué le taux de mouvement des canines supérieures ; 5 ont considéré le temps de traitement ; une a évalué le temps de rétraction en masse ; et 4 ont étudié les effets indésirables.

Ils ont effectué une méta-analyse pour le taux de mouvement canin et le temps de traitement et décrit les résultats pour les effets indésirables dans une revue systématique.

Les résultats de l'analyse en sous-groupe selon la micro-ostéo-perforation et la piézocision ont été inclus dans l'étude.

Aucun mouvement dentaire accéléré n'a été retrouvé dans le groupe micro-ostéo-perforation. Après les procédures de corticotomie sans lambeau, des taux de mouvement dentaire accrus ont été identifiés par des différences moyennes pondérées de 0,63 (IC à 95 % = 0,22, 1,03,  $p = 0,003$ ) et 0,64 (IC à 95 %, -25 à 1,53 ;  $p = 0,16$ ) pour 1 et 2 mois, respectivement.

La durée moyenne du traitement était de 68,42 jours (IC à 95 %, -113,19 à -23,65 ;  $p = 0,003$ ) inférieure à celle de la chirurgie mini-invasive.

*Conclusion des auteurs :*

*« Aucun effet indésirable significatif n'a été constaté. En raison de la grande hétérogénéité de la méta-analyse, les résultats doivent être validés par des essais cliniques multicentriques supplémentaires à large échantillon. »*

*Il n'y a pas suffisamment de preuves pour soutenir que l'utilisation unique de la micro-ostéo-perforation pourrait accélérer le mouvement des dents, et il n'y a que des preuves de faible qualité pour prouver que la corticotomie sans lambeau pourrait accélérer le mouvement des dents ».*

En 2017, Brenda Mertens et ses collaborateurs, ont réalisé une revue de littérature dont l'objectif était « d'évaluer les effets des corticotomies alvéolaires sur l'accélération ou la facilitation des déplacements dentaires selon les différents types de mouvements orthodontiques, de comparer les résultats obtenus par technique classique avec ceux obtenus par piézocision et d'analyser leur impact sur les tissus parodontaux sur le long terme ».

Ils concluent que :

*« La corticotomie permet l'accélération temporaire des déplacements dentaires orthodontiques et la piézocision, moins invasive et réalisée dans certaines indications, allège quant à elle les suites post-opératoires. »*

*Toutes les études ont montré que les corticotomies facilitent et accélèrent temporairement le déplacement dentaire orthodontique avec des complications minimales. Aucune lésion parodontale, perte de vitalité pulpaire ou résorption radiculaire sévère n'a été rapportée.*

*Cependant, le fait que l'utilisation de corticotomies alvéolaires diminue significativement le temps de traitement reste incertain, en raison de l'absence de données significatives. Davantage d'études prospectives randomisées sont nécessaires afin d'analyser plus précisément la diminution du temps de traitement global, l'amélioration du contexte parodontal et de la stabilité des résultats du traitement orthodontique sur le long terme suite aux corticotomies alvéolaires ».*

En 2018, Nita Viwattanatipa et Satadarun Charnchairerk réalisent une revue systématique dont le but est d'évaluer l'efficacité et les complications éventuelles de la corticotomie sans lambeau par piézocision et de la corticotomie traditionnelle avec lambeau par rapport à un traitement orthodontique traditionnel pour la prise en charge orthodontique nécessitant la rétraction de canines (87).

Ils affirment que :

*« La corticotomie a montré une augmentation plus significative (c'est-à-dire 2 à 4 fois plus rapide) de la vitesse de déplacement des dents que la méthode conventionnelle.*

*Pour la piézocision, le mouvement dentaire cumulé et la vitesse de mouvement dentaire étaient deux fois plus rapides que ceux de la méthode conventionnelle.*

*Pour la rétraction canine dans le site d'extraction prémolaire immédiat, le taux de mouvement canine après piézocision était presque comparable à celui de la corticotomie avec seulement une élévation du lambeau vestibulaire*

*La corticotomie (avec une conception de lambeau évitant l'incision de l'os marginal) ou les procédures de piézocision sans lambeau n'étaient pas préjudiciables à la santé parodontale y compris l'indice de plaque, la profondeur de sondage, les niveaux d'attache, la récession gingivale, les scores de mobilité et les niveaux de crête alvéolaire ou de résorption radiculaire.*

*Néanmoins, la piézocision a entraîné des niveaux plus élevés de satisfaction des patients.*

*La principale limite de cette étude était le faible nombre de publications de recherche primaire sur les deux techniques ».*

En 2019, Adeel Tahir Kamal et ses collaborateurs, réalisent une revue systématique ainsi qu'une méta-analyse dans le but de comparer les variables parodontales et la durée de traitement orthodontique chez des patients bénéficiant d'une prise en charge avec corticotomie sans lambeau associée à une greffe osseuse (orthodontie accélérée par stimulation ostéogénique du parodonte) (88).

Ils observent que :

*« Des études ont montré des améliorations significatives de la santé parodontale. La durée du traitement a été réduite chez les patients ayant subi une procédure clinique qui combine une corticotomie alvéolaire sélective, une greffe osseuse et l'application de forces orthodontiques. La résorption radiculaire n'a pas été suffisamment évaluée par la littérature actuelle ».*

En 2019, Hanin N Khlef et ses collaborateurs, réalisent une revue systématique et une méta-analyse dont le but était d'évaluer l'efficacité des méthodes d'accélération par corticotomie des prises en charge orthodontiques par rapport au traitement traditionnel afin de réaliser des rétractions en masse maxillaires.

Les variables étudiées au cours de leur étude étaient squelettiques, dentaires et relatives aux tissus mous ainsi que la durée globale des traitements (89).

Ils concluent :

*« Il existe des preuves faibles à modérées que l'utilisation de méthodes accélérées et non accélérées améliorerait le profil facial et conduirait à des corrections squelettiques similaires. Il existe des preuves faibles à modérées que l'utilisation des dispositifs d'ancrage temporaires conduirait à un meilleur ancrage postérieur que l'utilisation de l'âge d'ancrage conventionnel.*

*Des preuves modérées ont été trouvées concernant le bénéfice de l'utilisation de la piézochirurgie pour obtenir une bonne inclinaison des incisives.*

*Des résultats contradictoires ont été trouvés concernant la quantité de rétraction antérieure obtenue et le temps de rétraction dans les études qui ont évalué les méthodes d'accélération par rapport aux méthodes traditionnelles de rétraction. Selon la qualité des preuves, il est nécessaire de disposer de plus d'essais cliniques randomisés bien menés et de davantage de travaux à orienter vers une rétraction en masse avec l'utilisation d'autres méthodes d'accélération.*

*Signification clinique : La correction de la protrusion dentoalvéolaire maxillaire ou bimaxillaire par rétraction en masse des dents antérieures supérieures avec/sans accélération s'accompagne de résultats esthétiques dans les tissus mous du visage ainsi que dans les structures squelettiques et dentaires sous-jacentes. La rétraction traditionnelle assistée par corticotomie devrait réduire considérablement le temps de rétraction. Cependant, la solidité des preuves n'est pas suffisante et nécessite des travaux de recherche supplémentaires ».*

Enfin en 2022, Rashad I Shaadouh et ses collaborateurs, étudient au cours d'une revue systématique, les preuves disponibles concernant l'efficacité de la thérapie au laser de haute énergie dans la réalisation de corticotomies sans lambeau afin d'accélérer un traitement orthodontique et ses effets indésirables associés (90) .

Ils tirent la conclusion que :

*« Bien que l'accélération du mouvement dentaire ait semblé être significative au moins au cours des deux premiers mois, il y avait des preuves faibles à modérées concernant l'efficacité de la corticotomie sans lambeau basée sur la thérapie laser de haute énergie dans l'accélération du mouvement dentaire orthodontique. Il y a un besoin pour plus d'essais cliniques randomisés de haute qualité bien menés ».*

## 5. Conclusion :

La demande de prise en charge orthodontique chez l'adulte n'a cessé de croître, mais l'acceptation des plans de traitements est bien souvent mise en défaut par la durée de ceux-ci.

La communication interdisciplinaire est toujours primordiale dans l'édification du plan de traitement nécessaire à l'obtention des résultats visés.

Répondant à de nombreuses indications, il existe une certaine diversité de matériels et de méthodes à disposition du praticien aujourd'hui dans l'exercice de la corticotomie sans lambeau.

L'évolution de ces techniques de corticotomie pro-orthodontique a permis d'élargir leur champ d'indications, d'en réduire les complications, et de favoriser une stabilité accrue d'un traitement orthodontique accéléré.

La majorité des études cliniques disponibles dans la littérature récente ainsi que certaines méta-analyses et revues systématiques rapportent une réduction de la durée du traitement après une chirurgie minimalement invasive par rapport à un traitement orthodontique conventionnel. Celle-ci est comparable à celle obtenue par la corticotomie traditionnelle et ce, sans complications significatives.

Pourtant certaines revues systématiques et méta-analyse étudiées, en raison d'un manque de données, affirment qu'il n'existe que des preuves de faible qualité statistique pour prouver que les corticotomies sans lambeau pourraient accélérer le mouvement dentaire.

Même s'il existe pour le moment un manque de publications avec de plus grandes populations afin que ces méthodes de corticotomies soit intégrées à l'« evidence based medicine », il est probable que ces techniques sans lambeau tendront à s'améliorer dans leur efficacité et leur propension à être de moins en moins invasives.

En se démocratisant, des études cliniques encadrées pourraient leur permettre d'être standardisées et d'intégrer pleinement l'arsenal thérapeutique de l'orthodontie moderne.

De la même façon, il existe une certaine hétérogénéité des études concernant la LLLT (longueurs d'ondes et doses délivrées variables selon les protocoles utilisés).

Elle semblerait pourtant présenter de nombreux avantages dont pourraient bénéficier les patients, tels que l'accélération de la cicatrisation, la diminution de l'inflammation et de la douleur, ou encore une action sur le remodelage osseux, et il serait pertinent d'étudier ses effets au cours de son utilisation conjointe aux techniques modernes de corticotomies.

## ANNEXES/TABLE DES ILLUSTRATIONS

Sitothèque :

[-https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Parodontopathies\\_recos.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Parodontopathies_recos.pdf)

[-https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/guide\\_exam\\_rx\\_oct2006\\_2007\\_12\\_07\\_12\\_37\\_35\\_794.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/guide_exam_rx_oct2006_2007_12_07_12_37_35_794.pdf)

[-https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-12/texte\\_court\\_cone\\_beam\\_2009-12-28\\_17-27-51\\_224.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-12/texte_court_cone_beam_2009-12-28_17-27-51_224.pdf)

[-https://sfar.org/wp-content/uploads/2015/10/AFAR\\_Examens-preinterventionnels-systematiques.pdf](https://sfar.org/wp-content/uploads/2015/10/AFAR_Examens-preinterventionnels-systematiques.pdf)

[-https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/07/Antibioprophylaxie-RFE-mise-a-jour-2018.pdf](https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/07/Antibioprophylaxie-RFE-mise-a-jour-2018.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/Recommandations/PageWeb.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/Recommandations/PageWeb.pdf)

[-https://sf2h.net/wp-content/uploads/2018/03/HY\\_XXVI\\_1\\_SF2H-1.pdf](https://sf2h.net/wp-content/uploads/2018/03/HY_XXVI_1_SF2H-1.pdf)

[-https://sf2h.net/wp-content/uploads/2013/10/SF2H\\_recommandations\\_gestion-preoperatoire-du-risque-infectieux\\_2013.pdf](https://sf2h.net/wp-content/uploads/2013/10/SF2H_recommandations_gestion-preoperatoire-du-risque-infectieux_2013.pdf)

[-https://www.aaoms.org/docs/govt\\_affairs/advocacy\\_white\\_papers/mronj\\_position\\_paper.pdf](https://www.aaoms.org/docs/govt_affairs/advocacy_white_papers/mronj_position_paper.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/consentement.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/consentement.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/conseils\\_postoperatoires.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/conseils_postoperatoires.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/douleurs\\_orofaciales.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/douleurs_orofaciales.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/desinclusions.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/desinclusions.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/greffes.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/greffes.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/infos\\_medicales/PDFS/xenogreffes.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/infos_medicales/PDFS/xenogreffes.pdf)

[-https://sf2h.net/wp-content/uploads/2013/10/SF2H\\_recommandations\\_gestion-preoperatoire-du-risque-infectieux\\_2013.pdf](https://sf2h.net/wp-content/uploads/2013/10/SF2H_recommandations_gestion-preoperatoire-du-risque-infectieux_2013.pdf)

[-https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/07/Antibioprophylaxie-RFE-mise-a-jour-2018.pdf](https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/07/Antibioprophylaxie-RFE-mise-a-jour-2018.pdf)

[-https://www.societechirorale.com/documents/Recommandations/PageWeb.pdf](https://www.societechirorale.com/documents/Recommandations/PageWeb.pdf)

[-https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/douleur\\_chirurgie\\_buccale\\_recos.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/douleur_chirurgie_buccale_recos.pdf)

[-https://ansm.sante.fr/uploads/2021/02/04/reco-prescription-des-antibiotiques-en-pratique-buccodentaire-septembre2011.pdf](https://ansm.sante.fr/uploads/2021/02/04/reco-prescription-des-antibiotiques-en-pratique-buccodentaire-septembre2011.pdf)

## BIBLIOGRAPHIE

1. Frost HM. The Biology of Fracture Healing: An Overview for Clinicians. Part I. Clin Orthop Relat Res. nov 1989;248:283-93.
2. Frost HM. The Biology of Fracture Healing: An Overview for Clinicians. Part II. Clin Orthop Relat Res. nov 1989;248:294-309.
3. Gellee T, Ouadi E, Ejeil AL, Moreau N. Au-delà de l'accélération du déplacement dentaire : autres effets des corticotomies alvéolaires d'intérêt en pratique orthodontique quotidienne. Carolus S, Weissenbach O, éditeurs. Rev Orthopédie Dento-Faciale. janv 2018;52(1):93-100.
4. Le Gall M, Sastre J. The fundamentals of tooth movement. Int Orthod. mars 2010;8(1):1-13.
5. Baron R. Le remaniement de l'os alvéolaire au cours du déplacement spontané et provoqué des dents. Rev Orthopédie Dento-Faciale. juill 1975;9(3):309-25.
6. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. Am J Orthod. oct 1967;53(10):721-45.
7. Thierry M, Charrier JB. Les corticotomies alvéolaires : principes et applications cliniques. Int Orthod. 1 déc 2008;6(4):343-54.
8. von Bohl M, Kuijpers-Jagtman AM. Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. Eur J Orthod. 1 févr 2009;31(1):30-6.
9. Sebban L. La prise en charge implantaire des patients sous antirésorbeurs osseux: biphosphonates et anticorps monoclonaux. :95.
10. Cohen G. Les cellules souches pour induire la régénération osseuse. 1993;91.
11. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid Orthodontics with Alveolar Reshaping: Two Case Reports of Decrowding. Int J Periodontics Restorative Dent. janv 2001;21(1):1-11.
12. Skerry TM, Lanyon LE, Bitensky L, Chayen J. Early strain-related changes in enzyme activity in osteocytes following bone loading in vivo. J Bone Miner Res. 1989;4(5):783-8.
13. Knothe Tate ML, Niederer P, Knothe U. In Vivo Tracer Transport Through the Lacunocanicular System of Rat Bone in an Environment Devoid of Mechanical Loading. Bone. févr 1998;22(2):107-17.
14. Westbroek I, Ajubi NE, Alblas MJ, Semeins CM, Klein-Nulend J, Burger EH, et al. Differential Stimulation of Prostaglandin G/H Synthase-2 in Osteocytes and Other Osteogenic Cells by Pulsating Fluid Flow. Biochem Biophys Res Commun. févr 2000;268(2):414-9.
15. Lemaire T, Borocin F, Naili S. Mécanotransduction du remodelage osseux : rôle des fissures à la périphérie des ostéons. Comptes Rendus Mécanique. avr 2008;336(4):354-62.
16. Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. avr 2006;129(4):458-68.
17. Teixeira CC, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant LM, et al. Cytokine Expression and Accelerated Tooth Movement. J Dent Res. oct 2010;89(10):1135-41.

18. Verna C. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod.* 1 août 2000;22(4):343-52.
19. Verna C, Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in different bone turnover conditions. *Orthod Craniofac Res.* août 2003;6(3):155-63.
20. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod.* 1 mai 1984;85(5):424-30.
21. Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: Their effects on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* sept 2006;130(3):364-70.
22. Adachi H, Igarashi K, Mitani H, Shinoda H. Effects of Topical Administration of a Bisphosphonate (Risedronate) on Orthodontic Tooth Movements in Rats. *J Dent Res.* août 1994;73(8):1478-86.
23. Lazăr AP, Dakó T, Bud A, Vlasa A, Ormenișan A, Mârțu MA, et al. The Effects of Periodontal Laser Therapy on Pain in Adult Patients with Orthodontic Treatment: A Randomized Clinical Trial. *Appl Sci.* 1 avr 2022;12(7):3601.
24. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod.* 1 nov 1986;8(4):229-34.
25. Ong MMA, Wang HL. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* oct 2002;122(4):420-8.
26. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2010;137(4):462-76.
27. Kim KW, Kim SJ, Lee JY, Choi YJ, Chung CJ, Lim H, et al. Apical root displacement is a critical risk factor for apical root resorption after orthodontic treatment. *Angle Orthod.* nov 2018;88(6):740-7.
28. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 févr 1993;103(2):138-46.
29. Verna C. Regional Acceleratory Phenomenon. In: Kantarci A, Will L, Yen S, éditeurs. *Frontiers of Oral Biology* [Internet]. S. Karger AG; 2015 [cité 15 mars 2022]. p. 28-35. Disponible sur: <https://www.karger.com/Article/FullText/351897>
30. Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits—Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. *J Orthop Res.* 1993;11(2):285-91.
31. Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional Accelerated Phenomenon in the Mandible Following Mucoperiosteal Flap Surgery. *J Periodontol.* janv 1994;65(1):79-83.
32. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication—facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2011;139(4):S83-101.
33. Sammut A. Les corticotomies alvéolaires dans le cadre des mouvements orthodontiques accélérés : techniques et biologie osseuse. 11 juin 2015;70.

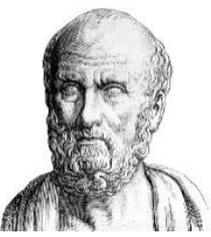
34. Cano J, Campo J, Bonilla E, Colmenero C. Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Exp Dent*. 1 févr 2012;4(1):e54-9.
35. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1 mai 1959;12(5):515-29.
36. Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg*. 1 janv 1975;3:81-4.
37. Sebaoun JDM, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. *Orthod Fr*. sept 2007;78(3):217-25.
38. 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*. oct 2009;67(10):2149-59.
39. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic Microsurgery: A New Surgically Guided Technique for Dental Movement. *Int J Periodontics Restorative Dent*. août 2007;27(4):324-31.
40. Sebaoun JD, Surmenian J, Ferguson DJ, Dibart S. Accélération du mouvement dentaire orthodontique suite à une décortication alvéolaire sélective : justification biologique et résultat d'une technique novatrice d'ingénierie tissulaire. *Int Orthod*. sept 2008;6(3):235-49.
41. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. *Compend Contin Educ Dent* 15488578. 7 août 2009;30(6):342-50.
42. Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis*. 2007;13(3):314-9.
43. Sebaoun JD, 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*. 2008;79(9):1679-88.
44. Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-Assisted Orthodontic Treatment: Review. *Open Dent J*. 13 août 2010;4:159-64.
45. AlGhamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. *Saudi Dent J*. janv 2010;22(1):1-5.
46. Petitbois R, Scortecchi G. Alveolar corticotomy: A new surgical approach based on bone activation: principle and protocol. *Int Orthod*. déc 2012;10(4):432-8.
47. Aboul-Ela SMBED, 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 Dentofacial Orthop*. 1 févr 2011;139(2):252-9.
48. Yen SLK, Yamashita DD, Kim TH, Baek HS, Gross J. Closure of an unusually large palatal fistula in a cleft patient by bony transport and corticotomy-assisted expansion. *J Oral Maxillofac Surg*. 1 nov 2003;61(11):1346-50.

49. dos Santos RMF, de Oliveira BF, Freitas LRP, Tanaka OM, Guimarães LK, Palomo L, et al. Traction of an impacted maxillary canine with corticotomy in a 53-year-old patient: Case report. *Semin Orthod.* 1 juin 2019;25(2):165-74.
50. Hassan AH, AlGhamdi AT, Al-Fraidi AA, Al-Hubail A, Hajrassy MK. Unilateral cross bite treated by corticotomy-assisted expansion: two case reports. *Head Face Med.* 19 mai 2010;6(1):6.
51. Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 août 2001;120(2):209-16.
52. Moon CH, Wee JU, Lee HS. Intrusion of Overerupted Molars by Corticotomy and Orthodontic Skeletal Anchorage. *Angle Orthod.* 1 nov 2007;77(6):1119-25.
53. Kanno T, Mitsugi M, Furuki Y, Kozato S, Ayasaka N, Mori H. Corticotomy and compression osteogenesis in the posterior maxilla for treating severe anterior open bite. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1 avr 2007;36(4):354-7.
54. Savard DB. Corticotomies alvéolaires par Lasercision : Une ... [Internet]. *Dental Tribune France.* 2014 [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://fr.dental-tribune.com/news/corticotomies-alveolaires-par-lasercision-une-procedure-minimalement-invasive-dans-le-but-daccelerer-les-traitements-orthodontiques-chez-ladulte/>
55. Sebaoun JDM, Surmenian J, Dibart S. Traitements orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. *Orthod Fr.* déc 2011;82(4):311-9.
56. Grange A. Apport de la corticotomie dans l'orthodontie adulte. :64.
57. Finotti M, Gracco A, Del Torre M, Siviero L, de Stefani A, Bruno G. Corticotomies assistées par ordinateur : facilitation des protocoles chirurgicaux. *Int Orthod.* sept 2017;15(3):498-514.
58. Molliex S, Pierre S, Bléry C, Marret E, Beloeil H. Examens préinterventionnels systématiques. *Ann Fr Anesth Réanimation.* sept 2012;31(9):752-63.
59. Benhamou D. Prise en charge du patient diabétique en périopératoire. *Anesth Réanimation.* 1 mai 2017;3(3):207-9.
60. Olszewski R, Theys S, Perez E, Wisniewska K, Wisniewski M. Revue illustrée des principales indications de CBCT en orthodontie. *NEMESIS.* 2 mai 2020;12(1):1-15.
61. Scarfe W, Azevedo B, Toghiani S, Farman A. Cone Beam Computed Tomographic imaging in orthodontics. *Aust Dent J.* 2017;62(S1):33-50.
62. Laila B, Karima EH, Wafaa EW. Place de la tomographie volumique à faisceau conique en imagerie dento-maxillofaciale. 2012;12.
63. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial Radiol.* janv 2015;44(1):20140282.
64. Finotti M, Gracco A, Del Torre M, Siviero L, de Stefani A, Bruno G. The use of computer-assisted corticotomy to enhance surgical procedures. *Int Orthod.* sept 2017;15(3):498-514.
65. 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.

66. Fraise à os | Fourniture dentaire | Equipement dentiste | Dentalprive [Internet]. [cité 6 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.dentalprive.fr/fraises-chirurgicales/671-fraise-a-os.html>
67. Fraise à os boule 26 MM - H141 L/XL CA [Internet]. [cité 6 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.dentalclick.fr/fraise-a-os-boule-26-mm-h141-lxl-ca-2>
68. Pièce à main oscillante et alternative (pièce à main coupe d'os) pour chirurgie implantaire dentaire pas cher - Achat au meilleur prix - Dentaireachat.fr [Internet]. [cité 6 sept 2022]. Disponible sur: [https://www.dentaireachat.fr/Pi%C3%A8ce-%C3%A0-main-oscillante-et-alternative-\(pi%C3%A8ce-%C3%A0-main-coupe-dos\)-pour-chirurgie-implantaire-dentaire-2560.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD\\_SzMSzpnITdzLEqDneZO3l\\_u-PLaNOOXHaMh\\_wUtrGDE6ZedqIBJ4\\_3SYaAuCBEALw\\_wcB](https://www.dentaireachat.fr/Pi%C3%A8ce-%C3%A0-main-oscillante-et-alternative-(pi%C3%A8ce-%C3%A0-main-coupe-dos)-pour-chirurgie-implantaire-dentaire-2560.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD_SzMSzpnITdzLEqDneZO3l_u-PLaNOOXHaMh_wUtrGDE6ZedqIBJ4_3SYaAuCBEALw_wcB)
69. Dubois É. Apport de la piezocision en orthodontie. :42.
70. Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques 1re partie : technologies. *Implantodontie*. juill 2004;13(3):151-7.
71. Neil M. *La piezochirurgie*. 2007;122.
72. Gidel A. *La biostimulation assistée par laser en parodontologie*. 2017;90.
73. Mahmoudzadeh M, Poormoradi B, Alijani S, Farhadian M, Kazemisaleh A. Efficacy of Er,Cr Laser incision Corticotomy in Rapid Maxillary Canine Retraction: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial. *J Lasers Med Sci*. 1 janv 2020;11(4):442-9.
74. Park YG. Corticision: A Flapless Procedure to Accelerate Tooth Movement. In: Kantarci A, Will L, Yen S, éditeurs. *Frontiers of Oral Biology* [Internet]. S. Karger AG; 2016 [cité 21 juill 2022]. p. 109-17. Disponible sur: <https://www.karger.com/Article/FullText/351904>
75. Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S, Barbato E. Minimally invasive corticotomy in orthodontics using a three-dimensional printed CAD/CAM surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Surg*. sept 2016;45(9):1059-64.
76. Mezari A, Si Ahmed F. Étude de la vitesse de recul de la canine supérieure après corticotomie alvéolaire. Guiral-Desnoës H, éditeur. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. oct 2018;52(4):385-91.
77. Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 29 mars 2019;41(2):188-95.
78. Al Imam G, A Ajaj M, Hajeer MY, Al-Mdalal Y, Almashaal E. Evaluation of the effectiveness of piezocision-assisted flapless corticotomy in the retraction of four upper incisors: A randomized controlled clinical trial. *Dent Med Probl*. 3 déc 2019;56(4):385-94.
79. Al-Ibrahim HM, Hajeer MY, Alkhouri I, Zinah E. Leveling and alignment time and the periodontal status in patients with severe upper crowding treated by corticotomy-assisted self-ligating brackets in comparison with conventional or self-ligating brackets only: a 3-arm randomized controlled clinical trial. *J World Fed Orthod*. 1 févr 2022;11(1):3-11.
80. Jaber ST, Al-Sabbagh R, Hajeer MY. Evaluation of the efficacy of laser-assisted flapless corticotomy in accelerating canine retraction: a split-mouth randomized controlled clinical trial. *Oral Maxillofac Surg*. mars 2022;26(1):81-9.

81. Sultana S, Ab Rahman N, Zainuddin SLA, Ahmad B. Effect of piezocision procedure in levelling and alignment stage of fixed orthodontic treatment: a randomized clinical trial. *Sci Rep [Internet]*. 2022 [cité 17 août 2022];12. Disponible sur: [https://journals.scholarsportal.info/details/20452322/v12inone/nfp\\_eoppilotarct.xml](https://journals.scholarsportal.info/details/20452322/v12inone/nfp_eoppilotarct.xml)
82. Khlef HN, Hajeer MY, Ajaj MA, Heshmeh O, Youssef N, Mahaini L. The effectiveness of traditional corticotomy vs flapless corticotomy in miniscrew-supported en-masse retraction of maxillary anterior teeth in patients with Class II Division 1 malocclusion: A single-centered, randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. déc 2020;158(6):e111-20.
83. Khlef HN, Hajeer MY. Is It Possible to Achieve Favorable Accelerated Dental Changes with No Periodontal Complications When Retracting Upper Anterior Teeth Assisted by Flapless Corticotomy Compared to Traditional Corticotomy? A Two-Arm Randomized Controlled Trial. *Sci World J*. 7 mars 2022;2022:4261248.
84. Alfawal AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Evaluation of piezocision and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine retraction: a randomized controlled trial. *Head Face Med*. déc 2018;14(1):4.
85. Alfawal AM, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B, Latifeh Y. Evaluation of patient-centered outcomes associated with the acceleration of canine retraction by using minimally invasive surgical procedures: A randomized clinical controlled trial. *Dent Med Probl*. 10 sept 2020;57(3):285-93.
86. Fu T, Liu S, Zhao H, Cao M, Zhang R. Effectiveness and Safety of Minimally Invasive Orthodontic Tooth Movement Acceleration: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. déc 2019;98(13):1469-79.
87. Viwattanatipa N, Charnchairerk S. The effectiveness of corticotomy and piezocision on canine retraction: A systematic review. *Korean J Orthod*. 2018;48(3):200-11.
88. Kamal AT, Malik D e S, Fida M, Sukhia RH. Does periodontally accelerated osteogenic orthodontics improve orthodontic treatment outcome? A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod*. juin 2019;17(2):193-201.
89. En-masse Retraction of Upper Anterior Teeth in Adult Patients with Maxillary or Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(1):113-27.
90. Shaadouh RI, Hajeer MY, Mahmoud G, Murad RMT. Systematic Review: Is High-Energy Laser Therapy (HELT) With Flapless Corticotomy Effective in Accelerating Orthodontic Tooth Movement? *Cureus [Internet]*. 2022 [cité 17 août 2022];14(2). Disponible sur: [https://journals.scholarsportal.info/details/21688184/v14i0002/nfp\\_srihlteiaotm.xml](https://journals.scholarsportal.info/details/21688184/v14i0002/nfp_srihlteiaotm.xml)





## SERMENT MEDICAL

*EN PRÉSENCE DES MAÎTRES DE CETTE FACULTÉ, DE MES CHERS CONDISEIPLES, DEVANT L'EFFIGIE D'HIPPOCRATE.*

*JE PROMETS ET JE JURE, D'ÊTRE FIDÈLE AUX LOIS DE L'HONNEUR ET DE LA PROBITÉ DANS L'EXERCICE DE LA MÉDECINE DENTAIRE.*

*JE DONNERAI MES SOINS À L'INDIGENT ET N'EXIGERAI JAMAIS UN SALAIRE AU-DESSUS DE MON TRAVAIL, JE NE PARTICIPERAI À AUCUN PARTAGE CLANDESTIN D'HONORAIRES.*

*JE NE ME LAISSERAI PAS INFLUENCER PAR LA SOIF DU GAIN OU LA RECHERCHE DE LA GLOIRE.*

*ADMIS DANS L'INTÉRIEUR DES MAISONS, MES YEUX NE VERRONT PAS CE QUI S'Y PASSE, MA LANGUE TAIRA LES SECRETS QUI ME SERONT CONFIÉS ET MON ÉTAT NE SERVIRA PAS À CORROMPRE LES MŒURS NI À FAVORISER LE CRIME.*

*JE NE PERMETTRAI PAS QUE DES CONSIDÉRATIONS DE RELIGION, DE NATION, DE RACE, DE PARTI OU DE CLASSE SOCIALE VIENNENT S'INTERPOSER ENTRE MON DEVOIR ET MON PATIENT.*

*MÊME SOUS LA MENACE, JE N'ADMETTRAI PAS DE FAIRE USAGE DE MES CONNAISSANCES MÉDICALES CONTRE LES LOIS DE L'HUMANITÉ.*

*J'INFORMERAI MES PATIENTS DES DÉCISIONS ENVISAGÉES, DE LEURS RAISONS ET DE LEURS CONSÉQUENCES. JE NE TROMPERAI JAMAIS LEUR CONFIANCE ET N'EXPLOITERAI PAS LE POUVOIR HÉRITÉ DES CONNAISSANCES POUR FORCER LES CONSCIENCES.*

*JE PRÉSERVERAI L'INDÉPENDANCE NÉCESSAIRE À L'ACCOMPLISSEMENT DE MA MISSION. JE N'ENTREPRENDRAI RIEN QUI DÉPASSE MES COMPÉTENCES. JE LES ENTRETIENDRAI ET LES PERFECTIONNERAI POUR ASSURER AU MIEUX LES SERVICES QUI ME SERONT DEMANDÉS.*

*RESPECTUEUX ET RECONNAISSANT ENVERS MES MAÎTRES, JE RENDRAI À LEURS ENFANTS L'INSTRUCTION QUE J'AI REÇUE DE LEUR PÈRE.*

*QUE LES HOMMES M'ACCORDENT LEUR ESTIME SI JE SUIS FIDÈLE À MES PROMESSES.*

*QUE JE SOIS DÉSHONORÉ ET MÉPRISÉ DE MES CONFRÈRES SI J'Y MANQUE.*



**SANCHEZ Florent** – Intérêt des corticotomies pro-orthodontique : Analyse des techniques actuelles sans lambeau

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Chirurgie orale - Orthopédie Dento-faciale

Résumé :

Cette thèse a pour objectif d'étudier les publications récentes concernant l'efficacité des techniques actuelles de corticotomie pro-orthodontique sans lambeau.

Après avoir décrit les mécanismes physiologiques du déplacement dentaire provoqué, afin de les mettre en relation avec les effets de la pratique de la corticotomie sur le tissu osseux alvéolaire en vue d'accélérer un traitement orthodontique ; un historique des techniques passées et la description de techniques actuelles seront effectués.

Il sera entre autres décrit l'intérêt, les indications et contre-indications d'un tel geste chirurgical ainsi que les divers matériels et protocoles actuels disponibles ; avant d'aborder pour finir les résultats de publications de ces cinq dernières années concernant ces techniques, et les conclusions de leurs auteurs.

Mots-clés :

Traitement Orthodontique, Corticotomie, Accélération, Remodelage osseux, Parodonte, Essais Cliniques, Méta Analyse, Revue systématique.

**SANCHEZ Florent** - Interest of pro-orthodontic corticotomies: Analysis of current flapless techniques

Abstract :

*This thesis aims to study recent publications concerning the efficiency of current techniques of flapless pro-orthodontic corticotomy.*

*After having described the physiological mechanisms of induced dental displacement, in order to relate them to the effects of the practice of corticotomy on the alveolar bone tissue with a view to accelerating orthodontic treatment; a history of past techniques and the description of current techniques will be made.*

*Among other things, the interest, indications and contraindications of such a surgical procedure will be described, as well as the various current materials and protocols available; before finally addressing the results of publications of the last five years concerning these techniques, and the conclusions of their authors.*

Keywords :

Orthodontic Treatment, Acceleration, Corticotomy, Bone remodeling, Periodontium, Clinical tests, Meta Analysis, Systematic review