Apport des corticotomies alvéolaires dans la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage : revue de la littérature et cas cliniques

Anaïs Cavaré

▶ **To cite this version:**

Anaïs Cavaré. Apport des corticotomies alvéolaires dans la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage : revue de la littérature et cas cliniques. Chirurgie. 2014. dumas-01016907

HAL Id: dumas-01016907

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01016907

Submitted on 1 Jul 2014

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.

Université de Bordeaux
Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques

Année 2014 N° 30

Thèse pour l'obtention du

DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par Anaïs CAVARÉ

Née le 01 Mars 1989 à Laxou

Le 03 Juin 2014

Apport des corticotomies alvéolaires dans la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage: Revue de la littérature et cas cliniques.

Directeur de thèse

Docteur Etienne BARDINET

Membres du Jury

Présidente	Mme M.J. BOILEAU	Professeur des Universités
Directeur	M. E. BARDINET	Maitre de Conférences des Universités
Rapporteur	Mme M. BOES-HULMANN	Assistant Hospitalo- Universitaire
Assesseur	M. J.M. MARTEAU	Maitre de Conférences des Universités

UNIVERSITE DE BORDEAUX

Président M. Manuel TUNON de LARA

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Directeur	M. Jean-Francois PELI	58-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Formation initiale	M. Yves DELBOS	56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. Jean-Christophe FRICAIN	57-02
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales	M. Jean-François LASSERRE	58-02

ENSEIGNANTS DE l'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme Caroline	BERTRAND	58-02
Mlle Marie-José	BOILEAU	56-02
M. Jean	DAVID	58-02
Mme Véronique	DUPUIS	58-02
M. J-Christophe	FRICAIN	57-02

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mlle Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé-Odontologie légale	56-03
Mme Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-03
M. Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-02
M. Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Jean-Pierre	BLANCHARD	Prothèse dentaire	58-02
M. Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé-Odontologie légale	56-03
Mlle Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Sylvain	CATROS	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Stéphane	CHAPENOIRE	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Reynald	DA COSTA NOBLE	Parodontologie	57-01
M. Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Raphael	DEVILLARD	Odontologie conservatrice-Endodontie	58-01
M. Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-02
M. Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-02

M. Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-02
M. Jean- Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Mme Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme Dominique	ORIEZ	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean- François	PELI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé-Odontologie légale	56-03
M. Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mlle Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	58-01

ASSISTANTS

M. Terence	BARSBY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme Aurélie	BARSBY-EL-KHODER	Prothèse dentaire	58-02
Mme Mélanie	BOES- HULMANN	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Julien	BROTHIER	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	CLINKEMAILLE	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	CONTREPOIS	Prothèse dentaire	58-02
M. Guillaume	CRESTE	Prothèse dentaire	58-02
Mme Hélène	DENOST	Prévention épidémiologie – Economie de la santé-Odontologie légale	56-03
Melle Aurélie	DUARTE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Guillaume	FENOUL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme Géraldine	FERRERO- MOURGUES	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Nicolas	GLOCK	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Melle Sandrine	GROS	Orthopédie dento-faciale	56-02
Melle Amandine	LAVAUD	Odontologie pédiatrique	56-01
Melle Alice	LE-NIR	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme Karine	LEVET	Prévention épidémiologie – Economie de la santé-Odontologie légale	56-03
Melle Maria-Gabriela	MARC	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Matthieu	MEYER	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Darrène	NGUYEN	Sciences biologiques	57-03
Melle Virginie	PANNEREC	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Candice	PEYRAUD	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Jean-Philippe	PIA	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	PITZ	Parodontologie	57-01
M. Cyril	VIDAL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. François	VIGOUROUX	Parodontologie	57-01

REMERCIEMENTS

A notre présidente de thèse,

Professeur Marie-José BOILEAU

-Docteur en Chirurgie Dentaire.
-Docteur d'Etat en Odontologie
-Docteur en Sciences Odontologique
-Spécialiste qualifiée en Orthopédie-Dento-Faciale
-DERSO
-CES Orthopédie Dento-Faciale
-CES Anthropologie
-CES Informatique médicale et générale
-Professeur des Universités
-Praticien Hospitalier
-Responsable de l'enseignement du DES, du CECSMO et du DUO
-Responsable de l'Unité médicale Pellegrin du Département d'Odontologie et de Santé Buccale
-Sous section : Orthopédie dento-faciale.

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites en présidant notre thèse,

Votre goût de l'enseignement, votre implication, votre engagement pour les internes et votre bienveillance forcent notre admiration.

Dès les premiers instants de notre internat, vous avez su nous accompagner, nous épauler et nous faire aimer l'orthodontie, nous vous en sommes reconnaissantes.

Nous espérons toujours conserver les valeurs que vous nous avez transmises de cette belle spécialité,

Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre très grande gratitude et notre profond respect.

A notre directeur de thèse,

Docteur Etienne BARDINET

-Docteur en Chirurgie Dentaire.
-Spécialiste qualifié en Orthopédie-Dento-Faciale
-Certificat d'Etudes Spécialisées Mention Orthodontie,
-Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales,
-D.E.A. d'Anthropologie.
-Maitre de Conférences des Universités
-Sous-section : Orthopédie dento-faciale

Nous vous remercions de l'honneur et du plaisir que vous nous faites en acceptant de diriger nos travaux,

Vos connaissances, votre sens de la pédagogie et la qualité de votre pratique ont constitué un modèle pour nous dès le début de nos études.

Nous admirons la rigueur et la gentillesse avec lesquelles vous essayez de nous transmettre votre savoir et votre expérience clinique.

Votre patience a su répondre à notre impatience ; ainsi, votre investissement et vos nombreuses relectures nous ont permis, nous l'espérons, de fournir un travail de qualité.

Nous vous prions de trouver dans ces pages le témoignage de notre sincère reconnaissance et de notre plus profonde estime.

A notre juge et rapporteur,

<u>Docteur Mélanie BOES-HULMANN</u>

-Docteur en Chirurgie Dentaire.
-Spécialiste qualifiée en Orthopédie-Dento-Faciale
-Ancien Interne en Odontologie
-Certificat d'Etudes Spécialisées Mention Orthodontie,
-Assistant Hospitalo- Universitaire
-Sous-section : Orthopédie dento-faciale

Vous nous faites l'amitié d'accepter de juger notre thèse,

Vos qualités humaines, votre gentillesse et votre disponibilité ont constitué un véritable soutien tout au long de notre cursus.

Nous sommes attristées par votre prochain départ mais nous vous souhaitons une réussite professionnelle à la hauteur de vos talents.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance et de notre sympathie.

A notre juge,

<u>Docteur Jean-Marie MARTEAU</u>

- Docteur en Chirurgie Dentaire.
- Docteur d'Etat en Odontologie
- Docteur de l'Université Bordeaux 2 (Mention Sciences Biologiques et Médicales Option Sciences Odontologiques)
- CES d'Odontologie Chirurgicale
- DEA de Biologie Santé
- Maitre de Conférences des Universités
- Praticien Hospitalier
- Sous section : Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique

Nous vous remercions chaleureusement pour avoir accepté de juger notre thèse.

Lors de notre préparation au concours de l'internat, votre disponibilité, votre soutien et la qualité de votre enseignement ont été l'un des piliers de notre réussite.

Aujourd'hui internes, nous continuons à apprécier en vous le praticien d'une grande qualité, l'enseignant plaisant et le guide dans la voie de l'interdisciplinarité.

Nous vous sommes très reconnaissantes de nous avoir permis de participer, auprès de vous, à la préparation de futures générations d'internes, du moins nous l'espérons.

Veuillez trouver dans ce travail le signe de notre profonde admiration.

REMERCIEMENTS

Je remercie l'ensemble du corps enseignant de la sous-section d'ODF, les Drs Bazert, Darqué, De Brondeau, Sampeur, Ferrero-Mourgues et Gros pour nous avoir communiquer leur réelle passion de l'orthodontie et nous enseigner, chacun dans leur style, leurs connaissances et le meilleur de leur pratique.

Au Dr Laurentjoye ; nous sommes très reconnaissantes pour les documents que vous nous avez fournis concernant les corticotomies ainsi que pour la réalisation chirurgicale des cas présentés dans ce travail. Nous apprécions t la qualité de nos collaborations sur de nombreux cas chirurgicaux.

Au Dr Verdalle ; nous vous remercions pour la spontanéité et la gentilesse avec lesquelles vous avez accepté de nous aider à iconographier notre thèse.

Au Dr Creste ; nous vous remercions pour votre implication et votre aide lors de notre cinquième année, que de lundi soirs difficiles à Saint André ! Nous vous considérons comme un excellent praticien et un ami, et votre sens de l'humour nous ravit toujours autant.

A tout le personnel soignant du PQR, Martine, Patricia, Nathalie, nos secrétaires préférées ; Mme Caruel, notre cadre de santé ; Myriam et France, nos infirmières ; toute l'équipe de nos joyeuses aides-soignantes ; le laboratoire de prothèse, etc, je m'excuse de ne pouvoir tous vous citer… Votre professionalisme et votre bonne humeur nous aident à travailler chaque jour dans les meilleures conditions possibles.

REMERCIEMENTS

A ma famille,

Je dédie cette thèse à la mémoire de mon grand-père Jean-Michel. Ton départ a laissé mon monde dépeuplé, il m'est encore impossible de t'évoquer sans une infinie tristesse. Ton humilité, ton courage et ta bonté sont autant de valeurs qui m'inspirent dans ma vie personnelle et professionnelle. Je suis fière d'être ta petite-fille.

A mes merveilleux parents pour leur soutien et leur amour indéfectibles. Maman, tu n'es pas seulement une mère formidable, toujours fière et aimante, mais également mon amie, ma confidente et mon modèle. Tu as toujours été là, dans les bons et les mauvais moments, je n'aurais jamais pu réussir tous mes concours sans ton aide. Je te remercie également pour tes relectures de ce travail et de m'aider avec Papa dans l'organisation de la soutenance. Papa, ton parcours est une source d'admiration pour moi, tu m'as appris à être ambitieuse et combative tout en respectant les autres et en cultivant le goût du bonheur. Je vous aime infiniment.

A ma grand-mère Marcelle, la distance qui nous sépare ne peut amoindrir mon affection pour toi. Je te remercie de m'avoir transmis ton goût de la cuisine et ton hédonisme joyeux.

A mon parrain André, à ma marraine Murielle, à tous mes oncles, tantes et cousins, à Louisette, merci de m'avoir toujours encouragée et aidée à m'épanouir dans tous les domaines de ma vie.

A mon grand-père Georges, ma grand-mère Lucie et ma tante Georgette, que je n'oublie pas.

A mes amis,

A Edouard, ma plus belle découverte en orthodontie, ce fut toi. Merci d'être là et de supporter mon travail (et moi-même), c'est l'une des plus belles preuves d'amour que tu m'aies faite.

A Aude, ma formidable meilleure amie. Les adjectifs me manquent pour te qualifier. Depuis la P2, notre amitié a été remplie de nos fous rires, nos après-midi séries, nos marathons cinéma, nos soirées dentaires, nos tps catastrophiques, notre externat à SA et enfin cette semaine parfaite en voyage promo. Tu sais faire ressortir le meilleur de moi-même ce pourquoi tu m'es si chère.

A Lucie, ton humour et ta joie de vivre sont communicatifs. Ces années précieuses passées avec toi ne sont, je l'espère, que le début d'une très longue amitié.

A Laura, ces dernières années et l'internat nous ont beaucoup rapprochées, je suis fière de ton parcours, quoiqu'un peu jalouse de ta vie branchée parisienne ! Merci de m'accueillir si souvent chez toi, merci de tes conseils et de ton amitié.

A toutes mes autres amies de dentaire : Gaby (et à notre passion commune pour Florence Foresti), Fanny ma basquo-guadeloupéenne préférée, Joana qui dynamise et dynamite notre petit groupe, Ségolène ma binôme de choc, les Sophie, Marine P et sa VDM formidable, Marine J avec qui la P1 était moins difficile, Cécile et toutes les belles personnes que j'ai pu rencontrer depuis 6 ans, ces années en votre compagnie sont inoubliables et j'espère que notre groupe perdurera encore longtemps (pitié, ne vous mariez pas et ne faites pas cinq enfants avant la fin de mon internat !!)

A mes quatre géniales co-internes grâce à qui ces trois années sont supportables ! Marion, tes préparatifs de mariage ont rythmé notre première année, tout comme les sardines cette belle soirée. Nos mercredis en binôme sont toujours un plaisir. Laurie, ta patience et ta gentillesse sont le ciment de notre groupe, merci pour toutes ces soirées Time'is up chez les Jeff's. Mélodie, ta discrétion, ta voix délicate, ton accent bordelais sont légèrement à retravailler, mais tu me fais tellement rire. Camille, ton grain de folie nous avait manqué durant cette année en maxillo, tu reviens à point pour l'été.

A mes autres co-internes, Mapi, Stéphanie, Sandrine, Valentine, Charlotte, Aurélie, Cynthia, heureusement que vous êtes là les filles !!

Une pensée également pour Vincent, mon ami le plus cher depuis le lycée Barthou ; Brieuc, mon meilleur cobaye et aux SBIFO (*Sebbag Brothers Internship and Fiche n°1 Oppression*).

TABLE DES MATIERES

Introduction 13

I- Les corticotomies alvéolaires : données actuelles 14

1.1. Introduction 14
1.1.1. Les techniques non chirurgicales pour accélérer le traitement orthodontique 14
1.1.2. Les techniques chirurgicales pour accélérer le traitement orthodontique 15

1.2.Corticotomies alvéolaires et traitements orthodontiques rapides 15
1.2.1. Définition 15
1.2.2. Historique 16
1.2.3. La justification biologique 17
1.2.4. Intérêts cliniques des corticotomies alvéolaires 21

1.3. Le protocole clinique des corticotomies alvéolaires 24
1.3.1. Choix des patients 24
1.3.2. Intervention chirurgicale de corticotomies conventionnelles 25
1.3.3. Alternatives chirurgicales aux corticotomies conventionnelles 30

1.4. Indications des corticotomies alvéolaires 33
1.4.1. Traitement de la dysharmonie dento-maxillaire 33
1.4.2. Correction des articulés croisés postérieurs 34
1.4.3. Accélération des phases de rétraction après extractions 34
1.4.4. Décompensation orthodontique avant chirurgie orthognathique 35
1.4.5. Mésialisation des molaires mandibulaires 35
1.4.6. Distalisation des molaires maxillaires 36
1.4.7. Redressement d'axes radiculaires 36
1.4.8. Ingression molaire 36
1.4.9. Traction d'une canine incluse 37
1.4.10. Egression de dents ankylosées 37
1.4.11. Correction orthopédique d'une classe III 38

II- La distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage : données actuelles 39

2.1. La notion d'ancrage en orthodontie 39
2.1.1. Réciprocité des forces et notion de fixité relative 39
2.1.2. Le trinôme de De Nevrezé 39
2.1.3. L'ancrage biologique ou ancrage passif 40
2.1.4. L'ancrage mécanique ou ancrage actif 40
2.1.5. Les dispositifs d'ancrage temporaire squelettique ou DATs 41

2.2. Les miniplaques d'ancrage 42
2.2.1. Historique 42
2.2.2. Caractéristiques des miniplaques 43
2.2.3. Indications des miniplaques d'ancrage 47
2.2.4. Protocole d'utilisation des miniplaques 49
2.2.5. Avantages et inconvénients par rapport aux minivis 57

2.3. La distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage 59
2.3.1. Le mouvement de distalisation molaire à l'arcade maxillaire 59
2.3.2. Le mouvement de distalisation molaire à l'arcade mandibulaire 65

III - Association des corticotomies et des miniplaques d'ancrage : revue systématique de la littérature. 68

3.1. Contexte 68
3.2. Objectifs 68
3.3. Matériel et méthodes 68
3.3.1. Critères d'inclusion 68
3.3.2. Méthodes de recherche des études 69
3.3.3. Collecte des données et analyse 70

3.4. Résultats 70
3.4.1. Description des études 70
3.4.2. Qualité des études incluses 72
3.4.3. Effets des interventions 72

3.5. Discussion 73

3.6. Implications en pratique 74

IV- Cas cliniques 75

4.1. Cas n°1 : Noémie A. 75
4.1.1. Examen clinique 04/10/2012 75
4.1.2. Diagnostic synthétique 76
4.1.3. Plan de traitement 76
4.1.4. Suivi du traitement 77
4.1.5. Résultats en fin de préparation chirurgicale 78

4.2. Cas n°2 : Pierre F. 80
4.2.1. Examen clinique 80
4.2.2. Diagnostic synthétique 82
4.2.3. Plan de traitement 82
4.2.4. Suivi du traitement 82
4.2.5. Résultats lors de la réevaluation 84

4.3. Cas n°3 : Marylne E. 87
4.3.1. Examen clinique 87
4.3.2. Diagnostic synthétique 89
4.3.3. Plan de traitement 89
4.3.4. Suivi du traitement 90
4.3.5. Résultats lors de la réévaluation 91

4.4. Discussion 93

Conclusion 98
Annexes 99
Bibliographie 101

INTRODUCTION

La distalisation molaire est un mouvement difficile à obtenir mais pourtant très recherché en orthodontie. En effet, un recul en translation des molaires maxillaires ou mandibulaires pourraient permettre de corriger des encombrements modérés à sévères sans extractions, résoudre des décalages de classe II ou III occlusales, repousser les limites de la chirurgie orthognathique (dans les décalages d'origine alvéolaire), traiter les malocclusions asymétriques, etc.

De nombreux appareils ont été proposés au cours des précédentes décennies : FEO maxillaire et mandibulaire, Lip Bumper, Jig de Jones, Pendulum de Hilgers, appareil de Frauzulum pour ne citer qu'eux. Ces appareils présentent plusieurs limites à leur utilisation : ils demandent une coopération importante du patient, de plus en plus difficile à obtenir actuellement ; le mouvement de la molaire n'est pas, le plus souvent, une translation mais un recul de la couronne accompagné d'une version distale sans réel recul de l'apex ; enfin les réactions parasites au mouvement de distalisation se manifestent par une perte d'ancrage antérieure et une protrusion des incisives sur l' arcade ou à l'arcade opposée selon le point d'appui.

Pour pallier à ces inconvénients, des auteurs comme Sugawara ou De Clerck ont proposé d'utiliser les miniplaques, apparues au début des années 2000, pour renforcer l'ancrage dans les mécaniques de recul molaire, avec des résultats encourageants.

Parallèlement, une nouvelle technique chirurgicale nommée « corticotomie alvéolaire » s'est développée depuis une dizaine d'années. Le but est d'accélérer et faciliter le déplacement dentaire provoqué en réalisant une décortication alvéolaire sélective. Les corticotomies, utilisées en association avec l'ancrage par miniplaques semblent permettre des déplacements importants et plus rapides, comme cela a été montré avec l'ingression molaire.

L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'apport des corticotomies alvéolaires dans la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage, notamment au niveau de la quantité et qualité du recul et du temps de traitement.

Ce travail sera constitué de quatre parties. Les deux premières parties nous permettront, au travers d'une recherche bibliographique, d'effectuer une synthèse des données actuelles concernant l'utilisation des corticotomies alvéolaires pour faciliter le déplacement dentaire provoqué ainsi que l'emploi des miniplaques d'ancrage dans la distalisation molaire.

La troisième partie sera une revue systématique de la littérature sur l'association des corticotomies alvéolaires et des miniplaques. Elle nous permettra d'étudier les effets d'une telle association sur le déplacement dentaire et le niveau de preuve que l'on peut accréditer aux résultats trouvés.

Enfin, la dernière partie présentera un nouveau protocole, combinant corticotomies sectorielles et ancrage par miniplaques dans le but de faciliter la distalisation molaire mandibulaire, ceci à travers trois cas cliniques traités au cours de l'année 2013 dans le service d'orthodontie du CHU Pellegrin à Bordeaux

I- Les corticotomies alvéolaires : données actuelles.

1.1. Introduction

De nos jours, les patients adultes sont de plus en plus demandeurs de traitements orthodontiques pour des raisons esthétiques en premier lieu, mais aussi fonctionnelles [1-3]. Bien que certaines étapes de traitement soient identiques à celles de l'adolescent, il existe des particularités psychologiques, biologiques et cliniques chez l'adulte.

En effet, l'organisme n'est plus en croissance, le métabolisme osseux est ralenti par rapport à celui d'un enfant et il existe plus de risque de hyalinisation durant le traitement [4]. Les adultes sont aussi plus sujets aux complications parodontales, la perte osseuse ainsi que la diminution du nombre de dents entraînant des modifications importantes de l'ancrage naturel.

Si la demande est plus importante, elle est aussi plus pressante. Dans une société du « plus beau, plus vite, plus fort », les durées moyennes de traitement, variant entre 21 et 35 mois selon Buschang [5] (Tableau 1), présentent un sérieux obstacle pour de nombreux patients, qui souhaitent des résultats rapides.

Référence	*Avec extraction*	*Sans extraction*
O'Brien et al	30,6 ± 10,4	24,8 ± 9,2
Alger	26,6	22
Fink and Smith	26,2	22
Popovitch et al	25,7 ± 6,8	25,0 ± 5,5
Skidmore et al	24,6 ± 3,8	21,3 ± 4,4
Vu et al	35,2 ± 12,2	27,4 ± 10,1
Mean	28, 1	23,8

Tableau 1 : Durée de traitement (en mois) avec ou sans extractions in Buschang [5]

Mais la réduction de la durée de traitement est également souhaitable pour le praticien car l'incidence des problèmes carieux, parodontaux et des résorptions radiculaires augmentent avec la durée [4,6-7]

Logiquement, l'une des solutions pour réduire ce temps de traitement est l'accélération du mouvement dentaire orthodontique. Dans la littérature, on retrouve principalement deux catégories de techniques.

1.1.1. Les techniques non chirurgicales pour accélérer le traitement orthodontique.

Le déplacement dentaire a été accéléré expérimentalement par des injections de prostaglandines [8-9], de vitamine D, d'ostéocalcine [10], d'interleukines ou encore de leucotriènes. L'administration de médicaments comme les anti-inflammatoires stéroïdiens a

également montré une augmentation du taux de déplacement dentaire. Cependant, l'utilisation clinique de ces drogues semble difficilement justifiable du fait de l'existence d'effets secondaires généraux. [11]

D'autres auteurs comme Stark et al. [12], Davidovitch et al. [13], ont expérimenté des voies alternatives chez l'animal, avec respectivement l'application de champs magnétiques et l'utilisation de courants électriques. S'ils ont obtenu des résultats probants, les effets secondaires sont trop importants pour permettre une application chez l'homme.

Plus récemment, en 2009, Chatoo [14] invente le système Acceledent, un dispositif utilisé en combinaison avec un traitement orthodontique classique, qui délivre des vibrations de basses fréquences et qui entrainerait une augmentation du signal cellulaire, sollicitant l'os alvéolaire et le déplacement dentaire. Plusieurs études cliniques et histologiques semblent montrer une diminution de la durée de traitement et une parfaite innocuité [15].

Enfin, des auteurs ont également envisagé l'application de la thérapie laser à faible énergie (TLFE) afin d'accélérer le déplacement dentaire provoqué. Malgré des résultats positifs chez le chien et le rat [16], une méta analyse a conclu que la TLFE n'est pas capable d'augmenter la vitesse du déplacement dentaire. [17]

1.1.2. Les techniques chirurgicales pour accélérer le traitement orthodontique

On retrouve dans cette catégorie :

- la fibrotomie supracrestale. Elle consiste en une section des fibres gingivo-dentaires à l'aide d'un bistouri. La pratique d'une fibrotomie supracrestale permet de minimiser le risque de récidive dans certains mouvements à risque (comme la correction des rotations par exemple). Il a été montré une accélération de la vitesse de déplacement dentaire secondaire à cette pratique mais dans de faibles proportions [18].

-les techniques de distraction, principalement employées dans la rétraction canine. On distingue les distractions dentoalvéolaires [19] des distractions ligamentaires ou dentaires [20].
Ces deux techniques font appel à l'emploi de forces lourdes, appliquées par le biais d'un vérin mais, dans le premier cas, des ostéotomies isolent la dent à déplacer et son alvéole en un bloc osseux, alors que dans le deuxième cas, le ligament dentoalvéolaire est considéré comme une suture que l'on peut étirer voir déchirer ; la force est appliquée sur la dent et non plus sur une entité indépendante dent-alvéole.

-les corticotomies, technique que nous allons développer tout au long de cette première partie.

1.2. Corticotomies alvéolaires et traitements orthodontiques rapides.

1.2.1. Définition

Sebaoun définit les corticotomies comme une « chirurgie de scarification de la corticale alvéolaire » [21].

Ainsi, les corticotomies alvéolaires consistent en la réalisation d'incisions chirurgicales ou de perforations intéressant uniquement la corticale externe autour des dents à déplacer. Elles peuvent être segmentaires ou concerner la totalité de l'arcade mais elles ne créent pas de segments mobiles contrairement aux distractions.

Le but de cette « décortication alvéolaire sélective » est de corriger les malocclusions tout en réduisant la durée de traitement.

1.2.2. Historique.

La corticotomie est déjà une idée ancienne car comme le rapporte Fitzpatrick [22], dès 1892, Bryan et Cunningham effectuent une saignée linéaire au niveau de la corticale d'incisives latérales maxillaires en version palatine, pour accélérer leur mouvement de repositionnement.

Si l'on excepte cette anecdote historique, c'est véritablement en 1959 que Köle introduit le concept de mouvement dentaire rapide associé à une corticotomie alvéolaire [23].
Il émet l'hypothèse que la densité de l'os cortical constitue un obstacle majeur aux déplacements dentaires. La réalisation de corticotomies segmentaires inter dentaires associées à une ostéotomie supra-apicale horizontale transfixiante (intéressant la totalité de l'os cortical et de l'os spongieux) d'une ou plusieurs dents permet de former des « blocs osseux », reliés entre eux uniquement par de l'os médullaire de moindre densité. Il pense pouvoir déplacer ces blocs indépendamment les uns des autres en utilisant les dents comme support d'ancrage. Les forces de mobilisation employées sont relativement lourdes.

Les déplacements dentaires observés sont effectivement plus rapides [24-25] mais au prix d'une intervention chirurgicale invasive et de mortifications pulpaires fréquentes.

En 1978, Generson [26] introduit une variante de la technique de Köle en supprimant l'ostéotomie sus apicale complète et en ne réalisant plus que des corticotomies. Dès lors de nombreux auteurs ont décrit des cas traités selon cette technique de corticotomies seules : Anholm [27], Gantes [28], Suya [29], Hwang [30] et plus récemment Lino [31]. Cependant tous ces auteurs se réfèrent à la théorie mécaniste des blocs osseux ; pour eux, c'est la diminution de la résistance mécanique de l'os alvéolaire par fragilisation de l'os cortical qui explique les déplacements dentaires orthodontiques plus rapides. Cette théorie va prédominer durant quatre décennies, alors que dès 1987, Rynearson avait démontré l'absence de mouvement de la corticale osseuse lors d'une fermeture d'espace chez le primate [32].

En 2001, Wilcko et al proposent une technique chirurgicale inédite associant une augmentation par greffe osseuse aux incisions de la corticotomie alvéolaire [33]. Les auteurs remettent également en question la théorie du mouvement des blocs osseux au profit d'une théorie « biologique » : pour eux, l'accélération du déplacement dentaire suite à cette technique nommée PAOO * (*Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics*) serait due à un phénomène de décalcification/recalcification se basant sur la théorie du « PAR » selon Frost [33-44].

Cette explication biologique, plus physiologique, est actuellement largement plébiscitée par la littérature internationale, nous allons étudier les différentes publications permettant de soutenir cette hypothèse.

* Ce terme peut être traduit en français par MOASOP (*Mouvement Orthodontique Accéléré par Stimulation Ostéogénique du Parodonte*), nous conserverons cependant le terme de PAOO pour le reste de notre énoncé

1.2.3. La justification biologique

1.2.3.1. Traumatisme chirurgical et « Phénomène d'Accélération Régionale » (PAR)

En 1989, un orthopédiste, Frost, découvre par l'observation des foyers fracturaires des os longs un processus important d'Activation-Différenciation-Réorganisation, à proximité immédiate du site opératoire. Il nomme cette cicatrisation physiologique « phénomène d'accélération régionale » ou PAR et décrit [45]:

- Une augmentation du turnover cellulaire. Il note un développement important des réseaux vasculaires et lymphatiques, et un afflux d'ostéoblastes et d'ostéoclastes sur le site opératoire. Cette recrudescence des activités cataboliques et anaboliques explique l'augmentation de la vitesse de remodelage des tissus mous et durs.

- Une diminution de la densité osseuse et de la calcification osseuse due à une augmentation de l'activité ostéoclastique. Le volume de la matrice osseuse restant constant, on est confronté à un état ostéopénique. Cette ostéopénie post-chirurgicale est transitoire et réversible, la cicatrisation osseuse physiologique permettra le rétablissement progressif de la densité osseuse d'origine (Henrikson [46], Krook [47]).

- Une corrélation stricte entre le degré de l'agression chirurgicale, la proximité du site opératoire et l'intensité du processus de cicatrisation.

En 1994, Yaffe et al. montre l'existence de ce PAR au niveau de la mandibule du rat après simple élévation d'un lambeau muco-périosté avec un pic du remodelage osseux entre 30 et 60 jours et une cicatrisation quasiment complète à 120 jours [48]

A la même époque, Bogoch [49] réalise une incision corticale sur un tibia de lapin et observe une augmentation par cinq du turnover osseux associée à une diminution de la densité osseuse. La corticotomie a donc déclenché un phénomène de PAR pour permettre la cicatrisation du traumatisme chirurgical induit.

En comparant des scanners prétraitement et post-traitement orthodontique, les frères Wilcko observent des phénomènes de déminéralisation suite aux corticotomies, qu'ils ne retrouvent plus sur les scanners de 2 ans post-traitement [33]. Pour eux ce phénomène de déminéralisation/reminéralisation suivant la réalisation de corticotomies s'explique par le PAR au regard de la littérature sur le sujet.

Cette idée va par la suite être confirmée par trois études histologiques chez le rat :

-Sebaoun [50-52] étudie l'ampleur du PAR à la suite d'une corticotomie alvéolaire. Trois semaines après l'intervention chirurgicale, il constate un triplement de la vitesse de renouvellement de l'os spongieux associée à une diminution significative de la densité osseuse. Cette ostéopénie s'est limitée à la région immédiatement adjacente au site de décortication alvéolaire et s'est rétablie au bout de 11 semaines.

-Wang [53] compare trois groupes de rats soumis à un traitement orthodontique seul, associé à une corticotomie ou associé à une ostéotomie. Dans le groupe « corticotomies », les résultats montrent à 21 jours une résorption osseuse localisée autour des dents déplacées, ce qui n'est pas le cas dans les deux autres groupes. A 60 jours, l'os s'est entièrement reformé ce qui confirme l'apparition d'une ostéopénie transitoire suite à la réalisation de corticotomies.

-Baloul [54], dans une étude de 2011, confirme l'apparition d'un couple résorption/formation osseuse amplifié dans les premiers temps d'un traitement orthodontique accéléré par corticotomie (toujours chez le rat). Cette augmentation importante des activités cataboliques et anaboliques signe l'accélération du turnover osseux. Pour elle, c'est ce mécanisme, décrit lors du PAR, qui serait responsable de l'accélération du déplacement dentaire.

Toutes ces études permettent d'affirmer que lors de la réalisation d'un trait de corticotomie, un phénomène de PAR se met en place et se manifeste par une augmentation du remodelage osseux et une diminution transitoire de la densité osseuse. Comme Baloul [54], d'autres études vont permettre de faire le lien entre ces modifications histologiques et l'accélération du mouvement dentaire.

1.2.3.2. Corticotomies et déplacement dentaire accéléré.

Le rythme biologique du déplacement dentaire dépend de multiples facteurs généraux ou locaux dont beaucoup restent méconnus. Parmi ces facteurs, on peut retenir les recherches sur :

- le turn over osseux

En 2000, les travaux de Verna et al. ont démontré chez le rat l'influence de différents taux de turnover osseux induits pharmacologiquement sur la quantité et la qualité du mouvement dentaire orthodontique [55] : dans le cas d'un turnover important, le taux de déplacement dentaire est augmenté alors qu'il est diminué dans le cas d'un turnover faible.

- la densité osseuse

Il a également été montré une relation entre augmentation de la célérité des mouvements dentaires et diminution de la densité osseuse [56] dans une autre étude chez le rat, ce qui avait été pressenti dès 1959 par Köle.

- la hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire.

L'apparition d'une zone hyaline lors de l'application d'une force orthodontique est connue depuis les travaux de Baron et Frost, confirmés entre autres par Ten Cate et Reitan [57]. Von Böhl a expliqué les différences interindividuelles de vitesse de déplacement dentaire par l'importance de la zone hyaline : plus la hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire est faible et plus le mouvement dentaire est rapide [58].

Or, Lino [59] a observé chez le chien beagle l'apparition précoce de macrophages supprimant les zones de hyalinisation après corticotomies (jusqu'à 1 semaine côté corticotomies au lieu de 4 semaines côté témoin) et une hyalinisation de moindre intensité : cette technique permettrait donc de limiter l'apparition de la zone hyaline lors des déplacements dentaires. Kim et Park [60] ont également observé une moindre hyalinisation chez le chat après corticision.

De tous ces éléments, nous pouvons conclure que l'ostéopénie passagère associée à l'augmentation du renouvellement osseux (induits par le PAR) à la suite de la lésion osseuse chirurgicale explique les mouvements dentaires rapides observés. Les corticotomies induisant également une phase de hyalinisation extrêmement rapide et limitée, le déplacement dentaire est plus linéaire (figure 2). Les corticotomies permettraient donc d'obtenir des déplacements dentaires accélérés moins iatrogènes.

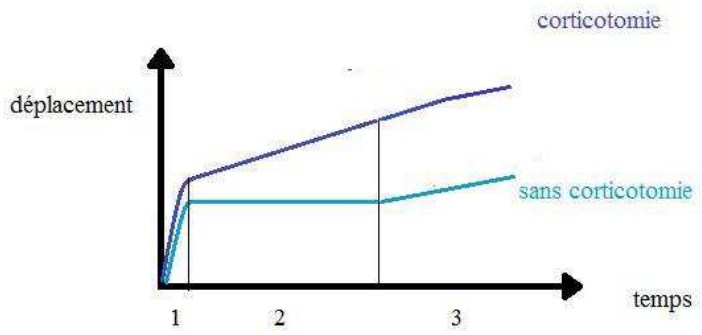


Figure 2
Schématisation personnelle du déplacement dentaire dans le temps après application d'une force : sans corticotomie 1=déplacement initial, 2= latence liée à la hyalinisation, 3= déplacement dentaire réel ; avec corticotomie 1= déplacement initial, 2+3= déplacement dentaire réel. Lors de la réalisation d'une corticotomie, la phase de hyalinisation est quasiment inexistante. Jusqu'à la fin du PAR, la vitesse de déplacement est plus importante puis se normalise au-delà.

Nous pensons que le rôle de la diminution de la hyalinisation dans l'accélération du déplacement dentaire a été largement sous-évalué jusqu'à ce jour. La plupart des auteurs expliquent cette accélération par la déminéralisation/reminéralisation observée lors du PAR mais peu d'entre eux [61-62] prennent en compte cette troisième variable alors qu'elle nous semble tout aussi importante. En effet, la zone hyaline bloque le mouvement dentaire : plus tôt la zone hyaline sera supprimée, plus tôt les dents pourront se déplacer. Nous espérons que la récente tribune de Kokich et Matthews [63] permettra de faire évoluer la théorie biologique, même si aucune étude ne permet actuellement d'étudier l'importance relative de ces trois facteurs.

1.2.3.3. Quelle est la diminution du temps de traitement orthodontique après corticotomies ?

1.2.3.3.1. Chez l'animal

Plusieurs études ont été menées chez le chien et sont relativement comparables par leur méthodologie rigoureuse: elles comparent la fermeture d'espace après extraction d'une 2ème prémolaire et étudient la quantité et la vitesse du mouvement dentaire côté corticotomies et côté sans corticotomies, le chien étant son propre témoin.

- Ren [64] observe sur quatre semaines, un déplacement dentaire deux fois plus rapide côté corticotomies (4,31 mm/mois ± 0,46) que côté témoin (2,16 mm/mois ±0,42)
- Cho [65] dans une étude de 8 semaines chez le beagle, trouve une vitesse de déplacement quatre fois plus rapide au maxillaire (3,2 mm/mois côté expérimental, 0,73mm/mois côté témoin) et deux fois plus rapide à la mandibule (1,65mm/mois côté expérimental, 0,67 côté témoin).
- Lino dans une étude que nous avons déjà citée [59] note un mouvement dentaire plus grand et une vélocité plus importante d'un facteur 2 la première semaine et d'un facteur 5 la deuxième semaine.
- L'étude de Mostafa [66] est en accord avec les résultats précédents avec une fermeture d'espace deux fois plus rapide côté corticotomies (4,67 mm/mois ±0,58) que côté témoin (2,33 mm ±0,58) au maxillaire chez le beagle.
- Même résultats pour Sanjideh [67] (2,4 mm/mois vs 1,5 mm/mois à la mandibule) mais cette vitesse maximale est observée entre 22 et 25 jours puis la vélocité du mouvement avec corticotomie diminue jusqu'à rejoindre celle du groupe témoin à 56 jours. Il a également montré une différence significative entre l'importance du mouvement dentaire obtenu au maxillaire après une corticotomie (2mm) et celui obtenu après la réalisation d'une deuxième corticotomie en réintervenant sur le même site (2,3 mm)

Toutes ces études vont donc dans le sens d'une accélération du mouvement dentaire après corticotomies. Malgré leur rigueur méthodologique, les études animales constituent le plus faible niveau de preuve scientifique et ne peuvent pas permettre de tirer des conclusions sans études cliniques chez l'homme.

1.2.3.3.2 Chez l'homme

Un traitement accéléré par la technique PAOO peut être terminé selon une durée variant entre un tiers et un quart du temps nécessaire à un traitement orthodontique classique [68]. Les frères Wilcko montrent également des mouvements orthodontiques 300 à 400 % plus rapides en technique PAOO qu'en technique conventionnelle [33].

Une littérature très importante a par la suite permis d'étayer ces propos : les corticotomies et leurs variantes permettent de réaliser des traitements orthodontiques, quel que soit leur nature, en un semestre au lieu de 18 à 24 mois [34, 38,69]. Cependant, ces temps de traitement sont principalement observés dans des case report ou des case series, qui sont d'un faible niveau de preuve scientifique. Dans une étude rétrospective sur 145 patients, Fernandes et Mascaranhas [70] ont montré un temps de traitement significativement plus court chez les patients traités avec corticotomies (7.6 ± 2.5 mois) par rapport à ceux bénéficiant d'un traitement traditionnel (23.7 ± 7.2 mois).

Pour pouvoir apporter à ces affirmations un niveau de preuve scientifique élevé selon les principes de l' « Evidence Based Medecine », il faudrait réaliser des essais cliniques

randomisés contrôlés chez l'homme avec une assignation au hasard de patients présentant la même malocclusion à un groupe traité avec corticotomies ou avec un traitement conventionnel. Une revue de la littérature récente, effectuée dans le cadre d'un mémoire de CECSMO [71], a relevé quatre essais cliniques randomisés, deux études ayant été jugées de qualité élevée [72-73] et les deux autres de qualité moyenne [74-75].

Dans l'étude d'Aboul- Ela et al. [72], les auteurs ont étudié la rétraction canine maxillaire avec minivis chez des patients présentant une classe II division 1. Ils ont assigné de façon randomisée un hémi maxillaire dans le groupe traité de façon conventionnelle et l'autre côté dans le groupe traité avec des corticotomies, le patient étant son propre témoin. Les résultats ont montré un taux de rétraction deux fois plus élevé les deux premiers mois dans le groupe avec corticotomies puis diminuant à 1,6 fois plus élevé le troisième mois puis 1,06 le quatrième mois. Cette étude ne durant que quatre mois, nous ne pouvons pas connaître le gain de temps avec corticotomies en termes de durée de traitement global.

Dans l'étude de Fisher [73], 6 adolescents présentant leurs deux canines maxillaires incluses du côté palatin sont traités simultanément par traitement conventionnel et corticotomies. L'une des canines est dégagée chirurgicalement de façon conventionnelle et la canine controlatérale est dégagée chirurgicalement avec une corticotomie associée, la répartition se faisant à l'aveugle. Les résultats ont montré une durée de traction complète réduite de 28 à 33 % pour les canines dégagées avec corticotomies.

Enfin, l'étude de Shoreibah [75] permet d'appréhender une différence globale de temps de traitement : en effet, dans cette étude, vingt patients présentant un encombrement incisif mandibulaire modéré ont été répartis de façon randomisée dans un groupe traité par un traitement orthodontique associé à des corticotomies (groupe I) et dans un groupe traité par traitement orthodontique conventionnel (groupe II). Les auteurs ont calculé la durée écoulée depuis la première activation jusqu'au débaguage. Il existe une différence significative de durée de traitement entre les deux groupes : elle est de 17,5 +/- 2,8 semaines dans le groupe I et de 49 +/-12,3 semaines dans le groupe II.

Les résultats de Lee sont similaires [74] ; tous semblent aller dans le sens d'une accélération du traitement orthodontique chez l'homme grâce aux corticotomies. Il n'est cependant pas possible de réaliser une méta-analyse d'essais cliniques randomisés, les échantillons étant trop disparates.

1.2.4. Intérêts cliniques des corticotomies alvéolaires

1.2.4.1. Diminution du temps de traitement.

Le PAR induit par les corticotomies alvéolaires va permettre, par les mécanismes biologiques étudiés précédemment, de déplacer plus rapidement les dents et réduire jusqu'à trois à quatre fois certains temps de traitement actifs. La promesse d'un traitement orthodontique durant de quatre à huit mois est le principal argument des praticiens pour pratiquer cette chirurgie et le principal motif d'acceptation des patients.

Cependant, le PAR est un phénomène transitoire et réversible, il permet d'ouvrir une « fenêtre d'opportunité spatio-temporelle localisée» selon l'expression de Sebaoun [52]. Cela signifie sur le plan orthodontique d'une part, qu'il ne faut pas réaliser de traits de corticotomies à proximité des dents ne devant pas être déplacées (dents nécessitant de l'ancrage renforcé, dents supports de bridges, implants en cours d'ostéointégration) et d'autre part que l'action du PAR est passagère et que ses effets ne dureront pas tout le temps du traitement orthodontique.

En se référant aux résultats exposés précédemment chez le chien [67] et l'homme [72], la durée du PAR semble être restreinte à quatre mois post-corticotomie avec un pic entre 1 et 2 mois, après quoi le déplacement dentaire deviendra le même que lors d'un traitement conventionnel voir même légèrement plus lent à cause des processus de cicatrisation. C'est pourquoi il est nécessaire d'activer l'appareil orthodontique tous les 15 jours les quatre premiers mois afin de tirer le meilleur bénéfice possible des corticotomies :
la stimulation mécanique continue exercée sur les dents va étirer cette fenêtre d'opportunité jusqu'à son maximum. Une étude de Kantarcy et Baloul en cours de réalisation, dont les résultats préliminaires ont été rapportés par Sebaoun (Typodont 2013, Journées de l'Orthodontie 2013), semblent montrer que sans stimulation le PAR dure 56 jours et peut être étendu entre 5 et 7 mois avec stimulation d'où l'importance d'une activation fréquente et de la réalisation de la majorité des mouvements durant les trois premiers mois.

Les détracteurs des corticotomies [63] s'appuient sur cette donnée pour étayer leur point de vue : les corticotomies n'ayant d'effet que trois ou quatre mois, elles ne diminuent le temps de traitement que lors de la première phase de nivellement et le début des corrections intra-arcade alors que c'est un mouvement globalement rapide, avec une coopération et une motivation du patient maximales (car en début de traitement). Ce n'est pas le cas des finitions qui doivent être longues et soigneuses, avec une motivation moins importante du patient qui ne voit plus de mouvement important se réaliser et avec un effet des corticotomies disparu. Ils reprochent aux cas présentés de ne pas tenir compte des finitions dans les temps de traitement annoncés et de réaliser un alignement dentaire certes rapide mais qui ne constitue que l'un des huit critères* de qualité d'un traitement selon le Board Americain d'Orthodontie [76] . Pour eux, le coût des corticotomies est trop important au regard du bénéfice apporté.

*Pour sa part, Nazarov avait montré que trois des huit critères étaient améliorés : alignement, contacts marginaux et score total. [77]

Nous sommes partiellement d'accord avec ces auteurs : si les corticotomies devaient être réalisées uniquement pour accélérer le traitement orthodontique chez des patients ne pouvant pas assumer un traitement multibagues inesthétique, pourquoi ne pas leur proposer un alignement dentaire simple avec le port d'aligneurs transparents ? Cependant, les corticotomies présentent d'autres bénéfices que la rapidité du traitement orthodontique, ce que Matthews et Kokich ne prennent pas en compte. Nous allons exposer ces autres avantages qui pour nous, justifient la réalisation de corticotomies et le bienfondé de cette thèse, et prennent le pas sur les risques dans la balance bénéfice/coût.

1.2.4.2. Augmentation de l'enveloppe des mouvements réalisables.

L'expérience clinique a montré que la limite des mouvements d'intrusion, d'égression, de translation et d'expansion semble au moins doublée par rapport à celle obtenue de façon conventionnelle [78]. Ceci s'explique par la facilitation du mouvement induit par les

corticotomies mais surtout par l'augmentation du volume osseux apporté par les greffes associées à la technique PAOO .
Cette propriété permet d'augmenter les possibilités de traitement des malocclusions sévères et d'offrir une solution thérapeutique à certains cas d'orthodontie « bloquée », c'est-à-dire insoluble par les moyens conventionnels (second traitement par exemple). Elle permet également de diminuer l'utilisation de certains auxilliaires extra-oraux comme les forces extra-orales ou les forces directionnelles [79].

Ainsi des encombrements modérés pourraient être traités sans extractions, des malocclusions « limites », réservées à la chirurgie orthognathique faute de moyens orthodontiques plus efficaces, peuvent maintenant être traitées orthodontiquement par corticotomies alvéolaires associées à une greffe osseuse. Nous verrons dans la partie « Indications » les différents types de malocclusions traitées dans la littérature.

Il existe cependant des limites à ce que peut offrir cette technique. Elle peut être une alternative à la chirurgie orthognathique dans les malocclusions secondaires à une malposition des bases alvéolaires mais ne peut pas la remplacer en ce qui concerne le décalage des bases osseuses. En effet, dans les décalages squelettiques, les corticotomies sont plutôt une aide non négligeable pour la préparation chirurgicale par décompensation plutôt qu'une substitution à la chirurgie orthognathique par création de compensations dento-alvéolaires, qui ne sont pas toujours souhaitables.Elle n'est pas non plus une solution miracle dans les cas où rien d'autre n'a fonctionné jusqu'à présent, ce n'est pas une « technique de la dernière chance ».

1.2.4.3. Diminution du risque de résorptions radiculaires

Aucune étude n'a pour le moment rapporté une augmentation des rhizalyses lors d'un traitement orthodontique associé à des corticotomies. Machado et al. [80] ont même indiqué une légère diminution (1,1 mm) de la résorption radiculaire sur des incisives centrales maxillaires. En effet, des pressions moins importantes sont appliquées et sur une période moins longue. De plus, nous avons déjà mentionné qu'une diminution de la hyalinisation du ligament parodontal avait été montrée [59] ; or la hyalinisation peut être un précurseur de la résorption radiculaire.
Des études au long cours sont nécessaires mais il semblerait que les corticotomies permettent d'obtenir des déplacements dentaires plus physiologiques en limitant la hyalinisation et les risques de rhizalyses.

1.2.4.4. Augmentation de la stabilité des résultats.

Les travaux de Rothe [81] ont montré que les patients présentant une faible épaisseur d'os cortical à la mandibule avaient un plus haut risque de récidive.
A partir de cette observation, Sebaoun [78] et les frères Wilcko [44] expliquent que la greffe osseuse associée à leur technique de décortication permettrait d'obtenir une meilleure stabilité des résultats en augmentant l'épaisseur de l'enveloppe corticale.
Pour Charrier [82], ce serait le potentiel ostéogénique des corticotomies (non démontré à ce jour) qui permettrait de favoriser la stabilité du traitement par cette production osseuse autogène.

Nous restons sceptiques vis-à-vis de ces affirmations car si Rothe a observé un lien entre faible épaisseur corticale et récidive, il n'a pas montré que l'augmentation de l'épaisseur

corticale mandibulaire assurait une meilleure stabilité des résultats, l'épaisseur corticale n'étant que l'un des facteurs de la récidive. Nous rediscuterons dans la partie chirurgicale de la nécessité de réaliser une greffe osseuse concomitante à la corticotomie. Par ailleurs, après corticotomies, l'os cortical est en partie déminéralisé et doit se reminéraliser durant la période de contention. Cependant, Wilcko a montré récemment qu'à 11 ans post-contention, l'os ne s'était pas reminéralisé chez l'adulte, ce qui pourrait signifier que la qualité de l'os est amoindrie [44]. Si tel est le cas, l'os déminéralisé, comme l'os irradié, est alors moins résistant aux déplacements dentaires, l'augmentation de la stabilité lors d'une corticotomie ne semble pas pouvoir s'expliquer par un argument « osseux ». Notons cependant que d'autres auteurs (Sebaoun, Verna) défendent une déminéralisation puis reminéralisation intégrale dans la courte période de PAR. A l'issue du traitement, l'os cicatriciel entièrement reminéralisé serait même plus résistant aux déplacements dentaires parasites.

L'augmentation de la stabilité a également été expliquée par la perte « de la mémoire physique positionnelle des dents » par simple section des fibres dento-gingivales (Binderman [83]) ou par déminéralisation/reminéralisation de l'alvéole originelle [33-35-36].

En effet, pour Binderman, il existe une interconnectivité physique de la matrice structurelle cellulaire et fibreuse, mise en place lors du développement et l'éruption des dents, et qui constitue la mémoire du schéma de la denture. Toutes ces cellules interconnectées vont exercer des forces tractionnelles sur leur matrice extra-cellulaire, ce tonus fonctionnel normal est nommé tenségrité. Lors de la réalisation d'un lambeau, le décollement et les traits d'incision vont faire perdre cette connectivité des cellules selon leur mémoire positionnelle, même après cicatrisation complète, et donc la tenségrité ne s'exerçant plus, les dents ne seraient plus tractées dans leur position originelle. Au contraire lors d'un traitement orthodontique classique, le lien n'étant pas rompu, les fibres du ligament dentoparodontal peuvent toujours exercer ces forces de traction réalisant ainsi un mouvement récidivant.

En conclusion, nous pouvons dire que la corticotomie alvéolaire est une technique sûre, efficace, reproductible, associée à une diminution des résorptions radiculaires,à une diminution du temps de traitement et qui peut repousser dans certains cas les limites d'indication d'extractions et de chirurgie orthognathique. L'accélération n'étant pas le seul bénéfice de cette technique, il est plus juste de parler d'orthodontie <u>facilitée</u> par corticotomies alvéolaires.

1.3. Le protocole clinique des corticotomies alvéolaires

1.3.1. Choix des patients.

En dehors des indications orthodontiques (actuellement de plus en plus étendues), les corticotomies ne s'adressent pas à tous les patients, comme toute technique chirurgicale. L'orthodontiste en concertation avec le parodontiste, le chirurgien oral ou maxillo-facial, devra prendre en compte certains critères de sélection:

- Un état physique et psychologique satisfaisant du patient. Les contre-indications générales sont communes à toute chirurgie parodontale : cardiopathie à risque d'endocardite infectieuse, patient ayant eu une irradiation cervico-facial, patient immunodéprimé, etc. Le patient doit être en ASA 1 ou 2.

- Le patient ne doit pas être atteint de pathologie osseuse locale ou générale ni être soumis à un traitement immunosuppressif, stéroïde ou à un traitement par biphosphonate en IV dans le cadre d'un myélome ou de métastases osseuses [78]
- Du fait de la fréquence élevée des rendez-vous orthodontiques, il faudra s'assurer d'une motivation personnelle élevée et de la bonne coopération du patient.
- L'âge dentaire et osseux du patient. Il n'existe pas de données étayées dans la littérature.

En effet, selon Sebaoun [78], cette technique est réservée aux patients en dentition permanente et ayant terminé leur croissance faciale et alvéolaire. Pour lui, les corticotomies sont applicables dès la fin de l'adolescence, entre 16 et 18 ans. Cependant, on retrouve dans la littérature des cas traités plus précocement comme Wilcko qui réalise des corticotomies chez des patients de 13 ans [38]. Le suivi au long cours ne montre pas d'effet délétère sur la croissance squelettique ou alvéolaire, il retrouve même une meilleure reminéralisation osseuse chez les adolescents que chez les adultes à 11 ans de contention [44]. D'autre part, les corticotomies ne semblent pas gêner l'évolution des dents en denture mixte, Fisher les utilise pour permettre la désinclusion canine et ne retrouve en fin de traitement aucune différence concernant le niveau osseux et gingival par rapport à des canines désincluses de façon « conventionnelle » [74].
Il n'existe pas d'études s'intéressant aux effets des corticotomies chez des patients en période de croissance, il est donc difficile de définir un âge limite de traitement. On peut seulement dire que la limite dépend du degré de maturité psychologique, plus ou moins corrélé à l'âge civil, permettant au patient de supporter des rendez-vous fréquents et de présenter une bonne hygiène bucco-dentaire surtout en post-chirurgical.

- Le parodonte doit être stable et ne présenter ni poche parodontale supérieure à 3 mm, ni perte osseuse ni d'atteintes de furcation : tout patient souffrant d'une parodontopathie active non traitée n'est pas apte à subir une corticotomie. Une hauteur et une épaisseur importante de gencive attachée est recommandée pour éviter les récessions consécutives au lambeau d'accès osseux.

Le bilan orthodontique est réalisé classiquement par la prise d'empreintes et de photographies ainsi que la prescription d'examens radiographiques (panoramique dentaire, téléradiographie de profil, tomodensitométrie à faisceau conique pour certains auteurs).

Le patient est adressé à son dentiste pour une prise en charge parodontale : un bilan parodontal complet doit être réalisé ainsi qu'un détartrage systématique et au besoin un surfaçage radiculaire pour éliminer tout foyer inflammatoire parodontal.

Une semaine avant la date de l'intervention chirurgicale, le dispositif orthodontique est mis en place et activé par le praticien. Tous les types de dispositifs ont été testés en association avec des corticotomies dans la littérature : traitement multi-attaches vestibulaire à ligaturer ou autoligaturant, traitement lingual, traitement par aligneurs type Invisalign, … L'orthodontiste devra définir avec son chirurgien le tracé des corticotomies à réaliser lors de l'intervention.
Le patient est informé du déroulement de la chirurgie, des risques per et post opératoires et un consentement éclairé est recueilli.

1.3.2. Intervention chirurgicale de corticotomies conventionnelles (PAOO selon Wilcko et al.)

Nous allons voir le protocole opératoire tel qu'il a été décrit par Wilcko [33-35]

1.3.2.1. L'anesthésie

La chirurgie peut être pratiquée sous anesthésie générale ou sous anesthésie locale avec prémédication orale (Atarax 1 mg/kg) selon la pratique habituelle du chirurgien et l'association ou non d'un autre acte chirurgical.

1.3.2.2. Elévation d'un lambeau mucopériosté.

Suite à une incision sulculaire classique (sans incision verticale afin de préserver la vascularisation), un lambeau mucopériosté de pleine épaisseur est élevé en vestibulaire et en lingual en incluant les papilles inter-dentaires.
Il convient alors de repérer, d'isoler et de protéger les foramens mentonniers et palatins ainsi que les paquets vasculo-nerveux qui en sortent. Le lambeau est rabattu au-delà des apex afin d'éviter d'endommager ces complexes vasculo-nerveux et de permettre une décortication adéquate autour de l'apex.

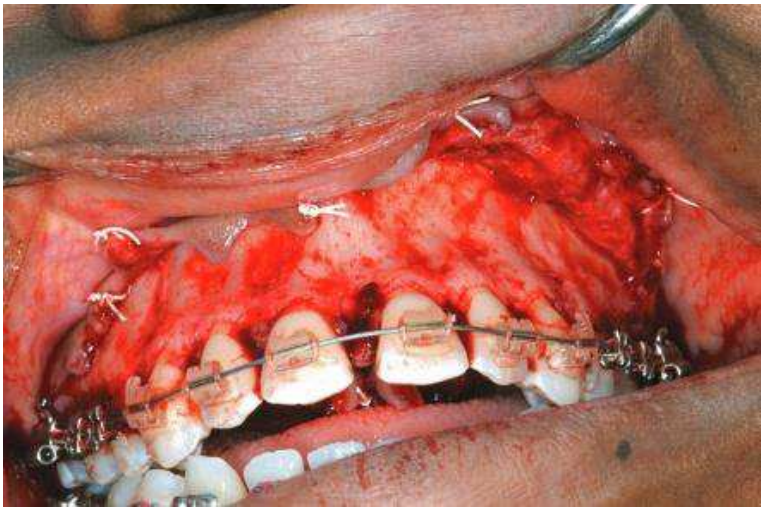


Figure 3 :
Elévation du lambeau mucopériosté vestibulaire de pleine épaisseur (Sebaoun [52])

Murphy [41] a modifié cette technique en déplaçant apicalement le trait d'incision afin de préserver la gencive marginale quand cela est nécessaire. Il élève un lambeau d'épaisseur mixte, de pleine épaisseur au niveau coronal puis devenant en épaisseur partielle au niveau apical pour donner plus de laxité à son lambeau.

1.3.2.3. Décortication.

La décortication vestibulaire et linguale est réalisée à l'aide d'une fraise à os sous forme d'incisions traversant la totalité de l'épaisseur de la corticale mais ne pénétrant que superficiellement dans l'os médullaire afin de ne pas léser le ligament et le pédicule vasculaire dentaire. Ceci crée un léger saignement qui reste contrôlé. Le design des corticotomies varie selon les auteurs: les incisions peuvent être ponctuelles, linéaires ou une combinaison des deux. Lorsqu'elles sont linéaires, elles circonscrivent les racines tout en restant à 2 ou 3 mm apicalement par rapport à la crête alvéolaire. Les marques punctiformes sont réalisées sur l'ensemble de la corticale osseuse sauf si l'os est localement trop fin (entre 1

et 2 mm), la décortication est omise à cet endroit pour éviter d'endommager la surface radiculaire.
Le schéma de décortication importe peu car c'est l'importance et la proximité du traumatisme chirurgical qui vont induire le phénomène de PAR. On ne mobilise pas des blocs osseux dans une direction préférentielle comme Köle le pensait. Il est important que la décortication soit étendue uniquement aux dents devant être déplacées orthodontiquement.

Thierry et Charrier [82] décomposent leur intervention en deux temps : les corticotomies vestibulaires lord d'une première opération puis les corticotomies linguales quelques jours plus tard afin de diminuer la durée de l'intervention, l'inconfort post-opératoire, et maintenir un apport vasculaire suffisant à la zone traitée. Ils réalisent les traits de corticotomies à l'aide d'une scie circulaire diamantée et d'une scie alternative oscillante, jugées plus précises pour la coupe osseuse.

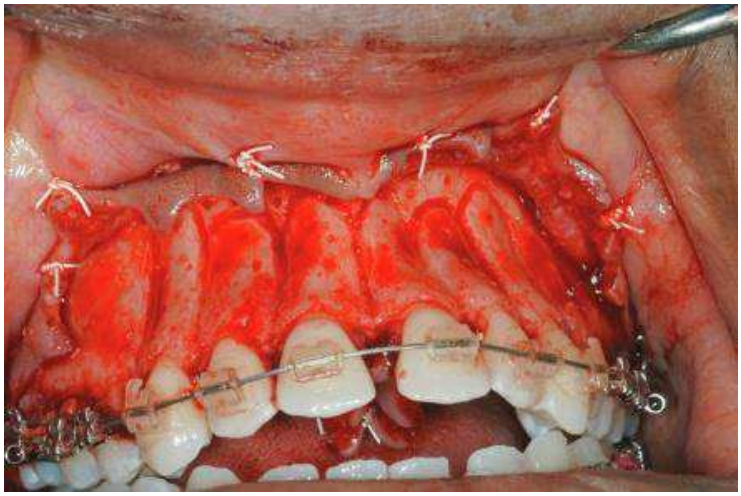


Figure 4 :
Réalisation des corticotomies à la fraise combinant entailles circonscrites et incisions punctiformes (Sebaoun [52])

1.3.2.4. Greffe osseuse

1.3.2.4.1. Protocole de la greffe

Une augmentation par greffe osseuse est ensuite réalisée directement sur l'os cortical en vestibulaire et lingual à raison d'un centimètre-cube de matériel par dent et en insistant sur les zones de fenestration et de déhiscence osseuse. Le matériel de greffe peut être de l'os autogène, de la xénogreffe osseuse bovine anorganique ou de l'allogreffe osseuse congelée déminéralisée (DFDBA, très peu utilisé en France car des doutes persistent sur son innocuité). Sebaoun [78] réalise un mélange de deux volumes de DFDBA pour un volume de xénogreffe bovine, réhydraté avec une solution saline et une solution de phosphatase de clindamycine (0,5 mg/ml).
L'utilisation d'une membrane n'est pas recommandée, les rétentions formées par les incisions corticales et le plaquage ferme du lambeau devant suffire à éviter la perte du matériel de greffe. Cependant certains auteurs utilisent du sulfate de calcium ou du plasma riche en plaquettes (PRP) afin d'augmenter la stabilité de la greffe. [41]

Figure 5 :
Greffe osseuse (Sebaoun [52])

1.3.2.4.2. Intérêts des greffes osseuses

Une controverse existe dans la littérature sur la nécessité de réaliser une greffe osseuse concomittante aux corticotomies car il n'existe pas d'étude scientifique avec un niveau de preuve suffisant pour justifier leur utilisation.

Pourquoi Wilcko réalise-t-il des greffes osseuses ?
L'apport de matériel de greffe a pour but l'augmentation du volume osseux alvéolaire; en espérant augmenter l'enveloppe des mouvements réalisables, l'orthodontiste devrait pouvoir déplacer les dents dans des zones osseuses néoformées, repoussant ainsi les limites des mouvements orthodontiques classiques.
D'autre part, Wilcko justifie l'utilisation de greffe osseuse dans le cadre d'un traitement parodontal : il va recouvrir les fenestrations et les récessions pré-existantes chez le patient apparues lors du décollement du lambeau exposant la corticale osseuse.

1.3.2.4.3. Déplacement dentaire dans une greffe osseuse.

Il faut d'abord rappeler que les allogreffes comme les xénogreffes ne possèdent pas la propriété d'ostéogenèse, et présentent une ostéoinduction inexistante car altérée par les traitements de conditionnement et une ostéoconduction très aléatoire au sein du greffon. La colonisation du greffon par des ostéoblastes, la formation osseuse et la reminéralisation peuvent donc prendre des mois avant d'obtenir un os de qualité comparable à l'os autogène. En effet, le matériel de greffe vient combler un défaut osseux « à 0 mur », ce défaut présente peu de source de vascularisation voisine permettant l'apport de cellules osseuses natives sur le site. La colonisation peut alors être incomplète ou inexistante en particulier pour les xénogreffes ; l'augmentation osseuse observée sur des coupes tomographiques est en réalité du matériel fibro-osseux inerte encapsulé à l'extérieur de la corticale osseuse. [63]

Peut-on déplacer les dents dans du matériel de greffe osseuse ?
Des études animales [84-86] montrent que les xénogreffes osseuses ne sont pas préjudiciables au mouvement orthodontique : les dents peuvent être déplacées dans du matériel greffé. Oltramari et al. [86] recommandent cependant d'attendre un délai de cicatrisation de deux mois avant de commencer les déplacements afin de laisser le processus de résorption et de colonisation du greffon s'effectuer et d'obtenir un os de meilleure qualité. Si l'on admet que ces études sont transposables chez l'homme, ce délai n'est cependant pas compatible avec la

réalisation de corticotomies où la majorité du mouvement orthodontique doit être effectuée dans les trois premiers mois. Les dents risquent d'être rapidement déplacées dans le matériel de greffe qui n'aura été ni colonisé ni ossifié, et qu'elles risquent de résorber.

1.3.2.4.4. « L'augmentation parodontale » de Wilcko est-elle nécessaire ?

Une étude en implantologie [87] s'est intéressée à l'épaisseur de l'os alvéolaire recouvrant les racines de la région antérieure maxillaire lors de l'élévation d'un lambeau. Les résultats sont édifiants : 25 % des patients présentaient une absence d'os vestibulaire et 62,9 % moins d'1 mm d'épaisseur osseuse. Cependant tous ces patients ne présentaient pas de signes de maladie parodontale et ne nécessitaient pas une prise en charge dans ce sens car la finesse de la corticale n'est que l'un des facteurs prédisposant à la récession gingivale. Si ce décollement avait été réalisé dans le cadre d'une corticotomie selon le protocole PAOO, 90% des patients auraient reçu une greffe d'augmentation osseuse, sans qu'il y ait pour autant un risque parodontal majoré. . En décollant un lambeau, le parodontiste ou l'orthodontiste aperçoit des récessions parodontales dont il n'a pas conscience habituellement dans un traitement orthodontique conventionnel, et la greffe lui apparait alors comme une solution nécessaire et surtout rassurante. Pourtant, déhiscences et fenestrations ne sont pas des indications absolues de greffe osseuse.

1.3.2.4.5. Les corticotomies ont-elles un potentiel d'ostéogenèse ?

Des travaux menés sur le porc (Charrier, Steve), ainsi que des observations réalisées sur des cone-beam chez l'homme laissent penser au potentiel ostéogénique des corticotomies, mais ces résultats n'ont pas encore été publiés. Pour ces auteurs, il est possible que la technique des corticotomies en elle-même suffise à induire cette réaction d'ostéogenèse [82 ;88-90]
Dès 1965, Urist décrit un phénomène similaire où la décalcification de la matrice osseuse (retrouvée dans le PAR) est rapidement suivie de la formation d'un nouvel os par autoinduction.[91]

Cependant, en 2013, Ruso et al a montré chez la souris ayant reçu une corticotomie unilatérale sans greffe, une néoformation osseuse certes plus importante côté corticotomies mais également un volume d'os mature et dense moins important du côté expérimental. Il a observé la survenue de récessions similaires côté corticotomies et côté témoin dans le cadre d'une thérapeutique d'expansion [92].

Si le potentiel ostéogénique des corticotomies est démontré, il permettrait d'augmenter réellement l'enveloppe des mouvements réalisables en orthodontie, tout en aménageant un meilleur support parodontal et une meilleure stabilité des résultats. En attendant, il ne semble pas nécessaire de recouvrir les déhiscences et fenestrations pré-existantes, la greffe osseuse apparait comme un colmatage de plâtre dans la fissure d'un mur de pierre. Il ne faut cependant pas créer de nouvelles récessions osseuses en contrôlant nos mouvements et en restant modéré sur certaines pratiques comme l'expansion orthodontique.

1.3.2.5. Réalisation des sutures

Les lambeaux sont replacés sans tension excessive et suturés individuellement à l'aide de fils non résorbables 5/0 e-PTFE (Gore-Tex ®, GORE, Flagstaff, Arizona) qui sont laissés en

place pendant deux semaines. Charrier utilise pour sa part des sutures résorbables 4/0 Vicryl rapide® avec de bons résultats cicatriciels [82].

Les soins post-chirurgicaux comprennent des antibiotiques, des antalgiques, des anti-inflammatoires non stéroïdiens. L'hygiène dentaire revêt une importance particulière dans la cicatrisation, le patient doit recevoir des instructions concernant les soins à réaliser (jet dentaire les premiers jours puis brossage à l'aide d'une brosse chirurgicale très souple, rinçages à la chlorhexidine en attendant la dépose des sutures).

Figure 6 :
Lambeau replacé et suturé (Sebaoun [52])

1.3.3. Alternatives chirurgicales aux corticotomies conventionnelles

Malgré l'efficacité des techniques de corticotomies conventionnelles, le caractère agressif, la durée de l'intervention, les suites post-opératoires ont suscité la réticence d'un nombre important de praticiens. Plusieurs voies de recherches ont donc été explorées pour offrir un protocole moins invasif.

Aux débuts des années 2000, Shermann et son équipe [93] utilisent l'effet piézoélectrique des ultrasons pour effectuer des coupes osseuses grâce aux microvibrations. Malgré l'opposition première de nombreux chirurgiens, les piézotomes vont rapidement remplacer fraise à os et ostéotomes en chirurgie maxillo-faciale [94] et en implantologie dentaire [95]. De par leur petite taille et leur précision de coupe, les inserts piézoélectriques réalisent des ostéotomies fines et sans risque d'ostéonécrose [96]. Cette technique permet également une meilleure cicatrisation associée à un potentiel ostéogénique supérieur [97].
En 2007, Vercelloti, l'un des précurseurs de la piézochirurgie, et Podesta introduisent cette technique dans leur protocole opératoire de corticotomies [98]. Après décollement d'un lambeau vestibulaire de pleine épaisseur, ils réalisent une corticotomie autour de chaque dent à l'aide d'une micro-scie piézochirurgicale et observe une réduction du temps de traitement de 60 à 70 %. Le lambeau et les corticotomies linguales sont supprimés car une scarification vestibulaire semble suffisante pour accélérer le mouvement dentaire, ce que d'autres études confirment [99]. Ils nomment cette technique « luxation dentaire mono-corticale » (MTDTLD).

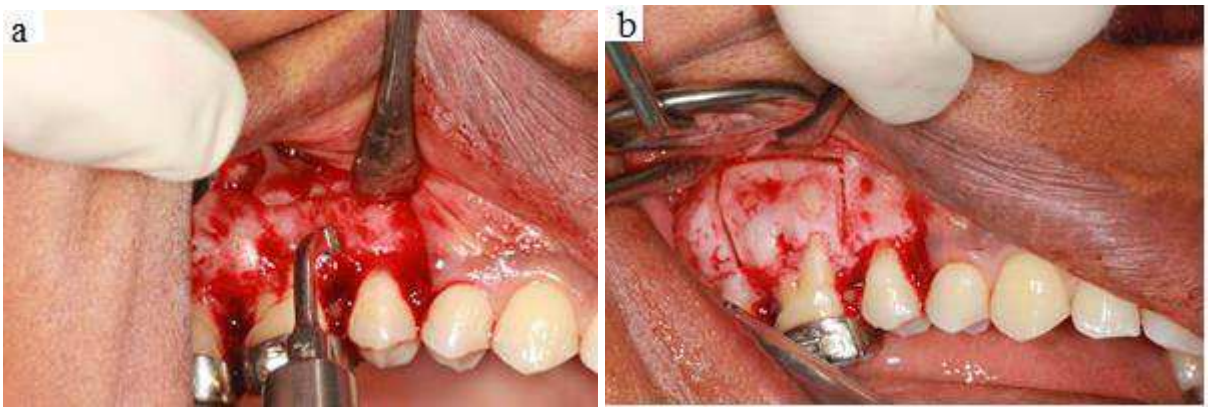


Figure 7-a et b : Cas n°1
Réalisation de corticotomies partielles sous anesthésie locale en vue de l'ingression d'une molaire maxillaire.
a- Levée d'un lambeau muco-périosté vestibulaire localisé et insertion du piézotome ; b- Incisions corticales circonscrivant la molaire à ingresser.
(Courtoisie du Dr Verdalle, parodontiste et du Dr Darqué, orthodontiste)

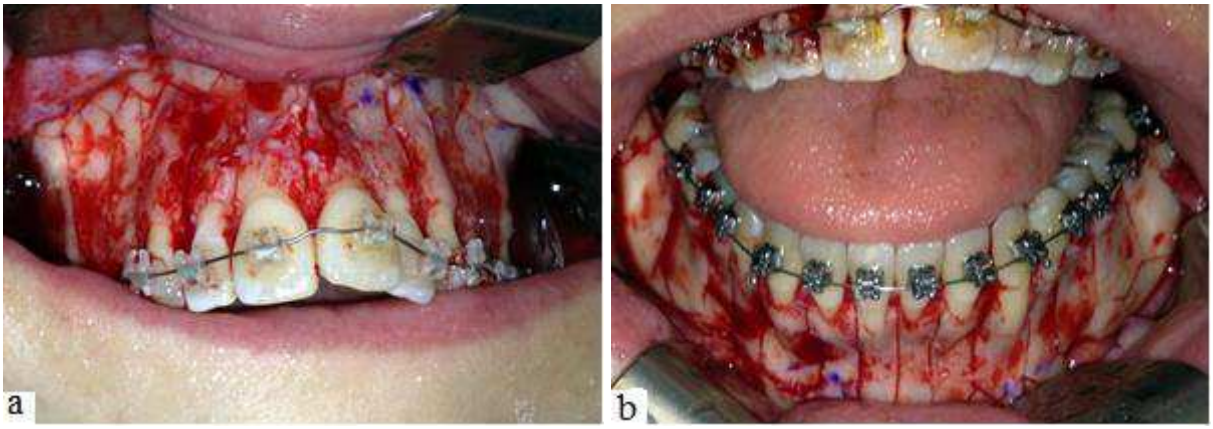


Figure 8-a et b : Cas n°2
Réalisation de corticotomies totales bimaxillaires dans le cadre d'un traitement orthodontique pur.
a- Incisions corticales maxillaires ; b- Incisions corticales mandibulaires.
(Courtoisie du Dr Laurentjoye, chirurgien maxillo-facial et du Dr Boulanger, CESMO 4)

Parallèlement, Park et Kim [60;100] introduisent la technique de « corticision » sans élévation de lambeau, les incisions corticales sont effectuées uniquement en vestibulaire à travers la gencive à l'aide d'un bistouri et d'un maillet chirurgical. Ils obtiennent de la sorte une réponse de type PAR et une accélération des mouvements orthodontiques tout en en proposant une intervention chirurgicale trois à quatre fois plus rapide. Cependant cette technique présente des inconvénients : il est impossible d'adjoindre une greffe osseuse ce qui dérange les partisans de la greffe ; les chocs répétés peuvent donner des vertiges paroxysmiques bénins en post-opératoire [101]

En synthétisant ces différentes techniques, Sebaoun, Surmenian et Dibart [102] introduisent une technique nommée « piézocision » , « minimalement invasive, sans lambeau muco-périosté et qui combine micro-incisions corticales piézoélectriques et tunnelisation sélective permettant des greffes osseuses et gingivales ».
L'intervention, pratiquée sous anesthésie locale, consiste en des incisions verticales à la lame froide, réalisées dans la gencive attachée et traversant le périoste. Puis l'insert du piézotome effectue les traits de corticotomies au travers de ces micro-incisions, sur une épaisseur de 3 mm d'os alvéolaire. La faible étendue des incisions muqueuses limite la hauteur du trait de corticotomies à quelques millimètres. Au niveau mandibulaire, une greffe osseuse peut être

réalisée par tunnelisation, un élévateur inséré entre deux incisions gingivales permet de créer un volume où le matériel osseux sera introduit. Seules ces incisions seront suturées afin de maintenir la greffe osseuse. Cette nouvelle technique est ainsi plus rapide (45 min d'intervention chirurgicale), moins invasive pour le patient, avec une meilleure récupération post-opératoire, et permet d'obtenir les mêmes résultats cliniques qu'avec une technique de corticotomie conventionnelle.

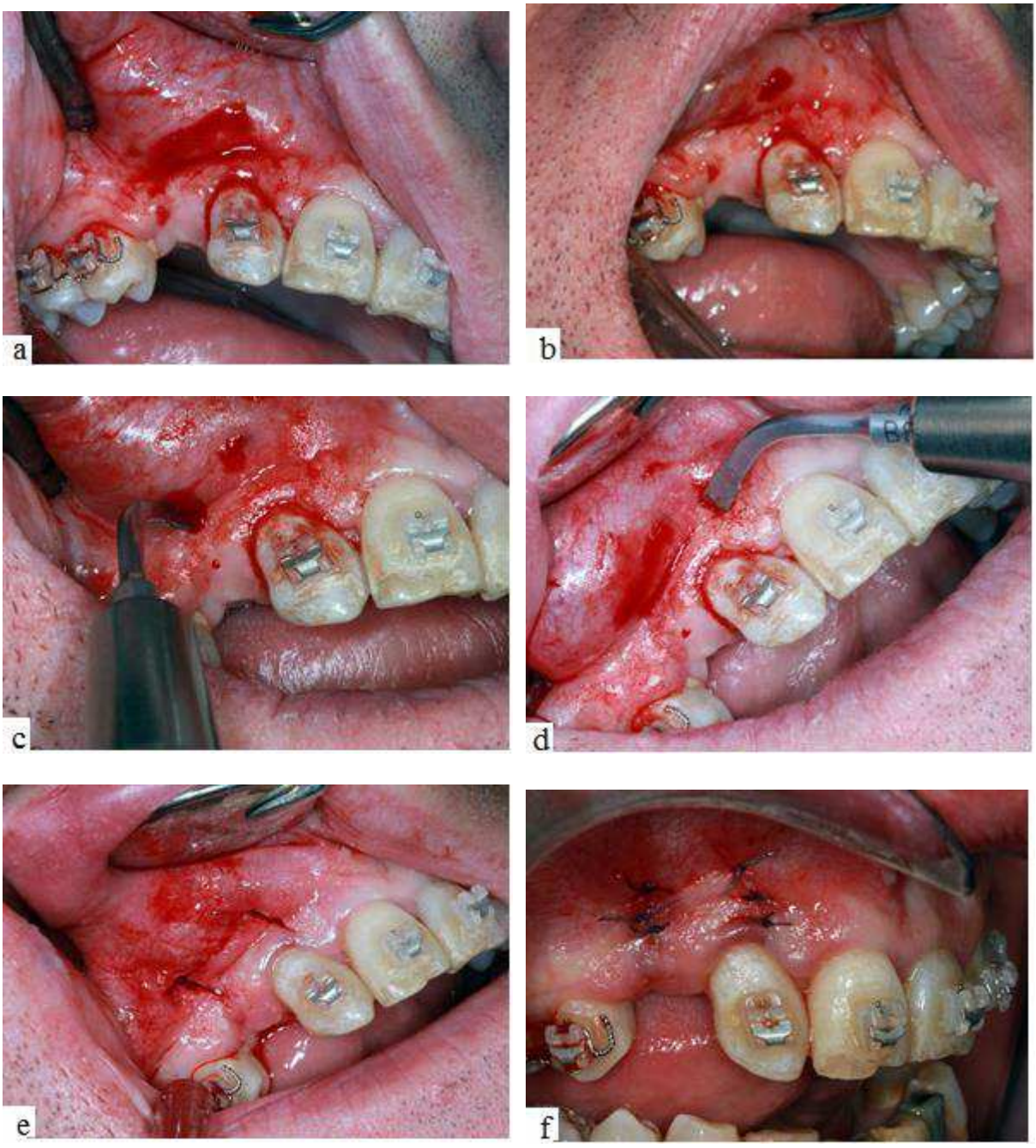


Figure 9 : Cas n°3
Réalisation de piézocisions en vue d'un recul canin.
a- Anesthésie locale ; b- Réalisation des micro-incisions ; c et d- Traits de corticotomies au piézotome à travers les micro-incisions ; e-Aspect des tissus après piézocision ; f- Sutures des micro-incisions.
(Courtoisie du Dr Verdalle, parodontiste et du Dr Darqué, orthodontiste)

1.4. Indications des corticotomies alvéolaires

Les indications des corticotomies se constituent empiriquement, augmentant au gré de la publication de nouveaux cas dans la littérature.

Pour cette raison, nous avons voulu synthétisé les indications actuelles des corticotomies. Nous avons cherché toutes les publications concernant les corticotomies publiées entre 2001 (publication de Wilcko) et Décembre 2013. Il n'y a pas eu de restriction de langue ou de source d'information. Seules les études rapportant un traitement orthodontique concomitant à des corticotomies alvéolaires chez l'homme ont été retenues, aussi bien les essais cliniques contrôlés prospectifs ou rétrospectifs (RCT, CCT) que les rapports de cas. Les études animales, histologiques ou descriptives d'une technique ont été exclues de cette revue. Les cas répétitifs entre différents articles d'un même auteur n'ont pas été repris.

Au final, nous avons trouvé **50** études correspondant à ces critères, ce qui représente environ **238** patients ayant bénéficié d'un traitement orthodontique facilité par corticotomies alvéolaires au cours des 12 dernières années. La moyenne d'âge varie entre **11** et **58** ans.

Des détails sur ces études sont donnés dans le Tableau 10 situé en annexe.

Comme nous l'avons déjà évoqué, les corticotomies permettent d'ouvrir une « fenêtre d'opportunité spatio-temporelle localisée » : les corticotomies peuvent être totales et concerner une ou deux arcades, permettant ainsi le mouvement de toutes les dents de l'arcade et dans le dernier cas, le mouvement réciproque des arcades entre elles. Les corticotomies peuvent également être partielles : les dents voisines de la zone de corticotomies sont plus faciles à déplacer, leur valeur d'ancrage relative est diminuée alors que les dents à distance de cette zone gardent une valeur d'ancrage élevée.

De ces études, nous avons pu dégager les indications suivantes :

1.4.1. Traitement de la dysharmonie dento-maxillaire

De nombreuses études rapportent l'utilisation des corticotomies pour accélérer les étapes d'alignement-nivellement dans des cas de classe I occlusale ou légère classe II avec un encombrement modéré à sévère. Les cas peuvent être traités avec extractions mais la plupart du temps, les corticotomies sont étendues jusqu'aux deuxièmes prémolaires afin d'obtenir une expansion d'arcade importante.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Dibart et al 2010	2	27,5 ans	8 mois 1 semaine	NR
Hernandez-Alfaro et al 2012	9	37 ans	NR	NR
Jain et al 2011	1	24 ans	6 mois 2 semaines	NR
Keser E, Dibart S 2011	1	28 ans	4 mois	NR
Keser E, Dibart S 2013	1	24 ans	8 mois	NR
Owen A. 2001	1	Adulte	2 mois	NR
Sebaoun et al 2007	2	21,5 ans	7,37 mois	NR
Sebaoun et al 2008	1	20 ans	5 mois 2 semaines	NR
Sebaoun et al 2011	1	NR	6 mois 3 semaines	NR

Shoreibah et al 2012	20	Adulte	[3 mois 2 s-5 mois]	NR
Shoreibah et al 2012b	20	Adulte	17.5 semaines [SD 2.8]	NR
Wilcko et al 2001	2	20,5 ans	6 mois 2 semaines	Augmentation distance intercanine 3 mm
Wilcko et al 2008	3	25,3 ans	5 mois	NR
Wilcko et al 2009	1	23 ans	6 mois 2 semaines	Augmentation distance intercanine 8 mm

1.4.2. Correction des articulés croisés postérieurs.

Chez l'adulte, la synostose de la suture palatine médiane et l'absence de croissance alvéolaire confinent les mouvements transversaux des dents aux limites de l'os alvéolaire [138]. Dans les cas d'articulé croisé postérieur uni ou bilatéral, le traitement de choix est la disjonction maxillaire (expansion palatine chirurgicalement assistée). L'expansion orthodontique présente des risques de fenestrations ou de récessions parodontales importantes.
Cependant l'adjonction de corticotomies semble permettre la correction des articulés croisés par expansion alvéolaire avec une meilleure stabilité et une meilleure santé parodontale. De plus cette expansion assistée par corticotomie (EAC) peut être réalisée de façon différentielle permettant ainsi de corriger les articulés croisés unilatéraux [112]. Les différents auteurs expliquent leurs résultats par une expansion corono-radiculaire, sans amincissement de l'épaisseur d'os radiculaire ni vestibulo-version des secteurs latéraux, mais leurs propos ne sont pas étayés par les documents adéquats (téléradiographie frontale, coupe scanner, etc) permettant de visualiser la part d'expansion orthodontique de ce type de traitement.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Bertossi et al 2011	5	NR	[68 à 150 jours]	[6-8 mm] augmentation distance inter-molair
Hassan et al 2011	2	22,5 ans	18,5 mois	distance intermolaire : + 3,5 mm
Vercelotti et Podesta 2007	6	NR	2 mois	NR
Yen et al 2003	1	11 ans	4 mois	NR

1.4.3. Accélération des phases de rétractions après extractions.

Les corticotomies peuvent intervenir en cours de traitement et ne concerner qu'une partie de l'arcade comme dans les études ci-dessous. Des corticotomies partielles ont été réalisées après extractions de quatre prémolaires afin d'accélérer la phase de rétraction canine [40;72] et incisive [99] ou de rétraction en masse dans les cas de correction de biproalvéolie [31 ;74 ;106 ;136]. Le temps de traitement global reste important mais cette phase de fermeture d'espace a été facilitée par l'intervention chirurgicale.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Aboul-Ela et al 2011	13	19 ans	4 mois	rétraction 5,68 mm
Bath et al 2012	6	NR	17,4 mois	NR
Germec et al 2006	1	22 ans	1,5 mois	rétraction : 16° (l1-apo angle)et 5mm(l1 apo distance)

Lee et al 2007	20	[25; 28,2 ans]	19 mois	NR
Lino S, Sakoda S 2005	1	24 ans	12 mois	fermeture espace de 2ème PM sans perte d'ancrage
Wilcko et al 2009	3	32 ans	3 mois 2 semaines	NR (espace PM)
Yezdani AA 2012	1	29 ans	7 mois	NR

1.4.4. Décompensation orthodontique avant chirurgie orthognathique

La réalisation de corticotomies au début de l'alignement-nivellement des patients adultes devant par la suite subir une chirurgie orthognathique permet d'accélérer cette phase de décompensations dentoalvéolaires et de diminuer le temps de préparation avant cette intervention. La majorité des études rapporte la décompensation incisive chez les patients en classe III squelettique mais on retrouve aussi un cas de préparation orthodontique chez une patiente en classe II squelettique [62].

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Ahn et al. 2012	15	25,15 ans	7,43 mois [SD 3,12]	vestibuloversion i mand= + 10,45°, vestibuloposition imand = + 3,47 mm
Charrier et al 2009	3	22,7 ans	10,3 mois	NR
Coscia G et W 2013	14	26,14 ans	8.23 mois [SD 2.67]	vestibuloversion i mand= + 10,56°
Kim et al 2011	2	25,5 ans	8,5 mois	vestibuloversion i mand = + 21° (patient 2)
Wang et al 2013	26	NR	NR	NR

1.4.5. Mésialisation des molaires mandibulaires.

Après extractions de prémolaires mandibulaires, la perte d'ancrage par mésialisation des secteurs postérieurs est plus difficile à réaliser à la mandibule qu'au maxillaire. La difficulté est augmentée lorsqu'il s'agit de mésialer une deuxième molaire mandibulaire dans l'espace d'édentement de la première molaire d'autant plus si l'extraction est ancienne. Plusieurs études rapportent ces cas de mésialisation molaire en associant ancrage temporaire par minivis et corticotomies, ce protocole intervenant dès le début de traitement ou en cours de mésialisation dans des situations « bloquées ».

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de mésialisation
Kook et al 2013	3	26,7 ans	10 mois	NR
Mimura H 2013	1	47 ans 6 mois	4 mois	4 mm
Uribe et al	1	NR	6 mois	5 mm
Uribe et al 2013	1	58 ans	41 mois	8 mm

1.4.6. Distalisation des molaires maxillaires

C'est en manipulant l'ancrage, que Spena a réalisé la distalisation des molaires maxillaires en prenant appui sur les dents antérieures et en ne réalisant les corticotomies que dans le secteur postérieur.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de distalisation
Spena et al 2007	1	18 ans	2 mois	NR

1.4.7. Redressement d'axe radiculaire.

Le redressement, en particulier des molaires, peut être un préalable à leur translation mésiale ou distale ou permettre simplement de rouvrir un espace lorsqu'une dent s'est versée dans un espace d'extraction non compensé et permettre ainsi son remplacement prothétique ou implantaire comme dans l'étude de Kim.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Kim et al 2009	2	25 ans	8 mois	NR

1.4.8. Ingression molaire

L'ingression molaire est un mouvement difficile à obtenir, l'ingression d'une dent provoquant fréquemment l'égression des dents collatérales. Les corticotomies permettent de faciliter ce mouvement et présentent donc un intérêt certain, leur utilisation a été retrouvée dans la littérature dans deux cas de figure :

1.4.8.1. Ingression de molaires égressées suite à un édentement antagoniste

Chez l'adulte, lorsqu'un édentement molaire mandibulaire n'est pas compensé, on observe alors une égression de la première et deuxième molaire maxillaire qui interdit une reconstitution prothétique par diminution de la hauteur prothétique disponible. Des corticotomies localisées au niveau des molaires égressées permettent, avec l'aide d'un ancrage squelettique renforcé [119 ;123] ou non, l'intrusion de celles-ci.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité d'ingression
Grenga V, Bovi M 2013	1	35 ans	6 mois	NR
Hwang HS, Lee KH 2001	2	20,5 ans	1 mois	NR
Kim et al 2009	1	37 ans	7 mois	4 mm
Moon et al 2007	1	26 ans	2 mois	3,5 mm
Oliveira et al 2008	2	37,5 ans	3 mois 1 semaine	4 mm
Vercelotti et Podesta 2007	2	NR	3mois 2 semaines	NR

1.4.8.2. Fermeture de béance antérieure par ingression des secteurs postérieurs.

Le traitement classique des béances antérieures et latérales sévères est la chirurgie orthognathique au cours de laquelle le maxillaire est soumis à une impaction postérieure. Certains auteurs ont proposé une alternative moins invasive en réalisant une impaction importante des secteurs postérieurs maxillaires en associant ancrage squelettique (miniplaque, minivis) et corticotomies.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité d'ingression postérieure
Akay et al 2009	10	[15-25 ans]	[3 mois-3 mois 3 s]	4,64 mm
Aljhani A, Aldrees A 2011	1	22ans	5 mois	NR
Kanno T, Mitsugi M 2007	1	28 ans	1 mois	7 mm
Mostafa et al 2009	12	NR	1 mois 2 semaines	NR

1.4.9. Traction orthodontique d'une canine incluse

Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, Fisher a comparé chez 6 adolescents la désinclusion canine conventionnelle et assistée par corticotomies, chaque individu étant son propre témoin. Il a ainsi pu montrer que les corticotomies facilitaient et accéléraient la traction de canines incluses et dégagées chirurgicalement, sans morbidité supplémentaire ni différence au niveau du résultat parodontal.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de traction
Fisher TJ 2007	6	[11,1-12,9 ans]	11 mois 2 semaines	12 mm

1.4.10. Egression de dents ankylosées.

Ce sont des cas d'orthodontie « bloquée » où les corticotomies pourraient être intéressantes car elles permettraient l'égression de dents ankylosées. Cependant, Wilcko a récemment affirmé que les corticotomies ne pouvaient pas permettre de déplacer les dents ankylosées [44] malgré ce que ces études peuvent laisser espérer. Rappelons que l'ankylose est une fusion de la dent et de l'os, le ligament desmodontal disparait alors que sa présence est nécessaire au déplacement orthodontique d'une dent. L'utilisation des corticotomies dans ces cas d'ankylose se rapproche en réalité plus d'une ostéotomie avec le déplacement de blocs osseux puisque la dent est soudée à l'os. La dent est tractée avec son parodonte et non à travers lui ce qui explique les durées de traitement courtes, de l'ordre de quelques semaines.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Quantité de déplacement
Bertossi et al 2011	5	NR	[18-25 jours]	4-5 mm
Bousquet et al 2013	2	19 ans	3 mois	NR (fracture d'une dent)
Hwang et al 2011	1	13 ans	2 semaines	5 mm

1.4.11. Correction orthopédique d'une classe III

Cette technique présentée par Pelo en 2007 consiste à réaliser des corrections orthopédiques par traction sur masque de Delaire assistée par corticotomies chez des patients ayant terminé leur croissance mais trop jeunes pour être opérés en chirurgie orthognathique. Cependant, le tracé des incisions se rapproche fortement des traits d'ostéotomies avec disjonction ptérygo-maxillaire, ce qui explique la rapidité des résultats obtenus.

.

Référence	N	Moyenne âge	Durée de traitement	Diminution du décalage sq
Pelo et al 2007	2	15,5 ans	3 semaines	ANB +4°

II- La distalisation molaire avec miniplaques : données actuelles.

2.1. Le concept d'ancrage en orthodontie

Un ancrage, terme dérivant du lexique maritime, est défini comme « un dispositif assurant la fixité d'un élément soumis à un effort de traction ou à une poussée » (Larousse). Selon Daskalogiannakis, l'ancrage orthodontique peut être défini comme « la résistance à un mouvement dentaire indésirable » [139]

L'ancrage a un rôle primordial en orthodontie comme Root l'exprimait en 1980:

Certains pensent : « quel est le moyen le plus rapide pour faire bouger une dent ? », alors qu'ils devraient penser « quel ancrage dois-je utiliser si je veux déplacer une dent ? ».[140]

L'utilisation des ancrages squelettiques depuis une dizaine d'années et les nombreuses publications s'y rapportant en font plus que jamais un sujet d'intérêt. Après quelques rappels de biomécanique, nous allons nous intéresser aux différents types d'ancrages orthodontiques.

2.1.1. Réciprocité des forces et notion de fixité relative

La biomécanique orthodontique est régie par la troisième loi de Newton (ou principe des actions réciproques) : « à toute action correspond une réaction d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé » [141].

Lorsqu'une force est appliquée entre deux points, le déplacement de l'un des deux points sera d'autant plus important que l'autre sera fixe [142]. Il n'existe pas de point rigoureusement fixe dans la cavité buccale, toute dent se déplaçant de façon physiologique sans intervention thérapeutique (dérive mésiale physiologique). Toute dent support, sollicitée par un système mécanique, va subir un déplacement (la réaction), plus ou moins important et le plus souvent non souhaité.

Pour contrôler ou annihiler cette réaction indésirable, l'orthodontiste devra augmenter la stabilité et la fixité de l'un des points grâce à l'ancrage.

2.1.2. Le trinôme de De Nevrezé

Un solide se déplace lorsque la force motrice s'exerçant sur lui l'emporte sur la force résistante. En confrontant cette donnée avec le principe d'action/réaction, De Nevrezé a décrit le trinôme de forces suivant :

- le point d'ancrage de la force présente une Résistance Stabile (RS) ;
- le solide à déplacer présente une Résistance Mobile (RM) ;
- la Force Motrice (FM) appliquée entre les éléments mobile et stabile crée le déplacement par translation, version ou rotation.

Parmi les situations décrites par De Nevrezé à partir de ces trois éléments, nous retenons la situation optimale suivante :

La force motrice est insuffisante pour déplacer l'élément d'ancrage (RS), mais elle est suffisante pour déplacer les dents à mobiliser (RM) : **RM < FM < RS** . Il faut pour cela que la résistance stabile soit beaucoup plus élevée que la résistance mobile : **RM<<RS**.

Le déplacement dentaire orthodontique est donc régi par la notion de forces différentielles : c'est la valeur réciproque des résistances qui commande le déplacement.

2.1.3. L'ancrage biologique ou ancrage passif

L'ancrage naturel ou biologique est propre à chaque individu et est constitué par la dent, dépendante de son milieu desmodontal et ligamentaire et par tous les supports osseux et musculaires, intra comme extra-oraux, propres à résister à notre mécanique orthodontique.

La valeur de l'ancrage de la dent est fonction selon les auteurs de la longueur, du nombre de ses racines et sa position (Jabarak), de la surface radiculaire (Freeman) ou du volume radiculaire (Faure) [142]. Elle dépend également de sa position dans l'os alvéolaire (une molaire versée mésialement réalise un ancrage médiocre).

Les muscles et la typologie faciale jouent un rôle également puisque la musculature forte d'un hypodivergent présente un ancrage naturel important dans les trois sens de l'espace et particulièrement vertical, alors que chez l'hyperdivergent cet ancrage musculaire est faible (Château, Sassouni [143])

L'ancrage dépend également de la densité osseuse et du type d'os. Ainsi les déplacements sont facilités au maxillaire car il présente des corticales plus fines que la mandibule et l'os trabéculaire maxillaire offre moins de résistance que l'os mandibulaire (Graber) [144]

Enfin, l'ancrage naturel est également dépendant de la qualité de l'engrènement occlusal, les contacts cuspides/fosses s'opposant aux déplacements orthodontiques.

Le plus souvent, cet ancrage biologique est insuffisant et devra être renforcé par un ancrage mécanique.

2.1.4. L'ancrage mécanique ou ancrage actif.

L'ancrage actif est un ancrage mécanique produit par nos dispositifs orthodontiques afin de contrôler le déplacement des dents d'appui. Il peut être « préparé » ou « renforcé ».

L'ancrage préparé correspond au positionnement particulier d'une dent ou d'un groupe de dents afin de mieux s'opposer aux forces réactionnelles des systèmes mécaniques (Ten-Two System de Tweed, Level Anchorage System de Root, ancrage cortical de Ricketts).

L'ancrage renforcé utilise des dispositifs intra ou extra-oraux permettant d'augmenter l'ancrage naturel de la dent d'appui ou de prendre des supports d'appui autres que dentaires. On différencie :

- les *dispositifs extra-oraux* : ils prennent appui sur les zones péricrâniennes indéformables, en dehors de la cavité buccale, il n'existe donc pas de force réciproque délétère crée au niveau des arcades dentaires. Les dispositifs les plus emblématiques sont les

forces extra-orales sur les molaires maxillaires, nous pouvons également citer pour mémoire les forces directionnelles et le masque de Delaire.

Les forces extra-orales constituent un moyen d'ancrage très efficace, se rapprochant de l'ancrage absolu mais également un dispositif peu efficient car il réclame la coopération du patient, délicate à obtenir chez l'adolescent et il est difficilement accepté socialement et esthétiquement chez l'adulte.

-les *dispositifs intra-oraux inter-arcades* : ils permettent de déplacer une dent ou un groupe de dents en utilisant la résistance stabile de toute l'arcade antagoniste. Ils sollicitent plus ou moins la coopération du patient selon leur nature : tractions inter-maxillaires (de classe II, de classe III), ressorts fermés (type Forsus ®), appareil de Herbst,… Le renforcement de l'ancrage n'est pas maximal et il existe toujours une part de perte d'ancrage avec ses effets indésirables associés.

- les *dispositifs intra-oraux intra-arcades* : ils sont extrêmement nombreux, la seule limite dans leur conception étant l'imagination. De nature différente et d'efficacité relative, ces moyens d'ancrage ne dépendent pas de la coopération du patient et peuvent être associés entre eux. L'orthodontiste peut chercher à mieux contrôler les dents d'ancrage par l'utilisation d'arcs lourds, il peut solidariser les dents entre elles en les ligaturant en 8, en employant des dispositifs bi-bagues (transpalatins, arcs linguaux, quad-hélix), il peut multiplier les surfaces d'appui en associant un appui muqueux à l'ancrage dentaire (bouton de Nance, plaque amovible en résine), etc. Il serait fastidieux de dresser la liste de tous ces dispositifs, leur principe de conception reste inchangé et repose sur l'idée qu'un groupe de dents solidarisées résisterait mieux aux déplacements indésirables.

Cependant, dans une revue de littérature parue en 2006, Feldmann et al [145] ont montré que lors de la distalisation molaire, les dispositifs intra-oraux entrainaient toujours une perte d'ancrage, variable selon les études. Quant à la fermeture d'espace d'extractions, les preuves scientifiques étaient trop faibles pour évaluer la qualité de l'ancrage renforcé. De plus, pour Melsen [146], l'ancrage n'est pas prédictible et n'est pas corrélé au nombre de dents de l'unité d'ancrage. Il serait davantage soumis à des facteurs individuels sur lesquels l'orthodontiste ne peut agir.

Face à ces constatations, les auteurs se sont mis en quête de l'ancrage absolu, intra-oral pour éviter les déconvenues évoquées avec les forces extra-orales et fixe, donc indépendant des organes dentaires. Ces recherches ont conduit au développement exponentiel des ancrages squelettiques temporaires depuis le début des années 2000 et qui sont aujourd'hui, pour reprendre le mot de Buschang, « la norme plutôt que l'exception » [147]

2.1.5. Les dispositifs d'ancrage temporaire squelettique ou DATs

2.1.5.1.Définitions

Daskalogiannakis dans son *Glossaire* [139], définit l'ancrage absolu comme l'absence de mouvement de l'unité d'ancrage en réaction aux forces appliquées aux dents que l'on souhaite déplacer. Cet ancrage absolu ne peut être obtenu que si les dispositifs d'ancrage sont fixés à l'os.

Pour lui, sont considérés comme DAT « tout implant utilisé pendant le traitement ODF comme ancrage pour un déplacement orthodontique ». Les implants endo-osseux ne permettent pas de « renforcer » l'ancrage, mais de bénéficier d'un ancrage «absolu », permettant d'appliquer des forces orthodontiques sans risque de perte d'ancrage.

2.1.5.2. Les différents types de DATs

Selon Ludwig et al [147] , les ancrages squelettiques peuvent être classés en cinq catégories :

- Les « implants spéciaux » comme les ligatures zygomatiques de Melsen [148] , ou les dents ankylosées, lorsqu'elles sont accessibles.
- Les implants axiaux : ce sont les mêmes que les implants prothétiques classiques, une fois ostéointégrés, ils peuvent servir d'ancrage aux forces orthodontiques. C'est ce type d'implant que Creekmore, en 1983, détourne en l'utilisant dans un but orthodontique, ouvrant ainsi la voie de l'ancrage squelettique. [149]
- Les implants palatins orthodontiques comme l'Onplant® (Nobel Biocare), décrit initialement par Block [150] ou les implants endo-osseux (Ortho-système® de Straumann), développés par Wehrbein [151] et réputés plus stables.
- Les minivis, les plus utilisées car les plus simples de mise en place et d'utilisation, elles ont été popularisées par des auteurs comme Kanomi (1997), Costa (1998) ou Melsen (2000) [152-154].
- Les miniplaques, auxquelles nous allons nous intéresser plus particulièrement.

2.2. Les miniplaques d'ancrage

2.2.1. Historique

Pendant plusieurs décennies, les chirurgiens maxillo-faciaux réalisaient des blocages inter-maxillaires par fils d'ostéosynthèse afin de stabiliser les fragments osseux repositionnés lors des chirurgies orthognathiques. Sous l'impulsion des travaux préliminaires de Michelet (1967) et de Champy (1976), des plaques d'ostéosynthèse en titane, rigides mais assez malléables pour être ajustées sur le site osseux, ont permis de remplir ce rôle de stabilisation et d'ostéointégration avec une parfaite innocuité tout en réduisant l'inconfort des BIM. [155]

Dès 1985, Jenner et Fitzpatrick se sont intéressés à ces miniplaques de contention chirurgicale en les employant dans un cas de distalisation molaire pour renforcer l'ancrage orthodontique. [156]

Il faut cependant attendre quelques années avant que d'autres orthodontistes se tournent vers cette technique innovante.

En 1998, l'équipe japonaise de Junji Sugawara développe ses propres miniplaques, spécialement conçues pour l'orthodontie, le SAS (Skeletal Anchorage System) et publie deux premiers cas prometteurs : les traitements non chirurgicaux d'une classe III et d'une béance antérieure [157-160].

En 2002, De Clerck [161-162] et Chung [163] décrivent également leur système personnel de miniplaques à usage orthodontique.

Les nombreuses publications de Sugawara et de De Clerck entretiennent la littérature internationale au cours de la décennie suivante et les miniplaques créent un réel engouement, les cas cliniques se multipliant pour des indications de plus en plus variées. Cependant, l'aspect chirurgical de leur mise en place freine leur développement au sein des cabinets d'orthodontie. Leur utilisation reste globalement confinée au milieu universitaire même si Thébault a montré récemment que les miniplaques n'étaient pas seulement un effet de mode mais bien une évolution technologique compatible avec une pratique libérale quotidienne. [164]

2.2.2. Caractéristiques des miniplaques.

Les miniplaques d'ancrage sont constituées de trois parties, fabriquées à partir d'une seule pièce de titane pur de grade 2 sans procédure de courbure ni traitement thermique. Cette conception permet de donner une bonne malléabilité à la plaque qui peut être déformée à la pince tout en réduisant significativement le risque de fracture.

On distingue :

-le corps de la plaque, de forme diverse (en L, en I, en T ou en Y), comporte des orifices verticaux ou horizontaux qui permettent de fixer solidement la plaque à la corticale osseuse par des vis monocorticales (1,2 à 2 mm de diamètre, 5 à 7 mm de longueur)

- le bras de la plaque, transmuqueux, assurant la connexion corps/tête

-la tête de la plaque, exposée dans la cavité buccale, permet l'attachement du dispositif de traction. Sa forme varie selon les systèmes mais quelle qu'elle soit, elle ne doit jamais interférer avec les déplacements orthodontiques.

Figure 11 : Les trois parties d'une plaque d'ancrage (schéma personnel)

Le design de la plaque varie selon le système développé par chaque auteur, nous allons exposer rapidement les spécificités de chaque technique.

2.2.2.1. Le SAS (Skeletal Anchorage System) de Sugawara

Le SAS est le premier système miniplaques/ vis de fixation développé spécialement pour l'ancrage orthodontique. Dans la littérature, ce terme est devenu une antonomase pour les miniplaques.

La plaque d'ancrage comporte trois parties : la tête, le bras et le corps.
La tête émerge dans la cavité intra-orale à distance de la dentition. Elle comporte trois crochets sur lesquels le dispositif orthodontique s'attache. Il existe deux types de tête selon

l'orientation des crochets qui devront être choisis en fonction du secteur traité et du mouvement désiré (distalisation, mésialisation, etc). Les crochets non utilisés peuvent être supprimés à l'aide d'une fraise transmétal.

Le bras transmuqueux existe en trois longueurs pour une meilleure adaptation à la morphologie du patient. Le choix se fait à la lecture de la radiographie panoramique entre court (10,5 mm), moyen (13,5 mm) et long (16,5 mm)

Le corps est une plaque de titane disponible en trois configurations selon la disposition des trous de fixation : en T (image A), en Y (image B) ou en I (image C). La plaque en T peut être transformée en plaque en L en éliminant un trou de vissage.

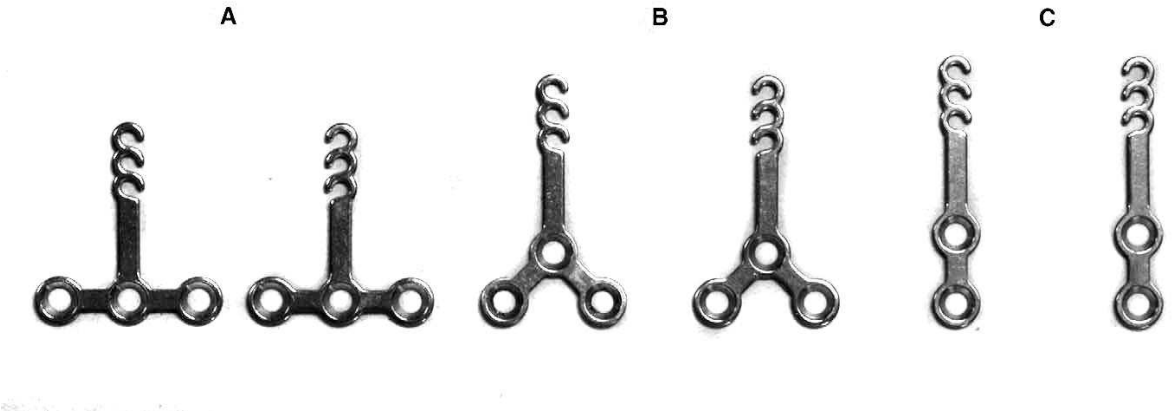


Figure 12 : Aspect des différentes dispositions des plaques d'ancrage SAS (d'après Sugawara [165])

La miniplaque est fixée à l'os par des vis monocorticales autoforantes de 2.0 mm de diamètre et 5.0 mm de longueur.

2.2.2.2. L'ancrage squelettique « Bollard » de H. De Clerck

L'ancrage osseux de type « Bollard » (initialement nommé ZAS) a été proposé par De Clerck afin « de pallier aux insuffisances des ancrages temporaires en orthodontie ».[166]

On retrouve également trois parties :

- La tête est une unité de fixation de forme cylindique, comportant un tube fileté et une vis de blocage. Deux trous de diamètre 0.045 permettent le passage d'un arc auxiliaire de section maximale 0.032 x 0.032 qui est ensuite légèrement bloqué par la vis. Cet arc permet de faire la connexion entre la miniplaque et l'appareillage orthodontique. Il existe également des ancrages Bollard où le cylindre de fixation est surmonté d'un crochet afin d'attacher un dispositif de traction (type ressort Niti ou chainette élastomérique) directement sur la plaque.
- Le bras de connexion est un arc rond de 1,4 mm de diamètre, ce qui permettrait de minimiser le risque d'infection locale selon l'auteur (les fibres de collagène s'organisant mieux autour d'une section ronde, le passage des bactéries est plus compliqué à travers cette « porte d'entrée » muqueuse)
- Le corps de la plaque présente trois trous de fixation alignés verticalement pour le maxillaire et seulement deux trous à la mandibule en raison d'une hauteur disponible plus faible.

La plaque est également fixée à l'os par des vis monocorticales de 2.0 mm de diamètre et 5.0 mm de longueur mais il est recommandé d'utiliser une longueur de vis de 7.0 mm pour le trou supérieur au maxillaire.

Figure 13 : Ancrages Bollard maxillaires sans et avec crochets respectivement : M= corps de la plaque, C= bras de transition, F= unité de fixation, S= vis de fixation (d'après De Clerck)

Figure 14 : Ancrages Bollard mandibulaires sans et avec crochets respectivement (d'après De Clerck)

2.2.2.3. Autres systèmes de miniplaques.

Si les deux systèmes précédents ont été les pionniers de l'ancrage squelettique par miniplaques, il existe aujourd'hui de nombreux systèmes développés par les fabricants avec des préférences régionales d'utilisation (figure 14).

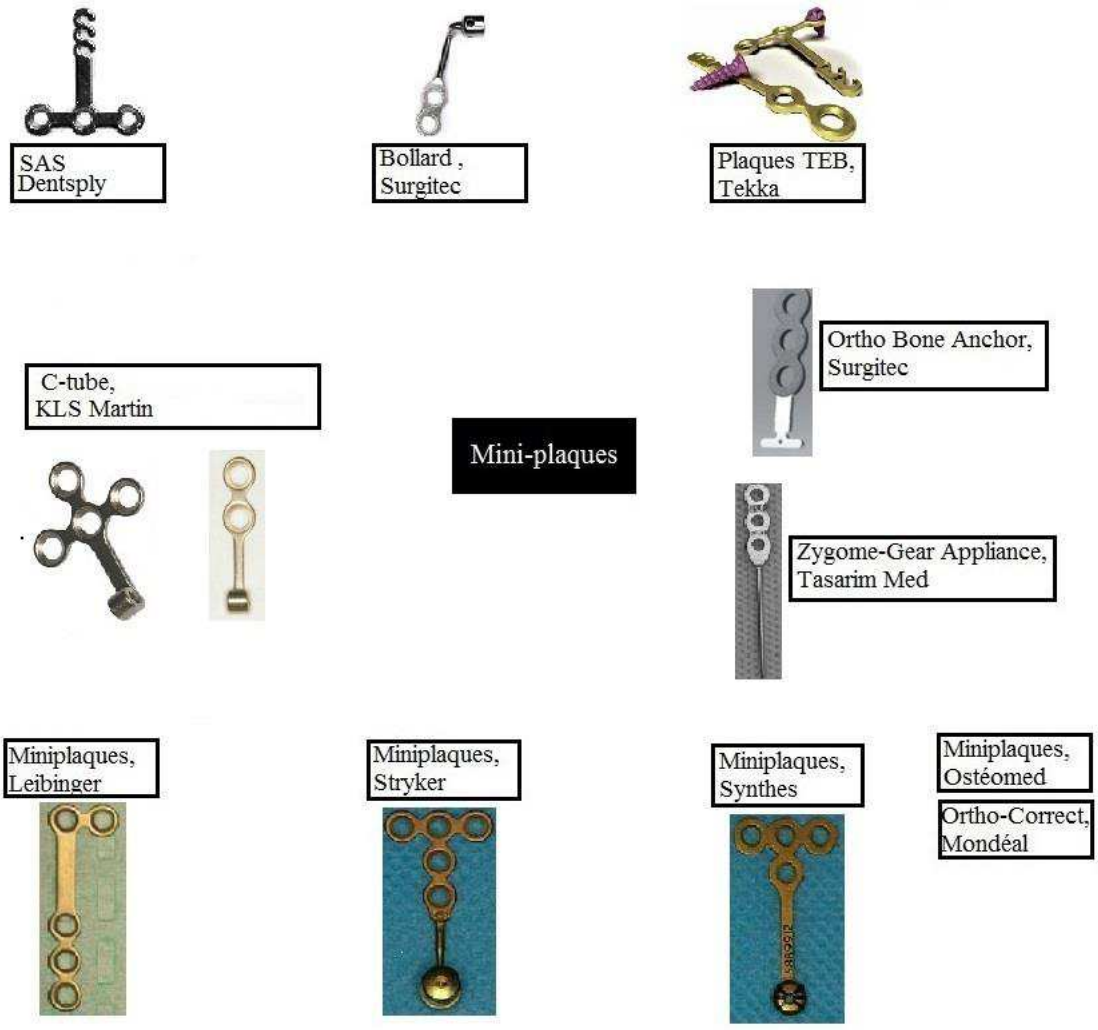


Figure 15 : Les différents types de miniplaques (schéma personnel)

Parmi toutes ces mini-plaques, nous retenons en particulier les plaques d'ancrage TEB (Système Ancotek ®), popularisées en France par Thébault [155 ;164] et que nous avons utilisé pour les cas cliniques présentés ultérieurement.

Constituée de trois parties (tête, bras, corps), l'originalité de cette miniplaque TEB se trouve dans sa tête qui combine deux crochets permettant la fixation de dispositifs de traction verticaux ou horizontaux (ressorts, chainettes élastomériques, élastiques) et deux alésages oblongs destinés à l'insertion d'arcs auxiliaires de section maximale 0.022 x 0.028. La tête est choisie selon l'orientation désirée des crochets. Il est possible de coller un tube orthodontique sur la tête.

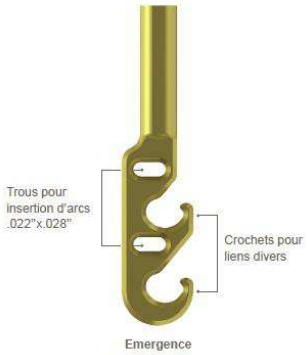


Figure 16: Les différents constituants de la tête de miniplaque TEB (Ancotek®)

Il existe deux formes de corps (vertical en I ou horizontal en T, modifiable en L), façonnable selon le site de pose et déclinés en plusieurs longueurs selon la hauteur du bras : 5, 7, 10 ou 12 mm. La plaque est fixée par deux vis (plaques en I ou L) ou trois vis d'ostéosynthèse (plaque en T) de 2.0 mm de diamètre.

2.2.3. Indications des miniplaques d'ancrage.

Un certain nombre de situations cliniques sont propices à l'utilisation de miniplaques, que ce soit en orthopédie ou en orthodontie. Nous allons rapidement recenser ces indications, issues d'études cliniques randomisées ou de séries de cas. Par la suite, nous développerons uniquement la distalisation molaire, sujet principal de notre travail.

2.2.3.1. Utilisation orthopédique.

Les miniplaques sont utilisées précocément dans le traitement des classes III squelettiques et permettent l'application d'une force orthopédique purement squelettique sans risques de compensations dento-alvéolaires. Il existe deux modalités de traitement :

- port de tractions intermaxillaire élastiques (TIM III) entre les miniplaques maxillaires et mandibulaires (De Clerck [166], Wilmes [167]).

- mise en place d'un masque facial type masque de Delaire directement sur les miniplaques maxillaires (dans les cas d'hypoplasie du maxillaire) comme chez Kircelli [168]

2.2.3.2. Mouvement de distalisation.

On peut différencier la rétraction des dents antérieures, réalisée après extractions de deux prémolaires et la distalisation de l'ensemble de l'arcade, intervenant après un recul molaire sectoriel ou en masse. Ce mouvement de distalisation permet la correction orthodontique des classes II, des classes III, la résolution des encombrements modérés à sévères sans extractions ou la préparation orthodontique pré-chirurgicale.

Concernant la rétraction antérieure avec extractions, elle peut être décomposée en rétraction canine puis rétraction incisive (De Clerk [169], Bengi [170]) ou être réalisée en masse (Erverdi [171], Choo [172]). La durée de traitement est diminuée de plusieurs mois par rapport à un traitement classique associé à des forces extra-orales, la distalisation du bloc incisivo-canin est réalisée en 5 mois environ [170]. De plus la valeur d'ancrage est supérieure avec des effets parasites limités par rapport à la FEO (Eroglu [173]).

La distalisation molaire sera étudiée plus précisément par la suite.

2.2.3.3. Mouvement de mésialisation.

Un mouvement de mésialisation molaire peut être indiqué dans les cas d'agénésies de prémolaires ou de perte prématurée de la première molaire lorsque l'on souhaite fermer l'espace sans rétracter le secteur antérieur (profil rétrusif ou plat) ou sans dé-symétriser l'arcade en cas de fermeture asymétrique.

En 2009, Faber et Vélasque ont réalisé chez une patiente présentant une agénésie de 15, une mésialisation de 16 puis de 17, le mouvement réalisé était de 7,4 mm pour une durée de traitement de 34 mois [174].

Théoriquement, on peut étendre l'indication de miniplaques dans les mouvements de mésialisation en masse comme observé dans des cas de minivis.

2.2.3.4. Ingression

Le mouvement d'ingression est un mouvement difficile à réaliser, consommateur d'ancrage et s'accompagnant d'effets parasites comme l'égression des dents adjacentes. Les miniplaques trouvent ici une indication idéale :

- Ingression d'une molaire égressée dans les cas d'édentements antagonistes non compensés (De Clerck [175], Sherwood [176])

-Ingression molaire maxillaire +/- mandibulaire dans les cas de béance antérieure. L'ingression des secteurs postérieurs permettra ainsi une rotation antérieure de la mandibule et donc une fermeture de l'open bite et du sens vertical. De nombreux auteurs ont étudié ce mouvement avec des résultats significatifs : entre 1,7 mm et 2,8 mm pour Sugawara [177] , 1,9 mm pour Sherwood [178], 2,6 mm pour Erverdi [179]. Seul Sugawara s'est intéressé à la stabilité de ce mouvement, et trouve à un an post-traitement un taux de récidive de 27,2% pour la première molaire et de 30,3% pour la seconde molaire. Ce taux de récidive semble important, des études au plus long cours sont également nécessaires

-Ingression du secteur antérieur afin de corriger une supraclusion, cette ingression est maxillaire ou mandibulaire selon la position de la ligne du sourire (Chung [180])

2.2.3.5. Désinclusion dentaire.

La désinclusion d'une dent impactée est délicate à gérer pour l'orthodontiste qui doit rechercher un ancrage maximal afin de diminuer les effets indésirables comme l'ingression du reste de l'arcade et la bascule du plan d'occlusion. Les miniplaques ont été utilisées avec succès afin de tracter des canines ou des deuxièmes molaires incluses [181-182].

2.2.3.6. Redressement molaire

La version corono-mésiale de la deuxième molaire, suite à l'absence non compensée de la première molaire, peut être corrigée à l'aide d'une miniplaque (placée antérieurement ou postérieurement). De Clerck [183] a montré que ce redressement s'accompagnait d'un mouvement d'extrusion de la dent, qui devait être compensé par un dispositif intrusif.

2.2.3.7. Ancrage dentaire déficient

La maladie parodontale affaiblit le support osseux et diminue l'ancrage dentaire, les effets parasites des mouvements orthodontiques sont alors décuplés. L'utilisation de miniplaques permet de renforcer l'ancrage, cependant les forces devront rester légères pour préserver le parodonte des dents atteintes (Fukunaga [184]).

2.2.4. Protocole d'utilisation des miniplaques

2.2.4.1. Choix du patient.

L'emploi de miniplaques en vue de renforcer l'ancrage doit être décidé dès l'établissement du plan de traitement et expliqué au patient avant le début du traitement orthodontique afin de l'informer, de le rassurer et de lui proposer une solution alternative en cas de refus de l'intervention chirurgicale.

Malgré le caractère faiblement invasif de la pose des plaques, certains critères de sélection sont nécessaires comme pour la réalisation de corticotomies. Le choix du patient, du type de plaque et du site d'insertion doit être réalisé conjointement par l'orthodontiste et le chirurgien oral ou maxillo-facial et doit être planifié en amont du jour de l'intervention.

Peu d'auteurs se sont intéressés aux critères de choix du patient. Dans une revue de littérature de 2008, Hoste a répertorié les facteurs de risques pour les dispositifs d'ancrages temporaires squelettiques (DATS) afin de mieux cerner les indications de ces types d'ancrage. [185]

- L'âge du patient. Selon Hoste [185], les miniplaques sont laissées en place pendant une trop courte période pour avoir une influence sur la croissance osseuse, hormis dans la région médio-palatine où la pose est contre-indiquée avant la fin de la croissance. Selon lui, il n'existe pas de limite minimum d'âge tant que l'enfant est coopérant.

  Cependant, H. De Clerck déconseille la pose des miniplaques avant l'âge de 10 ans car la hauteur de l'os alvéolaire est insuffisante au maxillaire et un placement à la mandibule est impossible dans la zone de la canine mandibulaire avant son éruption [166]. E. De Clerck propose d'attendre l'âge de 11 ans afin d'obtenir une meilleure qualité osseuse, augmentant la stabilité primaire de la plaque et diminuant le risque d'échec, plus important chez le jeune enfant [186]. Au contraire, Wilmes propose l'utilisation des plaques dès l'âge de 8 ans en insérant une plaque mandibulaire dans la région mentonnière et deux mini-implants palatins supports d'un vérin d'expansion. [167]

  Il ne semble pas y avoir de consensus sur ce point, nous pensons cependant que la limite d'âge minimum dépend du degré de maturité psychologique de l'enfant comme pour un traitement orthodontique classique et de l'âge dentaire du patient car la pose de la miniplaque n'est pas possible dans certains sites à cause de la présence des germes des dents définitives. Si cela est possible, il est plus raisonnable d'attendre une maturation osseuse permettant une meilleure stabilité primaire de la plaque et donc un moindre risque d'échec.

- Un bon état de santé général est recommandé, la pose est contre-indiquée chez les patients présentant un haut risque d'endocardite infectieuse ou une irradiation cervico-faciale, et à éviter chez les patients immunodéprimés ou présentant un diabète insulino-dépendant non contrôlé. Certains médicaments semblent entraîner davantage

de pertes de miniplaques (immunosuppresseurs, anti-épileptiques, antiagrégants plaquettaires, anticoagulants, etc)

- Une consommation tabagique importante (>10 cigarettes/jour) entraine une cicatrisation moins rapide et une résorption osseuse autour des vis supportant la plaque, il est donc conseillé d'arrêter la semaine précédant et suivant l'intervention.
- Une bonne hygiène orale est également nécessaire, l'inflammation gingivale étant la cause majeure d'échec de pose de miniplaques. Il faudra réaliser une motivation à l'hygiène avant la pose et renouveler les instructions si nécessaire au cours du suivi.

2.2.4.2. Choix du type de miniplaque et du site de pose.

On retrouve dans la littérature de nombreux critères de choix concernant la forme de la plaque (en T, en I, en Y , …) et la longueur de son bras, avec des divergences d'avis selon les auteurs.

2.2.4.2.1. Le site de pose

L'implantation des miniplaques nécessite une épaisseur d'os cortical de 2 à 3 mm minimum afin de permettre la fixation par les vis monocorticales (de longueur 5 mm en moyenne).

- Au maxillaire (fig 16) :

Le choix du site de pose est limité par la proximité des racines dentaires et la faible épaisseur de la paroi latérale du sinus maxillaire. Le sinus présente une taille variable selon les individus, occupant généralement tout le corps du maxillaire, il peut émettre des procidences vers les arcades dentaires et les os voisins.

Pour De Clerck [161], il n'est possible d'insérer une miniplaque qu'au niveau du pilier malaire (1). C'est une zone difficile d'accès et avec une faible densité osseuse, la plaque doit être située entre la première et la deuxième molaire (zone de densité osseuse maximale).

Pour Sugawara [165], une seconde zone est également possible dans la région des piliers canins (2), au niveau du bord antérieur de l'orifice piriforme, entre la canine et la première prémolaire maxillaire, en arrière du frein latéral.

Le système de C-tube développé par Chung [180;187] présente une taille réduite et utilise des vis de fixation courtes, de 4 mm de longueur, ce qui permettrait selon l'auteur une multiplicité des sites d'implantation tout en garantissant une bonne stabilité. Selon lui, cette miniplaque peut être placée dans l'os alvéolaire entre les racines des dents ou dans l'os cortical au-delà des apex sur toute la face externe du maxillaire. Il place également les C-tube en palatin dans la région du palais antérieur ou au niveau des premières molaires maxillaires.

En 2009, Kim a étudié rétrospectivement les cone-beam de 18 patients porteurs d'une ou plusieurs miniplaques montrant les rapports des vis de fixations avec les structures avoisinantes au maxillaire [188]. Malgré la courte longueur de ces vis (4 mm), sur 74 vis, 7 présentaient une perforation radiculaire et 2 une proximité radiculaire importante. D'autre part, 39 vis, soit plus de la moitié, réalisaient une perforation sinusienne (dont 3 avec une perforation supérieure à 2 mm). Cependant cette atteinte de la membrane de Schneider n'a pas provoqué de sinusite, d'œdème ou de perte de la miniplaque. Il est cependant recommandé de limiter ces positionnements indésirables en réalisant un cone-beam pré-opératoire de la zone

d'implantation et en fixant les vis monocorticales perpendiculairement à la surface externe du sinus avec une force légère.

- A la mandibule (fig 16) :

Les obstacles anatomiques lors de la pose sont les racines dentaires et le paquet vasculo-nerveux alvéolaire-inférieur en particulier au niveau de son émergence dans la zone du foramen mentonnier.

On trouve principalement trois sites de pose dans la littérature :

De Clerk et Sugawara s'accordent sur la zone postérieure du corpus (3), entre la première et la deuxième molaire, qui présente une difficulté de pose importante, et sur la région canine mandibulaire (4) (en arrière du frein latéral et en avant de la concavité du foramen mentonnier, repérable à la panoramique). [161 ;165]. Une localisation distale à la deuxième molaire serait gênée par les insertions du faisceau profond du muscle masséter.

Wilmes utilise une plaque mandibulaire unique positionnée au niveau symphysaire (5) à distance du frein latéral et du canal incisif [167]. On retrouve également cette localisation chez Thébaut [164].

Pour Chung et Sugawara, la fixation de leurs plaques est possible sur toute la paroi corticale latérale de la mandibule, excepté au niveau du foramen mentonnier. Une miniplaque peut également être placée sur le bord antérieur du ramus [165] ou la partie interne du corpus à distance du plancher buccal [180].

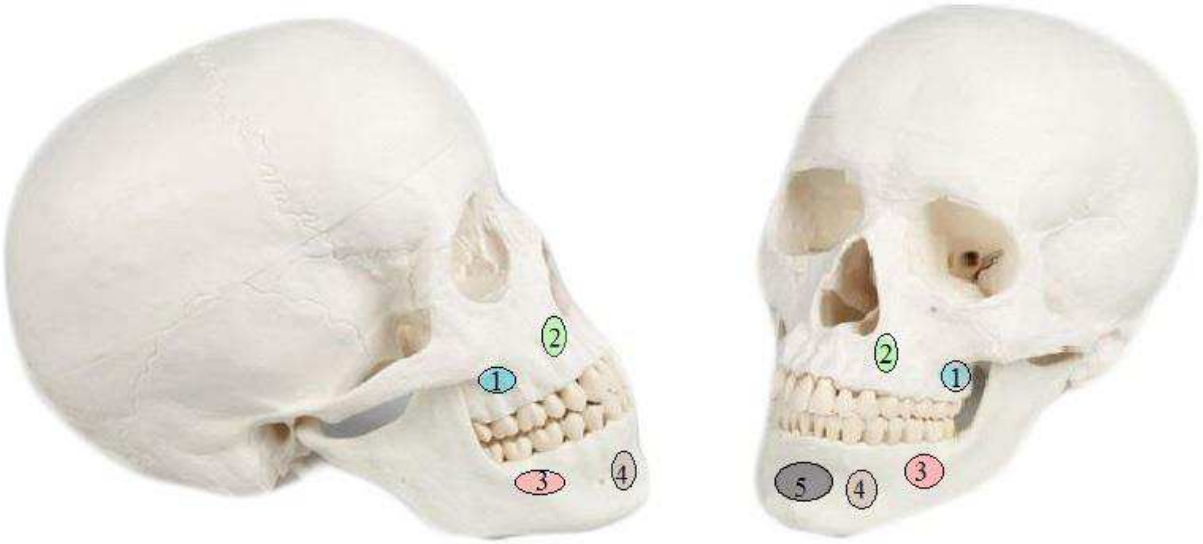


Figure 17 : Les principaux sites de pose. (schéma personnel)

1 (zone bleue) : pilier malaire ; 2 (zone verte): pilier canin ; 3 (zone rouge): zone postérieure du corpus ; 4 (zone marron) : région canine mandibulaire ; 5 (zone grise) : symphyse.

2.2.4.2.2. Le type de miniplaque

Le choix de la plaque dépend du mouvement orthodontique désiré, du site de la pose, de la densité osseuse, du type facial et de la profondeur du vestibule [164]

Il existe peu d'études comparant les marques de plaques entre elles si ce n'est les travaux de Trandem qui n'ont pas montré de différence significative entre les miniplaques Synthes, Stryker et KLS Martin dans un intervalle de forces cliniquement applicables [189]. Le choix du fournisseur est plutôt lié aux habitudes du chirurgien et à la distribution régionale de cette marque.

Concernant la forme des miniplaques, Sugawara [165] conseille l'utilisation de plaques en T ou en L pour ingresser, distaler ou mésialer les molaires inférieures et de plaques en Y ou en I au maxillaire. Les miniplaques en Y ou en T sont plus conseillées dans les secteurs postérieurs car elles sont fixées par trois vis, ce qui augmenterait la stabilité selon l'auteur. Pour les plaques TEB, Thebaut propose d'employer [164] :

-Dans le secteur postérieur maxillaire : dans les cas de faces courtes, des plaques en T- 3 vis, bras de 7 ou 10 mm ; dans les cas de faces longues, des plaques en I- 2 vis, bras de 7 ou 10 mm

- Dans le secteur canin maxillaire, des plaques en I.

-Dans le secteur mandibulaire postérieur, des plaques en T- 2 ou 3 vis, bras court de 5 mm

-Dans le secteur canin mandibulaire, des plaques en T ou en L

-Dans la région symphysaire: plaque en L

Cependant, pour Veziroglu [190], le design de la miniplaque n'aurait pas d'influence sur la stabilité, la répartition de la contrainte mécanique au sein du corps étant dépendante de la hauteur du point d'application de la force orthodontique sur la plaque plutôt que de la forme de cette dernière.

Concernant le bras de la plaque, sa longueur doit être choisie en fonction de la longueur des racines adjacentes, ce qui peut être évalué sur un cliché panoramique préliminaire. Dans les cas où l'on recherche une translation en gression des dents ou des arcades (mésialisation, distalisation), la tête de la miniplaque doit être positionnée sur une ligne passant par le centre de résistance de la dent ou du groupe dentaire à déplacer. Si, en association, un mouvement de torque ou de tipping est recherché, la tête de la plaque doit être située au-dessus ou en dessous du centre de résistance selon le mouvement désiré [191]. L'orientation de la tête doit être également choisie selon l'emplacement de la miniplaque et en fonction du mouvement à réaliser.

Chaque situation clinique est unique, il est donc difficile de donner une ligne directrice applicable à chaque cas. Le choix de la miniplaque doit être individualisé, basé sur une bonne connaissance de l'anatomie, sur l'analyse rigoureuse des documents radiographiques préopératoires (orthopantogramme, si possible cone-beam) et la biomécanique orthodontique mise en place. La communication du positionnement par l'orthodontiste peut se faire en dessinant la miniplaque sur les radiographies, sur les photographies endobuccales ou sur les modèles.

2.2.4.3. Orthodontie pré-chirurgicale.

Comme nous l'avons souligné plus haut, l'indication de pose d'une miniplaque doit être réalisée dès le début du traitement par l'orthodontiste en concertation avec le chirurgien. Les avis divergent concernant la phase d'orthodontie pré-chirurgicale.

Pour Sugawara [165], il est préférable de préparer l'alignement et le nivellement des arcades avant la chirurgie et d'utiliser une section d'arc rigide (idéalement en .018 x .025 acier) lors de la pose des miniplaques, même s'il existe un léger temps d'attente avant mise en charge.

Au contraire, Sherwood conseille un temps d'attente plus long après pose de la miniplaque et effectue, lors de cette période, l'alignement des arcades avec des sectionnels augmentant progressivement jusqu'au .016 x .022 acier lors de la mise en charge.[178]

Cependant, il est conseillé de ne pas laisser trop longtemps les mini-plaques chez un patient pour éviter une ostéointégration, [192] et diminuer l'inconfort lié aux crochets [193], il nous semble donc plus indiqué d'effectuer les phases d'alignement/nivellement avant la chirurgie, de façon sectorielle ou pour la totalité de l'arcade selon les cas, afin de pouvoir rapidement utiliser les plaques.

2.2.4.4. Mise en place chirurgicale.

2.2.4.4.1. Anesthésie

La pose chirurgicale peut être réalisée seule sous anesthésie locale (xylocaïne 2%), associée ou non à une sédation IV selon les pays.

Elle peut également être réalisée sous anesthésie générale notamment lorsqu'elle est associée à une autre chirurgie (disjonction chirurgicale de la suture maxillaire, désinclusion, corticotomies). Chez l'enfant, la germectomie des troisièmes molaires dans le même temps opératoire semble permettre une meilleure approche psychologique du geste chirurgical selon Thebaut [164]

2.2.4.4.2. Elévation du lambeau

Après un rinçage de bouche à la chlorexhidine et anesthésie, une incision verticale de 10 à 15 mm est réalisée en zone de muqueuse libre. Cette incision peut être complétée par une incision horizontale au niveau de la ligne de jonction muco-gingivale ou 2 mm en dessous de cette ligne, réalisant ainsi une incision en L à concavité antérieure [165]. D'autres auteurs préfèrent relier l'incision verticale à une incision intra-sulculaire (l'incision verticale réalisant ainsi une incision de décharge classique) [190].

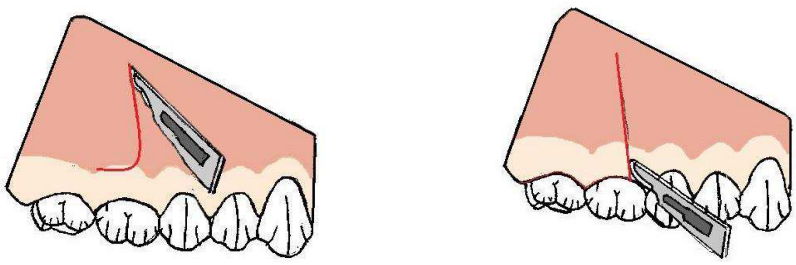


Figure 18 : Tracé des incisions (schéma personnel)

A gauche : incision en L au niveau de la ligne de jonction muco-gingivale ; à droite : incision sulculaire

Un lambeau muco-périosté de pleine épaisseur est ensuite récliné, exposant une large surface d'os cortical sur lequel la plaque va être essayée et adaptée à la pince.

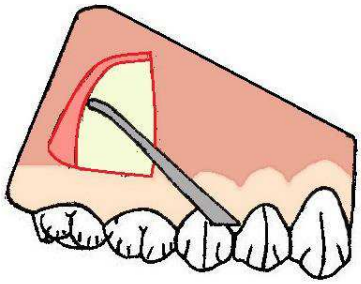


Figure 19 : Elévation du lambeau muco-périosté (schéma personnel)

Chung propose une chirurgie de placement moins invasive avec les C-tube, réalisée sous anesthésie locale. Une première incision horizontale est réalisée à l'emplacement de la future émergence du C-tube puis une deuxième incision horizontale de 3 mm de long est réalisée 2 mm au-dessus de la première. Le périoste est décollé délicatement avec un élévateur, la plaque est essayée puis fixée à travers ces incisions par tunellisation. [187]

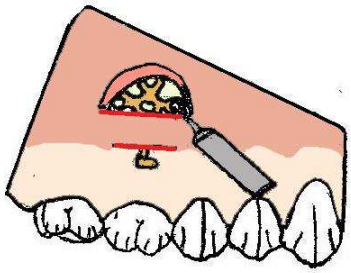


Figure 20 : Fixation de la miniplaque par tunnelisation selon Chung (schéma personnel)

2.2.4.4.3. Fixation de la miniplaque

Le corps de la plaque doit être situé 5 mm au-delà des apex dentaires, en contact intime avec la surface osseuse. Le bras est parallèle aux racines des dents collatérales et émerge dans la cavité orale au niveau de la ligne muco-gingivale ou légèrement au-dessous selon le tracé des incisions. Selon Kim, un axe de 30° des vis de fixation par rapport aux racines molaires augmenterait la stabilité primaire de la plaque [188].

Bien que les vis de fixation soient autoforantes et autotaraudantes, il est recommandé de réaliser un pré-trou à l'aide d'un foret pilote de 1,6 mm de diamètre [164], en commençant par l'emplacement de la vis médiane (si trois vis de fixation) ou de celle la plus proche de la tête (si deux vis) [193] . La première vis est mise en place sans être insérée à fond afin d'autoriser un certain jeu de la plaque et permettre de corriger d'éventuelles rotations. Quand la position est définitivement validée, les autres vis sont insérées et toutes sont serrées sans précaution de torque particulière.

Figure 21 : Fixation de la miniplaque (schéma personnel)

2.2.4.4.4. Fermeture de l'abord chirurgical

Après rinçage de la zone avec une solution saline, le lambeau est replacé et suturé en un seul plan à l'aide de sutures résorbables (type Vicryl® 4.0)

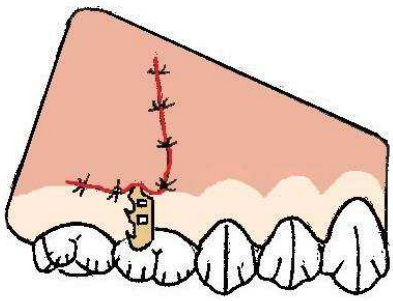


Figure 22 : Réalisation des sutures (schéma personnel)

2.2.4.4.5. Recommandations post-opératoires.

Classiquement, une antibiothérapie systématique de 5 jours, des antalgiques et des anti-inflammatoires non stéroïdiens, associés à une vessie de glace sont recommandés. La tête de la miniplaque ne doit pas être sollicitée avec la langue ou les doigts, de la cire peut être posée sur la tête en cas d'irritation des joues. L'hygiène locale doit être rapidement restaurée avec une brosse à dents très souple et l'utilisation de bains de bouche antiseptiques durant la première semaine après l'intervention.

Au total, la pose de la miniplaque dure entre 10 et 15 min. Selon Cornelis, cet acte est ressenti comme facile à modérément facile par les chirurgiens oraux [194]. Chung recommande une pose par les orthodontistes eux-mêmes, comme pour la pose des minivis, cet acte étant pour lui facile, rapide et peu invasif [180].

2.2.4.4.6. Suites post-opératoires immédiates

Les suites post-opératoires sont peu nombreuses. Le problème le plus fréquent semble être l'œdème durant 5 jours en moyenne, on retrouve également l'irritation des joues par la tête de la plaque [194]. La douleur post-opératoire a été étudiée par Tseng chez 15 patients à l'aide d'une échelle visuelle analogique (EVA) graduée de 0 à 100 mm et donne un score de 58 mm,

24 h après l'intervention. Comparativement, le score après pose d'un appareil multibague est de 36,3 mm. La douleur semble diminuer rapidement et trois mois après la pose de la miniplaque, le score est de 20 mm [195].

En les questionnant à posteriori, 72 % des patients disent ne pas avoir été dérangés par la miniplaque, 82% ont vécu une intervention chirurgicale moins douloureuse que prévue [194] et 88% se sentiraient prêt à subir une nouvelle pose de plaques si cela était nécessaire.

2.2.4.5. Mise en charge orthodontique

Le délai d'attente avant mise en charge varie selon les études entre 1 semaine [104] et 8 semaines [190]. Selon Sugawara, l'utilisation de la miniplaque est possible immédiatement car la stabilité primaire est suffisante , mais l'inconfort lié à la chirurgie (douleur, œdème) impose d'attendre la cicatrisation muqueuse et la diminution des signes cliniques (environ 3 semaines) avant mise en charge [165].

Le mode d'application de la force, lorsque la miniplaque est utilisée en ancrage direct, est variable : modules élastomériques, chainettes, ressorts NiTi, cantilever, etc. Les forces appliquées sont comprises entre 100gf et 500 gf [196].

Les possibilités de mouvement orthodontique sont nombreuses, nous y reviendrons dans la partie « Indications ».

La miniplaque est préférentiellement retirée à la fin de son utilisation même si le traitement orthodontique n'est pas terminé.

2.2.4.6. Taux de succès et complications.

Le taux de succès des miniplaques est très important avec des valeurs variant entre 92,5 % et 98,6 % dans les études prospectives ou rétrospectives réalisées à ce sujet [173 ;186 ;193 ;197-202]. Les échantillons utilisés sont conséquents (jusqu'à 341 miniplaques), ces chiffres sont donc relativement fiables si ce n'est sur la définition du taux de succès : en effet, ne sont comptées comme « échec » que les plaques ayant été retirées précocement, les autres complications n'entrainant pas un retrait ne sont pas retenues comme des échecs.

Dans les études, une des complications majeures est la mobilité anormale des miniplaques.

Cette mobilité semble liée à un manque de stabilité primaire lors de la pose. L'étude de Choi montre cependant que le design de la plaque (en I, en T, etc) et donc le nombre de vis utilisées, n'est pas lié au taux d'échecs [198]. La densité osseuse serait davantage responsable de ce manque de stabilité, l'augmentation du nombre de vis ne permet pas d'y remédier par ailleurs. De plus, l'étude d'Hibi révèle que le taux d'échecs est directement corrélé à l'épaisseur de la corticale, la stabilité primaire étant très compromise en dessous d'1,4 mm d'épaisseur [202].
La mobilité des miniplaques semble plus importante à la mandibule qu'au maxillaire, malgré la meilleure densité osseuse et l'épaisse corticale mandibulaire, il semblerait que ce taux d'échecs s'explique par la faible profondeur du vestibule, par la situation instable des plaques postérieures, situées au niveau de la crête buccinatrice, très concave, ainsi que la sollicitation de la plaque dans cette localisation par les faisceaux volumineux du muscle masséter chez l'hypodivergent [198].

Le taux d'échecs par mobilité semble également plus important chez les enfants en croissance que chez les adultes. Cela pourrait s'expliquer par des conditions anatomiques (hauteur d'os alvéolaire, densité osseuse, qualité des tissus mous) moins favorables chez l'enfant, une hygiène moins rigoureuse parfois et une durée d'utilisation longue (plus de 18 mois dans certains cas) pouvant entraîner à terme un remaniement osseux et donc une résorption autour des vis de fixation [186 ;193]
Enfin, une étude d'Eroglu a montré que le niveau de force appliqué ne serait pas responsable de l'augmentation de la mobilité : le taux de succès est le même avec une force de 450gf et une force de 150gf [173].
La mobilité excessive peut également être due à une infection des tissus mous ou de l'os autour des vis de fixation.

Il est conseillé dans ces cas de mobilité d'attendre deux mois sans solliciter la plaque. Après ce temps de stabilisation, la plaque doit être retirée et replacée si la mobilité persiste. La miniplaque est parfois utilisée malgré une légère mobilité sans que la qualité de l'ancrage osseux n'en soit affectée [193].

Dans d'autres cas, une inflammation gingivale avec prolifération tissulaire autour de la tête a été retrouvée. Dans des cas plus graves (moins de 10 % des cas), cette inflammation est associée à une infection des tissus mous et/ou durs avec formation de pus pouvant entrainer ou non une mobilité de la plaque [165]. Dans les deux cas, le manque d'hygiène orale semble incriminé. Une bonne hygiène buccodentaire associée à la présence d'un bandeau de gencive attachée autour de l'émergence du bras pourraient réduire ce risque infectieux. En cas de persistance de l'infection malgré les soins de bouche et la prescription d'antibiotiques, la plaque doit être retirée.

Enfin, on retrouve des fractures des miniplaques, situées au niveau du bras ou du crochet, en relation avec un défaut de fabrication de la plaque [193]. Des fractures de vis n'ont pas été relevées dans la littérature.

2.2.4.7. Dépose des miniplaques

Une deuxième intervention est nécessaire pour retirer les miniplaques, jugée plus facile et plus rapide que la pose [193]. Après anesthésie (locale ou générale), un lambeau muco-périosté est élevé afin d'exposer la plaque.

Les vis sont retirées, elles peuvent présenter une légère résistance au dévissage. On observe fréquemment une apposition osseuse autour de la plaque, et dans 1 cas sur 10, plus de 25% de la plaque est recouverte d'un os nouvellement formé. Ce début d'ostéointégration augmente la résistance au retrait des vis, qui peut aller jusqu'à la fracture de la vis dans l'os, et arrime la plaque à l'os même après retrait des vis. Pour Cornelis, cette ostéoformation n'est pas en rapport avec la localisation de la plaque ou l'âge du patient mais avec la durée d'utilisation de la plaque et l'emploi de titane dans la fabrication de la plaque [193].

Une fois la miniplaque retirée, le site est rincé avec une solution saline et le lambeau suturé avec des sutures résorbables. La prescription peut se limiter à des bains de bouche antiseptiques durant les trois jours suivants et à des antalgiques.

2.2.5. Avantages et inconvénients par rapport aux minivis

Les avantages des miniplaques sont indéniables :

- Taux de succès supérieur à celui des minivis.

Nous l'avons vu le taux de succès des miniplaques est supérieur à 92,6 % alors que celui des minivis varie selon les études entre 68% [203] et 90% [204]. Les miniplaques semblent donc plus stables et plus sûres d'utilisation que les minivis.

- Possibilités thérapeutiques plus étendues.

Les miniplaques supportent des forces plus importantes que les minivis, ce qui permet leur utilisation dans les corrections orthopédiques des classes III, la distalisation en masse d'une arcade ou encore l'ingression molaire. Selon Janssen [205], les minivis peuvent supporter une force de 150 et 400 gf alors que certains auteurs recommandent des forces de 500 gf (comme Sugawara pour l'ingression des secteurs postérieurs).

- Pas d'interférence radiculaire.

Le positionnement des minivis entre les racines dentaires limite les possibilités de mésialisation ou distalisation en raison des risques d'interférences radiculaires. Les miniplaques sont au contraire fixées au-delà des apex ce qui permet aux racines de glisser le long de l'appareillage sans risque.

Les limites de la distalisation molaire sont ainsi repoussées ; selon Sugawara, l'efficacité des systèmes de recul molaire est augmentée de façon significative, cette technique par miniplaques est « particulièrement pratique pour corriger les malocclusions de classe II » par recul maxillaire [206]

- Association avec les corticotomies alvéolaires.

La réalisation de corticotomies va compliquer la pose de minivis : les traits d'incisions vont diminuer fortement la stabilité primaire de la vis durant la chirurgie puis l'accélération du turn over et la diminution de la densité osseuse induites par le PAR vont entrainer la mobilité et la perte de la minivis en quelques jours. Il est donc impossible de fixer une minivis sur le site d'une corticotomie.

Si l'on souhaite employer une minivis, il faudra se placer à distance du site, donc cela nécessite la réalisation de corticotomies partielles uniquement et l'utilisation d'un ancrage indirect avec une biomécanique d'autant plus compliquée que la vis sera posée à distance des dents à déplacer.

Une alternative plus simple est l'association des corticotomies avec des miniplaques d'ancrage, dont le corps est situé à distance des racines des dents et donc du site des corticotomies mais dont la tête est utilisée à proximité du site, aussi bien en ancrage direct ou indirect. La stabilité de la plaque est suffisante pour réaliser des mouvements importants facilités par corticotomies alvéolaires.

Cependant, les miniplaques présentent également des inconvénients :

- le coût des miniplaques est plus important que celui des minivis, d'autant plus si elles sont posées par un chirurgien.

- le protocole de pose et de dépose est plus délicat, les sites d'insertions semblent plus restreints et imposent la réalisation d'un lambeau par un chirurgien sous anesthésie générale. La pose des minivis est au contraire moins compliquée, moins invasive et plus rapide. Cependant, les études de Chung sur les C-tube sont encourageantes et permettent d'envisager une pose sous anesthésie locale par l'orthodontiste lui-même avec une technique moins invasive (tunnélisation).

- l'inconfort post-opératoire est plus important, les patients rapportent un œdème, des douleurs et une gêne durant quelques jours. Les études ont cependant montré que cette intervention était bien supportée par les patients et ne présentait pas un frein à leur motivation [195].

En l'absence d'études randomisées et contrôlées, il n'est pas possible de conclure à la supériorité d'un système d'ancrage osseux par rapport à un autre selon Tsui [196].

Néanmoins, le mouvement de recul molaire facilité par corticotomies alvéolaires semble indiquer particulièrement l'utilisation de miniplaques. En effet, leur stabilité n'est pas affectée par la réalisation de corticotomies, elles peuvent être utilisées à proximité des molaires à distaler et leur insertion haute ne gêne pas le recul radiculaire, ce qui est plus délicat avec les minivis.

2.3. La distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage.

2.3.1. Le mouvement de distalisation à l'arcade maxillaire.

2.3.1.1. Généralités.

Le recul molaire, suivi du recul du reste de l'arcade, est un mouvement délicat à réaliser et faisant l'objet de multiples controverses, certains auteurs niant même sa possibilité. Il est recherché à l'arcade maxillaire afin d'éviter les extractions de prémolaires dans la correction des malocclusions de classe II d'Angle, des encombrements légers à modérés et des proalvéolies incisives. Il peut également permettre la décompensation des malocclusions de classe III chez les patients chirurgicaux ainsi que la correction des asymétries d'arcade [206]. Ce mouvement nécessite de la place postérieurement, ce qui peut imposer l'extraction des troisièmes molaires.

Communément, les forces extra-orales sont utilisées dans leur version moderne dès 1950 pour distaler les secteurs postérieurs puis éviter la perte d'ancrage durant la rétraction du bloc antérieur. Ce dispositif ne prenant appui que sur les structures stables cranio-faciales, les résultats sont relativement bons en terme de renfort d'ancrage même s'il a été reproché aux FEO de ne pas réaliser un véritable recul de la molaire mais seulement son blocage dans sa position originelle en période de croissance. D'autres études ont montré que, si le recul apical ne semble pas constant, les molaires effectuent un mouvement de distorotation (favorable dans les classes II occlusale où elles sont souvent mésiorotées) ainsi qu'un mouvement de distoversion d'où un recul de la couronne de la molaire. Cependant, la récidive de ce type de mouvement est relativement importante ; de plus, les forces extra-orales nécessitent la forte

coopération du patient et sont difficilement acceptées socialement et esthétiquement par les adultes.

A partir des années 1980, des dispositifs intra-arcades ne sollicitant pas la compliance du patient ont été développés : plaque de Cetlin, Pendulum de Hilgers, Jones Jig, Distal Jet, First Class Appliance, ... [207]. Il existe de nombreux appareillages mais le principe reste inchangé : contrer la réaction indésirable à la force distalante en multipliant les zones d'ancrage (pastille palatine, appui sur les secteurs latéraux, …).

Les revues de littérature de Kinzinger [208] et Antonarakis [209] vont dans le même sens : le recul de la première molaire maxillaire (3,13 mm en moyenne) s'accompagne d'un mouvement de bascule coronodistale important (6,44° en moyenne), d'où un faible recul de l'apex de la molaire. Des mouvements parasites de distorotation ou mésiorotation ainsi que d'ingression/ égression de la molaire sont observés selon le type d'appareil utilisé. Ce recul molaire s'accompagne toujours d'un mouvement réciproque indésirable de perte d'ancrage des prémolaires et de vestibuloversion des incisives entrainant une augmentation du surplomb. De plus, la sollicitation de l'ancrage postérieur lors de la rétraction incisive et le redressement de la molaire entraine une récidive importante du mouvement obtenu.

L'adjonction de mini-implants palatins à ces distaleurs intra-buccaux permet de renforcer l'ancrage et donc d'annuler cet effet de vestibulo-version et mésialisation des secteurs antérieurs et latéraux. Cependant, on note une bascule coronodistale de la molaire plus importante que dans les appareils avec un ancrage conventionnel. Dans leur revue de littérature, Fudalej et Antoszewska expliquent cela par le fait que la pression appliquée sur la molaire est trop importante car entièrement transmise à celle-ci lorsqu'on a un ancrage squelettique au lieu d'une dissipation de la force répartie sur toutes les surfaces d'appui [210]. De plus la position palatine et antérieure de ces ancrages squelettiques empêche le bon contrôle de la molaire dans les trois dimensions.

Face à ces constatations, une autre technique de distalisation molaire a été développée associant traitement multibagues, et ancrage renforcé par minivis. Yamada et al rapportent un recul de la couronne de 2,8 mm, un recul radiculaire de 1,2 mm (recul de l'apex), associé à une bascule coronodistale de 4,1 ° en moyenne [211]. Cependant, cette technique est limitée par le positionnement des minivis entre les racines comme nous l'avons montré précédemment.

Pour pallier à cet inconvénient, plusieurs auteurs se sont donc intéressés à la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage, permettant un placement de l'ancrage squelettique à distance des racines et donc une quantité de recul plus importante.

2.3.1.2. La distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage.

A notre connaissance, il existe peu de publications développant cette technique, nous avons pu relever dans la littérature trois séries de cas, un rapport de cas et une étude prospective contrôlée :

- En 2006, Sugawara a publié la première étude concernant la distalisation des molaires maxillaires chez les patients adultes à l'aide de sa technique SAS [206].

Cette étude a été réalisée sur 25 patients adultes (22 femmes, 3 hommes), l'âge moyen de début de traitement était de 23 ans +/- 11 mois. Pour Sugawara, la distalisation molaire

nécessite de la place postérieurement, il a donc réalisé l'extraction des troisièmes molaires maxillaires (12 patients) ou utilisé la place de ces dernières déjà absentes (5 patients). Chez 6 patients, les deuxièmes molaires ont été extraites car elles présentaient des soins dentaires les ayant fragilisées.

D'un point de vue biomécanique, la distalisation molaire a été effectuée après les phases d'alignement et de nivellement avec un ancrage direct sur la miniplaque. Selon les patients, elle pouvait s'opérer de différentes façons : soit unitaire par recul d'une dent après l'autre soit « en masse » avec un recul sectoriel postérieur ou un recul de l'arcade maxillaire complète. Une mécanique de glissement a été mise en place sur un arc Elgiloy bleu 0.018 x 0.025 dans des brackets 0.022 x 0.028, avec l'utilisation de ressorts ouverts NiTi (recul unitaire), de ressorts fermés NiTi ou de modules élastomériques (recul en masse) délivrant une force de 200g pour une distalisation unitaire et 500g pour une distalisation en masse.

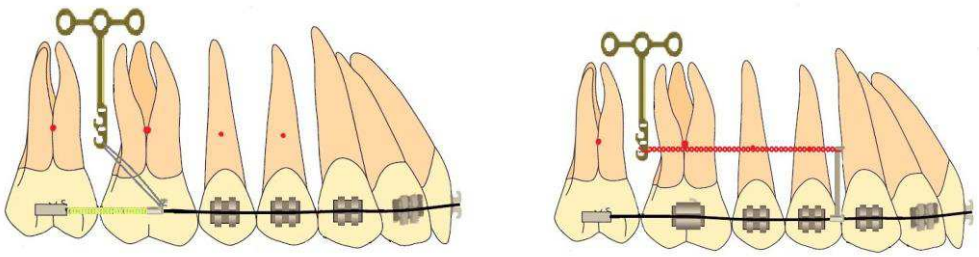


Figure 23: Distalisation molaire unitaire (à gauche) et distalisation en masse du secteur postérieur (à droite) d'après Sugawara (schéma personnel)

Lors du recul des prémolaires ou du secteur incisivocanin secondaires à un recul molaire unitaire, l'ancrage molaire n'est pas sollicité car l'ancrage se fait sur la miniplaque directement.

La durée du traitement entier a été de 19 mois en moyenne. Les résultats de recul molaire ont été visionnés en superposant des téléradiographies avant et après traitement, les plans de référence choisis étaient le plan occlusal avant traitement et sa perpendiculaire passant par le point Ptm. Les valeurs moyennes de distalisation sont de 3,78 mm au niveau coronaire (valeurs comprises entre 1,5 mm et 6,8 mm) et de 3,20 mm au niveau radiculaire (valeurs entre 1,3 mm et 6,0 mm). Le coefficient de corrélation entre recul coronaire et radiculaire est de 0,77, ce qui signifie que quasiment 80 % du mouvement molaire observé se fait par un recul de tout le corps de la dent et 20% par une légère version coronodistale de la dent.

- En 2007, De Clerck et Cornelis ont publié deux articles décrivant la biomécanique et les résultats obtenus chez un groupe de 17 patients (15 femmes, 2 hommes), l'âge moyen était de 27 ans et 3 mois. [212-213]

Au niveau biomécanique, De Clerck recommande une distalisation en trois étapes : recul en masse des molaires et de la deuxième et première prémolaires, fermeture des espaces créés puis correction du surplomb résiduel par rétraction du bloc incisif. Le recul molaire est effectué par glissement sur un arc australien rond 0.016 ou carré 0.016 x 0.016 dans des brackets 0.018 x 0.025.

Initialement De Clerck préconisait de ne pas coller les prémolaires mais de prendre en charge le reste de l'arcade. Un Jig coulissant ou un ressort fermé avec crochet coulissant est appliqué en compression en mésial du tube molaire et un élastique est placé par le patient entre la miniplaque et le crochet, permettant de délivrer une force de 100 à 150 gf. Cet élastique est changé régulièrement par le patient, contrairement à la ligature, il ne blesse pas la muqueuse et ne peut pas se déligaturer sans que le patient s'en aperçoive. En revanche il nécessite une bonne coopération de ce dernier. En cas de non-coopération, la distalisation peut être réalisée par ressorts NiTi ou modules élastomériques selon la même technique que Sugawara.

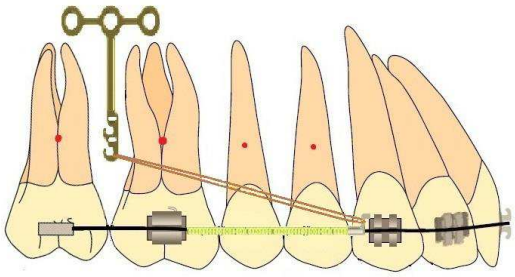


Figure 24: Recul en masse d'après De Clerck (schéma personnel)

A la fin du recul molaire, un arc transpalatin peut bloquer la position molaire mais celles-ci peuvent également être solidarisées à la miniplaque par une ligature ou un « ressort de soutien molaire », ce qui semble plus efficace pour éviter la perte d'ancrage. Les prémolaires sont collées et nivelées, l'étirement des fibres supracrestales a permis en partie un recul spontané des prémolaires. La fermeture des espaces résiduels et le recul de la canine s'effectuent par glissement sur un arc acier 0.016 x 0.022, un élastique est appliqué entre la miniplaque et le crochet du bracket de la canine.

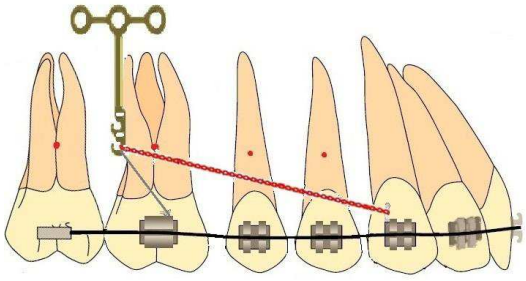


Figure 25 : Fermeture des espaces résiduels selon De Clerck (schéma personnel)

Enfin, le surplomb résiduel est corrigé en réalisant un arc de rétraction (sur le même arc acier), présentant deux boucles en T de part et d'autre des latérales, ce qui permet d'effectuer la rétraction incisive, et de corriger la supraclusion résiduelle (notamment si un mouvement parasite de rabitting a été observé lors du recul canin). Les deuxièmes molaires ne sont plus prises en charge, un arc transpalatin permet de contrer la rotation molaire et des élastiques sont portés faiblement actifs entre la canine et la miniplaque.

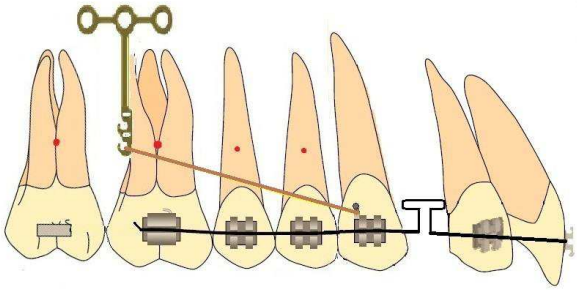


Figure 26 : recul des incisives selon De Clerck (schéma personnel)

Lors des Journées de l'Orthodontie 2013, De Clerck a présenté des modifications de sa technique de distalisation. Il effectue maintenant un recul en masse de tout le secteur postérieur (jusqu'à la première prémolaire). Seule la canine n'est pas collée. Au niveau des incisives un sectoriel d'ingression est réalisé, l'arc principal réalisant à cet endroit un by-pass. La force de distalisation est représentée par l'association d'un jig coulissant (ou ressort ouvert + crochet coulissant), d'un ressort NiTi fermé et légèrement tendu entre le crochet du jig et la miniplaque et d'un élastique mis en place par le patient en plus du ressort NiTi. En cas de non coopération, le dispositif reste actif grâce à ce ressort léger (50gf).

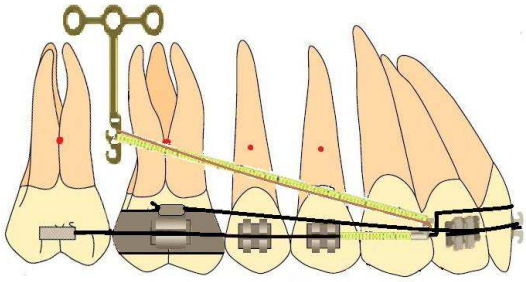


Figure 27 : Modification de la mécanique de distalisation selon De Clerck (schéma personnel)

Dans les études princeps, la distalisation molaire a été réalisée sur une période moyenne de 7 mois +/- 2 mois. Le recul a été quantifié uniquement en superposant informatiquement les modèles avant et après distalisation. On ne connait donc que la quantité de recul coronaire, 3,3 mm +/- 1,8 mm (recul variant entre 0,3 et 7,8 mm) mais pas la quantité de recul radiculaire et donc de tipping obtenu. Cette version corono-distale a été notée cliniquement, ainsi qu'une rotation autour de la racine palatine, que les auteurs expliquent par le faible diamètre du fil employé (0.016). Ils préconisent pour contrer ce mouvement de toujours prendre en charge les deuxièmes molaires.

- En 2012, Nur présente une nouvelle technique de distalisation, réalisée chez 15 patients (8 femmes, 7 hommes, âge moyen 18,87 +/- 1,09 ans) [214] et reprise par Kilkis dans un rapport de cas présentant un patient de 15 ans [215]. Chez 11 patients, les troisièmes molaires ont été conservées.

Dans ces deux articles, l'arcade maxillaire n'est pas initialement prise en charge. Seules les premières molaires sont baguées. Un arc dérivé de l'arc facial des forces extraorales (diamètre 1,1 mm) est construit en soudant deux crochets de part et d'autre des incisives latérales et deux U-bend sont pliés au contact des tubes molaires. L'arc est introduit dans les tubes de

FEO et un ressort fermé NiTi est tendu entre la miniplaque et le crochet (la ligature est plus ou moins serrée au niveau de ce dernier). La force de distalisation est de 300 g par côté. Après l'obtention de la classe I molaire, un traitement multibagues est mis en place, l'arc facial transformé est retiré et les miniplaques servent d'ancrage indirect pour stabiliser la position molaire obtenue.

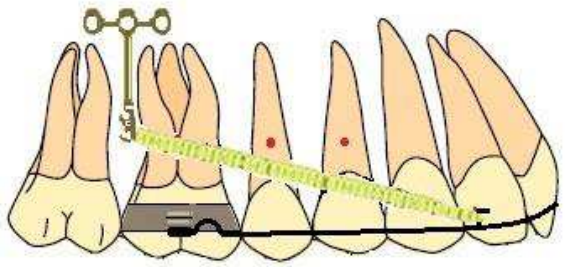


Figure 28 : Recul molaire d'après Nur (schéma personnel)

Les durées moyennes de recul molaire sont de 5 mois pour Kilkis et 5,21 mois pour Nur. Les résultats ont été observés en superposant les téléradiographies avant et après traitement, les plans de référence choisis sont le plan de Frankfort et sa perpendiculaire passant par la partie postérieure de la fente ptérygoïde. Le recul molaire moyen est de 4 mm au niveau coronaire avec une inclinaison coronodistale de 3° pour Kilkis, Nur trouve des valeurs de 4,37 mm +/- 2,15 mm avec un tipping de 3,30° +/-2,31 °.

- Enfin l'étude présentant la meilleure méthodologie à ce jour a été réalisée par Kaya en 2009 [216]. Il s'agit d'une étude prospective comparative entre la distalisation par miniplaques et la distalisation par forces extra-orales, ce dernier groupe servant de contrôle. Chaque groupe comprend 15 patients.

Le recul par miniplaques est un recul en masse et segmentaire (jusqu'à la première prémolaire) qui s'effectue en glissement. Un crochet est clipsé en avant de la première prémolaire et un ressort fermé NiTi est tendu entre ce crochet et la miniplaque, il délivre une force de distalisation de 450g.

La durée de traitement est sensiblement la même entre les deux groupes (9 mois en moyenne). La quantité de recul molaire est de 5,03 mm +/- 0,30 mm dans le groupe miniplaque contre 4,03 mm +/- 0,37 mm dans le groupe force extra orales. Une différence plus importante est notée au niveau de l'inclinaison coronodistale de la molaire : 5,43° +/- 1,36° dans le premier groupe contre 9.16° ± 1.70° dans le groupe contrôle. Enfin, les forces extra-orales sont responsables d'un mouvement d'égression des secteurs postérieurs et latéraux ainsi qu'un tip-back important des prémolaires, ce qu'on ne retrouve pas dans le groupe miniplaques. Les miniplaques permettent donc, sans coopération, de réaliser une distalisation molaire équivalente voire légèrement supérieure tout en s'affranchissant des effets négatifs des forces extra-orales et du besoin de coopération.

Globalement, toutes ces études semblent montrer une technique efficace avec un recul coronaire compris entre 3,3 et 5 mm, une inclinaison corono-distale associée mais inférieure à

celle relevée pour les autres dispositifs, ce qui signifie un recul véritable de l'apex de la molaire. Cependant, le nombre insuffisant d'études et d'échantillons de patients, la faible qualité méthodologique de ces études (pour la majorité des rapports de cas), les différences au niveau de la technique de distalisation ainsi que de la méthode d'évaluation du recul (modèles, superpositions avec zones de références variables) ne permettent pas de conclure à la supériorité de cette technique par rapport à d'autres dispositifs plus classiques comme les FEO.

2.3.2. Le mouvement de distalisation à l'arcade mandibulaire

2.3.2.1. Généralités.

Le recul molaire à l'arcade mandibulaire est un mouvement orthodontique encore plus difficile à réaliser qu'à l'arcade maxillaire. Il consiste à utiliser la place dégagée postérieurement par l'extraction ou la germectomie de la troisième molaire pour distaler le secteur postérieur et l'ensemble de l'arcade mandibulaire, permettant ainsi la résolution des malocclusions de classe III d'Angle, la correction des encombrements légers à modérés et des asymétries d'arcade ainsi que la décompensation préchirugicale des classes II sans réaliser d'extractions de prémolaires ou d'une incisive mandibulaire.

Plusieurs appareillages ont été décrits jusqu'à ce jour : certains nécessitent la coopération du patient (forces extra-orales mandibulaires, lip bumper), d'autres dispositifs intra-arcade sont fixées à l'arcade mandibulaire (jones jig, appareil de Frauzulum, arc lingual en extension), des boucles multiples ou des ressorts actifs sur l'arc peuvent également réaliser un recul de la molaire [217 ;218]. Comme à l'arcade maxillaire, le principe de réciprocité provoque une perte d'ancrage antérieure et la vestibuloversion des incisives mandibulaires, contrée en partie par le port de tractions inter-maxillaires de classe III (ce qui induit des effets indésirables à l'arcade maxillaire). De plus, le mouvement obtenu au niveau de la molaire est principalement une version de la couronne sans déplacement de l'apex de la dent.

L'utilisation de minivis, en ancrage direct ou indirect, a été rapporté dans plusieurs cas cliniques avec des résultats encourageants mais toujours un mouvement de tipping important de la molaire : Oh obtient un recul molaire avec minivis variant entre 1.6 et 2.5 mm avec une version coronodistale comprise entre 6.6° et 8.3° [219] ; Park ne constate qu'un *tipback* molaire sans recul de l'apex (4,95° pour la première molaire et 8, 61° pour la seconde) [220] ; enfin d'autres études rapportent des reculs compris entre 2 et 6 mm sans précision quant à la quantité de recul radiculaire [221-222].

2.3.2.2. La distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage.

Très peu d'études cliniques concernent l'utilisation de miniplaques dans la distalisation molaire à l'arcade mandibulaire dans la littérature, il n'en existe que deux récentes à notre connaissance : une série de 15 cas publiée en 2004 par Sugawara (12 femmes, 3 hommes, âge moyen de 26,9 ans) [217] ainsi qu'un rapport de cas publié par Chung en 2012 (femme de 26 ans) [223]. L'équipe de Sugawara a également publié une étude expérimentale modélisant la distribution du stress sur le ligament parodontal lors de la distalisation molaire mandibulaire [224], ainsi que deux autres rapports de cas en langue japonaise [225 ; 226].

Dans ces deux premières études, les miniplaques sont placées très postérieurement (bord antérieur du ramus) et les troisièmes molaires sont absentes ou extraites pour gagner de l'espace. Le recul molaire peut être réalisé de deux façons :

2.3.2.2.1. Distalisation molaire en ancrage indirect.

En ancrage indirect, le système de force induisant le mouvement de distalisation est solidaire de l'appareillage orthodontique, un auxilliaire relie la dent à ancrer à la miniplaque afin de permettre le contrôle des mouvements parasites induits par le système de force.

Sugawara utilise ce type d'ancrage pour la distalisation unitaire des molaires. Après une phase d'alignement/ nivellement, le boitier des premières molaires est déposé et un arc rigide (acier 0.018 x 0.025 ou 0.019 x 0.025) est inséré, il comporte un ressort ouvert réprésentant la force de distalisation appliquée en mésial du tube de la deuxième molaire. La première prémolaire est ancrée à la miniplaque par une ligature métallique serrée, ce qui permet de limiter la réaction réciproque exercée par le ressort sur les prémolaires.

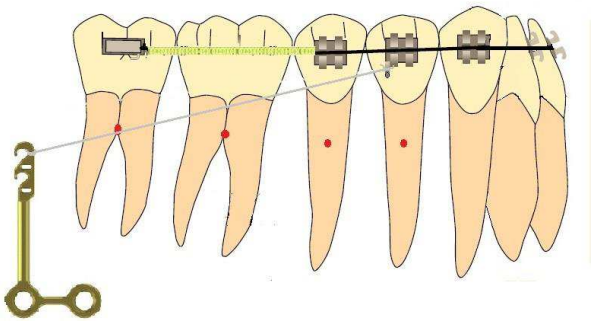


Figure 29 : Recul molaire en ancrage indirect d'après Sugawara (schéma personnel)

Après recul des deuxièmes molaires, les premières molaires sont collées et distalées de la même façon.

2.3.2.2.2. Distalisation molaire en ancrage direct.

Sugawara utilise également l'ancrage direct pour les reculs en masse de l'arcade mandibulaire, technique retrouvée également chez Chung. Les premières étapes d'alignement, nivellement sont inchangées, puis la force de distalisation est directement appliquée depuis la miniplaque jusqu'à la première prémolaire sous le biais de modules élastomériques ou de ressorts fermés NiTi.

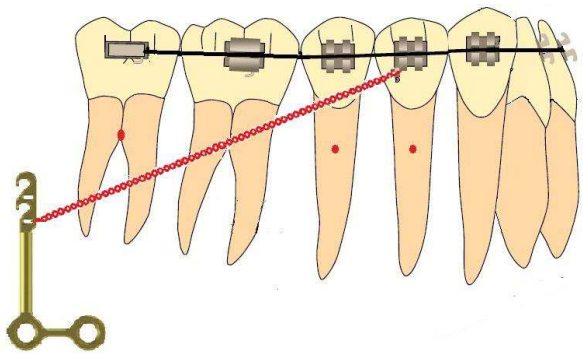


Figure 30 : Recul molaire en ancrage direct d'après Sugawara (schéma personnel)

Pour ces deux configurations, nous ne connaissons pas le niveau de force exercé. Dans leur étude modélisant la distalisation sur modèles, Nakamura et Sugawara conseillent de réaliser un recul par ancrage direct avec une traction simultanée de la deuxième et première molaires, ce qui limiterait la version distale de la première molaire selon eux [224].

2.3.2.2.3. Résultats des études.

Chung ne communique pas la quantité de recul molaire réalisé, il explique seulement passer d'une classe III molaire complète à une classe I.

Après dépose du traitement multibague (le temps de traitement n'est pas communiqué), Sugawara mesure sur les superpositions des téléradiographies avant et après traitement, un recul molaire de 3,5 mm +/- 1,4 mm en moyenne au niveau coronaire (valeurs comprises entre 1,0 mm et 7,1 mm) pour un recul radiculaire moyen de 1,8 mm (valeurs entre -0,7 mm et 4,2 mm) [216]. Un *« tipping ratio »* (recul racine/couronne) a été calculé et l'auteur a fixé 25% comme seuil au-deçà duquel le déplacement peut être considéré comme une translation. 9 patients présentent un ratio inférieur à cette norme, le recul s'est donc fait principalement par version coronodistale. De plus, 2 patients présentent une avancée de l'apex au lieu du recul escompté. Pour les autres patients, le ratio moyen est de 64,13 %, ce qui signifie que 1/3 du mouvement s'est fait par tipping, bien que Sugawara qualifie ce recul de translation

A un an post-contention, la récidive moyenne de ce mouvement est de 0,3 mm et il ne semble pas y avoir de corrélation entre la quantité de récidive, la quantité de mouvement réalisé et le type de mouvement réalisé. Pour Sugawara, un recul par version coronodistale ne semble pas plus récidivant qu'un recul en translation, ce qui est en contradiction avec les études précédentes [227]. L'auteur explique cette faible récidive par l'obtention d'une occlusion engrenante et stabilisante ainsi que par l'absence de modification de la forme d'arcade qui est également un facteur de stabilité avéré. Nous pouvons également noter que la valeur de version mésiale (tip forward) des molaires avant traitement n'est pas communiquée, le mouvement inverse de distoversion réalisé lors du recul permettrait alors de redresser la dent dans une position physiologique sur sa base osseuse, donc dans une position stable. Enfin, ces résultats ne sont valables que pour la première année post-traitement, une étude sur la stabilité au long cours (>5 ans) présenterait un intérêt certain.

III - Association des corticotomies et des miniplaques d'ancrage : revue systématique de la littérature.

3.1. Contexte :

Comme nous avons pu l'étudier dans les deux premières parties de ce travail, deux techniques innovantes se sont développées au sein de l'orthodontie depuis une dizaine d'année. D'une part, les corticotomies semblent, grâce à une décortication alvéolaire sélective, permettre une accélération du déplacement dentaire d'où une diminution des temps de traitements, mais également, d'augmenter l'enveloppe des mouvements réalisables orthodontiquement. D'autre part, les miniplaques apportent un ancrage osseux « absolu » et permettent ainsi d'améliorer les résultats obtenus dans des mouvements délicats comme la distalisation molaire notamment mandibulaire.

Peu de publications existent à ce jour concernant l'association de ces deux techniques qui sont pourtant complémentaires. La manipulation de l'ancrage aussi bien par l'utilisation d'ancrages squelettiques que par la réalisation de corticotomies partielles, la facilitation des déplacements dentaires par diminution de la résistance de l'os cortical pourrait permettre de repousser les limites des mouvements orthodontiques. Nous avons donc souhaité réaliser une revue systématique de la littérature concernant l'emploi concomitant de corticotomies alvéolaires et de miniplaques d'ancrage.

3.2. Objectifs :

Evaluer les effets des corticotomies alvéolaires combinées à l'emploi de miniplaques d'ancrage sur l'accélération et la facilitation des mouvements orthodontiques complexes.

3.3. Matériel et méthodes.

3.3.1. Critères d'inclusion

3.3.1.1. Type d'études

Nous cherchons à identifier toutes les publications concernant l'association de ces deux techniques : études cliniques randomisées contrôlées (RCT), études cliniques contrôlées (CCT) prospectives ou rétrospectives, séries de cas (case series), rapport de cas (case report), thèses ou mémoires. Les recherches ont été restreintes aux publications en langue anglaise ou française concernant uniquement des applications sur l'homme.

3.3.1.2. Types de participants.

Ce sont des patients adolescents ou adultes sans critères de sexe, en bonne santé, bénéficiant d'un traitement orthodontique qui nécessite l'utilisation de miniplaques d'ancrage en association avec des corticotomies alvéolaires.

3.3.1.3 Types d'interventions.

Tous les types de corticotomies alvéolaires sont inclues dans cette revue (PAOO, piézocision, corticision, etc). Sont exclues les corticomies associées à un trait d'ostéotomie traversant toute l'épaisseur des corticales et de l'os médullaire.

Tous les types de miniplaques sont inclues (Bollard, SAS, etc) ; les autres ancrages osseux temporaires type minivis ou mini-implant sont exclues de cette revue.

Nous recherchons tous les types de mouvements orthodontiques qui nécessiteraient l'emploi de plaques d'ancrage : distalisation molaire en premier lieu puisqu'il s'agit du sujet de ce travail, mais également distalisation des autres secteurs, mésialisation, ingression , désinclusion, etc.

3.3.1.4. Critère de jugement.

Les critères de jugement principaux sont la facilitation des mouvements orthodontiques au niveau quantitatif (en mm) , qualitatif (proportions des différents mouvements dans le déplacement effectif d'une dent) et l'accélération du temps de traitement (en semaines).

3.3.2. Méthodes de recherche des études

Une recherche électronique a été entreprise en utilisant les bases de données suivantes :

- Pubmed/MEDLINE (de 1997 à Mai 2014);

- Cochrane Database of Systematic Reviews CDSR (Issue 1, Jan 2014);

- Cochrane central register of controlled trials CENTRAL (Issue 12, Déc 2013);

- Embase (de 1997 à Mai 2014).

-SIGLE (jusqu'en Mai 2014)

-Google Scholar (jusqu'en Mai 2014)

La stratégie de recherche a utilisé des mots-clés libres car aucun terme du MeSH n'était spécifique avec les séquences de recherche suivante :

N°	Mots Clés/ Stratégie de recherche
1	Corticotomy
2	Piezocision
3	Corticision
4	Accel*
5	Miniplates
6	Skeletal anchorage
7	Bone anchorage
8	[(#1) OR (#2) OR (#3)OR (#4)] AND [(#5) OR (#6) OR (#7)]

Les références bibliographiques des revues et articles originaux ont été entre-croisées pour identifier des études supplémentaires.

La recherche manuelle des revues suivantes a été effectuée : American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics ; The Angle Orthodontist; Journal of Clinical Orthodontics ; Revue d'Orthopédie Dento-Faciale ; L'Orthodontie Française ; International Orthodontics.

3.3.3. Collecte des données et analyse

Toutes les études identifiées par les stratégies de recherche ont été évaluées sur leurs titres et résumés : les articles identifiés comme pertinents ont été retenus.

Ces études pouvant être potentiellement incluses ont par la suite été jugées sur leur texte complet. Les études ne présentant pas tous les critères d'inclusions ou présentant un critère d'exclusion ont été rejetées. Elles sont référencées dans le tableau des caractéristiques des études exclues.

Enfin l'extraction des données a été réalisée à partir du texte entier des articles inclus. Nous avons collecté les informations suivantes :

-Date de publication

-Type d'étude

-Taille de l'échantillon, âge et genre des participants.

-Type d'intervention

-Durée de l'étude

-Résultats

La qualité des études incluses a été évaluée et un rang GRaDE leur a été attribué selon les recommandations de l'HAS (Avril 2013).

3.4. Résultats

3.4.1. Description des études

La recherche initiale a identifié 80 études. Parmi celles-là, 16 pouvaient être potentiellement incluses après évaluation des titres et résumés. Après lecture de leur contenu, 11 études ont été exclues et 5 ont été incluses.

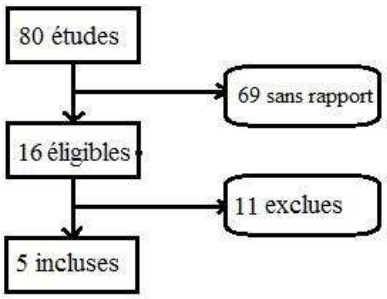


Figure 31 : Flow-chart

3.4.1.1. Etudes exclues

Dix études ont été exclues de cette revue pour les raisons suivantes :

- technique de corticotomies associées à des ostéotomies (« speedy orthodontics ») : 4 études . [116 ; 172 ;228- 229]

- utilisation d'ancrage osseux type minivis : 6 études. [72 ; 119 ;121-122 ;132- 133]

- utilisation de la miniplaque pour stabiliser une régénération osseuse guide : 1 étude [120]

3.4.1.2. Etudes incluses.

Cinq études ont été incluses :

Lino 2006 : [31]

- Type d'étude : rapport de cas
- Participants :1 Patient : femme de 24 ans
- Intervention : Rétraction en masse des secteurs antérieurs maxillaire et mandibulaire par miniplaques (4) et corticotomies après extractions de 4 prémolaires.
- Durée : 1 an (traitement global)

Moon 2007 : [123]

- Type d'étude : rapport de cas
- Participants : 1 patient : femme de 26 ans
- Intervention : Ingression de deux molaires égressées par miniplaque et corticotomie avant réhabilitation implantaire du secteur antagoniste
- Durée : 2 mois (traitement global)

Akay 2009 : [104]

- Type d'étude : séries de cas
- Participants : 10 patients : 6 femmes et 4 hommes âgés de 15 à 25 ans.
- Intervention : Ingression des secteurs postérieurs combinant corticotomies et miniplaques dans le but de fermer une béance antérieure (force d'ingression 200 à 300 gf)
- Durée : 12 à 15 semaines (durée d'ingression)

Bailleau, Aknin 2012 :[230]

- Type d'étude : exemple clinique issu d'un mémoire de CECSMO
- Participants : Un patient : femme adulte

- Intervention : Distalisation arcade mandibulaire par miniplaques associées à des corticotomies
- Durée : Non rapporté

Akay 2013 : [231]

- Type d'étude : Note explicative de la technique avec un exemple illustratif
- Participants : Un patient : garçon de 15 ans
- Intervention : Ingression des secteurs postérieurs combinant corticotomies et miniplaques dans le but de fermer une béance antérieure
- Durée : Non rapporté

3.4.2. Qualité des études incluses :

Quatre des études sont des études individuelles (Lino, Moon, Bailleau, Akay 2013) dont deux ne rapportent aucune mesure (Bailleau et Akay 2013). Ce sont donc des études d'un faible niveau de preuve et ne pouvant pas être associée à une classification car hors-catégorie (étude individuelle).

L'étude d'Akay (2009) est une série de cas, elle représente donc GRaDE C, ce qui équivaut à un faible niveau de preuve scientifique.

3.4.3. Effets des interventions

Seuls les trois premiers articles présentent des résultats numériques et étayés par des analyses pré et post-thérapeutique .

Lino montre un alignement/ nivellement réalisé en 2 mois après corticotomies puis une rétraction du bloc antérieur jusqu'à fermeture des espaces d'extraction prémolaires en 7 mois. L'ancrage a été total au maxillaire, aucun mouvement mésial de la molaire maxillaire n'a été détecté. Une rétraction de 8,5° de l'incisive mandibulaire et de 15,9° de l'incisive maxillaire a été obtenue. [31]

Moon relève une ingression de 3,0 mm de la première molaire maxillaire et de 3,5 mm de la deuxième molaire maxillaire après 2 mois de traitement. Les objectifs de traitement ont été réalisés et cette position a été stable durant les 11 mois de suivi post-traitement.[123]

Akay observe un mouvement significatif d'ingression sur tout le secteur prémolo-molaire : en moyenne, on note 3,1 mm d'ingression pour la deuxième molaire maxillaire, 3,4 mm pour la première molaire, 3,5 mm pour la seconde prémolaire et 3,25 mm pour la première prémolaire. Ces résultats ont été obtenus pour une durée variant entre 12 et 15 semaines. [104]

Les données n'étant pas comparables (mouvements différents, méthode d'évaluation différente, etc) et les niveaux de preuves trop faibles, une méta-analyse n'a pas pu être réalisée.

3.5. Discussion

Au niveau de la méthodologie, nous avons pu souligner que toutes ces études ne présentaient que des cas cliniques et donc étaient d'un niveau de preuves variant entre faible et nul.

L'absence de données numériques dans les publications de Bailleau et Akay (2013) rendent caduques toute analyse des résultats. [230-231]

Deux autres études, celles de Moon et Lino, présentent un unique cas traité, on ne peut donc pas observer de tendance des résultats obtenus ni conclure à partir d'un seul individu. [31 ;123]

Seule l'étude d'Akay décrit le traitement d'un échantillon de 10 personnes, mais il n'existe ni contrôle ni randomisation.[104] Cette méthodologie est donc peu fiable pour pouvoir tirer des conclusions même si la méthode de mesure du déplacement dentaire et du temps de traitement est reproductible (mesure de 14 valeurs sur des superpositions de téléradiographies avant et après traitement).

Au niveau des résultats, on peut identifier deux types de mouvement : un mouvement d'ingression molaire étudié dans les articles d'Akay et Moon et un mouvement de rétraction dans des espaces d'extractions, présent dans l'article de Lino.

Concernant l'ingression molaire, les deux auteurs trouvent des résultats concordants c'est-à-dire une ingression comprise entre 3,0 mm et 3,5 mm pour des durées d'ingression de 2 mois à 3,5 mois. Quand on compare avec les données présentées dans les deux premières parties de cette thèse, la quantité de mouvement réalisée est supérieure à celle obtenue par ingression avec miniplaques mais sans corticotomies et pour des durées de traitements inférieures : 1,7 mm à 2,8 mm en 14,9 mois pour Sugawara [177], 1,99 mm en 5,5 mois pour Sherwood [178], 2,6 mm en 5,1 mois pour Erverdi [179]. On retrouvait les mêmes résultats dans notre analyse des corticotomies mais les études présentaient quasiment toute l'utilisation d'un ancrage osseux type minivis ou miniplaques. On peut donc noter une potentialisation du mouvement d'ingression avec miniplaque par l'utilisation des corticotomies : l'ingression obtenue est plus importante et pour une durée de traitement plus courte, ce mouvement est sans commune mesure avec une ingression obtenue dans le cadre d'un traitement multibagues, impossible à réaliser dans les cas de béance antérieure sans auxilliaire. Cependant, nous ne connaissons pas la stabilité à long terme de ces résultats et le taux de récidive.

Concernant la rétraction incisivo-canine, les résultats ne portent que sur un seul cas d'où une faible réprésentativité du résultat. La fermeture des espaces d'extraction de prémolaires a été réalisée complètement en 7mois, si ce résultat est plus rapide par rapport à un traitement orthodontique conventionnel, ils restent en deçà des résultats obtenus avec l'utilisation de miniplaques seules (fermeture en 5 mois pour Bengi [170]) ou de corticotomies seules (fermetures entre 3,5 mois et 8,5 mois selon les auteurs [40 ;106]). Du fait de la grande variabilité inter-individuelle, ce résultat n'est pas significatif des possibilités de traitement par la technique combinant corticotomies et miniplaques. Un plus grand échantillon de cas traités serait nécessaire pour observer ou non un effet bénéfique des corticotomies dans la rétraction antérieure avec miniplaques.

En conclusion, les résultats obtenus (dans les cas d'ingression) tendent vers la facilitation des mouvements dentaires grâce à l'association des miniplaques et des corticotomies mais n'apparaissent qu'au travers de rapports de cas, de faible valeur scientifique.

3.6. Implications en pratique.

Malgré une recherche approfondie, aucune étude d'un niveau de preuve suffisant n'a pu être relevée. De plus, très peu de publications concernent à ce jour l'association des corticotomies alvéolaires et des miniplaques d'ancrage. Nous ne pouvons donc pas établir de lien entre cette technique combinée et la facilitation des mouvements orthodontiques. Des essais cliniques randomisés de haute qualité doivent être conduits afin de valider scientifiquement cette technique nouvelle.

Cependant, on peut noter que les données convergent vers une augmentation de la quantité de mouvement réalisable pour une durée légèrement réduite, ce qui doit encourager le développement de la recherche clinique.

Nous sommes conscients de la difficulté de réaliser un recul molaire en translation pure avec des effets négatifs minorés (version, rotation de la molaire, perte d'ancrage des secteurs antérieures) mais également de l'importance de l'obtention d'un tel mouvement (limitation des extractions, résolution d'encombrements mineurs à modérés, correction de classe II et III occlusale sans indications chirurgicales, préparation des patients chirurgicaux). Nous avons donc décidé de combiner la réalisation de corticotomies sectorielles au niveau des secteurs postérieurs à distaler et la pose de miniplaques d'ancrage sur une série de patients traités dans le service d'orthodontie de l'Hopital Pellegrin afin de faciliter le recul molaire.

Cette technique innovante n'a pas encore fait l'objet d'une publication scientifique, nous avons cependant pu observer des exemples d'une telle association lors de congrès nationaux (Journées de l'Orthodontie 2013, Réunion de l'AFDS 2014) et en illustration d'un mémoire de CESCMO.

Aucune valeur numérique n'a été donnée concernant le recul de la molaire, nous espérons ainsi pouvoir étudier au cours de l'ultime partie de notre thèse cette question : Quel est l'apport des corticotomies dans la distalisation molaire avec miniplaques ?

IV- Cas cliniques.

4.1. Cas n°1 : Noémie A.

Orthodontiste : Dr Pelourde- Pr Boileau

Chirurgien : Dr Laurentjoye

La patiente, une jeune femme de 29 ans, se présente en première consultation au service d'orthodontie de l'Hôpital Pellegrin le 04/10/2012 pour un motif esthétique et fonctionnel.

4.1.1. Examen clinique 04/10/2012

4.1.1.1 Examen clinique exo-buccal

L'examen montre un profil cisfrontal et convexe, avec une rétrognathie mandibulaire, un étage inférieur augmenté. L'examen donne une impression d'asymétrie mandibulaire. Les lèvres sont épaisses mais l'occlusion labiale est difficile avec une contraction importante des muscles du menton

4.1.1.2. Examen clinique endo-buccal

Il souligne une asymétrie d'arcade. Les molaires et canines sont en relation de classe II avec un surplomb augmenté. Il existe une béance antérieure avec interposition linguale à la déglutition et une légère endomaxillie. Les dents de sagesse sont présentes sur l'arcade. On note un encombrement modéré mandibulaire (4 mm) et maxillaire (3 mm).

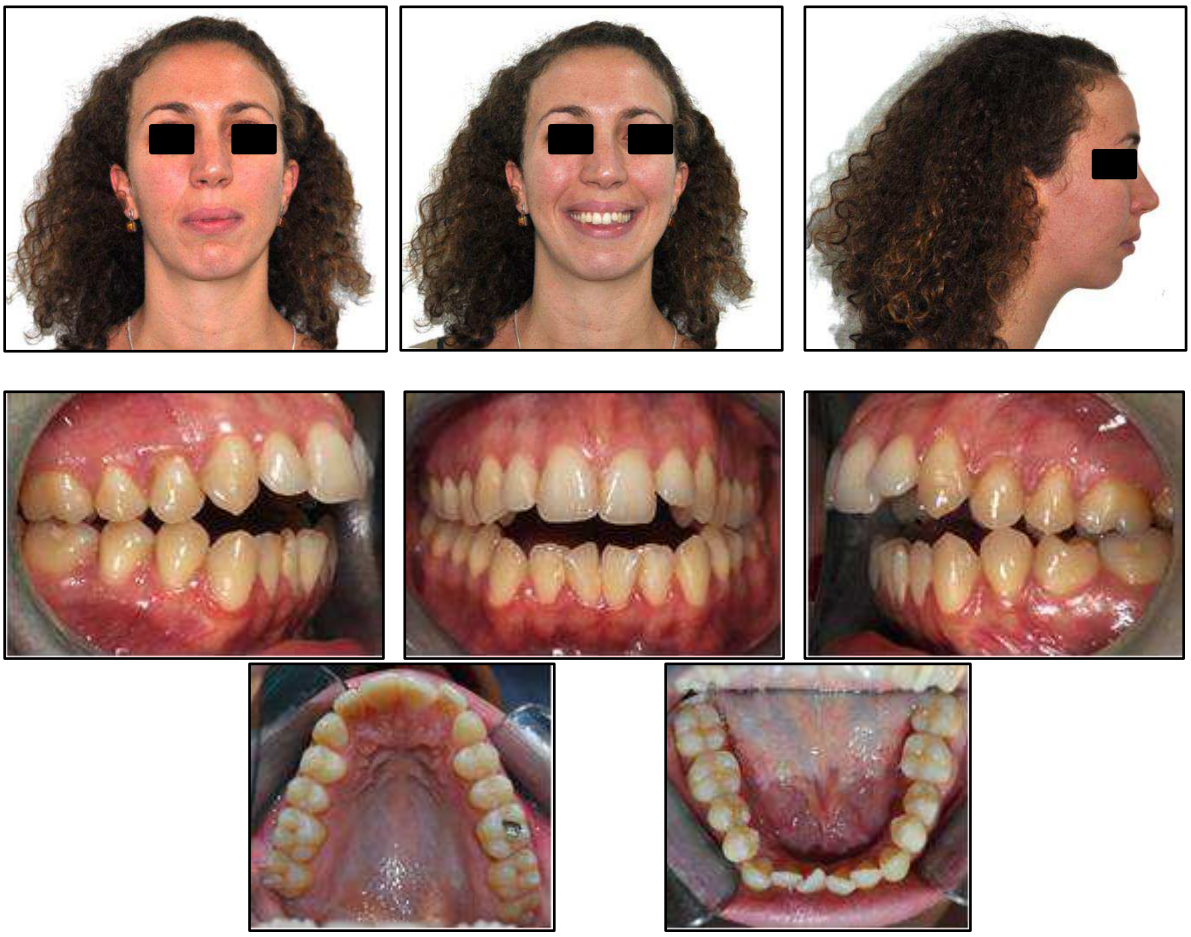
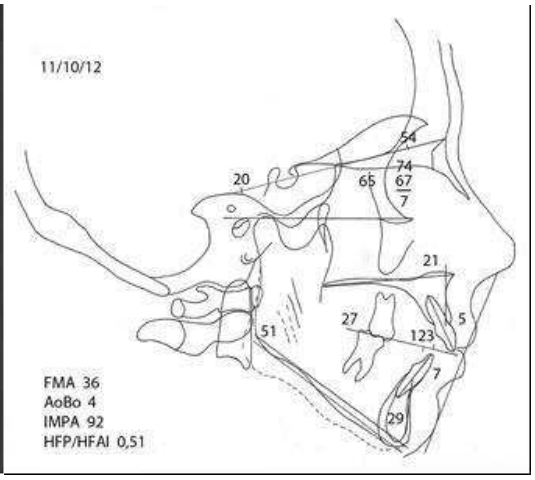


Figure 32 : Photographies exo et endobuccales avant traitement

4.1.1.3. Examens complémentaires

Les examens radiographiques ne témoignent d'aucuns troubles en particulier. Les molaires mandibulaires semblent relativement droites. La téléradiographie de profil nous permet de réaliser l'analyse céphalométrique.



Céphalo	Normes	11/10/12
SNA	80-84°	74
SNB	78-82°	67
SND	74-78°	65
ANB	0-4°	7
AoBo	-1 à 2 mm	+4
SE	19-23 mm	20
SL	49-53 mm	24
GoGn/SN	27-37°	51
FMA	22-28°	38
HFP/HFAI	< 0,69	0,51
I/NA	20-24°	21
I to NA	3-5 mm	5
i/NB	23-27°	29
i to NB	3-5 mm	7
IMPA	85-92°	92
Pog to NB		1,5
Occ/SN	12-16°	27
I/i	126-136°	123

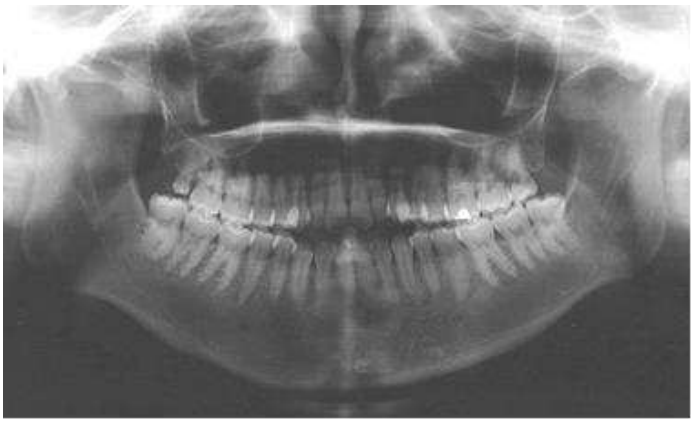


Figure 33: Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement

4.1.2. Diagnostic synthétique :

- Classe II squelettique hyperdivergente par rétrognathie mandibulaire, avec endognathie maxillaire et béance squelettique
- Classe II occlusale peu compensée par la proalvéolie mandibulaire, DDM modérée maxillaire et mandibulaire sur une denture permanente complète
- profil cisfrontal avec occlusion labiale difficile et prochéilie
- anomalies d'origine fonctionnelle mais installées squelettiquement

4.1.3. Plan de traitement :

Le décalage squelettique de cette patiente dans les trois dimensions était trop important pour être traité par compensations alvéolaires. Une prise en charge orthodontico-chirurgicale a donc été planifiée. Une disjonction intermaxillaire chirurgicalement assistée est réalisée en premier lieu. La résolution de l'encombrement et le redressement de l'incisive mandibulaire

lors de la préparation orthodontique est effectuée par distalisation de l'arcade mandibulaire à l'aide de miniplaques postérieures couplées à des corticotomies alvéolaires dans les secteurs latéraux. L'extraction des quatre dents de sagesse est programmée conjointement. La chirurgie orthognathique en fin de préparation comprend une impaction maxillaire postérieure (5 mm) et une avancée mandibulaire (7 mm).

Une alternative à la préparation orthodontique par recul molaire aurait été un moindre redressement de l'incisive mandibulaire et la réalisation d'une réduction amélaire interproximale.

La dysfonction linguale sera prise en charge après la chirurgie orthognathique.

Type d'appareil :
Appareil multibague bimaxillaire préinformé Roth .022 x .028
Plaques d'ancrage TEB en T, car il est recommandé selon Thébaut d'utiliser des plaques en T dans les secteurs postérieurs mandibulaires

4.1.4. Suivi du traitement

Les secteurs latéraux mandibulaires ont été nivelés (sauf 35) avant l'intervention chirurgicale (NiTi .014 puis .016). La disjonction intermaxillaire, la pose de deux miniplaques mandibulaires associées à des corticotomies et l'extraction des dents de sagesse ont été réalisées le 21/01/13 sous anesthésie générale. Les plaques ont été posées en distal de 37 et 47, les corticotomies concernent les secteurs latéraux entre les deuxièmes molaires et les canines mandibulaires.

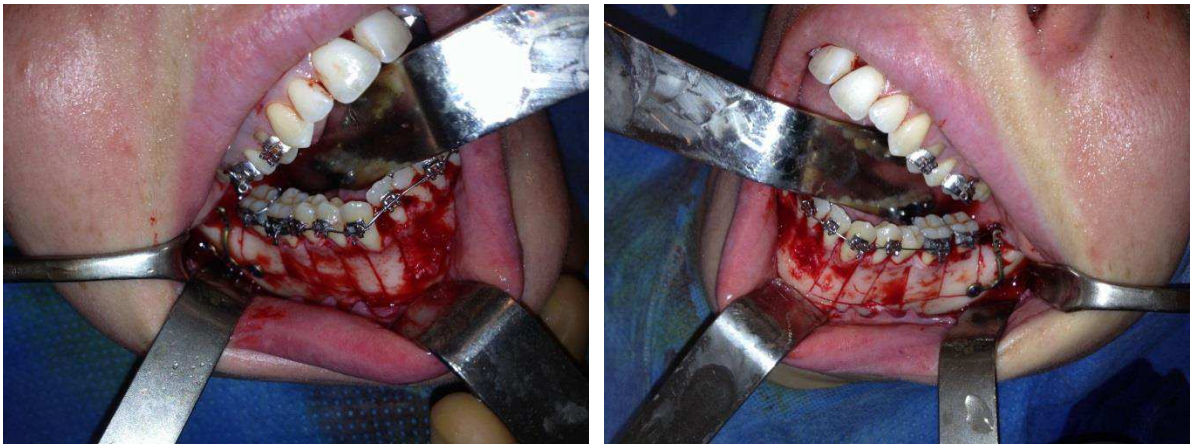


Figure 34 : Pose de deux miniplaques en T et réalisation des corticotomies alvéolaires

Après une courte période de cicatrisation et de diminution de l'œdème post-opératoire, la disjonction intermaxillaire ainsi que la mise en charge des miniplaques ont débuté le 31/01/13. Le recul en masse de l'arcade mandibulaire a été réalisé en ancrage direct sur un arc acier .017 x .022 avec des chainettes élastomériques tendues entre les miniplaques et les deuxièmes molaires ainsi que les miniplaques et les canines.35 présentant une rotation importante, elle n'a été prise en charge que ultérieurement après recul des molaires (21/03/13).

L'activation du disjoncteur intermaxillaire a été effectuée durant une semaine, le nivellement de l'arcade maxillaire a débuté le 11/03/13 et le disjoncteur a été remplacé par un goshgarian.

Le secteur incisif mandibulaire a été nivelé à la fin du recul des secteurs latéraux (06/06/13)

4.1.5. Résultats en fin de préparation chirurgicale : 04/11/2013

La durée de la préparation orthodontique a été de 9,5 mois. Le recul mandibulaire a duré 4 mois.

4.1.5.1. Réévaluation endobuccale

On observe une aggravation et une symétrisation de la classe II molaire et canine et une augmentation du surplomb incisif. Les compensations alvéolaires verticales ont été supprimées. Au maxillaire, on relève une correction de la forme d'arcade, de l'encombrement et une dérotation des 6. On note une résolution de l'encombrement mandibulaire sans modification excessive de la forme d'arcade ni version incisive. La symétrie de l'arcade mandibulaire a été rétablie. Le recul molaire est estimé cliniquement à 4 mm à droite et 2 mm à gauche (recul estimé par rapport à l'aggravation de la classe II, liée aux mouvements mandibulaires dans ce cas, à confirmer lors des superpositions).

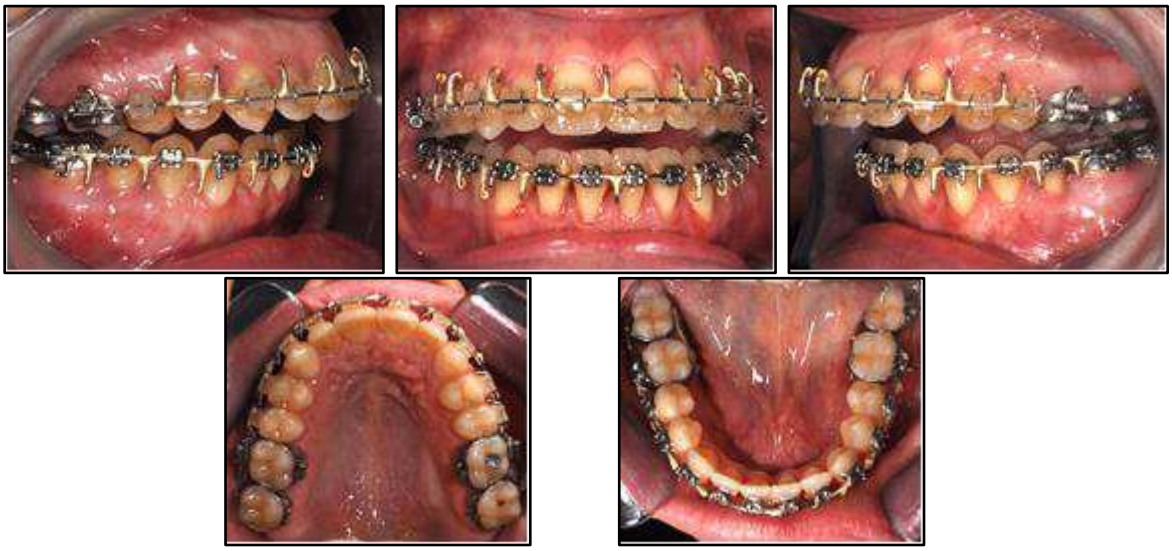


Figure 35 : Vues intraorales lors de la réévaluation (04/11/2013)

4.1.5.2. Examens complémentaires

L'examen panoramique montre un parallélisme radiculaire satisfaisant et un redressement des molaires mandibulaires.

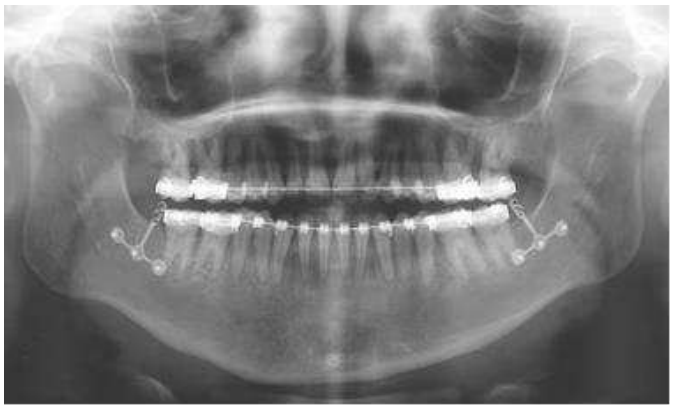
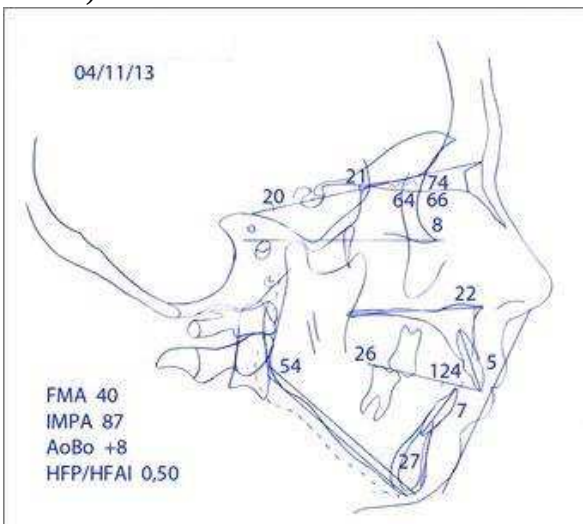


Figure 36: Panoramique dentaire lors de la réévaluation (04/11/2013)

L’analyse céphalométrique montre une postérorotation mandibulaire (augmentation de FMA et GoGn/SN) d’où une légère augmentation de la classe II squelettique (augmentation de 1° ANB). L’incisive maxillaire est peu repositionnée mais le redressement de l’incisive mandibulaire est important (diminution de 5° IMPA).



Céphalo	Normes	11/10/12	04/11/13
SNA	80-84°	74	74
SNB	78-82°	67	66
SND	74-78°	65	64
ANB	0-4°	7	8
AoBo	-1 à 2 mm	+4	+8
SE	19-23 mm	20	20
SL	49-53 mm	24	21
GoGn/SN	27-37°	51	54
FMA	22-28°	38	40
HFP/HFAI	< 0,69	0,51	0,50
I/NA	20-24°	21	22
I to NA	3-5 mm	5	5
i/NB	23-27°	29	26
i to NB	3-5 mm	7	7
IMPA	85-92°	92	87
Pog to NB		1,5	1
Occ/SN	12-16°	27	27
I/i	126-136°	123	124

Figure 37: Téléradiographie de profil et réevaluation céphalométrique (04/11/2013)

Les superpositions générales et locales révèlent une rotation horaire mandibulaire totale et une légère rotation matricielle mandibulaire. La convexité du profil est augmentée par la rotation postérieure mandibulaire qui entraîne un recul de la lèvre inférieure et du menton.

La superposition mandibulaire montre un recul molaire par redressement et égression lié à l’application de la force de recul au-dessus du centre de résistance de la dent. Cette superposition permet de mesurer un recul molaire par recul coronaire (2,5 mm) mais une avancée de l’apex (4,5mm). La part de version coronodistale est estimée à 180%. L’égression molaire a entraîné une égression incisive conséquente lors du nivellement de l’arcade mandibulaire. Les miniplaques auraient pu, peut-être, être choisies avec un bras plus court ou positionnées plus bas afin d’obtenir une force de distalisation dont la direction coincidait avec le centre de résistance, évitant ainsi ces effets parasites. On note également un repositionnement incisif inférieur conforme aux objectifs de repositionnement pré-chirurgical.

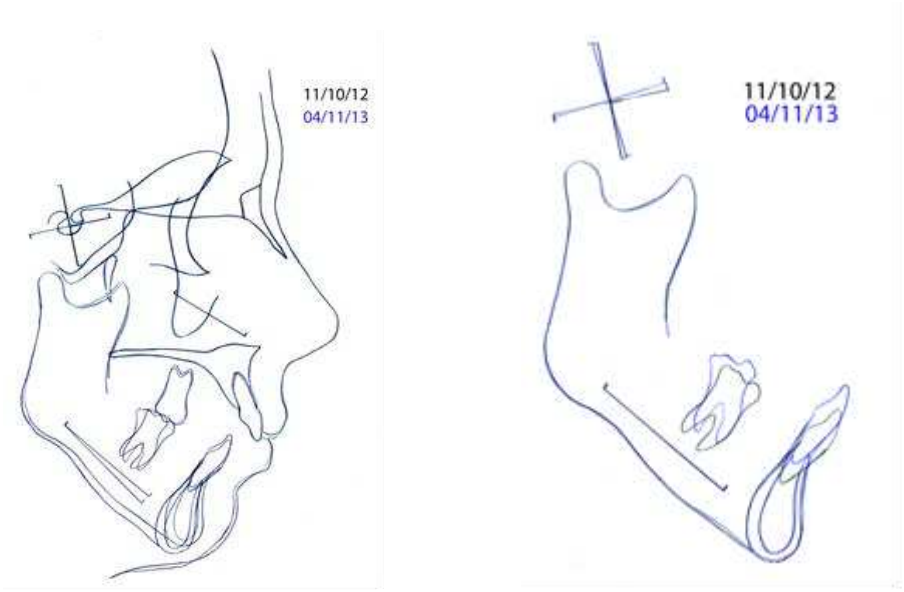


Figure 38 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)

4.2. Cas n°2 : Pierre F.

Orthodontiste : S. Moulinier- Pr Boileau

Chirurgien : Dr Laurentjoye

Le patient est un homme de 51 ans ayant subi un trauma facial important. Il a été pris en charge par le service de chirurgie maxillo-facial François-Xavier Michelet à Bordeaux, les nombreuses fractures du massif facial ont été stabilisées par des plaques d'ostéosynthèse. Une fracture du col condylien gauche a imposé un repositionnement mandibulaire légèrement antérieur et asymétrique. La conjoncture du traumatisme facial, de cette chirurgie, du processus cicatriciel et de l'occlusion originelle tendance classe III ont abouti à une occlusion instable en classe III que le patient souhaite corriger.

4.2.1. Examen clinique 27/06/2012

4.2.1.1 Examen clinique exo-buccal

L'examen montre un profil transfrontal et plat, avec une rétrognathie maxillaire. Les étages de la face sont équilibrés, on note une légère latérodéviation mandibulaire vers la droite. Les lèvres sont fines et l'angle nasolabial est ouvert.

4.2.1.2. Examen clinique endo-buccal

Il souligne une légère asymétrie d'arcade maxillaire et mandibulaire. Les molaires et canines sont en relation de classe III avec un bout-à-bout incisif. Il existe une béance antérieure minime et une légère endoalvéolie secteur 1. Les dents de sagesse maxillaires sont présentes sur l'arcade. On note un encombrement modéré mandibulaire (6 mm) et maxillaire (4 mm).

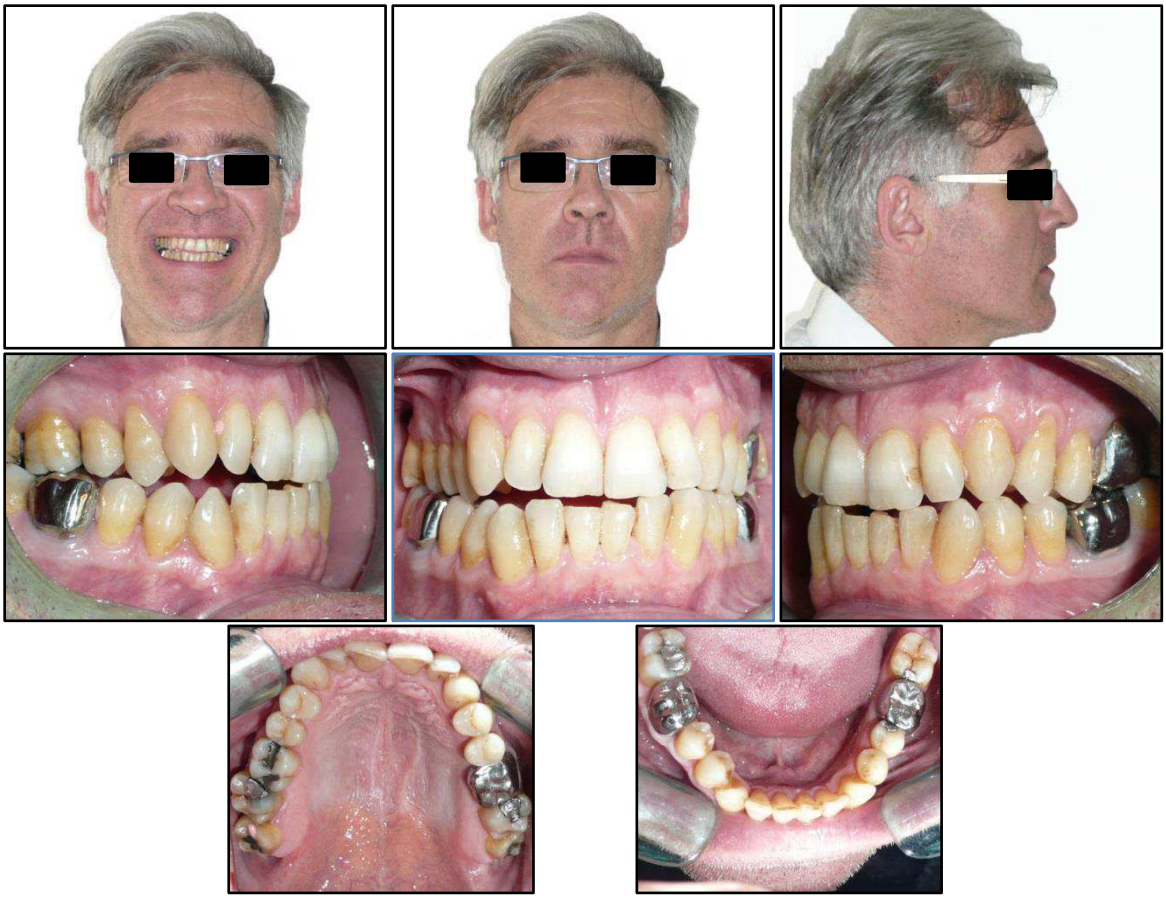
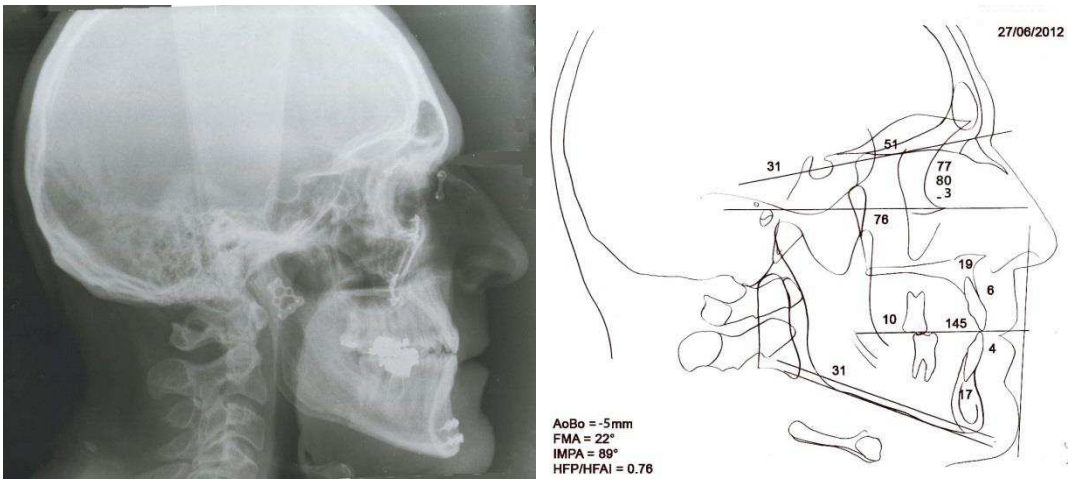


Figure 39: Photographies exo et endobuccales avant traitement

4.2.1.3. Examens complémentaires

Le panoramique dentaire nous permet d'observer les plaques d'ostéosynthèse. L'état du parodonte est bon. 26,36 et 46 présentent des reconstitutions prothétiques ainsi que des traitements endodontiques insuffisants mais ces dents sont asymptomatiques. La téléradiographie de profil nous permet de réaliser l'analyse céphalométrique.



Céphalo	Normes	27/06/2012
SNA	80-84°	77°
SNB	78-82°	80°
ANB	0-4°	-3°
AoBo	-1 à 2 mm	-5mm
SND	74-78°	76°
SE	19-23 mm	31mm
SL	49-53 mm	51mm
GoGn/SN	27-37°	31°
FMA	22-28°	22°
HFP/HFAI	< 0,69	0.76
I/NA	20-24°	19°
I to NA	3-5 mm	6mm
i/NB	23-27°	17°
i to NB	3-5 mm	4mm
IMPA	85-92°	89°
Pog to NB		3mm
Occ/SN	12-16°	10°
I/i	126-136°	145°

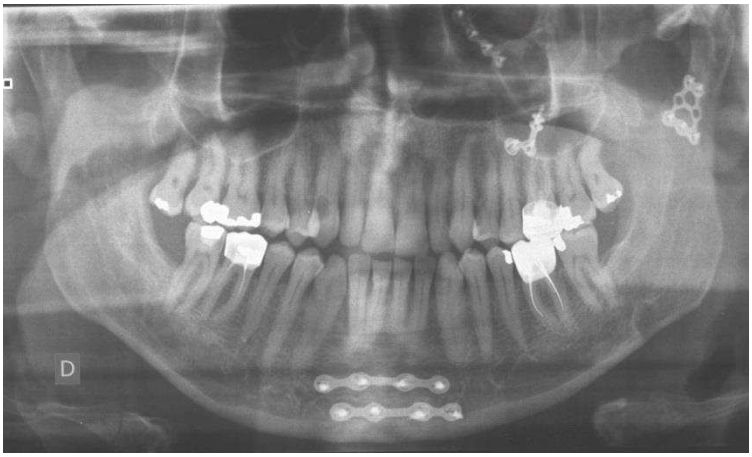


Figure 40 : Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement

4.2.2. Diagnostic synthétique :

- Classe III squelettique par rétrognathie maxillaire, mésodivergent, latérodéviation mandibulaire .
- Classe III occlusale faible, DDM modérée maxillaire et mandibulaire
- profil plat
- étiologie en partie traumatique

4.2.3. Plan de traitement :

Le décalage squelettique de ce patient est modéré, le décalage occlusal peut être traité par compensations alvéolaires. La résolution de l'encombrement et la correction de la classe III sont effectuées par distalisation de l'arcade mandibulaire à l'aide de la technique combinant miniplaques (placées postérieurement) et corticotomies alvéolaires dans les secteurs latéraux. L'extraction des deux dents de sagesse est programmée dans le même temps ainsi que le retrait des plaques d'ostéosynthèse placées après le trauma.

Une alternative thérapeutique possible était la réalisation d'un traitement orthodontique avec extractions bimaxillaires.

Type d'appareil :
Appareil multibague bimaxillaire préinformé Roth .022 x .028
Plaques d'ancrage TEB en I, le chirurgien a utilisé ces plaques car il avait un mauvais accès lors de la mise en place et la concavité du site d'implantation étant très importante, il a donc choisi des plaques allongées qu'il a modelé sur le site.

4.2.4. Suivi du traitement

Le nivellement maxillaire et mandibulaire a débuté avant l'intervention. La pose de deux miniplaques mandibulaires associées à des corticotomies et l'extraction des dents de sagesse maxillaires ont été réalisées le 09/03/13 sous anesthésie générale. Les plaques en I ont été

posées en distal de 37 et 47, les corticotomies concernent les secteurs latéraux entre les deuxièmes molaires et les canines mandibulaires.

Figure 41 : Pose d'une miniplaque en I et réalisation des corticotomies dans le secteur latéral.

La mise en charge des miniplaques a débuté le 19/03/13. Le recul des molaires mandibulaires a été réalisé en ancrage direct sur un arc acier .018 x .025 avec des ressorts NiTi tendus entre les miniplaques et les premières molaires. L'arc mandibulaire présentait un bypass antérieur, un arc NiTi de faible diamètre surligaturé permettait le nivellement et l'alignement du bloc incisif mandibulaire.

Figure 42 : Vues intraorales en cours de traitement : 19/03/2013

Les miniplaques présentaient une mobilité importante et au mois de Juin 2013, la fracture de l'une d'elle a obligé le chirurgien à réintervenir. Les miniplaques ont été retirées, deux autres plaques en I ont été placées plus antérieurement entre les deuxièmes prémolaires et les molaires.

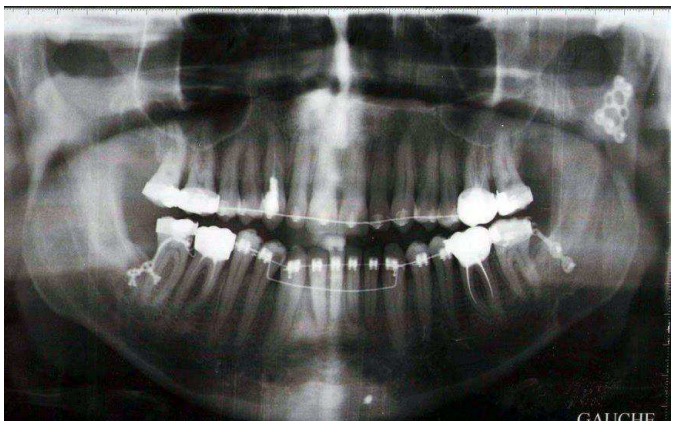


Figure 43 : Panoramique dentaire montrant la fracture de la plaque droite

Le recul molaire a repris immédiatement après la seconde intervention le 04/05/2013. L'ancrage utilisé était indirect avec une ligature reliant une potence placée entre les canines et les premières prémolaires et un recul molaire unitaire avec un ressort ouvert situé entre les deux molaires puis décalé vers l'avant après recul de la deuxième molaire, etc.

Figure 44 : Vues intraorales en cours de traitement : 02/07/2013

Le nivellement du secteur incisif achevé, un arc continu acier .018x .025 a été mis en place (12/11/2013). En Novembre 2013, la béance antérieure a légèrement augmenté et une interposition linguale lors de la déglutition a été diagnostiquée. Le patient a été adressé à un kinésithérapeute afin de suivre une rééducation linguale.

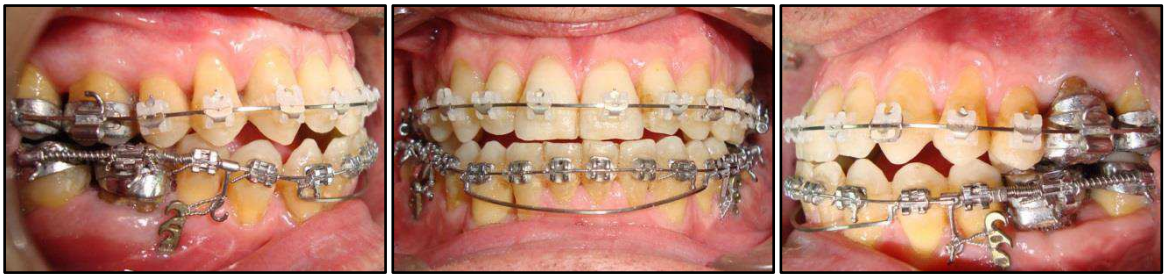


Figure 45 : Vues intraorales en cours de traitement : 18/09/2013

Après le mois de Décembre, le patient n'a pas souhaité continuer les soins dans notre service et s'est tourné vers un praticien libéral.

4.2.5. Résultats lors de la réévaluation : 13/11/2013

Le recul mandibulaire était encore en cours lors de la réévaluation à 8 mois.

4.2.5.1. Réévaluation endobuccale

On observe une ouverture de la béance antérieure, il semble y avoir une vestibuloversion des incisives maxillaires et mandibulaires. On voit également un léger recul molaire avec présence d'un diastème entre 46 et 47 et une correction de l'encombrement bimaxillaire. La classe III occlusale semble conservée. On note également une souffrance parodontale avec des légères récessions gingivales.

Figure 46 : Vues intraorales lors de la réévaluation (13/11/2013)

4.2.5.2. Examens complémentaires

L'examen panoramique montre une légère lyse osseuse généralisée, des axes canins maxillaires à rectifier et ne révèle pas de modification des axes molaires.

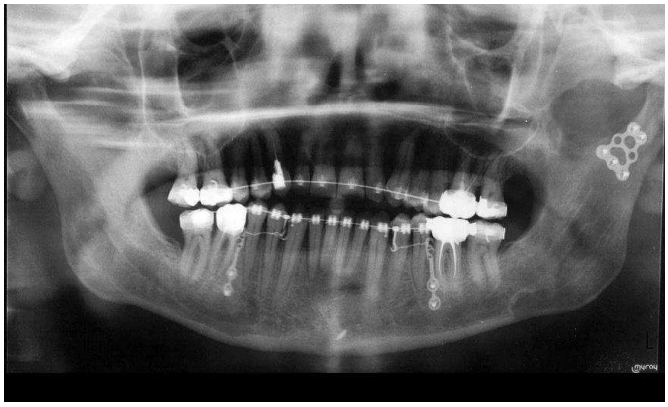
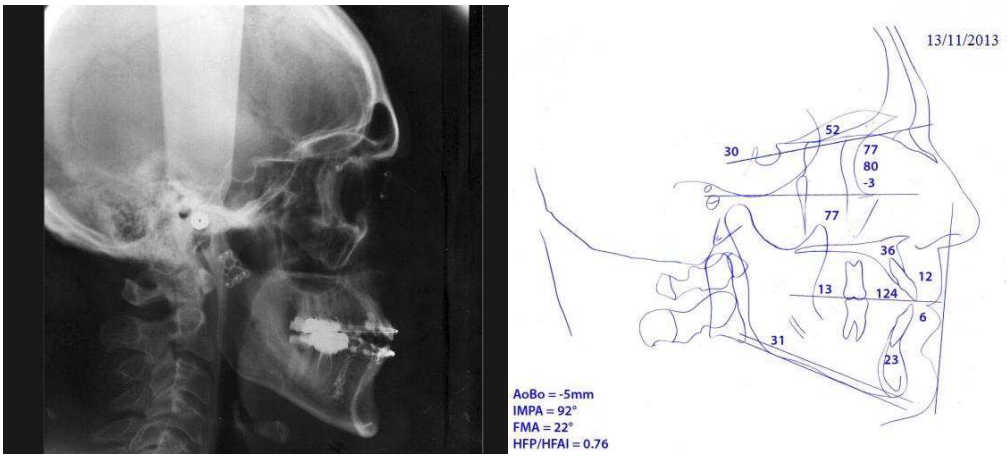


Figure 47 : Panoramique dentaire lors de la réévaluation (13/11/2013)

L'analyse céphalométrique montre peu de modifications si ce n'est une vestibuloversion des incisives maxillaires et mandibulaires.



Céphalo	Normes	27/06/2012	13/11/2013
SNA	80-84°	77°	77°
SNB	78-82°	80°	80°
SND	74-78°	76°	77°
ANB	0-4°	-3°	-3°
AoBo	-1 à 2 mm	-5mm	-5 mm
SE	19-23 mm	31mm	30 mm
SL	49-53 mm	51mm	52 mm
GoGn/SN	27-37°	31°	31°
FMA	22-28°	22°	22°
HFP/HFAI	< 0,69	0.76	0,76
I/NA	20-24°	19°	36°
I to NA	3-5 mm	6mm	12mm
i/NB	23-27°	17°	23°
i to NB	3-5 mm	4mm	6mm
IMPA	85-92°	89°	92°
Pog to NB		3mm	3mm
Occ/SN	12-16°	10°	13°
I/i	126-136°	145°	124°

Figure 48 : Téléradiographie de profil et réévaluation céphalométrique (13/11/2013)

Les superpositions générales et locales ne montrent ni rotation totale ni rotation matricielle. Il n'y a pas de mouvements squelettiques ou alvéolaires mais uniquement des mouvements dentaires.

La superposition mandibulaire montre un recul molaire par version distale uniquement, la position des apex reste inchangée. Cette bascule entraine une légère égression de la molaire. L'incisive mandibulaire s'est vestibuloversée, ce qui est contraire à nos objectifs de traitement et explique en partie la correction de l'encombrement mandibulaire. Le recul coronaire de la molaire est mesuré à 1,8 mm pour un recul apical de 0 mm soit une bascule coronodistale de 100%

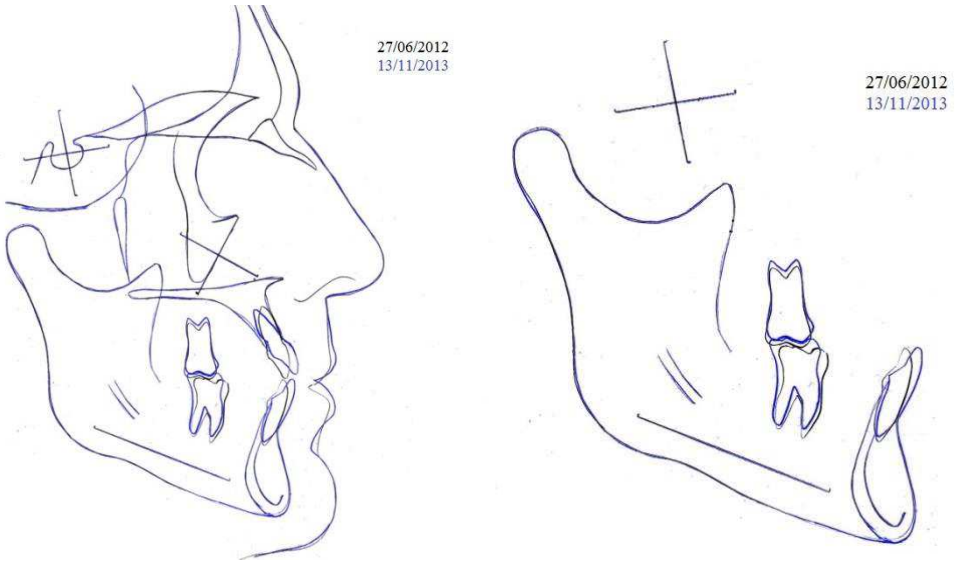


Figure 49 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)

4.3. Cas n°3 : Marylène E.

Orthodontiste : A. Cavaré- Pr Boileau – Dr Bardinet

Chirurgien : Dr Laurentjoye

La patiente est une femme de 32 ans adressée par son dentiste en première consultation au service d'orthodontie de l'Hôpital Pellegrin le 28/03/2013. Elle constate une importante récidive d'un premier traitement orthodontique réalisé à l'adolescence et trouve son sourire et son visage inesthétiques.

4.3.1. Examen clinique 28/03/2013

4.3.1.1 Examen clinique exo-buccal

L'examen montre un profil cisfrontal et convexe, avec une rétrognathie mandibulaire, un étage inférieur augmenté. La patiente semble symétrique de face. L'occlusion labiale est forcée avec une contraction importante des muscles du menton

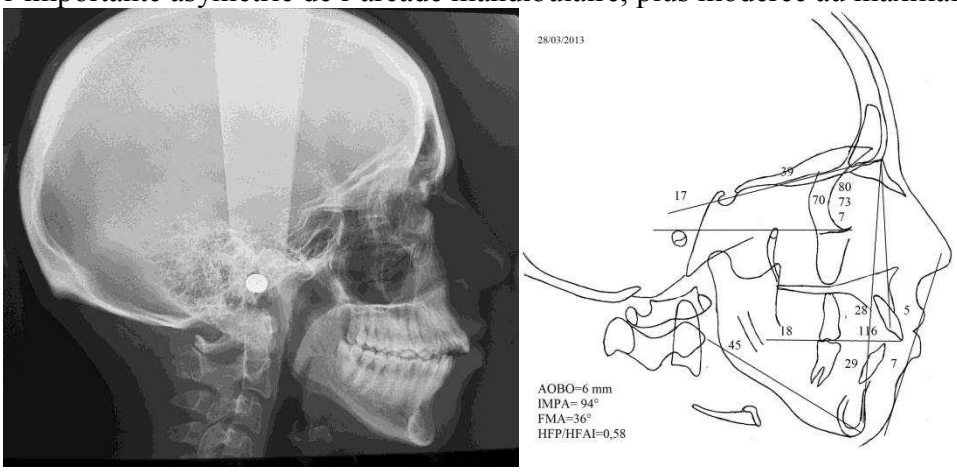
4.3.1.2. Examen clinique endo-buccal

Nous constatons l'absence de 14 et 24 liée au premier traitement orthodontique. Une asymétrie importante de l'arcade mandibulaire est notée, avec 46 plus mésiale de 4 mm par rapport à 36. On observe également une endognathie maxillaire avec une arcade très pincée. Les molaires et canines sont en relation de classe II avec un surplomb augmenté. Il existe une béance antérieure avec interposition linguale à la déglutition et une proalvéolie incisive supérieure. 18,28 et 48 sont présentes sur l'arcade. On note un encombrement modéré mandibulaire (6 mm).

Figure 50 : Photographies exo et endobuccales avant traitement

4.3.1.3. Examens complémentaires

Le panoramique dentaire permet d'observer une rhizalyse de la racine distale de 36 et 46. L'état parodontal est bon. Les molaires mandibulaires semblent légèrement mésioversées. La téléradiographie de profil nous permet de réaliser l'analyse céphalométrique. On note l'importante asymétrie de l'arcade mandibulaire, plus modérée au maxillaire.



Céphalo	Normes	28/03/2013
SNA	80-84°	80°
SNB	78-82°	73°
ANB	0-4°	7°
AoBo	-1 à 2 mm	6mm
SND	74-78°	70°
SE	19-23 mm	17mm
SL	49-53 mm	39mm
GoGn/SN	27-37°	45°
FMA	22-28°	36°
HFP/HFAI	< 0,69	0,58
I/NA	20-24°	28°
I to NA	3-5 mm	5mm
i/NB	23-27°	29°
i to NB	3-5 mm	7mm
IMPA	85-92°	94°
Pog to NB		1mm
Occ/SN	12-16°	18°
I/i	126-136°	116°

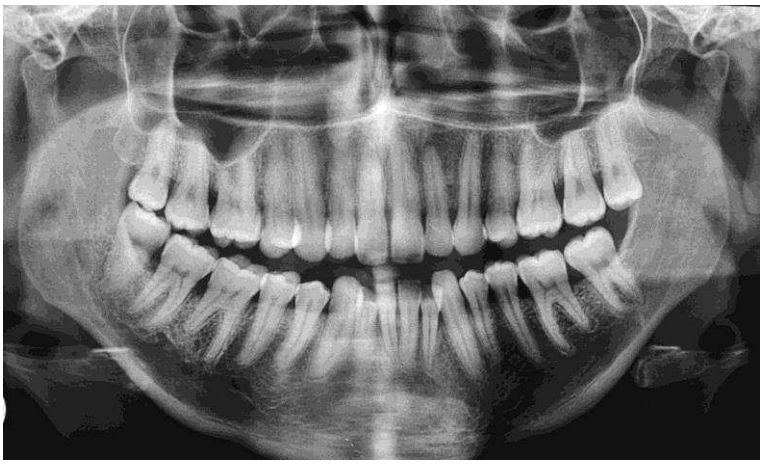


Figure 51 : Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement

4.3.2. Diagnostic synthétique :

- Classe II squelettique hyperdivergente par rétrognathie mandibulaire, avec endognathie maxillaire et béance squelettique
- Classe II occlusale très importante au niveau molaire (choix d'une classe II thérapeutique lors du premier traitement),surplomb augmenté, biproalvéolie, DDM modérée mandibulaire
- profil cisfrontal inesthétique avec occlusion labiale difficile. L'angle nasolabial est normal
- contexte dysfonctionnel important : déglutition atypique, respiration buccale, ronflements.

4.3.3. Plan de traitement :

Le décalage squelettique de cette patiente et sa demande esthétique nous orientent vers une prise en charge orthodontico-chirurgicale. Une disjonction intermaxillaire chirurgicalement assistée est réalisée en premier lieu. Nous décidons également des extractions de 34 et 44 afin de résoudre l'encombrement mandibulaire et recréer un surplomb suffisamment important pour permettre une avancée mandibulaire plus esthétique. Lors de la préparation orthodontique, nous souhaitons resymétriser l'arcade mandibulaire par recul de 46 ainsi qu'une légère mésialisation de 36. Cette distalisation molaire mandibulaire sera effectuée à l'aide d'une miniplaque associée à des corticotomies alvéolaires dans le secteur prémolo-molaire droit. L'extraction des trois dents de sagesse est également programmée. La chirurgie orthognathique en fin de préparation comprend une impaction maxillaire postérieure (4 mm) et une avancée mandibulaire (8 mm).

Une alternative à la symétrisation d'arcade par recul molaire unilatéral setait une mésialisation importante de 36 mais la perte de 4 mm d'espace disponible nous aurait obligés à diminuer nos objectifs de redressement de l'incisive mandibulaire.

La rééducation fonctionnelle sera effectuée après la chirurgie orthognathique.

Type d'appareil :
Appareil multibague bimaxillaire préinformé Roth .022 x .028

Plaque d'ancrage TEB en I, choisies car moins encombrante dans un site délicat (secteur canin mandibulaire) où la proximité du foramen mentonnier est importante, une plaque en T risque de léser le nerf. Dans le secteur antérieur, deux vis de fixation sont également suffisantes

4.3.4. Suivi du traitement

Le nivellement mandibulaire a commencé une semaine avant la chirurgie (NiTi .014). L'intervention combinant disjonction maxillaire, extractions de 48,34 et 44, pose de la miniplaque et corticotomies sectorielles a eu lieu le 30/08/2013. En raison de la faible stabilité des plaques postérieures responsable de l'échec dans le cas précédent et de la difficulté d'exploiter orthodontiquement les plaques en ancrage direct (rapporté par nos deux consoeurs), il a été décidé de placer la miniplaque en position antérieure en distal de 43.

La disjonction a commencé le 02/09/2013 et arrêté le 19/09/2013. Le premier mois a permis le nivellement des secteurs latéraux. La miniplaque a été mise en charge le 02/10/2013. Le recul molaire était unitaire par ancrage indirect, un ressort ouvert en compression était placé entre 47 et 46 sur un arc acier .018 x .025, un ressort fermé entre 45 et 43 et la miniplaque fortement ligaturée à 43 évitaient la perte d'ancrage antérieure. Cet arc présentait un bypass antérieur, un arc NiTi surligaturé permettait le nivellement et l'alignement du bloc incisif antérieur.

Figure 52 : Vues intraorales en cours de traitement :02/10/2013

Nous avons noté un recul rapide de 47. Un mois plus tard, le 06/11/2013, nous avons observé cliniquement un espace de 3,2 mm entre 47 et 46. Le ressort a été décalé entre 46 et 45.

Figure 53 : Vues intraorales en cours de traitement :06/11/2013

Après recul de 46, 45 a également été reculée selon la même technique. Après recul complet de tout ce secteur, nous avons pu commencer le recul de 43 par ancrage direct avec l'utilisation d'une chainette élastomérique tendue entre miniplaque et canine (22/12/2013). 47,46 et 45 ont été solidarisées entre elles par une ligature en 8.

Parallèlement, le nivellement de l'arcade maxillaire a été entrepris et le disjoncteur a été remplacé par un goshgarian.

Figure 54 : Vues intraorales en cours de traitement :22/12/2013

4.3.5. Résultats lors de la réévaluation : 22/03/2014

Le recul du secteur prémolo-molaire droit a duré 2 mois et 10 jours soit 3,5 mois après réalisation des corticotomies. A 6 mois et demi, le recul canin mandibulaire avant rétraction incisive était encore en cours.

4.3.5.1. Réévaluation endobuccale

On observe une légère fermeture de la béance antérieure et un alignement des arcades maxillaires et mandibulaires, sans vestibuloversion incisive. L'arcade maxillaire a été élargie et arrondie. On voit également un recul molaire mandibulaire droit avec resymétrisation de l'arcade et aggravation de la classe II occlusale. Le surplomb reste modéré et sera aggravé lors de la fermeture des espaces mandibulaires par rétraction incisive. La distalisation de 43 n'a été que très faible, un bras a été collé sur la face mésiale de cette dent pour que la direction de la chainette élastomérique (tendue entre la miniplaque et cette dent) passe par le centre de résistance de la canine.

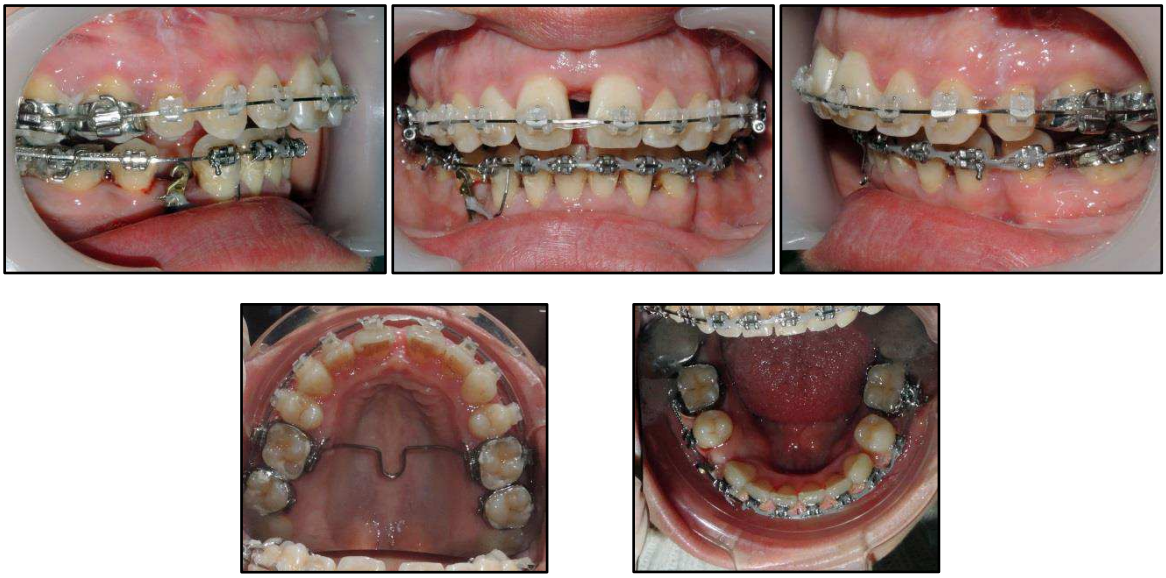
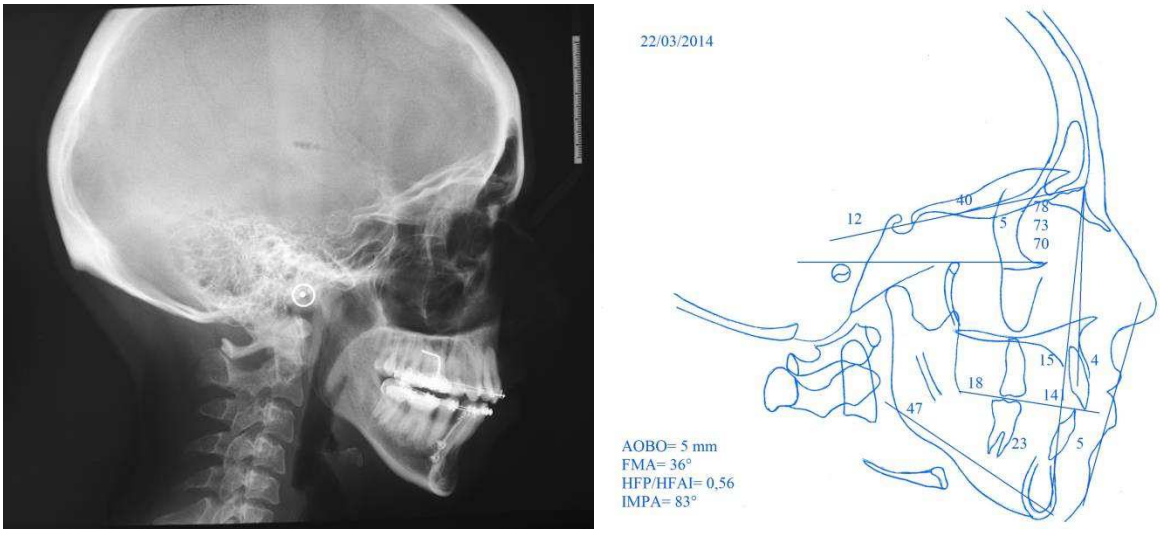


Figure 55 : Vues intraorales lors de la réévaluation : 22/03/2014

4.3.5.2. Examens complémentaires

L’analyse céphalométrique montre une rétraction importante de l’incisive maxillaire (mouvement de palato-version) ayant entrainé un recul du point A (donc une impression de diminution de la classe II). La béance semble également diminuée de ce fait. L’incisive mandibulaire est également repositionnée plus lingualement. On observe une légère augmentation du sens vertical (retrouvé dans les superpositions)



Céphalo	Normes	28/03/2013	22/03/2014
SNA	80-84°	80°	78°
SNB	78-82°	73°	73°
SND	74-78°	70°	70°
ANB	0-4°	7°	5°
AoBo	-1 à 2 mm	6mm	5 mm
SE	19-23 mm	17mm	12 mm
SL	49-53 mm	39mm	40 mm
GoGn/SN	27-37°	45°	47°
FMA	22-28°	36°	36°
HFP/HFAI	< 0,69	0,58	0,56
I/NA	20-24°	28°	15°
I to NA	3-5 mm	5mm	4 mm
i/NB	23-27°	29°	23°
i to NB	3-5 mm	7mm	5mm
IMPA	85-92°	94°	83°
Pog to NB		1mm	1mm
Occ/SN	12-16°	18°	18°
I/i	126-136°	116°	141°

Figure 56 : Téléradiographie de profil et réévaluation céphalométrique (22/03/2014)

Les superpositions générales révèlent une rotation horaire mandibulaire totale (l’origine de cette rotation postérieure n’est pas visualisée sur cette superposition et vient d’une égression de la deuxième molaire).

La superposition mandibulaire montre un recul molaire par recul coronaire (4,5 mm) et apical (1,5 mm). La part de version coronodistale est estimée à 67 %. On note également un repositionnement incisif inférieur par version linguale contrôlée. On ne note pas d’égression de l’incisive mandibulaire.

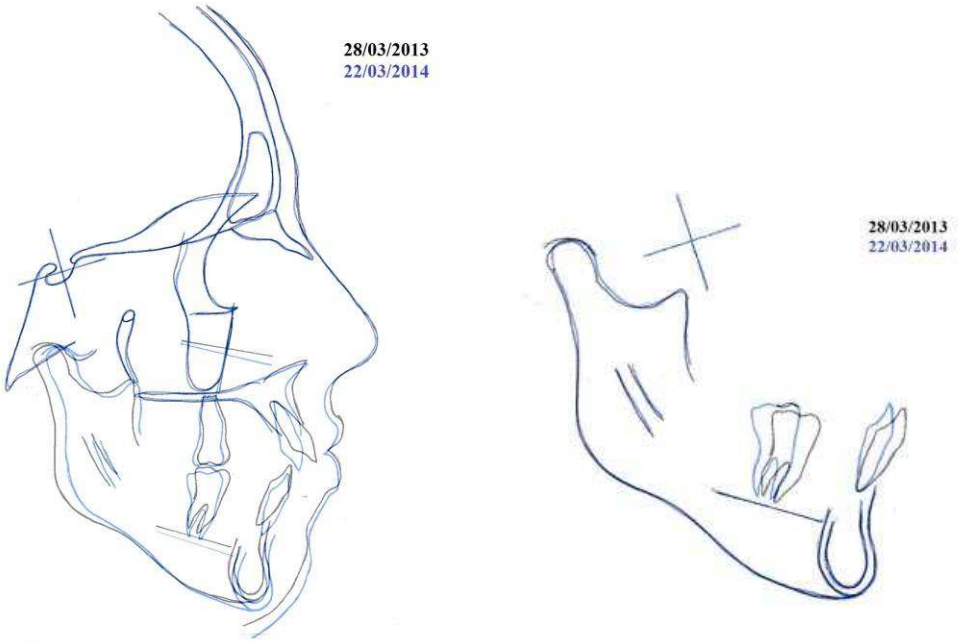


Figure 57 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)

Les résultats des trois cas ont été synthétisés dans le tableau suivant :

	Recul coronaire (mm)	Recul apical (mm)	Tipping ratio (%)
Cas n°1	2,5	-4,5	280
Cas n°2	1,8	0	100
Cas n°3	4,5	1,5	67
Moyenne	2,9	-1	149

Figure 58 : Tableau récapitulatif des résultats du recul molaire

4.4. Discussion

Depuis les travaux de Sugawara [211], nous savons qu'il est possible de distaler les molaires mandibulaires grâce à une technique fixe, intra-orale, peu encombrante et ne nécessitant pas la coopération du patient : les miniplaques. Le mouvement obtenu globalement est une combinaison de translation distale et de tip-back. Ce recul molaire peut changer la perspective de nos traitements : en effet les encombrements modérés pourraient être traités sans extractions, stripping ni expansion importante, il constitue également une alternative dans les traitements non chirurgicaux des classes III et une aide à la décompensation dans les chirurgies de classe II. Cependant, la translation pure reste limitée et le mouvement est lent et difficile à obtenir. Parallèlement, les corticotomies alvéolaires se

démocratisent depuis une dizaine d'années et les nombreuses publications à ce sujet montrent une accélération du mouvement dentaire imputable à celles-ci. Leur utilisation en combinaison avec les miniplaques a montré des résultats encourageants dans les mouvements d'ingression molaire.

Nous avons donc décidé d'associer des corticotomies alvéolaires à nos thérapeutiques de distalisation molaire par miniplaques, le but n'étant pas de diminuer le temps de traitement global mais d'étudier la facilitation du mouvement : est ce que les corticotomies permettaient un recul plus rapide, plus important et davantage en translation qu'en version ?

Concernant notre méthodologie, la nouveauté de ce protocole , les indications limitées à des cas complexes ne nous permettent pas de réaliser une étude comparative de grande envergure. Nos cas représentent une étude préliminaire et pourront déboucher éventuellement sur un recrutement plus important. Le faible nombre de cas ne permet donc pas d'obtenir un niveau de preuve suffisant. De plus, la biomécanique utilisée dans ces trois cas est variable même si les deux méthodes de distalisation directe et indirecte ont été observées chez Sugawara. Nous avons repris la même méthode de mesure que Sugawara afin de pouvoir comparer nos résultats.

Concernant nos résultats, les trois cas traités montrent trois types de mouvements différents. En effet, dans le premier cas, la molaire effectue une version distale non contrôlée avec avancée de l'apex, ainsi qu'une égression importante ; le deuxième cas montre une version contrôlée avec maintien de l'apex dans sa position mais le recul coronaire est faible; enfin dans le troisième cas, la molaire effectue une translation, avec recul de l'apex, même si la quantité de version coronodistale reste importante. Ces différences de résultats s'expliquent par des différences biomécaniques :

-Dans le premier cas, l'ancrage choisi était direct avec une plaque postérieure, comme observé dans l'étude de Sugawara. Cependant, le bras de la plaque choisie était trop long avec une tête située au niveau occlusal. L'exploitation de cette miniplaque a donc nécessité une force légèrement oblique appliquée au-dessus du centre de résistance de la dent d'où une résultante des forces combinant égression, distalisation et création d'un moment (sens anti-horaire) d'où une version corono-distale.

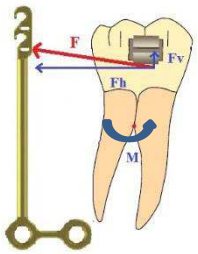


Figure 59 : Mouvement de la molaire dans le premier cas

- Dans le second cas, les miniplaques étaient initialement utilisées de la même façon, en ancrage direct et situées postérieurement. Mais une forte instabilité dès la première mise en charge et la fracture d'une plaque a entrainé leur remplacement dans une position plus antérieure. Comme expliqué auparavant, cette forte instabilité semble liée à leur pose au niveau de la crête du buccinateur, très concave chez ce patient, d'où une bascule importante de la plaque. De plus, le modelage de la plaque pour l'adapter à cette anatomie a peut être entrainé un point de fragilité d'où une fracture lors de l'utilisation. Lors de la deuxième pose, le chirurgien n'a pas souhaité réaliser de nouvelles corticotomies. Au final, l'effet PAR des

corticotomies n'a quasiment pas été exploité et lors de l'application de la force de distalisation en ancrage indirect, son effet s'était dissipé (>3 mois). Ceci peut expliquer, le faible recul coronaire obtenu à 9 mois. Nous ne tiendrons pas compte de ce cas dans la suite de la discussion sur l'effet des corticotomies. Cependant, il pourrait être intéressant de suivre l'évolution des résultats, maintenant que les miniplaques sont utilisées « seules » et regarder si on obtient sur un temps plus long un recul apical.

- Dans le troisième cas, l'observation des difficultés des cas précédents (difficulté de pose et d'utilisation pour le premier puis instabilité dans le second) a conduit notre choix vers une miniplaque posée antérieurement et un ancrage indirect. La force délivrée par le ressort en compression sur la molaire ne comporte qu'une composante horizontale ce qui limite le mouvement d'égression obtenu. Mais la force passe obligatoirement au- dessus du centre de résistance, ce qui génère un moment. En choisissant l'ancrage indirect, on ne peut donc espérer obtenir un mouvement de translation pure, il y aura une version coronodistale associée sauf si l'on ajoute du 2ème ordre dans le sens du tipforward sur l'arc mais alors il y aura davantage de friction, ce qui peut limiter le déplacement dentaire. On peut éviter ces inconvénients avec l'ancrage direct lorsque la direction de la force passe par le centre de résistance.

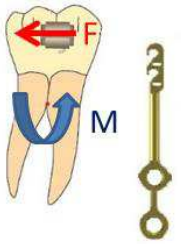


Figure 60 : Mouvement de la molaire dans le second cas

Cependant, ce choix de l'ancrage indirect, outre la facilité plus importante qu'en ancrage direct, nous parait logique en association avec des corticotomies. En effet, les corticotomies permettent une manipulation de l'ancrage, Spena [131] a ainsi distalé un secteur molaire en diminuant la résistance au mouvement par des corticotomies dans ce secteur et en s'appuyant sur le secteur antérieur, où il n'y avait pas eu de corticotomies ce qui permettait d'augmenter relativement l'ancrage. Dans notre cas, le secteur antérieur a ainsi bénéficié d'un double ancrage : relatif par diminution de l'ancrage postérieur en relation avec les corticotomies et absolu par ancrage osseux sous forme de miniplaques. Au final, le secteur postérieur a été reculé et nous n'avons pas observé de réactions parasites antérieures. Dans les cas favorables, l'utilisation de la miniplaque en ancrage direct doit être préférée mais pour les nombreux autres cas, une utilisation indirecte avec une miniplaque antérieure ou postérieure est conseillée afin d'éviter des effets parasites trop importants (égression, ingression, …)

De manière générale, nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Sugawara. Nous avons réalisé une moyenne des mouvements obtenus mais qui n'est pas interprétable car les trois types de mouvements obtenus ne permettent pas une comparabilité des résultats. Le troisième cas est cependant comparable avec ceux de Sugawara , le recul coronaire est plus important que celui observé en moyenne par cet auteur (4,5 mm contre 3,5 mm), un recul apical légèrement inférieur (1,5 mm contre 1,8 mm) mais un tipping ratio supérieur (67% contre 51%). A première vue, les corticotomies ne semblent pas augmenter le quantité de mouvement molaire cependant il ne faut pas oublier que pour les cas 1 et 3, les objectifs de

traitement avaient été obtenus (correction de l'encombrement, symétrisation de l'arcade), ce qui a donc imposé un arrêt du recul molaire. Peut-être aurions-nous pu obtenir des déplacements plus importants sur une période de recul plus importante ? Nous ne pouvons pas répondre à cette question, nous ne savons pas si les corticotomies augmentent l'enveloppe des mouvements de la molaire par rapport aux miniplaques utilisées seules.

Une donnée importante relevée dans nos cas est la rapidité du mouvement de recul : la distalisation de tout le secteur prémolo molaire a duré 4 mois dans le premier cas présenté et 2mois 10 jours dans le troisième. Le recul des deux molaires mandibulaires a été sensiblement le même pour les deux cas : 1 mois et 3 semaines pour les deux cas. Par comparaison, Ahn et al effectuent un simple redressement molaire par miniplaque sans recul en 3 mois [232]. Sugawara ne donne que des temps de traitements globaux, en moyenne de 28,9 mois, ces traitements sont en majorité des résolutions d'encombrement par distalisation mais nous ne connaissons pas le temps de traitement dédié au nivellement puis aux finitions. Si nous ne pouvons pas l'affirmer du fait des risques de biais de notre méthodologie, les données de notre étude de cas semblent montrer une accélération du mouvement de distalisation molaire.

Par l'association des corticotomies et miniplaques, nous avons pu obtenir un mouvement de recul molaire facilité. Les deux cas ayant pu bénéficier complètement de cette association ont permis l'obtention d'un recul coronaire voir apical conforme aux objectifs de traitement et sur une durée très limitée. Mais si les corticotomies facilitent les mouvements souhaités, il en est de même pour les mouvements parasites. Pour cette raison, nous obtenons des versions corono-distales importantes avec un tipping ratio supérieur à celui de Sugawara (jusqu'à 280% de version dans le premier cas). De même, l'égression observée dans le premier cas a été très importante avec une montée du plan d'occlusion de 4 mm, d'où des conséquences sur le mouvement des incisives et une postéro-rotation mandibulaire. Plus encore que dans l'orthodontie conventionnelle, l'étude de la biomécanique et le contrôle de nos mouvements doivent être parfaits. Pour permettre une translation pure sans effets parasites, la force de distalisation devrait être appliquée directement entre un crochet et la miniplaque avec une direction horizontale passant par le centre de résistance de la dent, sauf dans les cas favorables où la molaire est versée mésialement et nécessite un redressement.

Concernant le centre de résistance, il nous est apparu que les corticotomies pouvaient entrainer une modification de sa position. En effet, la sénescence du parodonte chez l'adulte ou la pathologie parodontale entrainent une modification de la hauteur alvéolaire et de la densité osseuse. Il a été montré que ces modifications alvéolaires entrainent un déplacement apical du centre de résistance. Par analogie, les corticotomies entrainent une diminution de la densité osseuse par déminéralisation, l'os corticotomié est comparable avec un os sénescent, de moindre résistance, où la migration spontanée des dents est plus importante. Il est ainsi possible que le centre de résistance se déplace apicalement lors de la réalisation de corticotomies, ce qui pourrait expliquer également l'importance du moment crée lors de l'application d'une force de recul au niveau de la couronne. Cette observation est en accord avec l'étude de Verna chez le rat qui notait une modification du centre de rotation de la première molaire lors de la réalisation de corticotomies, entrainant un mouvement de mésioversion deux fois plus important [55]. Des études cliniques chez l'homme et histologiques chez l'animal devraient être menées en ce sens, car cette question n'a été que peu envisagée

L'association des corticotomies et des miniplaques soulève également le problème de l'antagonisme entre durée limitée du PAR, mise en charge retardée de la plaque et la nécessité de nivellement des secteurs latéraux avant recul. Dans les deux derniers cas présentés, la

chirurgie a été rapide et le collage de l'arcade mandibulaire venait d'être effectué. La pose de la miniplaque a eu lieu sur un Niti .014. Grâce aux corticotomies le nivellement des secteurs latéraux a été rapide (1 mois) mais peut être la miniplaque aurait pu être mise en charge plus précocément et donc le mouvement de recul aurait été accéléré davantage. Le premier cas a été mieux géré de ce point de vue car les secteurs latéraux avaient été nivelés en grande partie avant pose de la miniplaque, et le nivellement s'est continué durant le délai d'attente avant mise en charge (10 jours). Une autre solution pourrait être une mise en charge immédiate de la plaque, ce qui semble possible selon les auteurs grâce à la stabilité primaire obtenue lors de la pose, à condition que l'inconfort du patient ne soit pas trop important. Nous espérons pouvoir essayer cette séquence lors d'un prochain traitement.

Enfin, nous n'avons pas assez de recul sur ces cas récents pour connaître la stabilité du mouvement obtenu. Au cours du traitement, la contention a été réalisée par solidarisation des secteurs latéraux ou ligature à la miniplaque. Après dépose du multi-attache, on peut s'attendre à une récidive comme chez Sugawara, malgré une contention active. Il sera intéressant lors du suivi de nos patients, de noter la quantité de récidive observée et la corrélation avec la mésioversion initiale de la dent et le type de mouvement obtenu. Le premier cas sera particulièrement informatif car la distoversion est importante avec une avancée de l'apex, mais selon Sugawara cela n'est pas lié à la quantité de récidive, ce dont nous doutons.

CONCLUSION

Les corticotomies alvéolaires connaissent un certain essor depuis l'apparition de techniques chirurgicales moins invasives que celles développées initialement par les partisans de Koële. Si le niveau de preuve fourni par les études publiées dans la littérature est insuffisant pour l'affirmer, les corticotomies semblent provoquer une accélération du déplacement dentaire. Il nous a semblé au cours de nos recherches que l'intérêt principal des corticotomies résidait dans la facilitation des mouvements orthodontiques plutôt qu'en la diminution des temps de traitement globaux. Un mouvement spécifique, comme le recul molaire, pourrait être obtenu plus rapidement, avec des niveaux de forces et un risque de hyalinisation moindres et dans des proportions plus importantes puisque les corticotomies semblent augmenter l'enveloppe des mouvements telle que décrite par Profitt et Ackermann. Ces affirmations doivent cependant être prises avec beaucoup de précautions car nous avons pu relever au cours de notre travail certaines controverses (nécessité de greffe osseuse, stabilité des résultats, etc).

Le recul molaire, s'il pouvait être amplifié, se réaliserait dans un espace jusqu'ici peu exploité, celui de la troisième molaire et permettrait de repousser les limites des mouvements orthodontiques et parfois de la chirurgie orthognathique, tout en respectant les limites biologiques ce qui n'est pas le cas de certaines thérapeutiques expansionnistes. Le risque de récidive pourrait ainsi être diminué.

L'association de corticotomies alvéolaires et de miniplaques d'ancrage nous est apparue comme l'une des thérapeutiques possibles pour réaliser la distalisation des molaires mandibulaires, jusqu'ici très difficile. Nous n'avons pas trouvé d'études rapportant de façon détaillée cette association, malgré des présentations de cas réalisées dans des congrès récents. Par analogie avec l'ingression molaire où une telle association a montré des résultats probants, nous avons réalisé chez trois patients une distalisation molaire avec miniplaques et corticotomies, ce qui peut être considéré comme une étude préliminaire avant une application à plus grande échelle de ce protocole.

Avec un recul molaire compris entre 1,8 et 4,5 mm, nos résultats sont équivalents à ceux de Sugawara employant des miniplaques seules pour distaler. D'autre part, nos résultats sont plus rapides, de l'ordre d'un mois et trois semaines pour reculer le secteur molaire. Cette rapidité présente des avantages indéniables : un risque de résorption radiculaire diminué car les forces sont appliquées moins longtemps, des résultats plus rapidement visibles notamment sur l'encombrement antérieur (qui peut être corrigé plus précocément), ce qui rassure le patient. Nous ne pouvons pas dire que cette accélération du recul va diminuer la durée de traitement global mais ce gain de temps pourra être réemployé dans des phases plus délicates comme les finitions, où la coopération du patient sera plus importante car ménagée en début de traitement.

Cependant, nos résultats montrent également un mouvement de distoversion molaire plus important. Nous avons ainsi pu prendre conscience que les corticotomies potentialisaient également les effets négatifs et pouvaient induire une modification de la biomécanique conventionnelle par modification du centre de résistance. Lors de nos prochains cas, nous seront d'autant plus vigilants sur la planification de la chirurgie (nivellement, longueur des plaques) et sur l'étude des forces dans ce système mécanique modifié par les corticotomies.

A l'avenir, nous espérons traiter des cas de recul maxillaire avec ce protocole. Une évolution intéressante pourrait également être le développement d'une technique chirurgicale moins invasive, combinant tunnelisation de plaques comme les C-tube et piezocision.

ANNEXES

Tableau 10: Recapitulatif des études concernant les indications des corticotomies alvéolaires.

Référence		Type d'intervention	Nbr de patie	Moyenne âge	Durée de traitemen
Aboul-Ela et al 2011	[72]	Rétraction canine *(minivis)*	13	19 ans	4 mois
Ahn et al. 2012	[103]	Décompensation pré-chirurgicale CL III	15	25,15 ans	7,43 mois [SD 3,12]
Akay et al 2009	[104]	Béance antérieure *(miniplaques)*	10	[15-25 ans]	[3 mois-3 mois 3 s]
Aljhani A, Aldrees A 2011	[105]	Béance antérieure	1	22ans	5 mois
Bath et al 2012	[106]	Biproalvéolie	6	NR	17,4 mois
Bertossi et al 2011	[107]	Traction dents ankylosées	5	NR	[18-25 jours]
		Expansion maxillaire	5	NR	[68 à 150 jours]
Bousquet et al 2013	[108]	Traction dents ankylosées	2	19 ans	3 mois
Charrier et al 2008	[62]	Préparation chirurgicale	3	22,7 ans	10,3 mois
Coscia G et W 2013	[109]	Décompensation pré-chirurgicale cl III	14	26,14 ans	8.23 mois [SD 2.67]
Dibart et al 2010	[110]	Encombrement/ classe II div 2	2	27,5 ans	8 mois 1 semaine
Fisher TJ 2007	[73]	Désinclusion canine	6	[11,1-12,9 ans]	11 mois 2 semaines
Germec et al 2006	[99]	Rétraction incisive inférieure	1	22 ans	1,5 mois
Grenga V, Bovi M 2013	[111]	Ingression molaire égressée	1	35 ans	6 mois
Hassan et al 2011	[112]	Articulé croisé postérieur unilatéral	2	22,5 ans	18,5 mois
Hernandez-Alfaro et al 2012	[113]	Supraclusion/ Béance antérieur/ Articulé cr	9	37 ans	NR
Hwang et al 2011	[114]	Traction incisive maxillaire ankylosée	1	13 ans	2 semaines
Hwang HS, Lee KH 2001	[30]	Ingression molaire égressée	2	20,5 ans	1 mois
Jain et al 2011	[115]	Supraclusion +Encombrement mandibulaire	1	24 ans	6 mois 2 semaines
Kanno T, Mitsugi M 2007	[116]	Béance antérieure	1	28 ans	1 mois
Keser E , Dibart S 2011	[117]	Alignement dentaire *(Invisalign)*	1	28 ans	4 mois
Keser E , Dibart S 2013	[118]	Encombrement / classe III	1	24 ans	8 mois
Kim et al 2009	[119]	Ingression molaire égressée *(minivis)*	1	37 ans	7 mois
		Redressement axe molaire *(minivis)*	2	25 ans	8 mois
Kim et al 2011	[120]	Décompensation pré-chirurgicale CL III	2	25,5 ans	8,5 mois
Kook et al 2013	[121]	Mésialisation molaire *(minivis)*	3	26,7 ans	10 mois
Lee et al 2007	[74]	Biproalvéolie	20	[25; 28,2 ans]	19 mois [SD 6]
Lino S, Sakoda S 2005	[31]	Biproalvéolie *(miniplaques)*	1	24 ans	12 mois
Mimura H 2013	[122]	Mésialisation molaire *(minivis)*	1	47 ans 6 mois	4 mois
Moon et al 2007	[123]	Ingression molaire égressée *(miniplaques)*	1	26 ans	2 mois
Mostafa et al 2009	[124]	Béance antérieure	12	NR	1 mois 2 semaines
Nowzari et al 2008	[125]	Classe II div 2	1	41 ans	8 mois
Oliveira et al 2008	[126]	Ingression molaire égressée	2	37,5 ans	3 mois 1 semaine
Owen A. 2001	[127]	Alignement *(Invisalign)*	1	Adulte	2 mois
Pelo et al 2007	[128]	Traction orthopédique avec un masque de I	2	15,5 ans	3 semaines
Roblee et al 2009	[129]	Fermeture espaces	2	NR	7 mois
Sebaoun et al 2007	[78]	Encombrements sévères	2	21,5 ans	7,37 mois
Sebaoun et al 2008	[52]	Encombrement surpraclusion	1	20 ans	5 mois 2 semaines
		Classe II div 1	1	29 ans	7 mois 3 semaines
Sebaoun et al 2011	[102]	Encombrement	1	NR	6 mois 3 semaines
Shoreibah et al 2012	[130]	Encombrement incisif	20	Adulte	[3 mois 2 s-5 mois]
Shoreibah et al 2012b	[75]	Encombrement incisif	20 (%2)	Adulte	17.5 semaines [SD 2.8]
Spena et al 2007	[131]	Distalisation molaire *(ancrage relatif)*	1	18 ans	2 mois
Uribe et al 2013	[132]	Mésialisation molaire *(minivis)*	1	58 ans	41 mois
Uribe et al	[133]	Mésialisation molaire *(minivis)*	1	NR	6 mois
Vercelotti, Podesta 2007	[134]	Expansion maxillaire	6	NR	2 mois
		Ingression molaire égressée	2	NR	3mois 2 semaines
Wang et al 2013	[135]	Décompensation pré-chirurgicale CL III	26	NR	NR
Wilcko et al 2001	[33]	Encombrements modérés à sévères	2	20,5 ans	6 mois 2 semaines
Wilcko et al 2008	[38]	Encombrement	3	25,3 ans	5 mois
		Classe II	1	13 ans	6 mois
Wilcko et al 2009	[40]	Rétraction canine	3	32 ans	3 mois 2 semaines
Wilcko et al 2009	[42]	Encombrement sévère	1	23 ans	6 mois 2 semaines
		Fermeture unilatérale	1	47 ans	7 mois
Yen et al 2003	[136]	Expansion dans un cas de fente palatine	1	11 ans	4 mois
Yezdani AA 2012	[137]	Biproalvéolie	1	29 ans	7 mois

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Durée de traitement (en mois) avec ou sans extractions (Buschang 2012)_____14
Figure 2 : Schématisation du déplacement dentaire dans le temps après application d'une force (Cavaré)_____ 19
Figure 3 : Elévation du lambeau mucopériosté vestibulaire de pleine épaisseur (Sebaoun 2008)_____ 26
Figure 4 :Réalisation des corticotomies à la fraise combinant entailles circonscrites et incisions punctiformes (Sebaoun 2008)_____27
Figure 5 : Greffe osseuse (Sebaoun 2008)_____ 28
Figure 6 :Lambeau replacé et suturé (Sebaoun 2008)_____ 30
Figure 7-a et b : Cas n°1 (Dr Verdalle)_____31
Figure 8 -a et b : Cas n°2 (Dr Laurentjoye)_____ 31
Figure 9 : Cas n°3 (Dr Verdalle)_____32
Figure 10 : Recapitulatif des études concernant les indications des corticotomies _____99
Figure 11 : Les trois parties d'une plaque d'ancrage (Cavaré) _____43
Figure 12 : Aspect des différentes dispositions des plaques d'ancrage SAS (Sugawara 2005)_____ 44
Figure 13 : Ancrages Bollard maxillaires sans et avec crochets (http://www.hugodeclerck.net/)_____45
Figure 14 : Ancrages Bollard mandibulaires sans et avec crochets (http://www.hugodeclerck.net/_____45
Figure 15 : Les différents types de miniplaques (Cavaré)_____46
Figure 16: Les différents constituants de la tête de miniplaque TEB (http://www.globald.com)_____47
Figure 17 : Les principaux sites de pose. (Cavaré)_____ 51
Figure 18 : Tracé des incisions (Cavaré) _____ 53
Figure 19 : Elévation du lambeau muco-périosté (Cavaré)_____ 54
Figure 20 : Fixation de la miniplaque par tunnelisation selon Chung (Cavaré)_____ 54
Figure 21 : Fixation de la miniplaque (Cavaré)_____ 55
Figure 22 : Réalisation des sutures (Cavaré)_____ 55
Figure 23: Distalisation molaire unitaire et distalisation en masse du secteur postérieur (Cavaré)_____61
Figure 24: Recul en masse d'après De Clerck (Cavaré)_____ 62
Figure 25 :Fermeture des espaces résiduels selon De Clerck (Cavaré)_____ 62
Figure 26 : Recul des incisives selon De Clerck (Cavaré)_____ 63
Figure 27 : Modification de la mécanique de distalisation selon De Clerck (Cavaré)_____ 63
Figure 28 : Recul molaire d'après Nur (Cavaré)_____ 64
Figure 29 : Recul molaire en ancrage indirect d'après Sugawara (Cavaré)_____ 66
Figure 30 : Recul molaire en ancrage direct d'après Sugawara (Cavaré)_____ 66
Figure 31: Flow chart _____ 70
Figure 32 : Photographies exo et endobuccales avant traitement_____ 75
Figure 33: Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement_____ 76
Figure 34 : Pose de deux miniplaques en T et réalisation des corticotomies alvéolaires ___ 77
Figure 35 : Vues intraorales lors de la réévaluation 04/11/2013_____ 78
Figure 36: Panoramique dentaire lors de la réévaluation 04/11/2013_____ 78
Figure 37: Téléradiographie de profil et réevaluation céphalométrique 04/11/2013_____ 79
Figure 38 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)_____ 80
Figure 39: Photographies exo et endobuccales avant traitement_____ 81

Figure 40 : Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement_____ 82
Figure 41 : Pose d'une miniplaque en I et réalisation des corticotomies dans le secteur latéral_____83

Figure 42 : Vues intraorales en cours de traitement : 19/03/2013_____83
Figure 43 : Panoramique dentaire montrant la fracture de la plaque droite_____83
Figure 44 : Vues intraorales en cours de traitement : 02/07/2013_____84
Figure 45 : Vues intraorales en cours de traitement : 18/09/2013_____84
Figure 46 : Vues intraorales lors de la réévaluation :13/11/2013 _____85
Figure 47 : Panoramique dentaire lors de la réévaluation :13/11/2013 _____85
Figure 48 : Téléradiographie de profil et réévaluation céphalométrique :13/11/2013 _____86
Figure 49 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)_____ 87
Figure 50 : Photographies exo et endobuccales avant traitement_____ 88
Figure 51 : Radiographies et analyse céphalométrique avant traitement_____ 89
Figure 52 : Vues intraorales en cours de traitement :02/10/2013_____ 90
Figure 53 : Vues intraorales en cours de traitement :06/11/2013_____ 90
Figure 54 : Vues intraorales en cours de traitement :22/12/2013_____ 91
Figure 55 : Vues intraorales lors de la réévaluation : 22/03/2014_____91
Figure 56 : Téléradiographie de profil et réévaluation céphalométrique :22/03/2014 _____92
Figure 57 : Superposition structurale générale (à gauche) et superposition locale mandibulaire (à droite)_____ 93
Figure 58 : Tableau récapitulatif des résultats du recul molaire _____93
Figure 59 : Mouvement de la molaire dans le premier cas_____ 94
Figure 60 : Mouvement de la molaire dans le second cas_____95

BIBLIOGRAPHIE

1. Mathews DP, Kokich VG: Managing treatment for the orthodontic patient with periodontal problems. Semin Orthod 1997 (3):21-38

2. McKiernan EX, McKiernan F, Jones ML: Psychological profiles and motives of adults seeking orthodontic treatment. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1992 (7):187-198.

3. Canal P, Salvadori A. Orthodontie de l'adulte. Issy-les-Moulineaux : Masson 2008;281 p.

4. Von Böhl M, Kuijpers-Jagtman AM. Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. European Journal of Orthodontics 2009(31) 30–36

5. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S : Accelerating tooth movement with corticotomies: is it possible and desirable? Semin Orthod 2012 (18):286-294.

6. Ristic M, Vlahovic Svabic M, Sasic M, et al: Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. Orthod Craniofac Res 2007 (10):187-195.

7. Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC: Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. Orthod Craniofac Res 2004 (7):71-78.

8. Yamasaki K, Shibata Y, Fukuhuyra T: The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys. J Dent Res 1982 (62):1444-1446.

9. Cağlaroğlu M, Erdem A : Histopathologic investigation of the effects of prostaglandin E2 administered by different methods on tooth movement and bone metabolism. Korean J Orthod. 2012 Jun;42(3):118-28

10. Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataki S, et al. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. Eur J Orthod. 2001 Oct;23(5):535-45.

11.Tyrovola JB, Spyropoulos MN. Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. Quintessence Int. 2001 May;32(5):365-71.

12. Stark TM, Sinclair PM: Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 91:91-104, 1987

13. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, et al: Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. Am J Orthod 1980 (77):33-47.

14. Werner Alison, Acceleration by vibration. Orthodontic Products, Aug2011, Vol. 18 Issue 6, p30

15. Guégan D. Accélérer le déplacement orthodontique: quels moyens en 2013? Thèse, Bordeaux, 2013

16. Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, et al. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. Orthod Craniofac Res 2009 Nov;12(4):289-98

17.Long H, Pyakurel U, Wang Y, et al. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement. Angle Orthod 2013, Vol. 83, No. 1, pp. 164-171.

18.Kalra A, Jaggi N, Bansal M, et al. Comparison of Rate of Canine Retraction into Recent Extraction Site with and without Gingival Fiberotomy: A Clinical Study. J Contemp Dent Pract. 2013 May 1;14(3):419-26.

19.Iseri H, Kisnisci R, Bzizi N, et al. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005; 127(5):533-541

20.Bilodeau JE. Non surgical treatment with rapid mandibular canine retraction via periodontal ligament distraction in an adult with a Class III malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128(3):388-396.

21. Weissenbach O (Propos recueillis par). La corticotomie alvéolaire une technique accélérant les déplacements dentaires en orthodontie. Entretien avec Jean-David Sebaoun. Rev Orthop Dento Faciale 2009;43:89-98.

22. Fitzpatrick B N. Corticotomy. Aust Dent J 1980; 25: 255-58.

23. Köle H: Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1959 (12):515-529. [abstract]

24. Bell WH, Levy BM. Revascularisation and bone healing after maxillary corticotomies. J Oral Surg 1972;(3):640–648.

25. Düker J. Expérimental animal into segmental alveolar movement after corticotomy. J Maxillofac Surg 1975;3:81−84.

26. Generson RM, Porter JM, Zell A, et al. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. J Oral Surg 1978;36:216−219.

27. Anholm M CD, Crites D, Hoff R, et al. Corticotomy facilitated orthodontics. Calif Dent Assoc J 1986; 7: 8-11.

28. Gantes B, Rathbun E, Anholm M, et al. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. J Periodontal 1990;61:234−238.

29. Suya H. Corticotomy in orthodontic. In: Hosl, E. Ed. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Heidelberg, Germany: Hutigh Buch Verlag, 1991:207−226.

30. Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;120:209−216.

31. Lino S, Sakoda S, Miyawaki S. An adult bimaxillary protrusion treated with corticotomy-facilitated orthodontics and titanium miniplates. Angle Orthod 2006;76:1074−1082.

32.Rynearson RD. A non-human primate model for studying corticotomy-facilitated orthodontic tooth movement [thesis]. Loma Linda, Calif: Loma Linda University; 1987 [abstract]

33. Wilcko, W.M., Wilcko, T., Bouquot, J.E., et al. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. Int. J. Periodont. Restorat. Dent. 2001 (21), 9–19.

34.Wilcko, W.M., Wilcko, M.T., Bouquot, J.E., et al. Accelerated orthodontics with alveolar reshaping. J. Ortho.Practice 2000 (10), 63–70.

35.Wilcko, M.W., Ferguson, D.J., Bouquot, J.E., et al. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. World J. Orthod. 2003 (4), 197–205.

36. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Selective alveolar decortications for rapid surgical-orthodontic resolution of skeletal malocclusion treatment. In: Bell WE, Guerrero C, editors. Distraction osteogenesis of facial skeleton. Hamilton, Ontario, Canada: B. C. Decker; 2007. p. 199-203.

37. Wilcko MT, Wilcko WM, Marquez MG, et al. The contributions of periodontics to orthodontic therapy. In: Dibart S, editor. Practical advanced periodontal surgery. Ames, Iowa: Wiley Blackwell; 2007. p. 25-50.

38.Wilcko, M.T., Wilko, W.M., Bissada, N.F. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspective. Seminars Orthod. 2008 (14), 305–316.

39. Urano S, Wilcko MT, Maeda S, et al. The concept of PAOO and clinical cases. Quintessence 2008;27:73-83.

40.Wilcko MT, Wilcko WM, Breindel-Omniewski K, et al. The periodontally "accelerated osteogenic orthodontics"(PAOO) technique: efficient space closing with either orthopedic or orthodontic forces. J Implant Adv Clin Dent 2009;1:45-68.

41.Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, et al. Periodontal accelerated Osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. J Oral Maxillofac Surg 2009;67:2160-6.

42. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, et al. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. J Oral Maxillofac Surg 2009;67:2149-59.

43.Wilcko MT, Wilcko WM. The Wilckodontics technique: accelerated osteogenic orthodontics (AOO)—an overview. Orthotown 2011;4:36-48.

44. Wilcko MT, Wilcko WM. Accelerating tooth movement: The case for corticotomie induced orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144:4-13

45. Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I. Clin Orthop Rel Res 1989;(248):283-293.

46.Henrikson PA. Periodontal disease and calcium deficiency.An experimental study in the dog. Acta Odontol Scand 1968 (26):Suppl 50:1−132.

47. Krook L, Whalen JP, Lesser GV, Berens DL. Experimental studies on osteoporosis. Methods Achiev Exp Pathol 1975; 7:72−108.

48.Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flaps surgery. J Periodontal 1994; 65:79−83.

49.Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, et al. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits-Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. J Orthop Res1993 11:285−291.

50. Sebaoun JD. Trabecular bone modelling and RAP following selective alveolar decortication.Thesis MS Orthodontics 2005, Boston University.

51. Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, et al. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. J Periodontol 2008;79:1679-88.

52. Sebaoun JD, Surmenian J, Ferguson DJ, et al. Acceleration of orthodontic tooth movement following selective alveolar decortication: biological rationale and outcome of an innovative tissue engineering technique. Int Orthod 2008; 6:235−249.

53. Wang L, Lee W, Lei DL, et al.Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:770.e1−11.

54. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, et al. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement.Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4Suppl):S83−S101.

55. Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. Eur J Orthod 2000;22(4):343-352.

56.Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium deficient, and lactating rats. Am J Orthod 1984;85(5):424-430.

57.Massif L., Frapier L. Orthodontie et parodontie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie/Orthopédie dentofaciale 2007 ; 23-490-A-07.

58. Von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, et al. Focal hyalinization during Experimental tooth movement in beagle dogs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125(5):615-623.

59.Lino S, Sokada S,Ito G et al. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog**.** Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:448

60.Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. Angle Orthod. 2009;79:284–291

61. Strippoli J., Aknin JJ. Le concept du déplacement dentaire accéléré par corticotomie ou par piézocision, Orthod Fr 2012;83:155–164.

62. Charrier JB, Bryon FB, Racy E, et al. Acceleration of adult orthodontic treatment facilitated by surgical alveolar corticotomies. Int Orthod 2008 ; 6 : 355-373.

63. Mathews DP, Kokich VG. Accelerating tooth movement: The case against corticotomy-induced orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144:4-13

64. Ren A, Lv T, Zhao B, et al. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:160.e1−10.

65. Cho KW, Cho SW, Oh CO, et al.The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. Oral Dis 2007;13:314−319

66.Mostafa YA, Fayed MMS, Mehanni S, et al. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:570-7.

67.Sanjideh PA, Rossouw PE, Campbell PM, et al. Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. Eur J Orthod 2010;32:106-13.

68. Haijji SS. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular decrowding. Masters thesis 2000, Saint Louis University. [abstract]

69. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. Compend Contin Educ Dent 2009;30:342-4, 346, 348−350.

70. Fernandes RA, Mascarenhas AK. Quality of Orthodontic Treatment Between Corticotomy and Traditional Techniques (abstract). 2007, Boston University, MA, USA

71. Albanese-Pierratte H, Givelet M. Modification de la vitesse du déplacement orthodontique: données acquises en 2013 et revue systématique de la littérature sur les corticotomies alvéolaires et l'accélération du mouvement orthodontique. Mémoire CECSMO, Dec 2013. Rennes.

72. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, et al. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:252-9.

73. Fisher TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomie-assisted exposure of palatally impacted canines. Angle Orthod, 2007, 77 (3): 417-420.

74. Lee JK, Chung KR, Baek SH. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomie-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. Plast reconst Surg, 2007, 120 (4); 1027-1036.

75. Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, et al. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. J Int Acad Periodontol, 2012, 14(4): 97-104.

76. Casko J, Vaden J, Kokich VG. American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114: 589-99.

77. Nazarov AD, Ferguson DJ, Wilcko WM, et al. Improved retention following corticotomy using ABO Objective Grading System. J Dent Res 2004;83:2644.

78. Sebaoun JD, Ferguson D., Wilcko TM, et al. Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. Orthod Fr 2007; 78: 217-225.

79. AlGhamdi AS. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. The Saudi Dental Journal 2010; 22; 1-5.

80. Machado IM, Ferguson DJ, Wilcko WM, et al: Reabsorcion radicular despues del tratamiento ortodoncico con o sin corticotomia alveolar. Rev Venezuela Ortho 2002 ; 19:647-653.

81.Rothe LE, Bollen AM, Little RM, et al. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse.Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006 Oct;130(4):476-84.

82. Thierry M, Charrier JB. Alveolar corticotomies: principles and clinical applications. Int Orthod 2008; 6 : 343-354.

83. Binderman I, Gadban N, Bahar H, et al.Commentary on: Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) – a clinical dilemma. Int Orthod 2010 ; 8 : 268-277

84.Da Silva VC, Cirelli CC, Ribeiro FS et al. Orthodontic movement after periodontal regeneration of class II furcation: a pilot study in dogs. J Clin Periodontol. 2006 Jun;33(6):440-8.

85. Jin F, Duan YZ, Li X .Tooth movement in tissue-engineered bone. [abstract] Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2006 Jan;41(1):12-4.

86. Oltramari PV, de Lima Navarro R, Henriques JF, et al. Orthodontic movement in bone defects filled with xenogenic graft: an experimental study in minipigs. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Mar;131(3):302.e10-7

87.Braut V, Bornstein MM, Belser U et al. Thickness of the anterior maxillary facial bone wall-a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. Int J Periodontics Restorative Dent. 2011 Apr;31(2):125-31.

88.Liou EJ, Polley JW, Figueroa AA. Distraction osteogenesis: the effects of orthodontic tooth movement on distracted mandibular bone. J Craniofac Surg 1998;9(6):564-571.

89. Hu J, Li J, Wang D, Buckley MJ, Agarwal S. Differences in mandibular distraction osteogenesis after corticotomy and osteotomy. Int J Oral Maxillofac Surg 2002;31(2):185-189.

90. Kramer FJ, Mueller M, Rahmstorf M, Swemen G, Dempf R, Schierle H. Craniofacial reconstruction by transport distraction osteogenesis: corticotomy versus osteotomy-an experimental study. J Craniofac Surg 2004;15(4):556-565

91. Urist M, Bone formation by autoinduction.[abstract] Science 1965;150 (3698): 893-899.

92. Ruso S, Campbell PM, Rossman J et al. Bone response to buccal tooth movements--with and without flapless alveolar decortication. Eur J Orthod. 2013 Aug 2.

93. Sherman JA, Davies HT. Ultracision®: the harmonic scalpel and its possible uses in maxillofacial surgery

94. Eggers G, Klein J, Blank J et al. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery.British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (2004) 42, 451—453;

95. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. Int J Periodontics Restorative Dent. 2001 Dec;21(6):561-7.

96. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, et al. Osseous response following respective therapy with piezosurgery. Int J Periodontics Restorative Dent 2005;25:543–549

97.Reside J, Everett E, Padilla R et al. In vivo assessment of bone healing following Piezotome Ultrasonic Instrumentation. Clin Implant De,t Relat Res Jun 2013.

98. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. Int J Periodontics Restorative Dent 2007;27:325–331.

99. Germec D, Girayb B, Kocaderelic I et al. Lower Incisor Retraction with a Modified Corticotomy; Angle Orthodontist, Vol 76, No 5, 2006.

100.Park YG, Kang SG, Kim SJ. Accelerated tooth movement by Corticision as an osseous orthodontic paradigm. (abstract) Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujyutsu Taikai, Sokai 2006;48:46.

101. Peñarrocha-Diago M, Rambla-Ferrer J, Perez V, et al. Benign paroxysmal vertigo secondary to placement of maxillary implants using the alveolar expansion technique with osteotomes: a study of 4 cases. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:129−132.

102. Sebaoun JD, Surmenian J, Dibart S Traitements orthodontique accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. Orthod Fr 2011;82:311−319.

103. Ahn HW, Lee DY, Park YG, et al. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal Class III patients by using augmented corticotomy: A preliminary study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142:199-206

104. Akay MC, Aras A, Günbay T, et al.Enhanced effect of combined treatment

with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. J Oral Maxillofac Surg 2009 ; 67:563-569.

105. Aljhani AS, Aldrees AM. Orthodontic treatment of an anterior openbite with the aid of corticotomy procedure: Case report. Saudi Dent J. 2011 Apr;23(2):99-106

106. Bath SG, Singh V, Bhat MK. PAOO technique for the bimaxillary protrusion: Perio-ortho interrelationship. J Indian Soc Periodontol 2012 Oct; 16 (4): 584-7

107. Bertossi D, Vercelloti T, Podesta A, et al. Orthodontic microsurgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. J Oral Maxillofac Surg. 2011 Mar;69(3):747-53.

108.Bousquet P, Artz C, Canal P. Traitement des dents ankylosées par corticotomie partielle : l'Orthodontic Bone Streching. Etude préliminaire. Orthod Fr 2013 ; 84 : 333-341.

109. Coscia G, Coscia V, Peluso V et al. Augmented corticotomy combined with accelerated orthodontic forces in class III orthognathic patients: morphologic aspects of the mandibular anterior ridge with cone-beam computed tomography. J Oral Maxillofac Surg. 2013 Oct;71(10):1760.

110. Dibart S, Surmenian J, Sebaoun JD et al. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. Int J Periodontics Restorative Dent. 2010 Oct;30(5):487-93.

111. Grenga V, Bovi M. Corticotomy-enhanced intrusion of an overerupted molar using skeletal anchorage and ultrasonic surgery. J Clin Orthod. 2013 Jan;47(1):50-5.

112. Hassan AH, AlGhamdi AT, Al-Fraidi AA et al. Unilateral cross bite treated by corticotomy-assisted expansion: two case reports. Head Face Med. 2010 May 19;6:6.

113. Hernandez-Alfaro F, Guijarro-Martinez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. J Periodontol 2012;83:574-580

114. Hwang DH, Park KH, Kwon YD et al. Treatment of Class II open bite complicated by an ankylosed maxillary central incisor. Angle Orthod. 2011;81:726–735.

115. Jain A, Das T, Chaturvedi R. One-stage surgical alveolar augmentation (PAOO) for rapid orthodontic movement. A case report. Indian Journal of Dental Sciences 2011 Oct ; 4 :3

116. Kanno T. Kanno, M. Mitsugi, Y. et al. Corticotomy and compression osteogenesis in the posterior maxilla for treating severe anterior open bite. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2007; 36: 354–357.

117. Keser E, Dibart S.Piezocision-assisted Invisalign treatment.Compend Contin Educ Dent. 2011 Mar;32(2):46-8, 50-1.

118. Keser E, Dibart S Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013 Dec;144(6):879-8

119. Kim SH, Kook YA, Jeong DM et al. Clinical application of accelerated osteogenic orthodontics and partially osseointegrated mini-implants for minor tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:431-9

120. Kim SH, Kim I, Jeong DM et al. Corticotomy-assisted decompensation for augmentation of the mandibular anterior ridge. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140:720-31

121. Kook YA, Lee W, Kim SH et al. Corticotomy-assisted space closure in adult patients with missing lower molars. J Clin Orthod. 2013 Feb;47(2):85-95

122. Mimura H. Protraction of mandibular second and third molars assisted by partial corticision and miniscrew anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013 Aug;144(2):278-89

123. Moon CH, Wee JU, Lee HS.Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. Angle Orthodontist 2007, Vol 77, No 6.

124. Mostafa YA, El-Mangoury NH, About-El-Ezz AM et al. Maximizing tissue response in selected subjects with anterior open bites.World J Orthod. 2009 Fall;10(3):187-95

125. Nowzari H, Yorita F, Chang HC.Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics Combined with Autogenous Bone Grafting.Compendium May 2008—Volume 29, Number 4

126. Oliveira DD, de Oliveira BF, de Araújo Brito HH. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jun;133(6):902-8.

127. Owen AH 3rd. Accelerated Invisalign treatment. J Clin Orthod. 2001 Jun;35(6):381-5

128. Pelo S, Boniello R, Gasparini G. Maxillary corticotomy and extraoral orthopedic traction in mature teenage patients: a case report. J Contemp Dent Pract. 2007 Jul 1;8(5):76-84.

129. Roblee RD, Bolding SL, Landers JM. Surgically facilitated orthodontic therapy: a new tool for optimal interdisciplinary results. Compend Contin Educ Dent. 2009 Jun;30(5):264-75;

130. Shoreibah EA, Ibrahim SA, Attia MS et al. Clinical and radiographic evaluation of bone grafting in corticotomy-facilitated orthodontics in adults.J Int Acad Periodontol 2012 Oct;14(4):105-13

131. Spena R, Caiazzo A, Gracco A et al. The use of segmental corticotomy to enhance molar distalization. J Clin Orthod. 2007 Nov;41(11):693-9.

132. Uribe F, Villegas C, Nanda R. Surgically enhancing the speed of tooth movement: can we alter the biology? In McNamara JA Jr, Kapila SD. Surgical Enhancement of Orthodontic Treatment. Michigan, 2010;323-344.

133.Uribe F, Janakiraman N, Fattal AN, et al. Corticotomy-assisted molar protraction with the aid of temporary anchorage device. Angle Orthod. 2013 Nov;83(6):1083-92

134. Vercelotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement.Int J Periodontics Restorative Dent. 2007 Aug;27(4):325-31.

135.Wang B, Shen G, Fang B et al. Augmented corticotomy-assisted presurgical orthodontics of class III malocclusions: a cephalometric and cone-beam computed tomography study.J Craniofac Surg. 2013 Nov;24(6):1886-90

136. Yen S, Yamashita DD, Kim TH et al. Closure of an unusually large palatal fistula in a cleft patient by bony transport and corticotomy-assisted expansion. J Oral Maxillofac Surg 61:1346-1350, 2003

137. Yezdani AA. Accelerated orthodontics with alveolar decortication and augmentation: a case report. Orthodontics (Chic.). 2012;13(1):146-55.

138. Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed AH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment: review. The Open Dentistry Journal 2010, 4, 159-164.

139. Daskalogiannakis J. Edition française : Bolender CJ. Glossaires des termes d'orthodontie. Quintessence Publishing Co. Ltd; Paris, 2002 ; p. 331

140. Root T. Préface. Journal de l'Edgewise, 1980, 1.

141. Massif L, Frapier L. Utilisation clinique des minivis en orthodontie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie/ Orthopédie dentofaciale, 23-492-A-17, 2006.

142. Nabbout F, Faure J, Baron P. L'ancrage dentaire en orthodontie: les données du scanner. Int Orthod 2004; 2: 241-256.

143. Sassouni V, Nanda S. Analysis of dentofacial vertical proportions. [abstract] Am J Orthod 50 : 801-823, 1964.

144. Graber T. Physiologic principles of functional appliances. Mosby 1985 ; p 86.

145. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic anchorage : a systematic review. Angle Orthod 2006;76:493–501

146. Melsen B, Cattaneo PM, Dalstra M, et al. The importance of force levels in relation to tooth movement. Semin Orthod 2007;13:220–33.

147. Ludwig B, Baumgaertel S, Böhm B et al. Mini-implants in orthodontics. Innovative anchorage concepts. Quintessence Publishing Co. Ltd; London, 2008; p.188

148. Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. J Clin Orthod 1998;32(3):154-158.

149. Creekmore TD, Eklund LK. The possibility of squeletal anchorage. J clin Orthod 1983;17:266-9.

150. Block MS, Hoffmann DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop1995;107:251-8.

151. Wehrbein H, Glatzmaier J, Mundwiller U, Diedrich P. The Orthosystem – A ne ; pw implant system for orthodontic anchorage in the palate. J Orofac Orthop 1996;57(3):142-153.

152. Kanomi R. Mini-implants for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 1997;31:763-7.

153. Costa A, Raiffani M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998;13:201-9.

154. Melsen B. Accroissement des possibilités thérapeutiques orthodontiques à l'aide de l'ancrage d'Aarhus. JPO Vol. 19 HS 2000.

155. Bassigny F, Nouvelles conceptions de l'ancrage en orthodontie. Guide clinique, Editions CdP, 2013, p 195.

156.Jenner JD, Fitzpatrick BN. Skeletal anchorage utilising bone plates. Aust Orthod J 1985;9:231-3.

157.Sugawara J, Umemori M, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Orthodontic treatment system for Class III malocclusion using titanium miniplate as an anchorage. Jpn J Orthod Soc 1998;57: 25-35.

158. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, Kasahara T, Umemori M, Mitani H. A clinical evaluation on the efficacy of titanium miniplates as an orthodontic anchorage. Jpn J Orthod Soc 1999;58:136-47.

159. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115:166-74.

160. Sugawara J. JCO interviews Dr Junji Sugawara on the skeletal anchorage system. J Clin Orthod 2000;33:689-96.

161. De Clerck H, Geerinck V, Siciliano S. The zygoma anchor system. J Clin Orthod 2002;36:455–460.

162. Amat P. Entretien avec Hugo De Clerck. Rev Orthop Dento Faciale 2006 ;40:9-36

163. Chung KR, Kim YS, Linton JL, Lee YJ. The miniplate with tube for skeletal anchorage. J Clin Orthod 2002;36:407–412.

164. Thébault B, Bédhet N, Béhaghel M, et al. The benefits of using anchorage miniplates. Are they compatible with everyday orthodontic practice ? International Orthodontics 2011 ; 9 : 353-387

165. Sugawara J, Nishimura M. Minibone plates : the Skeletal Anchorage System. Semin Orthod 2005 11:47-56.

166. De Clerck H, Cornelis MA, Cevidanes LH et al. Orthopedic traction of the maxilla with miniplates: A new perspective for treatment of midface deficiency, J. Oral Maxillofac. Surg. 2009 ; 67:2123-2129.

167. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B. Early Class III Treatment with a Hybrid Hyrax-Mentoplate Combination. J Clin Orthod 2011 ; 145 : 1.

168. Kircelli BH, Petktas ZO. Midfacial protraction with skeletally anchored face mask therapy: a novel approach and preliminary results. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008 ;133(3):440-9.

169. Cornelis MA, De Clerck H. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 1. Class II extraction treatment. J Clin Orthod. 2006;40(4):261-9.

170. Bengi AO, Karacay S, Akin E, et al : Use of zygomatic anchors during rapid canine distalization : a preliminary case report. Angle Orthod 2006 ; 76 : 137.

171. Erverdi N, Acar A. Zygomatic anchorage for en masse retraction in the treatment of severe class II division 1. Angle Orthod 2005;75:483–490.

172. Choo H, Heo HA, Yoon HJ et al. Treatment outcome analysis of speedy surgical orthodontics for adults with maxillary protrusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011

173. Eroglu T, Kaya B, Cetinsahin A, et al. Success of zygomatic plate-screw anchorage system. J Oral Maxillofac Surg 2010;68:602–605.

174. Faber J, Velasque F. Titanium miniplate as anchorage to close a premolar space by means of mesial movement of the maxillary molars. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:587–595.

175.De Clerck H, Timmerman HM, Cornelis MA. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 3. Intrusion. J Clin Orthod. 2008;42(5):270-8.

176. Sherwood KH, Burch JG, Thompson W. Intrusion of supererupted molars with titanium miniplate anchorage. Angle Orthod. 2003;73(5):597-601.

177. Sugawara J, Baik U, Umemori M. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 2002;17:243–253

178. Sherwood KH, Burch J, Thompson W.**.** Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122(6):593-600.

179. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. Angle Orthod. 2004;74(3):381-90.

180. Chung KR, Kim SH, Kang YG et al. Orthodontic miniplate with tube as an efficient tool for borderline cases. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:551-62.

181. Miyahira YI, Maltagliati LA, Siqueira DF, Romano R. Miniplates as skeletal anchorage for treating mandibular second molar impactions**.** Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:145-8

182. Enache AM, Nicolecu I, Georgescu CE. Mandibular second molar impaction treatment using skeletal anchorage. Rom J Morphol Embryol 2012, 53(4):1107–1110

183. De Clerck H, Cornelis MA, Timmerman H. Dental tours de force 4. The use of a bone anchor for holding upright a tipped molar in the lower jaw. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004;111(1):10-13.

184.Fukunaga T, Kuroda S, Kurosaka H et al : Skeletal anchorage for orthodontic correction of maxillary protrusion with adult periodontitis. Angle Orthod 2006 ; 76:148.

185. Hoste S, Vercruyssen M, Quirynen M, et al. Risk factors and indications of orthodontic temporary anchorage devices: a literature review. Aust Orthod J. 2008 Nov;24(2):140-8.

186. De Clerk E, Swennen G. Success rate of miniplate anchorage for bone anchored maxillary protraction. Angle Orthodontist 2011, 81 : 6.

187. Chung KR, Kim YS, Lee YJ. The miniplate with tube for skeletal anchorage. J Clin Orthod 2002;36:407-12.

188. Kim GT, Kim SH, Choi YS et al. Cone-beam computed tomography evaluation of orthodontic miniplate anchoring screws in the posterior maxilla Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:628.

189. Trandem KC, Korach CS, Schindel RH. Comparison of deformation of 3 orthodontic miniplate lever arms. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140:531-6.

190. Verizoglu F, Uckan S, Ozden UA et al. Stability of zygomatic plate-screw orthodontic anchorage system : a finite element analysis. Angle Orthodontist, Vol 78, No 5, 2008

191. Nelson G, Ahn HW, Jeong SH et al. Three-dimensional retraction of anterior teeth with orthodontic miniplates in patients with temporomandibular disorder. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142:720-6

192. Melsen B, Lang NP: Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants. Clin Oral Implants Res 2001 ; 12:144.

193. Cornelis MA, Scheffler N, Mahy P et al. Modified miniplates for temporary skeletal Anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries. J Oral Maxillofac Surg 2008 ; 66:1439-1445.

194. Cornelis MA, Schefller N, Nyssen-Behets C. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: A prospective study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 133:18-24.

195. Tseng YC, Chen CM, Wang HC, et al. Pain perception during miniplate-assisted orthodontic therapy. Kaohsiung J Med Sci 2010;26:603–8

196. Tsui WK, Chua HD, Cheung LK: Bone anchor systems for orthodontic application: a systematic review. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2012; 41: 1427–1438.

197. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:373-8

198. Choi BH, Zhu SJ, Kim YH. A clinical evaluation of titanium miniplates as anchors for orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005 ; 128 : 382-4

199. Lee SJ, Lin L, Kim SH. Survival analysis of a miniplate and tube device designed to provide skeletal anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144:349-56

200.Chen YJ, Chang HH, Huang CY, et al. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Clin Oral Implants Res 2007;18:768-75.

201.Chen CH, Hsieh CH, Tseng YC, et al. The use of miniplate osteosynthesis for skeletal anchorage. Plast Reconstr Surg 2007;120:232-7.

202. Hibi H, Sakai K, Oda T, et al. Stability of a locking plate and self drilling screws as orthodontic skeletal anchorage in the maxilla: a retrospective study. J Oral Maxillofac Surg. 2010 ;68(8):1783-7.

203. Kim JS, Choi SH, Cha SK et al. Comparison of success rate of orthodontic mini-screws by the insertion method. Korean J Orthod. 2012; 42(5): 242–248

204.Darqué F, Skander E. Biomécanique des mini-implants d'ancrage : illustrations cliniques. International Orthodontics 2007 ; 5 : 357-392

205. Janssen KI, Raghoebar GM, Vissink A, et al. Skeletal anchorage in orthodontics-a review of various systems in animal and human studies. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:75–88.

206. Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, et al. Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(6):723–33.

207. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Sfondrini G. Upper molar distalization: a critical analysis Orthod. Craniofacial Res. 5, 2002; 114–126

208. Kinzinger G, Eren M, Diedrich P. Treatment effects of intraoral appliances with conventional anchorage designs for non-compliance maxillary molar distalization. A literature review. European Journal of Orthodontics 2008 ; 30 ; 558–571.

209. Antanakoris GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II Malocclusion : a systematic review. Angle Orthodontist, 2008 ; 78 : 6.

210. Fudalej P, Antoszewska J. Are orthodontic distalizers reinforced with the temporary skeletal anchorage devices effective? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:722-9

211. Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, et al. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. Angle Orthod 2009;79(1):78-84.

212. De Clerck HJ, Cornelis MA. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 2: Class II nonextraction treatment. J Clin Orthod. 2006 May;40(5):290-8

213. Cornelis MA, De Clerck HJ. Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Sep;132(3):373-7.

214. Nur M ; Bayram M; Celikoglu M et al. Effects of maxillary molar distalization with Zygoma-Gear Appliance. Angle Orthod. 2012;82:596–602.

215. Kilkis D, Bayram M, Celikoglu M et al. Unilateral maxillary molar distalization with zygoma-gear appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142

216. Kaya B, Arman A, Uckan S et al. Comparison of the zygoma anchorage system with cervical headgear in buccal segment distalization. European Journal of Orthodontics ,2009 ; 31 ; 417–424.

217. Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, et al. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:130-38

218. Finotti M, Del Torre M, Roberto M, et al. La distalisation des molaires mandibulaires peut-elle être facilitée ? Une nouvelle méthode thérapeutique. Orthod Fr 2009;80:371–378

219. Oh YH, Park YS, Kwon TG. Treatment effects of microimplant-aided sliding mechanics on distal retraction of posterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:470-81

220. Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group Distal Movement of Teeth Using Microscrew Implant Anchorage. Angle Orthod 2005 ; 75 (4) : 602-609.

221. Chung KR, Kim SH, Kook YA. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. Angle Orthod 2005;75:119-28

222. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscrew implants. Angle Orthod 2004;74:539-49

223. Chung KR, Ahn HW, Kim SJ,et al. Correction of collapsed occlusion with degenerative joint disease focused on the mandibular arch and timely relocation of a miniplate. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:53-63.

224. Nakamura A, Teretani T, Itoh H, et al. Photoelastic stress analysis of mandibular molars moved distally with the skeletal anchorage system. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132:624–629.

225. Sugawara J, Umemori M, Mitani H, et al. Orthodontic treatment system for class III malocclusion using titanium miniplate as an anchorage. Jpn J Orthod Soc 1998;57:25–35.

226. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, et al. A clinical evaluation on the efficacy of titanium miniplates as an orthodontic anchorage. Jpn J Orthod Soc 1999;58:136–147.

227. Joondeph DR, Riedel RA. Retention and relapse. In: Graber TM, Vanarsdall RL, editors. Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis: Mosby; 1985. p. 909-50.

228. Chung KR, Mitsugi M, Lee BS. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage in adults—sagittal correction and open bite correction. J Oral Maxillofac Surg 2009 ; 67:2130-2148.

229. Seo KW, Ahn HW, Kim SH, et al.Miniplate with a bendable C-tube head allows the clinician to alter biomechanical advantage without physically moving the skeletal anchorage device. J Craniofac Surg. 2014 ;25(2):686-9

230.Bailleau A. Utilisation des plaques d'ancrage pour le traitement orthodontique de l'adulte.Mémoire de CECSMO, Dec. 2012, Lyon.

231. Akay MC. Corticotomy and miniplate anchorage for treating severe anterior open-bite: current clinical applications, chap 29 *in* A Textbook of Advanced Oral and Maxillofacial Surgery, Motamedi M, InTech, Juin 2013, 856p

232. Ahn HW, Chung KR, Kanga SM et al. Correction of dental Class III with posterior open bite by simple biomechanics using an anterior C-tube miniplate. Korean J Orthod 2012;42(5):270-278.

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, le Directeur de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux ,

Date, Signature :

CAVARE Anaïs

Apport des corticotomies alvéolaires dans la distalisation molaire avec miniplaques d'ancrage: Revue de la littérature et cas cliniques.

Thèse Chir. Dent. ; Université Bordeaux ; 2014 : № :20.

RESUME en français :

La distalisation molaire est un mouvement recherché mais difficile à réaliser en orthodontie. De nombreux appareils ont été proposés mais les résultats sont décevants, en particulier à la mandibule. L'association de corticotomies alvéolaires et de miniplaques d'ancrage nous a semblé être une thérapeutique prometteuse pour faciliter la distalisation des molaires mandibulaires. Par analogie avec l'ingression molaire où une telle association a montré des résultats probants, nous avons réalisé une distalisation molaire mandibulaire avec miniplaques d'ancrage et corticotomies sectorielles.Dans cette thèse, nous présentons 3 cas de patients adultes qui ont bénéficié de ce protocole innovant dans le service d'orthodontie du CHU Pellegrin à Bordeaux. Nous avons obtenu un recul significatif des molaires mandibulaires compris entre 1,8 et 4,5 mm et un recul de l'apex allant jusqu' à 1,5 mm. La durée du recul a été divisée par deux par rapport à un recul avec miniplaques uniquement. Les avantages et les inconvénients de ce protocole sont discutés à la lumière de nos résultats cliniques. Cette étude préliminaire ouvre la voie à d'autres essais cliniques, à la mandibule mais aussi au maxillaire, afin de valider scientifiquement cette technique.

TITRE en anglais :

Contribution of alveolar corticotomy in molar distalization with orthodontic miniplates. Literature review and case report.

DISCIPLINE : Orthopédie dento-faciale

MOTS-CLES : Corticotomies alvéolaires ; miniplaques ; distalisation molaire.
KEY WORDS : Alveolar corticotomy ; miniplates ; molar distalization.

DIRECTEUR: Docteur Etienne Bardinet

INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R. OU DU LABORATOIRE :

UFR d'Odontologie
16 à 20cours de la Marne
33082 Bordeaux cedex