

Université de Montréal

Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire

par

Hélène Engel

Département de santé buccale – Section d'orthodontie
Faculté de médecine dentaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures et postdoctorales
en vue de l'obtention du grade de
Maîtrise ès Sciences (M.Sc.)
en médecine dentaire, option orthodontie

Juin 2012

© Hélène Engel, 2012

Université de Montréal
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire

Présenté par :
Hélène Engel

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Andrée Montpetit, président-rapporteur

Dr Claude Remise, directeur de recherche

Dr François Bérubé, co-directeur

Dr Réjean Labrie, membre du jury

Résumé

Introduction : Cette étude vise à évaluer la stabilité de la chirurgie LeFort I multisegmentaire à moyen (fin du traitement orthodontique) et à long termes dans les trois plans de l'espace (transversal, antéro-postérieur et vertical).

Matériel et méthodes : L'échantillon étudié est composé de 31 patients traités en clinique privée, ayant eu une chirurgie LeFort I multisegmentaire en deux, trois ou quatre morceaux, et ayant terminé leur traitement orthodontique. Parmi eux, 17 patients ayant terminé leur traitement orthodontique depuis plus de deux ans (moyenne de trois ans post-traitement) ont permis d'évaluer la stabilité de la procédure chirurgicale à long terme.

La collecte des données a été réalisée sur des modèles et des radiographies céphalométriques latérales pris à des temps précis tout au long du traitement orthodontique, ainsi que pendant la période de contention.

Concernant l'analyse statistique, des T-tests et des corrélations de Pearson ont été utilisés. Le test de Bland-Altman et le coefficient de corrélation intra-classe ont permis d'analyser les fiabilités intra-examineur et inter-examineurs.

Résultats : Une récurrence transverse significative, mais très faible cliniquement, est constatée aux niveaux prémolaires et molaires entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique. Elle est corrélée avec l'expansion totale réalisée. Cette récurrence transverse est non significative suite au traitement orthodontique. Aucune corrélation statistiquement significative n'est mise en évidence entre le nombre de segments et la récurrence transverse postchirurgicale.

Une variation de certaines mesures antéro-postérieures et verticales statistiquement significative, mais faible cliniquement, est notée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (avancement et impaction postérieure). Pour les mesures antéro-postérieures et verticales, aucun changement n'est statistiquement significatif suite au traitement orthodontique.

Conclusion : Pour l'échantillon étudié, la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire est très bonne, dans les trois plans de l'espace étudiés.

Mots-clés : chirurgie orthognatique, ostéotomie LeFort I multisegmentaire, expansion maxillaire, stabilité transverse

Abstract

Introduction : The aim of this study was to evaluate the medium and long term stability of segmented LeFort I surgery in all three planes of space (transverse, sagittal and vertical).

Materials and methods : The sample consisted of 31 private practice patients that received a two, three, or four-piece segmented LeFort I surgery and who had finished their orthodontic treatment. Study models and cephalometric radiographs were analyzed before treatment, before surgery, after surgery, and at the end of the orthodontic treatment for the 31 patients as well as a minimum two years into retention for 17 patients (mean of 3 years post-treatment). T-tests and Pearson correlation tests were used. Intra and inter-examiner reliability were verified with Bland Altman and intraclass coefficient tests.

Results : A statistically significant transverse relapse was seen at the premolars and molars between surgery and the end of orthodontic treatment, that has little clinical significance. The relapse is correlated with the effective expansion. There was no significant relapse after orthodontic treatment was completed. There was no correlation between the amount of relapse observed and the amount of segments.

Statistically significant changes were measured in the post surgical phase for maxillary advancement and impaction cases, but were shown to be of limited clinical significance.

After removal of fixed appliances, no significant changes were noted.

Conclusion : Multisegmented Lefort I surgery appears to have good stability in all three planes of space in the studied sample.

Keywords : Orthognathic surgery, segmental LeFort I, maxillary expansion, transverse stability

Table des matières

<u>Chapitre 1. Introduction</u>	1
<u>2.1 Anatomie et croissance</u>	2
<u>2.1.1 Description anatomique du maxillaire</u>	2
<u>2.1.2 Croissance du maxillaire</u>	5
<u>2.1.3 Croissance et maturation de la suture palatine</u>	6
<u>2.1.4 Étude histologique de la suture palatine</u>	6
<u>2.1.5 Analyse radiologique de la suture palatine</u>	7
<u>2.1.6 Corrélation entre l'âge et la fusion de la suture palatine</u>	8
<u>2.1.7 Évaluation de la maturité squelettique</u>	9
<u>2.2 Les différents problèmes pouvant toucher le maxillaire</u>	10
<u>2.2.1 Problème antéro-postérieur</u>	10
<u>2.2.2 Problème vertical</u>	10
<u>2.2.3 Déficience maxillaire transverse</u>	11
<u>2.2.4 Combinaison de plusieurs déficiences du maxillaire</u>	17
<u>2.3 Traitements chirurgicaux d'une combinaison de problèmes au maxillaire</u>	17
<u>2.3.1 Combinaison EPRAC et 2^{ème} chirurgie</u>	17
<u>2.3.2 LeFort I multisegmentaire</u>	18
<u>2.3.3 Comparaison EPRAC vs LeFort I multisegmentaire</u>	26
<u>2.4 Stabilité des mouvements chirurgicaux</u>	30
<u>2.4.1 Stabilité des différents mouvements chirurgicaux</u>	30
<u>2.4.2 Hiérarchie de stabilité des différents mouvements chirurgicaux</u>	37
<u>2.4.3 Changements à long terme</u>	38
<u>2.4.4 Stabilité antéro-postérieure et verticale des LeFort I uni vs multisegmentaire</u> ...	38
<u>2.4.5 Stabilité transverse du LeFort I multisegmentaire</u>	40
<u>2.4.6 Stabilité de l'expansion par EPRAC vs LeFort I multisegmentaire</u>	43
<u>2.5 Problématique</u>	48
<u>2.5.1 Objectif et hypothèse de recherche</u>	48

<u>Chapitre 3. Méthodologie</u>	49
<u>3.1 Type d'étude</u>	49
<u>3.2 Comité d'éthique</u>	49
<u>3.3 Échantillon</u>	51
<u>3.3.1 Taille de l'échantillon</u>	51
<u>3.3.2 Critères d'inclusion</u>	52
<u>3.3.3 Critères d'exclusion</u>	52
<u>3.3.4 Recrutement des sujets</u>	52
<u>3.3.5 Caractéristiques de l'échantillon</u>	53
<u>3.4 Protocole clinique</u>	53
<u>3.5 Protocole de prise de mesures</u>	55
<u>3.5.1 Prise de mesures sur modèles</u>	55
<u>3.5.2 Prise de mesures radiologiques</u>	55
<u>3.5.3 Photographies intraorales</u>	56
<u>3.6 Statistiques</u>	56
<u>3.7 Résultats attendus</u>	57
<u>Chapitre 4. Article</u>	58
<u>Chapitre 5. Discussion</u>	78
<u>5.1 Limitations de l'étude</u>	78
<u>5.2 Avenues de recherche</u>	78
<u>Chapitre 6. Conclusion</u>	80
<u>Bibliographie</u>	i
<u>Annexes</u>	ix

Liste des tableaux

Tableau I	Mesures céphalométriques.....	64
Tableau II	Variation dans le temps des mesures transverses statistiquement significatives.....	67
Tableau III	Variation dans le temps des mesures antéropostérieures statistiquement significatives.....	70
Tableau IV	Variation dans le temps des mesures verticales statistiquement significatives.....	71

Liste des figures

Figure 1	Le maxillaire supérieur	4
Figure 2	Apparence de la suture palatine.....	7
Figure 3	Les six stades de la maturation des vertèbres cervicales (CVM)	9
Figure 4	Les principaux sites de résistance aux forces d'expansion palatine.....	15
Figure 5	Hierarchie de stabilité des procédures de chirurgie orthognathique.....	37
Figure 6	Mesure des distances inter-canines, inter-prémolaires et inter-molaires.....	64
Figure 7	Variation de la distance inter-canines (pointes canines) en fonction du temps.....	68
Figure 8	Variation de la distance inter-prémolaires (fosses mésiales des 4) en fonction du temps.....	68
Figure 9	Variation de la distance inter-molaires (fosses centrales des 6) en fonction du temps.....	69
Figure 10	Variation de la distance inter-molaires (JEC au palatin des 6) en fonction du temps.....	69

Liste des abréviations

EPRAC	Expansion palatine rapide assistée chirurgicalement
RC	Relation centrée
OC	Occlusion centrée
3D	Trois dimensions
UNC	University of North Carolina
EPR	Expansion palatine rapide
MMF	Maxillomandibular fixation
RIF	Rigid internal fixation
TVRO	Transoral vertical ramus osteotomy
BSSO	Bilateral sagittal split osteotomy
TPA	Transpalatal arch
CÉRSS	Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé (Université de Montréal)

À mon mari, pour son soutien infaillible. Les actes ont plus de poids que les mots...
À mon fils, pour sa joie de vivre et son sourire qui illuminent ma vie.
À mes parents, pour m'avoir donné l'envie d'avancer...

Remerciements

Je veux exprimer mes sincères remerciements au Dr Claude Remise, chef de la Section d'orthodontie et directeur de ce projet de recherche. Pour son dévouement inconditionnel, sa générosité et la qualité de son enseignement, pour la confiance qu'il m'a accordée au cours de ces trois dernières années, qu'il reçoive ici le témoignage de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Un grand merci au Dr François Bérubé, co-directeur de cette maîtrise, pour m'avoir suggéré le sujet de ce projet de recherche et m'avoir ouvert les portes de son bureau. Pour sa disponibilité et sa confiance, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je souhaite également remercier le Dr Andrée Montpetit pour son implication dans ce projet en tant que président-rapporteur. Pour son professionnalisme et sa gentillesse, qu'elle trouve ici le témoignage de ma plus vive estime.

Mes remerciements vont au Dr Réjean Labrie pour avoir accepté de faire partie de ce jury en tant que membre externe, mais aussi et surtout pour son importante contribution à ma formation en orthodontie. Je lui adresse tout particulièrement un grand merci pour sa disponibilité et son écoute qui m'ont beaucoup touchée. Qu'il soit assuré de ma sincère reconnaissance et de ma plus haute considération.

Je souhaite également remercier le Dr Jack Turkewicz pour sa contribution à ce projet de recherche ainsi qu'à mon apprentissage. Pour son enseignement, sa patience et sa générosité exemplaires, qu'il soit assuré de ma reconnaissance et de mon profond respect.

Un grand merci à M Pierre Rompré pour son aide précieuse lors de l'analyse statistique des résultats ainsi qu'au Dr Nelly Huynh pour ses conseils et sa disponibilité lors de la rédaction de ce projet de recherche.

Je tiens aussi à remercier tous les professeurs et cliniciens de la Section pour le temps et l'énergie qu'ils nous consacrent afin de préserver la qualité de l'enseignement de l'orthodontie.

En dernier lieu, je voudrais remercier mes trois collègues et amis, Sandra, David et Ross, sans qui ces trois dernières années n'auraient pas été les mêmes.

Chapitre 1. Introduction

Une déficience transverse du maxillaire est une composante majeure de nombreuses malocclusions. Chez un patient jeune, une expansion orthopédique est utilisée de façon courante afin de corriger cette déficience transverse. Chez un patient adulte, qui a atteint sa maturité squelettique, les nombreuses interdigitations de la suture palatine ainsi que la fusion des sutures circummaxillaires l'obligent à subir une procédure chirurgicale afin de pouvoir corriger cette déficience.

La déficience transverse est rarement isolée. Elle est en effet le plus souvent accompagnée d'un problème antéropostérieur et vertical. Chez un adulte, le traitement chirurgical d'une malocclusion touchant les trois plans de l'espace peut être fait de deux façons : soit avec deux phases chirurgicales, avec une expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) suivie d'une ostéotomie LeFort I en un morceau, soit en une seule phase chirurgicale, grâce à une ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire.

L'ostéotomie LeFort I multisegmentaire a fréquemment été la cible de nombreuses critiques, pointant du doigt la morbidité et les complications qui lui sont associées depuis longtemps. La procédure chirurgicale étant plus complexe, elle a été délaissée par une grande majorité de chirurgiens, mettant en avant son instabilité en comparaison avec la procédure d'EPRAC. Cependant, cela était basé sur des études réalisées il y a plusieurs dizaines d'années, ne tenant donc pas compte de l'évolution des techniques chirurgicales.

Quelques études ont récemment analysé les complications liées au LeFort I multisegmentaire, mais très peu se sont penchées sur la stabilité de cette procédure.

Ce projet de recherche a donc pour but d'évaluer la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire, et ce dans les trois plans de l'espace, c'est-à-dire transversal, vertical et antéro-postérieur.

Chapitre 2. Recension des écrits scientifiques

2.1 Anatomie et croissance

2.1.1 Description anatomique du maxillaire

Le terme « maxillaire », utilisé de façon courante, comprend généralement les deux os maxillaires et les deux os palatins. Il forme l'essentiel du squelette de la face et est situé au-dessus de la cavité buccale, sous les cavités orbitaires et de part et d'autre des fosses nasales, participant ainsi aux parois de toutes ces cavités.¹ Les sinus maxillaires sont contenus dans les os maxillaires, occupant les deux tiers supérieurs de ces os.^{1,2}

Les os maxillaires s'articulent entre eux et avec les os suivants : le frontal, le sphénoïde, l'éthmoïde, les zygomatiques, les palatins, les nasaux, le vomer, les lacrymaux, les cornets nasaux inférieurs et les cartilages septal et nasaux.¹ Les sutures fronto-maxillaire, sphéno-maxillaire, éthmoïdo-maxillaire, zygomatoco-maxillaire, naso-maxillaire, voméro-maxillaire, lacrymo-maxillaire, palatine transverse ou palato-maxillaire et intermaxillaire ou palatine médiane bordent donc chacun des os maxillaires.

L'os maxillaire est composé de plusieurs parties : un corps de forme pyramidale, contenant le sinus maxillaire, et différents processus, frontal, zygomatique, palatin et alvéolaire. Les deux processus palatins s'articulent ensemble au niveau de la suture intermaxillaire pour former l'essentiel du palais osseux. La fosse incisive, ou foramen incisif, est située sur la suture intermaxillaire, à son extrémité antérieure, et est la voie d'entrée du canal palatin antérieur, qui contient les nerfs et vaisseaux naso-palatins.¹ Les processus palatins s'articulent en avant du maxillaire en créant une saillie triangulaire nommée épine nasale antérieure.^{2,3} Les processus alvéolaires sont situés au niveau de la partie inférieure des os maxillaires et contiennent les dents maxillaires.¹

Les os palatins s'articulent entre eux et avec les os maxillaires, formant la suture palatine transverse avec les processus palatins du maxillaire, et sont également reliés au sphénoïde, à l'ethmoïde, au vomer et aux cornets nasaux inférieurs.¹

Les os palatins sont en forme de L. Ils comprennent un processus pyramidal, où se situe le foramen petit palatin, une lame perpendiculaire qui participe à la constitution de la fosse ptérygo-palatine et à la paroi latérale des fosses nasales, et une lame horizontale, qui constitue la limite inférieure des fosses nasales et la partie postérieure du palais osseux. L'épine nasale postérieure est formée par la réunion des deux lames horizontales sur la ligne médiane. Le foramen grand palatin se situe au niveau de la lame horizontale.¹

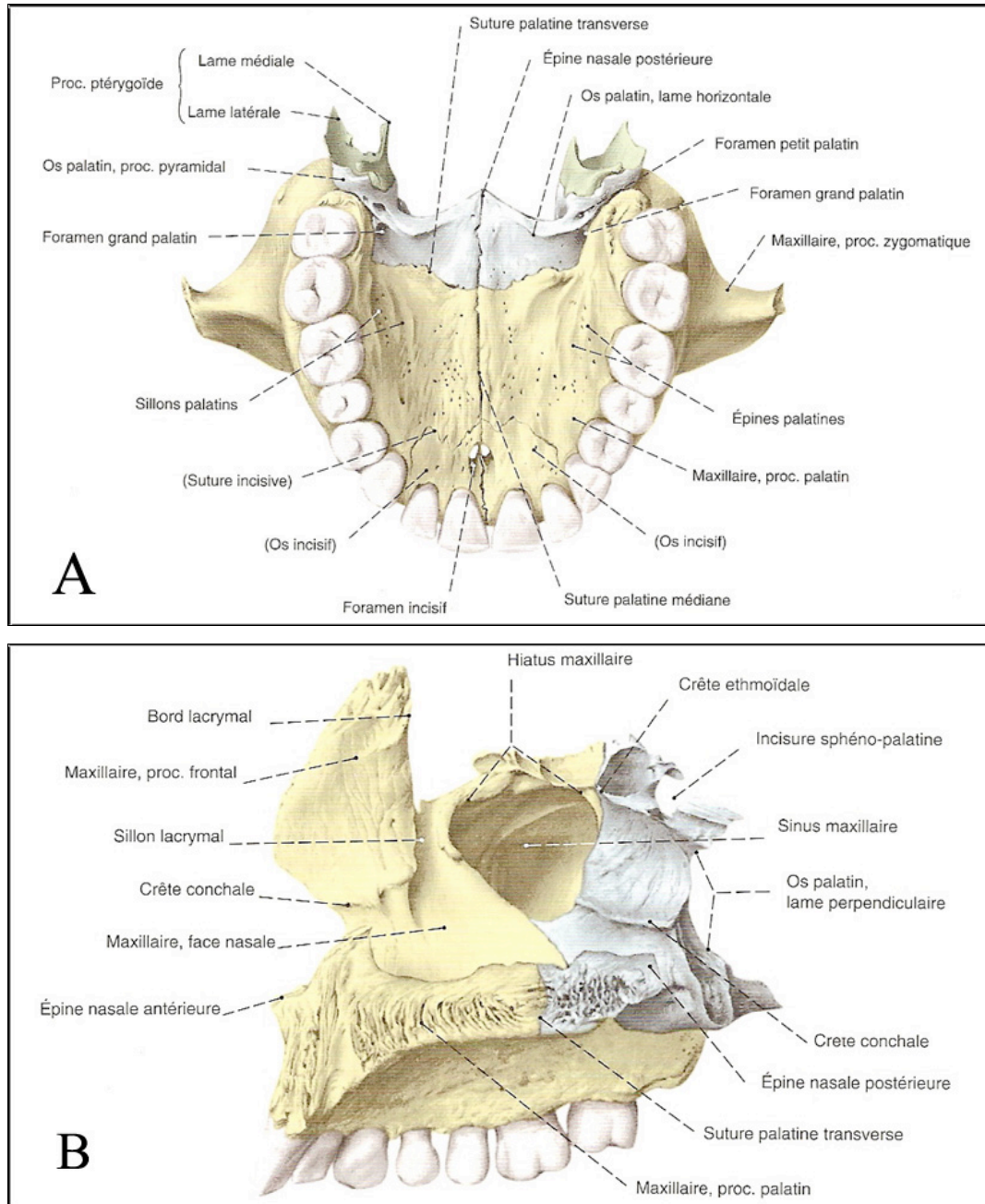


Figure 1 : Le maxillaire supérieur en vue inférieure (A) et médiale (B)

Adapté de Putz, Sobotta atlas d'anatomie humaine, 1997.³

2.1.2 Croissance du maxillaire

L'os maxillaire est dérivé du premier arc branchial. C'est la fusion des bourgeons nasaux médians au niveau de la ligne médiane qui conduit à la formation du segment intermaxillaire, qui donnera le philtrum et le palais primaire, vers la 5^{ème} semaine in utero. Les bourgeons maxillaires, eux, forment des lames, les processus palatins, qui se dirigent vers l'intérieur et sont séparés par la langue. Ils vont fusionner pour former le palais secondaire, à la 8^{ème} semaine. Les tissus qui constituent les palais primaire et secondaire se rejoignent au niveau du foramen incisif. Les palais primaire et secondaire et le septum nasal vont ensuite fusionner pour former le palais définitif.¹

Après la naissance, le maxillaire se développe uniquement par ossification intramembraneuse. Globalement, il se déplace vers l'avant et vers le bas au cours de son développement, par rapport au crâne et à la base crânienne. Pendant les premières années de vie, le déplacement vers l'avant induit par la croissance de la base crânienne est prépondérant, puis, vers l'âge de sept ans, la croissance neurale étant terminée, ce déplacement passif diminue fortement et c'est la croissance suturale qui devient le mécanisme principal permettant le mouvement antérieur du maxillaire.⁴ L'apposition osseuse a lieu de part et d'autre des sutures avoisinantes, ce qui permet également aux os adjacents de croître. La croissance se fait aussi par remodelage de surface. Au niveau de la tubérosité, une apposition osseuse dans le sens sagittal permet de créer de l'espace pour les molaires maxillaires. C'est également un phénomène d'apposition qui a lieu sur l'ensemble de la voûte palatine, contrairement au plancher nasal qui est résorbé. Pendant que le maxillaire croît vers l'avant et vers le bas, il subit du remodelage, principalement sous forme de résorption au niveau de sa face antérieure externe, hormis une toute petite région située au niveau de l'épine nasale antérieure.⁴

La croissance du maxillaire dans les trois plans de l'espace se termine selon une séquence particulière. La croissance en largeur est complétée en premier, en grande partie avant le

pic de croissance. La croissance antéro-postérieure se termine essentiellement à la fin de la puberté, alors que la croissance verticale diminue vers la vingtaine pour les garçons et légèrement avant pour les filles. La croissance, principalement celle dans le plan vertical, se poursuit à l'âge adulte, à un niveau très modeste.⁴

2.1.3 Croissance et maturation de la suture palatine

La croissance se fait par apposition osseuse au niveau des marges de la suture palatine, grâce aux couches cellulaires présentes de part et d'autre de celle-ci.

Bjork a démontré, grâce à ses recherches avec les implants, que la croissance et la maturation de la suture palatine se fait de façon parallèle avec le développement squelettique général, particulièrement en ce qui a trait aux moments du pic et de la fin de la croissance.⁵ Selon plusieurs études, la fin de la croissance transverse du maxillaire et la fermeture des sutures circummaxillaires se font vers l'âge squelettique (maturation générale du squelette) de 14-15 ans chez les filles et 15-16 ans chez les garçons.^{6,7}

La fermeture de la suture palatine débute postérieurement.⁴ L'oblitération osseuse au niveau de la suture est causée par une formation osseuse prématurée ou accélérée au sein de la matrice fibreuse suturale. Cela peut être dû à une augmentation du nombre de cellules, qui entraîne donc une augmentation de la densité cellulaire et induit la différenciation osseuse, ou bien à un signal direct de différenciation cellulaire prématurée. Ces fonctions cellulaires sont contrôlées par différents facteurs de croissance et de transcription.⁸

2.1.4 Étude histologique de la suture palatine

Melsen, en 1975, a étudié le développement du palais dur grâce à des techniques d'histologie et de microradiographie conventionnelles. Les coupes histologiques provenaient de prélèvements réalisés lors de l'autopsie d'enfants et d'adolescents âgés de 0 à 18 ans.⁹ Il a alors montré que la morphologie de la suture palatine évolue au cours du

développement post-natal. À la naissance, la suture est large et plutôt rectiligne, en forme de Y, et ce jusqu'à l'âge de 10 ans (stade infantile). Entre 10 et 13 ans (stade juvénile), la suture devient sinueuse, et il y a invagination de sections de part et d'autre. À l'adolescence, cela s'accroît, la suture étant de plus en plus sinueuse avec de multiples interdigitations.⁹ Le développement de ces interdigitations et la création de ponts osseux au niveau de la suture rendent alors l'expansion squelettique maxillaire difficile voire impossible chez l'adulte.⁴

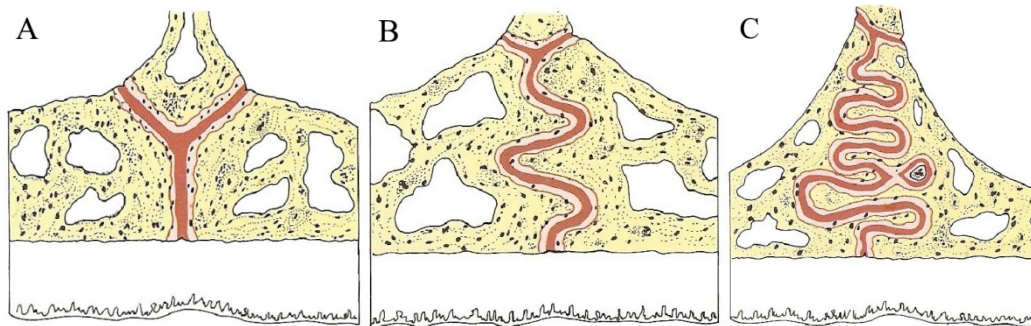


Figure 2 : Apparence de la suture palatine au stade infantile (A), juvénile (B) et à l'adolescence (C)

Adapté de Proffit *et al.*, Contemporary orthodontics, 4th ed., 2007.⁴

2.1.5 Analyse radiologique de la suture palatine

Dans le passé, certains auteurs recommandaient de prendre une radiographie occlusale afin d'évaluer l'ossification de la suture palatine.¹⁰ Cette méthode est actuellement reconnue comme étant peu fiable, à cause de la superposition des autres structures osseuses sur la suture palatine et du manque de visualisation de la partie postérieure de la suture, là où l'oblitération de la suture est la plus commune.⁸

2.1.6 Corrélation entre l'âge et la fusion de la suture palatine

Le lien entre l'âge chronologique et l'ossification de la suture palatine a été sujet à débat, les résultats des études portant sur ce sujet étant extrêmement variables. Cette variabilité concorde avec les résultats de Persson et Thilander⁷ qui ont montré, en étudiant des crânes, que le moment où l'ossification de la suture palatine se fait varie grandement selon les individus, et qu'on ne peut donc se fier à l'âge du patient pour le déterminer.

Il est également important de bien tenir compte de l'histoire médicale du patient car une ossification prématurée peut être associée à des désordres métaboliques (hyperthyroïdisme, maladie de Ricketts hypophosphatémique résistante à la vitamine D, mucopolysaccharidoses et mucopolipidoses).⁸

L'ossification de la suture palatine est souvent citée comme étant la cause de la résistance à l'expansion palatine rapide. Cependant, en 2004, l'étude histomorphométrique de Knaup¹¹ a permis de porter un nouveau regard sur ce sujet. Elle a ainsi montré qu'il existe en effet un processus de maturation squelettique au niveau de la suture palatine, mais que la proportion de tissu ossifié est faible, même chez les patients d'âge avancé. Aucune différence n'a pu être notée entre les différentes régions de la suture (antérieure, médiane, postérieure). L'ossification de la suture palatine ne pourrait donc expliquer la résistance observée lors d'une expansion palatine rapide, même chez des individus de plus de 25 ans. La résistance à l'expansion s'expliquerait plutôt par les interdigitations importantes au niveau de la suture palatine comme au niveau des autres sutures maxillaires et par l'augmentation de la rigidité de l'os maxillaire avec l'âge.

Selon Betts, la résistance à l'expansion est liée aux sutures zygomaxillaire, ptérygomaxillaire et nasomaxillaire, ainsi qu'à la suture palatine.¹² Les deux zones de résistance les plus importantes seraient au niveau du pilier zygomatique et de la jonction ptérygomaxillaire.⁸

2.1.7 Évaluation de la maturité squelettique

Étant donné le fait qu'on ne peut se fier à l'âge chronologique du patient, plusieurs autres indicateurs peuvent aider à déterminer la maturation squelettique, dont : la taille, le développement et l'éruption dentaires, la ménarche ou la mue de la voix, la maturation squelettique de la main ou du poignet. Ce dernier indicateur a été utilisé pendant de nombreuses années afin de déterminer la maturation squelettique, car il permettait de donner une estimation assez précise du développement squelettique. Plus récemment, une méthode basée sur la morphologie des vertèbres cervicales visibles sur une radiographie céphalométrique latérale a été développée.⁴

Franchi et Baccetti ont ainsi créé la méthode CVM (Cervical Vertebral Maturation), qui permet d'identifier le stade de maturation grâce à l'analyse de la forme des vertèbres cervicales C2, C3 et C4. Elle comporte six stades, de CS1 à CS6, et le pic pubertaire se situe habituellement entre les stades CS3 et CS4.¹³

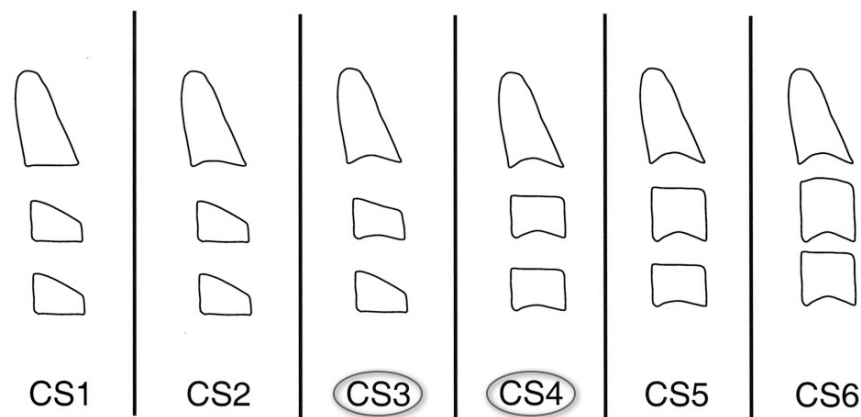


Figure 3 : Les six stades de la maturation des vertèbres cervicales (CVM)

Adapté de Baccetti *et al.*, *Semin Orthod*, 2005.¹³

Initialement, elle était basée sur l'étude de cinq vertèbres, de C2 à C6, et comportait six stades (CVS).¹⁴ Deux ans plus tard, quelques modifications ont été apportées à cette

méthode. Elle comportait alors cinq stades (CVMS), et était basée sur l'analyse des trois vertèbres C2, C3 et C4.¹⁵

L'avantage de cette méthode est qu'aucune radiographie supplémentaire n'est nécessaire, la radiographie céphalométrique latérale étant prise de routine lors de l'examen clinique du patient.⁴ D'autre part, la détermination de l'âge squelettique par le développement vertébral est aussi précise que celle obtenue avec la technique de la radiographie de la main et du poignet.^{4,16-18}

2.2 Les différents problèmes pouvant toucher le maxillaire

2.2.1 Problème antéro-postérieur

Un problème antéro-postérieur peut avoir pour cause le maxillaire, la mandibule ou bien les deux, que ce soit par rétrusion ou par protrusion.

La relation de Classe II peut être constatée chez près d'un tiers de la population, ce qui en fait un des problèmes orthodontiques les plus fréquents.¹⁹⁻²¹ Elle est le plus souvent due à une rétrusion squelettique mandibulaire.¹⁹

La relation de Classe III est beaucoup moins fréquente, mais sa prévalence varie selon les populations. Elle touche en effet 1 à 5 % des caucasiens, mais de 9 à 19 % des asiatiques.²² Le maxillaire est déficient dans près de 50 % des cas dans la population d'Amérique du Nord.²³

2.2.2 Problème vertical

Une hauteur faciale antérieure excessive, particulièrement dans le tiers inférieur, et une augmentation de l'angle du plan mandibulaire par rapport à la normale sont quelques uns

des critères caractéristiques d'un individu dolichofacial. L'hérédité joue un rôle assez important dans ce patron de croissance particulier.⁴

Un individu de type brachyfacial va présenter généralement une réduction de la hauteur faciale antérieure, un angle du plan mandibulaire réduit, et la hauteur du ramus peut être augmentée.⁴

2.2.3 Déficience maxillaire transverse

Une déficience transverse du maxillaire est présente dans de nombreuses malocclusions, et est souvent associée à une déficience antéro-postérieure et/ou verticale.

2.2.3.1 Diagnostic

Des corridors buccaux excessivement larges, une région para-nasale creuse et une base alaire étroite suggèrent une déficience transverse du maxillaire. Un articulé croisé uni ou bilatéral, un chevauchement sévère, une arcade en forme de V ou de trou de serrure, une voûte palatine profonde et étroite sont autant d'indicateurs d'une déficience transverse.⁸

Un diagnostic de déficience transverse du maxillaire est justifié lorsque le maxillaire est étroit comparativement au reste de la face. Une comparaison avec les moyennes normales établies pour la population en ce qui concerne la largeur transverse maxillaire n'est pas appropriée selon Proffit, qui recommande une comparaison avec d'autres mesures transverses du même patient, comme la largeur bizygomatique.⁴

L'inclinaison bucco-linguale des dents postérieures est à prendre en considération. Il est également très important d'évaluer la présence d'un glissement RC-OC à la fermeture. Il peut parfois même être nécessaire de déprogrammer les muscles à l'aide d'une plaque amovible maxillaire avec un plan de morsure rétro-incisif (bite plate) afin de pouvoir vraiment identifier la nature du glissement.⁸

Avec un patient présentant une malocclusion de Classe III, il est particulièrement important de placer les modèles en relation de Classe I afin de déterminer si la déficience transverse maxillaire est absolue ou bien relative, ceci signifiant qu'elle est causée uniquement par la dysharmonie antéro-postérieure existant entre le maxillaire et la mandibule.

Certains index existent afin de diagnostiquer un manque transverse. Ils ne sont toutefois pas très fiables et sont spécifiques à une population donnée.

Betts¹² se base sur l'analyse des radiographies céphalométriques postéro-antérieures afin d'évaluer un éventuel décalage squelettique entre le maxillaire et la mandibule. Le fait que les mesures soient basées sur des points de repère osseux éloignés de la dentition et des bases apicales a conduit certains auteurs à critiquer ce moyen d'évaluation.⁸

L'avènement de l'imagerie 3D permet désormais l'évaluation des relations dans l'espace de différentes régions des mâchoires et la création de coupes horizontales, nous fournissant ainsi un nouveau moyen diagnostique.⁸

2.2.3.2 Prévalence

L'estimation de la prévalence de la déficience transverse du maxillaire va de 10 à 15 % dans la population adolescente américaine^{24 25} à 30 % des adultes vus en consultation pour le traitement d'une malformation dento-faciale.²⁶ Selon une autre étude, seulement 9,4 % de la population américaine a un articulé croisé postérieur, qui est le plus fréquemment causé par un maxillaire étroit.²⁷

Aucune donnée concernant le pourcentage de patients ayant uniquement une déficience transverse sans avoir de problème squelettique verticalement ou antéro-postérieurement n'est toutefois disponible,²⁸ même s'il est clair qu'un maxillaire étroit est très souvent accompagné d'un problème dans le sens vertical et/ou antéropostérieur. On peut ainsi constater fréquemment un développement vertical excessif du maxillaire accompagnant la

déficiences transverses, que ce soit chez des individus de classe II ou de classe III,²⁸ et associé ou non à une béance antérieure (open bite).²⁹

2.2.3.3 Étiologie

L'étiologie de la déficience maxillaire transverse est multifactorielle.¹²

Il existe une implication génétique et congénitale dans l'étiologie de cette déficience.^{12,30} Certains syndromes sont caractérisés par une hypoplasie du maxillaire (Crouzon, Apert). Des facteurs iatrogéniques peuvent également être mis en évidence (suite à une chirurgie de fente labiale et palatine).

Les habitudes orales et une altération du patron respiratoire peuvent contribuer à ce qu'une constriction du maxillaire s'établisse. En effet, une habitude telle que la succion du pouce, une position basse de la langue, ainsi qu'une respiration nasale déficiente causée, par exemple, par des adénoïdes ou des amygdales de taille importante sont des facteurs impliqués dans l'étiologie d'une déficience transverse du maxillaire.³⁰

2.2.3.4 Traitement

La correction de cette déficience transverse du maxillaire est nécessaire afin d'obtenir une occlusion stable et fonctionnelle.

Selon sa sévérité et le stade de maturation squelettique de l'individu, différents traitements sont possibles : l'expansion sur fil orthodontique, l'expansion palatine orthopédique, l'expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) et l'expansion par ostéotomie LeFort I multisegmentaire.

2.2.3.4.1 Expansion palatine orthopédique

L'expansion de la suture palatine doit être utilisée dans les cas de déficience transverse, afin de corriger un articulé croisé squelettique et/ou rendre une largeur normale à un

maxillaire étroit, et non, selon Proffit, afin de diminuer le chevauchement lorsque le maxillaire est de taille normale.⁴

Tous les appareils d'expansion vont avoir tendance à séparer la suture palatine tout en ayant un effet dentaire au niveau des molaires chez un enfant jusqu'à l'âge de 9 ou 10 ans. Il est très important de ne pas réaliser d'expansion rapide ni d'utiliser de force élevée chez un enfant âgé de moins de 7 ans à cause du risque de produire des changements indésirables au niveau du nez.⁴

À l'adolescence, une force relativement élevée, avec un appareil rigide muni d'une vis d'expansion, est nécessaire afin de séparer la suture devenue plus tortueuse et avec de plus en plus d'interdigitations. Le maxillaire s'ouvre alors plus antérieurement que postérieurement, et plus inférieurement que supérieurement, comme si une charnière était présente à la base du nez.⁴ L'expansion peut être rapide (0,5 à 1 mm par jour), semi-rapide (0,2 mm par jour) ou lente (1 mm par semaine). Les résultats au niveau dentaire et squelettique sont les mêmes à long terme, mais l'expansion lente permet une réponse plus physiologique.⁴ L'appareil d'expansion peut également être relié à des vis placées dans le palais, ce qui évite alors toute pression sur les dents.⁴

La répartition des mouvements osseux et dentoalvéolaires se produisant lors de l'expansion varie selon la maturité squelettique. Krebs a ainsi montré que l'expansion chez les enfants était 50 % squelettique et 50 % dentaire, alors que chez l'adolescent, elle est 35 % squelettique et 65 % dentaire.³¹

Par la suite, l'expansion orthopédique devient beaucoup plus difficile, la suture présentant de plus en plus d'interdigitations, avec la création de ponts osseux.⁴ Plusieurs études ont montré que la résistance aux forces d'expansion palatine ne provient pas en grande partie de l'ossification de la suture intermaxillaire, mais est plutôt liée aux sutures circummaxillaires.^{11,12} Betts a ainsi identifié les principales zones de résistance aux forces latérales d'expansion comme étant les apophyses piriformes en antérieur, les apophyses

zygomatiques au niveau latéral, les jonctions ptérygo-maxillaires en postérieur. La suture palatine est également impliquée dans cette résistance, mais avec un rôle moins important que les autres.¹² Une intervention chirurgicale s'avère alors nécessaire afin de pouvoir réaliser l'expansion du maxillaire.⁴

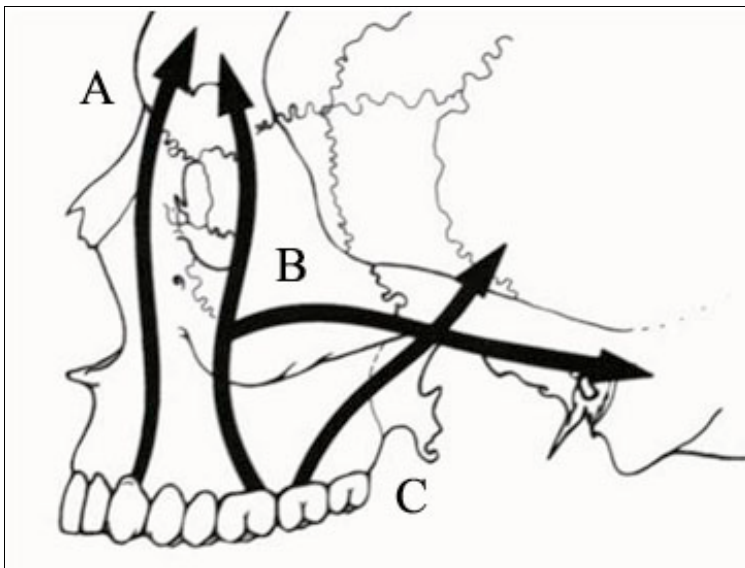


Figure 4 : Les principaux sites de résistance aux forces d'EP : les apophyses piriformes (A), les apophyses zygomatiques (B), les jonctions ptérygo-maxillaires (C) et la suture intermaxillaire (non visible sur cette image)

Adapté de Betts *et al.*, *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 1995.¹²

2.2.3.4.2 Expansion palatine chirurgicale

Lors d'une expansion palatine orthopédique, la tendance à la récurrence augmente avec la maturité squelettique, car il y a alors moins de déplacement osseux et plus de mouvements dento-alvéolaires. L'expansion palatine non chirurgicale peut poser de nombreux problèmes chez l'adulte. La suture peut être impossible à ouvrir, engendrant de la douleur, de la nécrose au niveau des tissus mous palatins par pression, de la bascule et de l'extrusion

des dents maxillaires, une flexion de l'os alvéolaire et de la récurrence due à l'instabilité de l'expansion. Des complications parodontales importantes sont également notées, parmi elles une compression du ligament parodontal, de la résorption radiculaire, des récessions et des fenestrations.^{8,32,33}

Betts mesure le différentiel de largeur maxillomandibulaire sur une radiographie céphalométrique postéro-antérieure. En général, une déficience transverse maxillaire de moins de 5 mm chez un adulte peut être camouflée orthodontiquement avec des résultats assez stables, mais lorsque cette déficience est plus importante que 5 mm, avec des sutures totalement ou partiellement fusionnées dans le complexe crâniofacial, une approche chirurgicale est recommandée afin d'obtenir des résultats stables.^{12,34}

L'expansion palatine chirurgicale peut être réalisée de deux façons, soit par une expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC), soit par une ostéotomie LeFort I multisegmentaire. L'ostéotomie segmentaire du maxillaire est considérée comme étant une procédure fiable pour une déficience transverse allant jusqu'à 6-7 mm. Pour de plus grandes déficiences transverses, l'EPRAC est généralement recommandée.^{12,28}

Si une chirurgie maxillaire est nécessaire pour une autre raison (problème sagittal ou vertical) et que la déficience transverse est de 6 mm ou moins, une ostéotomie segmentaire du maxillaire devrait être recommandée. Une telle expansion peut être obtenue sans étirer excessivement la muqueuse palatine et sans bascule des segments dento-alvéolaires, deux facteurs qui incitent à la récurrence transverse. Même avec une récurrence anticipée de 50 % (inférieure ou égale à 3 mm, selon l'article de Phillips), cette correction chirurgicale peut conduire à un résultat stable, car la récurrence est englobée dans les compensations orthodontiques. Si une procédure maxillaire est nécessaire mais que la déficience transverse est de 7 mm ou plus, une EPRAC doit être réalisée en premier lieu, puis une deuxième chirurgie maxillaire afin de corriger les déficiences sagittale et verticale.³⁴

2.2.4 Combinaison de plusieurs déficiences du maxillaire

2.2.4.1 Traitement chirurgical

Si une chirurgie est nécessaire afin de corriger la position du maxillaire dans plusieurs plans de l'espace, il existe deux façons de procéder : soit par expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC), qui devra ensuite être suivie d'une deuxième chirurgie, un LeFort I en un morceau afin de corriger les problèmes verticaux et antéro-postérieurs, soit par une segmentation du maxillaire pendant un LeFort I, ceci permettant d'obtenir une expansion transverse tout en repositionnant le maxillaire verticalement et antéro-postérieurement, le tout dans une seule procédure chirurgicale.

2.3 Traitements chirurgicaux d'une combinaison de problèmes au maxillaire

2.3.1 Combinaison EPRAC et 2^{ème} chirurgie

L'EPRAC est une expansion palatine rapide réalisée à l'aide d'un appareil conventionnel, mais qui nécessite une phase chirurgicale préalable, afin de libérer les zones de résistance craniofaciale. Si des problèmes verticaux ou antéropostérieurs nécessitent aussi une approche chirurgicale, cela sera réalisé lors d'une deuxième phase.

Plusieurs techniques chirurgicales pour l'EPRAC existent, mais, à ce jour, aucun consensus concernant la meilleure technique chirurgicale n'a été établi. La majorité des méthodes utilisées implique la jonction zygomatoco-maxillaire et comporte un relâchement de la suture intermaxillaire et du septum nasal. L'approche la plus invasive consiste à relâcher les plaques ptérygoïdiennes, qui représentent un site de résistance considérable, aux dépens d'un risque d'hémorragie augmenté.

2.3.2 LeFort I multisegmentaire

2.3.2.1 Définition

L'ostéotomie maxillaire LeFort I permet de mobiliser la totalité de l'arcade dentaire supérieure et du palais afin de corriger une anomalie de positionnement du maxillaire. Lors d'une ostéotomie LeFort I multisegmentaire, des traits de segmentation interdentaires supplémentaires sont réalisés, séparant le maxillaire en plusieurs morceaux (deux, trois ou quatre morceaux).

2.3.2.2 Indications

La chirurgie LeFort I multisegmentaire permet de réaliser des mouvements dans les trois plans de l'espace lors d'une seule procédure chirurgicale (et donc une seule anesthésie générale). Elle est indiquée pour le traitement d'une déficience transverse accompagnée de déficiences verticales et/ou antéro-postérieures ainsi que d'une béance antérieure où il existe une différence appréciable entre les plans occlusaux antérieurs et postérieurs.³⁵⁻³⁷

Elle permet d'extraire des prémolaires et de repositionner postérieurement le segment antérieur maxillaire en maintenant l'inclinaison idéale des incisives. Elle permet également d'avoir une meilleure versatilité afin d'obtenir la meilleure occlusion pendant la chirurgie.^{36,37}

2.3.2.3 Procédure chirurgicale

2.3.2.3.1 Historique

En 1901, Le Fort a publié la description des plans naturels de fracture du maxillaire, mais c'est en 1927 seulement que l'ostéotomie de type LeFort I pour la correction des difformités de l'étage moyen a été décrite pour la première fois, par Wassmund. Toutefois, la mobilisation totale du maxillaire avec un repositionnement immédiat n'a été réalisée qu'à

partir de 1934 par Axhausen. La séparation de la jonction ptérygomaxillaire a été recommandée en 1942 par Schuchardt. Dans la majorité des cas, des forces orthopédiques étaient placées sur le maxillaire après une mobilisation, et de hauts taux de récurrence étaient constatés. La segmentation du maxillaire était pratiquée, mais avait également une stabilité limitée due à la mobilisation incomplète du maxillaire. C'est en 1965 qu'une mobilisation complète du maxillaire a été proposée par Obwegeser, afin que son repositionnement puisse être effectué sans tension. Dans les années 1970, l'ostéotomie LeFort I avec descente complète s'est imposée notamment avec les travaux de Bell, que ce soit pour une chirurgie en un morceau ou multisegmentaire. C'est également à partir de cette époque que l'utilisation de fixations rigides a commencé à se développer.³⁸

2.3.2.3.2 Procédure chirurgicale

L'exposition des régions antérieure, latérale et ptérygomaxillaire est réalisée grâce à une incision horizontale effectuée haut dans le vestibule, supérieurement à la jonction mucogingivale, au niveau des apex des dents maxillaires, entre les deux premières molaires. Les tissus mous sont alors rétractés, le nerf infraorbitaire est exposé, et la dissection des tissus au niveau du nez est réalisée. On procède ensuite à l'ostéotomie latérale du maxillaire, qui débute au niveau de la plus grande convexité du pilier zygomatique jusqu'à l'ouverture piriforme. Elle est continuée en postérieur vers le bas jusqu'au niveau de la jonction ptérygomaxillaire. Le septum nasal est ensuite séparé du maxillaire avec un ostéotome, puis la séparation ptérygomaxillaire est réalisée également grâce à un ostéotome (séparation entre les lames ptérygoïdes et la tubérosité du maxillaire). Une pression modérée dirigée vers le bas est alors exercée sur le maxillaire en antérieur. Lorsque le maxillaire est mobilisé, le mucopérioste nasal est élevé et les artères palatines descendantes sont mises en évidence. Les interférences osseuses sont éliminées. Le maxillaire et la mandibule sont ensuite fixés dans la plaque intermaxillaire, et le complexe maxillo-mandibulaire est alors placé de façon à avoir les condyles dans une position antéro-supérieure avant de subir son autorotation. Si des interférences osseuses entravent ce

mouvement, elles sont alors éliminées. Lorsque le complexe maxillo-mandibulaire est dans la position désirée, le maxillaire est stabilisé avec des fixations rigides. La fixation maxillo-mandibulaire est alors enlevée, et on fait effectuer à la mandibule une rotation afin de vérifier si elle se positionne bien par rapport à la plaque chirurgicale toujours attachée au maxillaire. Si c'est le cas, cette dernière est alors enlevée.³⁸

2.3.2.3.3 *Segmentation*

Après l'incision initiale, les tissus sont dégagés par tunnelisation jusqu'à la crête alvéolaire au niveau des sites d'ostéotomie. Les ostéotomies interdentaires doivent être réalisées avant l'incision horizontale et la descente du maxillaire, car il faut que le maxillaire soit stable.³⁸

Les racines de part et d'autre de l'ostéotomie verticale doivent être placées orthodontiquement pour avoir au moins 2 mm d'espace au niveau de la jonction énamocémentaire et 4 mm au niveau du tiers apical, pour éviter de compromettre la vascularisation et d'endommager les racines.³⁵ Dans un LeFort I en deux segments, l'ostéotomie est réalisée entre les deux incisives centrales. Dans un trois segments, si les six dents antérieures sont bien positionnées par rapport aux six dents inférieures, l'ostéotomie interdentaire est réalisée au distal des canines. Par contre, si les canines doivent subir une expansion, elles sont alors placées dans les segments postérieurs.

L'ostéotomie horizontale doit être positionnée au moins à 5 mm des apex des canines maxillaires pour minimiser le compromis vasculaire. Après la descente du maxillaire et sa mobilisation totale, les ostéotomies sont poursuivies. L'ostéotomie en Y est proche du milieu du palais dur, où l'os est épais et les tissus mous sont fins et étroitement liés à l'os, alors que l'ostéotomie en U est éloignée de la ligne médiane (de six à huit mm) et passe donc à un endroit où l'os est plus mince et les tissus mous sont plus épais. Cela réduit le risque de perforation palatine, particulièrement lors d'un mouvement d'expansion transverse. L'ostéotomie en forme de U permet également la dépression du segment palatin,

ce qui réduit la tension au niveau de la muqueuse palatine.³⁵ Les ostéotomies parasagittales rejoignent les ostéotomies interdentaires réalisées précédemment.

Pour un trois segments, il y a donc trois segments dento-alvéolaires et un segment palatin osseux. Dans un deux segments, les deux ostéotomies parasagittales se rejoignent au niveau de l'ostéotomie interdentine réalisée entre les deux incisives centrales. Un quatre segments est beaucoup plus rarement réalisé.

Le fil orthodontique en place est coupé au niveau des sites d'ostéotomies interdentaires et les segments sont mobilisés et placés dans une plaque chirurgicale. Si des greffes osseuses sont nécessaires au palais, elles doivent être réalisées avant que le maxillaire ne soit positionné et stabilisé verticalement. Par contre, des greffes interdentaires ou buccales peuvent être faites juste avant la fermeture des tissus mous. La plaque chirurgicale peut demeurer en bouche de 3 à 8 semaines, selon les montants et les types de mouvements réalisés.³⁸

Chez un patient présentant une déficience transverse et antéro-postérieure du maxillaire, ce qui est fréquent dans un cas de Classe III, le chevauchement et la protrusion des incisives maxillaires peuvent être sévères et rendre les extractions nécessaires. Les espaces d'extraction seront fermés avant la chirurgie dans le cas d'un LeFort deux segments, alors qu'ils ne le seront que partiellement dans le cas d'un LeFort trois segments, c'est-à-dire quand une expansion différentielle postérieure est désirée ou bien si on est en présence de deux plans d'occlusion.²⁸

2.3.2.4 Complications

Les détracteurs de l'ostéotomie LeFort I multisegmentaire lui reprochent en premier lieu les morbidités qui lui sont associées depuis longtemps, que ce soit des complications majeures comme la perte de segments dentoalvéolaires, de dents, des communications oronasales ou oroantrales, ou des complications mineures telles que la récurrence, la dévitalisation dentaire

et les problèmes parodontaux, incluant la perte osseuse et l'altération des tissus mous. D'autres mettent en avant la longueur de la procédure chirurgicale, causée par sa complexité.³⁶

Cependant, selon l'étude de Sher publiée en 1984 concernant les complications constatées suite à la chirurgie LeFort I multisegmentaire, seulement un faible nombre a été répertorié, sur un total de plus de 6000 ostéotomies : dents adjacentes au site d'ostéotomie mobiles, avec complications parodontales, perdues ou bien ayant été touchées lors de l'ostéotomie, segment dentoalvéolaire mobile de façon permanente (union fibreuse ou non-union), maxillaire mobile, hémorragie importante, infection postopératoire, déhiscence et défaut parodontal, récurrence d'un segment, dévitalisation dentaire, fistule oroantrale.³⁹

Depuis plusieurs dizaines d'années, de multiples modifications ont été apportées à cette chirurgie, mais peu d'études ont depuis lors évalué les complications.

Une étude faite par de Mol van Otterloo⁴⁰ en 1991 a rapporté, sur un total de 54 patients ayant eu une chirurgie LeFort I multisegmentaire, 2 cas (4 %) de communication oronasale qui ont nécessité une intervention chirurgicale, et un cas (2 %) de nécrose partielle d'un segment lors d'un trois morceaux.

Dans une étude réalisée à l'University of North Carolina (UNC) sur 61 patients de type dolichofacial, traités avec une impaction du maxillaire, 25 ont également eu une expansion postérieure grâce à une segmentation du maxillaire en deux, trois ou quatre morceaux. Aucune différence n'a pu être notée concernant l'incidence des complications et problèmes chirurgicaux entre les patients ayant eu un LeFort en un seul morceau ou en plusieurs morceaux. La segmentation du maxillaire n'augmenterait donc pas les risques d'instabilité postchirurgicale.³⁷

Une étude parue en 2010 a permis de réévaluer récemment les complications chirurgicales liées à l'ostéotomie LeFort I multisegmentaire.³⁵ Sur un total de 85 patients ayant eu une

chirurgie LeFort I en deux, trois ou quatre morceaux, 23 patients (27 %) ont eu des complications, dont 8 des complications multiples. Neuf (9) patients (11 %) ont eu des complications pendant l'opération, mais qui se sont toutes révélées être sans séquelles à long terme. Dix-huit (18) patients (21 %) ont développé des complications post-opératoires. Là-dessus, presque la moitié (8 patients) ont eu comme complication des plaques symptomatiques, qui ont alors été retirées (inconfort ou infection récurrente). Un patient a développé une union fibreuse au niveau du segment antérieur (trois morceaux), et une greffe osseuse a dû être faite. Trois patients (4 %) ont eu des dévitalisations dentaires, trois autres (4 %) ont développé des défauts parodontaux mineurs (récessions gingivales) et un patient a perdu une dent adjacente au site d'ostéotomie à cause de l'aggravation de la mobilité, la dent étant déjà sujette à la maladie parodontale avant l'opération. Deux patients ont développé des fistules palatines persistantes en postopératoire. Le taux de complications est donc assez faible selon Ho, qui en conclut que la segmentation du maxillaire est une procédure fiable lorsque réalisée dans des cas bien sélectionnés. Les complications peuvent être minimisées par une bonne préparation orthodontique et une technique chirurgicale maintenant un pédicule bien vascularisé, une ostéotomie palatine en U, une reconnaissance et un traitement intraopératoires d'éventuelles communications oronasales, des greffes osseuses lorsque le repositionnement des segments crée des défauts osseux, une fixation rigide des segments, une plaque palatine de guérison et, lorsque c'est possible, un nouveau fil à la fin de la procédure ou une plaque occlusale. La fixation dans les trois dimensions peut ainsi être réalisée grâce aux fixations rigides, à la plaque au niveau du palais et à un fil continu, qui permet de contrôler l'aspect occlusal des segments dentoalvéolaires.³⁵

Morgan et Fridrich³⁶ ont, en 2001, étudié tout particulièrement les complications parodontales possibles sur 24 cas d'ostéotomie multisegmentaire, et ont trouvé une augmentation minime non statistiquement significative de la profondeur des poches au niveau des sites d'ostéotomie en comparaison avec les dents voisines et aucune différence dans l'architecture gingivale ou dans le niveau de l'os alvéolaire. Aucune morbidité sérieuse comme une perte de dents, de segments ou des fistules, n'a été constatée. Les

conclusions de l'étude nous indiquent que la chirurgie LeFort I multisegmentaire est une procédure fiable, avec un faible taux de complications. L'étude était limitée par un suivi variable selon les cas (entre 3 et 24 mois). Cependant, ces résultats sont similaires à ceux d'autres études précédentes.^{41,42}

Au niveau radiographique, un très faible nombre de complications telles qu'un processus ostéolytique, une destruction de l'os marginal, de la résorption radiculaire ou des dommages iatrogéniques (0,9 %) a été mis en évidence au niveau des dents adjacentes aux sites d'ostéotomie, sur 82 patients ayant subi une segmentation du maxillaire, avec un suivi de 30 mois.⁴³

Certaines complications souvent évoquées au sujet des ostéotomies du maxillaire sont liées à la diminution ou l'interruption de l'apport sanguin pendant la chirurgie. Les séquelles de cette vascularité insuffisante comprennent la dévitalisation de dents, les défauts parodontaux, la perte dentaire et la perte de segments dentoalvéolaires.^{44,45} Selon Lanigan,⁴⁵ ces complications apparaissaient plus souvent lorsque le maxillaire était segmenté, et lorsqu'un mouvement d'impaction ou d'expansion transverse était réalisé. Pour Epker,⁴⁶ une expansion du maxillaire supérieure à 3 à 5 mm comporte le risque de léser le pédicule palatin. Le flot sanguin était aussi parfois diminué à cause de perforations palatines significatives.

Une réduction significative de la perfusion des segments dentoalvéolaires a en effet été observée durant les premières heures après la chirurgie depuis longtemps,⁴⁵ mais ce n'est que récemment que les mouvements chirurgicaux spécifiques du maxillaire et leur impact sur le flot sanguin ont été étudiés. Aucune complication anesthésique ou chirurgicale n'a été constatée pendant les chirurgies LeFort I trisegmentaires dans l'étude de Kretschmer,⁴⁷ et l'artère palatine descendante a été préservée. La diminution de la perfusion maxillaire pendant l'opération était en moyenne de 45,5 % à 63,3 % après la segmentation et la fixation, et atteignait 95 % dans certaines régions du maxillaire. Malgré cela, aucune complication vasculaire n'a été constatée. Ces résultats sont similaires à ceux d'études

précédentes. Ainsi, Dodson et Bays,⁴⁸ Harada⁴⁹ et Sato⁵⁰ ont rapporté des pourcentages équivalents, et n'ont pas non plus constaté de séquelles vasculaires. La diminution du flot sanguin était même supérieure à 70% après la descente du maxillaire dans les deux groupes (avec ou sans ligature de l'artère palatine descendante) de l'étude de Dodson et Bays, et atteignait 60 % à la fin de la procédure. Aucune différence concernant l'importance du flot sanguin pendant la chirurgie n'a donc été mise en évidence entre le groupe où l'artère palatine descendante avait été ligaturée et celui où elle avait été préservée.⁴⁸ Dans l'étude de Harada,⁴⁹ le flot sanguin pulpaire était diminué à son maximum un jour après la chirurgie, mais cette diminution était significativement plus importante dans le groupe avec un LeFort I en un morceau (81,7 %) que le groupe avec un Lefort I multisegmentaire avec ostéotomie en fer à cheval (72,8 %). Il expliquait cela par le fait que les artères palatines descendantes dans un LeFort I en un segment sont plus directement étirées et/ou subissent plus de torsion avec le mouvement maxillaire que lors d'un LeFort I multisegmentaire en fer à cheval où les artères palatines descendantes sont incluses dans le segment palatin qui demeure dans sa position initiale, même si un avancement maxillaire est réalisé simultanément.⁴⁹ Dans l'étude de Kretschmer,⁴⁷ l'avancement, le repositionnement vertical et l'expansion du maxillaire n'ont pas eu d'influence significative sur le flot sanguin. Cependant, les mouvements considérés comme étant à risque étaient d'amplitude modérée (avancement maximal de 3 mm, impaction maximale de 2 mm, expansion maximale de 4,5 mm) et l'échantillon ne comportait que 12 patients.

Kretschmer⁵¹ a étudié spécifiquement en 2009 l'effet de l'expansion maxillaire sur le flot sanguin dans une chirurgie LeFort I trisegmentaire, sur des moutons, avec des expansions de 4, 8 et 12 mm. Une réduction significative du flot sanguin (facteur 3,1) a pu être constatée après l'ostéotomie et la segmentation, tout comme entre 4 et 8 mm d'expansion (facteur 1,81). Par contre, aucune différence significative n'a été constatée entre 0 et 4 mm d'expansion, ainsi qu'entre 8 et 12 mm. L'expansion de plus de 4 mm lors d'une chirurgie multisegmentaire augmenterait donc le risque de séquelles avasculaires. Étant donné que

des expansions plus importantes ont été réalisées maintes fois sans complications, il semblerait que d'autres facteurs influenceraient le rétablissement de la perfusion.⁵¹

2.3.3 Comparaison EPRAC vs LeFort I multisegmentaire

2.3.3.1 Indications EPRAC / LeFort I multisegmentaire

Lors de l'établissement du plan de traitement, il convient d'établir la largeur maxillaire désirée afin d'obtenir une relation occlusale satisfaisante avec la mandibule.

Dans les années 1990, l'EPRAC était recommandée pour un patient adulte ayant uniquement un manque transverse au maxillaire et pour certains patients adultes nécessitant après l'EPRAC une autre chirurgie orthognathique maxillaire, à cause de déficiences antéro-postérieures et/ou verticales,⁵² le traitement en deux étapes chirurgicales étant justifié par la volonté d'éviter la morbidité associée à une chirurgie LeFort I multisegmentaire selon certains auteurs.^{45,53}

Pour d'autres, comme White et Bailey,^{28,54} si le patient nécessite une deuxième chirurgie maxillaire après avoir modifié la dimension transverse, il y a très peu de raison de faire deux chirurgies (EPRAC et LeFort I en un morceau) plutôt qu'une seule (LeFort I multisegmentaire).

L'EPRAC aurait alors, selon Bailey, deux indications, lorsqu'aucune autre chirurgie du maxillaire n'est nécessaire :

- un patient adulte ayant uniquement un manque transverse au maxillaire
- un manque transverse unilatéral ou asymétrique (si une ostéotomie n'est réalisée que d'un côté, l'ancrage différentiel créé produira plus d'expansion du côté de l'ostéotomie ce qui permettra de corriger un maxillaire sévèrement asymétrique).²⁸

L'EPRAC est donc considérée comme une procédure adéquate lors d'une déficience transverse isolée du maxillaire ou bien si une expansion importante est requise (supérieure à 6 ou 7 mm) même si un LeFort I est nécessaire dans une deuxième procédure chirurgicale pour la correction antéro-postérieure et/ou verticale.⁵⁵ Un problème sur le plan vertical ou antéro-postérieur, et nécessitant également une correction chirurgicale, comme une béance (open bite), un excès vertical maxillaire ou une asymétrie maxillaire, ajouté à une déficience transverse modérée requiert une ostéotomie LeFort I multisegmentaire.^{12,28 55}

Pour Morgan et Fridrich,³⁶ il existe donc des indications cliniques pour ces deux procédures et de nombreux facteurs doivent être considérés afin de décider quelle chirurgie réaliser. Certains de ces facteurs sont : montant de la déficience transverse, association ou non avec des déficiences verticales et/ou antéropostérieures, morphologie de l'arcade, différence de longueur d'arcade, inclinaison des incisives maxillaires, béance (open bite), stabilité.

L'EPRAC augmente la circonférence d'arcade suffisamment, particulièrement en antérieur, pour permettre l'alignement des incisives chevauchées en évitant l'extraction de prémolaires ou la proclinaison excessive des incisives. Elle est aussi intéressante quand des changements minimaux sont nécessaires en sagittal à cause de l'angle naso-labial ou de la relation entre les lèvres et les dents.³⁸

La majorité des cas de déficience transverse ont une forme d'arcade étroite. Si l'on veut augmenter la distance intercanines et aplatir le segment antérieur afin de retrouver une forme d'arcade plus elliptique, une EPRAC est le traitement de choix si aucune extraction n'est souhaitée.³⁸

2.3.3.2 Patron d'expansion

Selon Bailey²⁸ et Phillips²⁹ le patron d'expansion est différent entre une expansion palatine rapide, qu'elle soit assistée chirurgicalement ou non, et une procédure de LeFort I multisegmentaire. Dans l'expansion palatine rapide, une force est exercée sur la suture

palatine, et le maxillaire est ouvert comme si une charnière était placée postéro-supérieurement, avec une expansion plus importante en antérieur et une rotation vers l'extérieur des deux moitiés palatines. Avec l'EPRAC, des ostéotomies peuvent être réalisées dans les piliers latéraux du maxillaire, afin de diminuer la résistance à l'expansion. La force est alors concentrée sur les sutures restantes, et des microfractures permettent d'obtenir le même patron d'expansion que lors d'une expansion palatine rapide (EPR) non chirurgicale.²⁸ Dans un Lefort I multisegmentaire, le patron d'expansion est variable, selon la localisation de la déficience transverse. L'expansion est habituellement plus importante postérieurement qu'antérieurement,^{29,56} contrairement au patron d'expansion réalisé lors de l'EPRAC. Ces différences dans les patrons d'expansion pourraient contribuer aux différences constatées du point de vue stabilité entre les deux procédures.

Dans un LeFort I multisegmentaire, le chirurgien doit éviter de créer un défaut osseux entre les incisives centrales. Lorsqu'un LeFort I en deux segments est réalisé, l'ostéotomie séparant le maxillaire passe entre les deux incisives centrales, comme si une charnière était située à leur niveau, ce qui permet d'obtenir un maximum d'expansion postérieurement.²⁹ Pour un LeFort I en trois segments, il n'y a pas d'expansion canine mais les segments postérieurs subissent habituellement une rotation vers l'extérieur postérieurement, afin de maintenir une relation raisonnable entre les canines et les prémolaires. Plus d'expansion molaire que prémolaire a lieu dans la majorité des cas avec trois segments.²⁹ Le facteur limitant est alors le plus souvent l'inélasticité de la muqueuse palatine. Environ 6-7 mm d'expansion postérieure sont possibles avec l'EPRAC tout comme avec le LeFort I multisegmentaire.²⁸

Pour une expansion antérieure, le maxillaire peut être segmenté entre les deux incisives centrales ou bien au distal des incisives latérales. Le montant d'expansion au niveau des canines est limité par le besoin de conserver toujours des contacts au niveau de l'os alvéolaire afin de prévenir d'éventuels défauts parodontaux. Habituellement l'EPRAC entraîne donc plus d'expansion au niveau des canines que le LeFort I multisegmentaire.²⁸

L'expansion maxillaire peut être désirée afin de rétablir une occlusion correcte, dans le cas d'articulé croisé postérieur avec une déficience transverse squelettique, ou bien afin de créer de l'espace pour l'alignement des dents. Changer une forme d'arcade dans le but de créer de l'espace pour aligner les dents est encore actuellement un sujet controversé.²⁸ Ainsi, selon Proffit, l'expansion ne doit pas être utilisée afin de diminuer le chevauchement lorsque le maxillaire est de taille normale.⁴ Les différents patrons d'expansion pour l'EPR versus le LeFort I multisegmentaire signifient souvent que l'expansion de l'arcade dentaire, particulièrement au niveau canine, est utilisée pour déchevaucher les dents avec l'EPR, alors que les extractions de prémolaires accompagnent plus fréquemment les procédures segmentaires.²⁸

2.3.3.3 Complications

Peu de morbidité, mais plusieurs complications ont été rapportées avec l'EPRAC dans la littérature. En 2008, Suri a ainsi fait une revue de littérature entre 1984 et 2005, décrivant une liste exhaustive des complications : hémorragie significative, récessions gingivales, résorption radiculaire, atteinte au nerf maxillaire, infection, douleur, dévitalisation des dents et apport sanguin altéré, dégradation parodontale, infection des sinus, élargissement des bases alaires, extrusion des dents d'ancrage, récurrence, expansion unilatérale. D'autres complications sont liées à l'appareil d'expansion : compression et irritation des tissus palatins, décimentation, défaillance de la vis d'expansion. Des fractures de l'ATM ont été rapportées, mais sont rares, et sont dues au fait qu'il reste des régions de résistance. Des fractures de l'os interdentaire, entre les deux incisives centrales, sont également possibles et entraînent une mobilité augmentée, des récessions gingivales, des déhiscences et des défauts parodontaux au niveau des incisives.⁸

2.3.3.4 Temps de traitement

En se basant sur les études de Pogrel et Phillips, une comparaison des temps de traitement est réalisable. Il semble donc qu'un traitement avec deux chirurgies (EPRAC et LeFort I)

nécessite au moins environ six mois de plus qu'un traitement avec une seule chirurgie (LeFort I multisegmentaire).^{52 57}

Il n'existe actuellement aucune donnée indiquant que moins d'effets néfastes sont associés à un traitement avec deux chirurgies, ce qui permettrait ainsi de justifier la durée plus longue du traitement. Trois aspects devraient alors être considérés : premièrement la stabilité, très souvent prise en compte, deuxièmement la morbidité, les risques chirurgicaux, les coûts et autres facteurs en relation avec une évaluation objective de l'expérience de traitement, et, en dernier lieu, l'impact psychosocial pour le patient ainsi que sa qualité de vie, qui ont très peu été pris en compte dans les études évaluant l'EPRAC. Actuellement, selon Bailey, il n'existe pas de donnée permettant de justifier l'intervention chirurgicale extensive d'un traitement en deux phases chirurgicales si un traitement en une phase chirurgicale est possible.²⁸

2.4 Stabilité des mouvements chirurgicaux

2.4.1 Stabilité des différents mouvements chirurgicaux

La stabilité et la prédictabilité d'une chirurgie orthognatique varient, en ordre d'importance, selon la direction du mouvement chirurgical, le type de fixation et la technique chirurgicale employée.⁵⁶

2.4.1.1 Impaction maxillaire

Ce mouvement est indiqué dans le traitement des patients de type dolichofacial, avec excès vertical du maxillaire, avec ou sans béance (open bite).

Cette procédure chirurgicale est la plus stable. Une excellente stabilité squelettique est atteinte dans plus de 90 % des cas, et aucune différence n'a pu être établie entre une procédure segmentée ou en un seul morceau.⁵⁶

Quand le maxillaire est impacté, la mandibule effectue une rotation vers le haut et vers l'avant, et l'espace interocclusal de repos est maintenu.³⁷ Selon Proffit, cette adaptation physiologique joue un rôle majeur dans la stabilité, de façon indubitable.⁵⁶

En ce qui concerne le type de fixation (fil et fixation maxillo-mandibulaire MMF ou fixation interne rigide RIF), celui-ci n'a pas d'impact sur la stabilité d'une impaction maxillaire.⁵⁶

Afin de corriger une asymétrie du maxillaire résultant en un plan occlusal incliné (cant), un côté subit généralement une impaction (et possiblement l'autre côté un repositionnement inférieur), et cela est habituellement fait en même temps qu'une chirurgie mandibulaire. La composante maxillaire de cette chirurgie de correction d'asymétrie est jugée stable.⁵⁸

2.4.1.2 Avancement mandibulaire

Le développement de l'ostéotomie sagittale bilatérale (BSSO) a permis de réaliser des avancements de la mandibule. Ce mouvement a, un temps, été utilisé pour fermer des béances antérieures par un mouvement du menton vers le haut, mais, suite à la récurrence importante constatée, liée en partie à l'étirement de la sangle ptérygomandibulaire, c'est désormais une chirurgie touchant le maxillaire qui est préférée afin de diminuer la hauteur faciale.⁵⁶

L'avancement mandibulaire est le deuxième mouvement le plus stable, après l'impaction du maxillaire, lorsque la hauteur faciale est maintenue ou augmentée, c'est-à-dire chez les patients avec une hauteur faciale normale ou diminuée. Bailey précise également que cette très grande stabilité est limitée aux avancements mandibulaires de moins de 10 mm.⁵⁸ Il y a plus de 90 % de chance que la mandibule soit positionnée un an post-chirurgie dans les

2mm autour de sa position postchirurgicale immédiate et que le résultat soit donc jugé excellent selon les standards cliniques,⁵⁹ et presque aucun risque qu'il y ait un changement de plus de 4mm pendant la première année après la chirurgie.⁵⁸

En ce qui concerne le type de fixation, aucune différence statistiquement significative n'a pu être notée un an post-chirurgie, pour des patients normo ou hypo-divergents.⁵⁹ Par contre, si la mandibule est avancée chez des patients hyperdivergents avec béance et si elle subit une rotation antihoraire afin de diminuer la hauteur faciale, ce qui compromet la stabilité du mouvement,⁵⁶ les fixations internes rigides apportent plus de stabilité, surtout si des greffes osseuses sont interposées entre les fragments.⁶⁰

2.4.1.3 Combinaison d'impaction maxillaire et d'avancement mandibulaire

L'indication la plus fréquente pour cette chirurgie bimaxillaire est le traitement d'un patient dolichofacial avec ou sans open bite et une déficience mandibulaire.

Dans les procédures chirurgicales d'une seule mâchoire jugées stables et très stables, le fait d'employer des fixations rigides ne semble pas faire de différence. Par contre, dès que la chirurgie est bimaxillaire, l'emploi de fixations rigides influence la stabilité.^{58,61} Ainsi, la chirurgie bimaxillaire d'impaction maxillaire et d'avancement mandibulaire est considérée comme étant une procédure stable lorsque des fixations internes rigides sont employées à la mandibule.^{56,62}

2.4.1.4 Avancement maxillaire

L'avancement maxillaire est indiqué chez les patients de Classe III ayant une déficience du maxillaire et est actuellement employé, seul ou avec une chirurgie mandibulaire, dans la grande majorité des traitements chirurgicaux des patients de Classe III.⁶³

C'est une procédure assez stable. Selon une étude réalisée à l'UNC par Proffit, sur le plan antéro-postérieur, le maxillaire a 80 % de chance de demeurer essentiellement dans sa

position immédiate post-chirurgicale (moins de 2 mm de changement) et 20 % de risque de récurrence modeste (entre 2 et 4 mm), avec un mouvement antérieur du maxillaire inférieur à 8 mm.^{58,64} Aucune différence n'a pu être notée entre les deux types de fixation (fils d'ostéosynthèse, fixation intermaxillaire et fixation rigide interne) en ce qui concerne la stabilité du maxillaire sur le plan horizontal.⁶⁴

Pour Arpornmaeklong, l'avancement maxillaire est une procédure stable dans le plan horizontal, particulièrement lorsque l'avancement est inférieur à 6 mm et que des fixations rigides sont utilisées (récurrence moyenne de moins de 1 mm et 81 % des cas ont une récurrence postérieure de moins de 2 mm). Les cas avec un avancement plus important (supérieur à 6 mm) n'ont pas montré plus de récurrence, ce qui suggère que l'utilisation de fixations rigides ainsi que de greffes osseuses apporte une bonne stabilité pour des avancements maxillaires importants.⁶⁵

Lorsque le maxillaire est repositionné inférieurement en même temps qu'avancé, mouvement qui contribue à réduire la Classe III, la mandibule est forcée de réaliser une rotation horaire. Ce mouvement forcé de la mandibule n'est pas stable, et une récurrence verticale du maxillaire est très fréquente.⁵⁶

2.4.1.5 Recul mandibulaire

Le recul mandibulaire est une procédure qui a été utilisée fréquemment dans le passé. Il peut être réalisé soit par une ostéotomie verticale du ramus (transoral vertical ramus osteotomy TVRO), soit par une ostéotomie sagittale bilatérale (BSSO). Actuellement, ce n'est plus un mouvement chirurgical fréquent, car sa stabilité est problématique. Il y a 40 à 50 % de risque d'avoir un changement post-chirurgical de 2 à 4 mm, et un risque significatif d'avoir un changement de plus de 4 mm.⁵⁸

Avec l'ostéotomie verticale du ramus, la mandibule peut, après la chirurgie, faire un mouvement vers l'avant ou vers l'arrière, ce dernier mouvement reflétant la difficulté à

contrôler les segments condyliens proximaux pendant la chirurgie. Avec une BSSO, la récurrence se fait vers l'avant, et est plus fréquente qu'avec l'ostéotomie verticale.⁵⁶

La récurrence vers l'avant, possible avec les deux techniques chirurgicales, est liée au problème suivant : lorsque le menton est poussé vers l'arrière, si l'inclinaison du ramus devient plus verticale, la musculature mandibulaire aura tendance à le replacer dans sa position initiale lors de la reprise des fonctions masticatoires, ce qui ramènera alors le menton vers l'avant. Le maintien de l'inclinaison initiale du ramus pourrait donc diminuer la tendance à la récurrence.⁵⁶

2.4.1.6 Combinaison d'avancement maxillaire et de recul mandibulaire

Les changements post-chirurgicaux notés suite à une chirurgie bimaxillaire d'avancement maxillaire et de recul mandibulaire sont modérés, mais la majorité de la correction est maintenue un an post-chirurgie.⁶⁶ Elle est considérée comme étant stable si des fixations rigides sont utilisées.⁵⁸

2.4.1.7 Repositionnement inférieur du maxillaire

Le repositionnement inférieur du maxillaire est indiqué lors d'une déficience verticale du maxillaire. C'est un mouvement chirurgical dont la stabilité est problématique. Il y a en effet 40 à 50 % de risque d'avoir un changement post-chirurgical de 2 à 4 mm, et un risque significatif d'avoir un changement de plus de 4 mm.⁵⁸

Une forte tendance à la récurrence est en effet notée, même lorsque des fixations rigides sont utilisées. Sans ces dernières, la récurrence verticale est presque totale.⁶⁷ La rigidité de la fixation sécurise le maxillaire verticalement à court terme, mais l'adaptation neuromusculaire après la maturation de l'union osseuse ne maintient pas ce repositionnement inférieur à long terme dans la majorité des cas. Plusieurs facteurs comme

l'activité parafunctionnelle et les forces masticatoires pourraient influencer la stabilité de cette procédure.⁶⁵

Trois approches ont été suggérées afin d'améliorer la stabilité verticale : le placement de barres de fixation rigides, l'interposition de greffons d'hydroxyapatite synthétique pour augmenter la rigidité mécanique, la réalisation d'une chirurgie mandibulaire afin de diminuer l'étirement des muscles élévateurs de la mandibule et la force occlusale jusqu'à ce que la guérison soit plus avancée.^{61,68} Selon Proffit, toutes ces approches sont assez efficaces.⁶¹ La rigidité de la fixation doit être augmentée, car elle doit être supérieure à celle des plaques et vis utilisées couramment. Concernant le greffon, l'idéal serait une greffe qui serait rigide au départ, mais au bout de quelque temps résorbable, plutôt qu'un greffon d'hydroxyapatite qui persiste indéfiniment. La réalisation d'une chirurgie mandibulaire a montré avoir amélioré la stabilité du mouvement de repositionnement inférieur du maxillaire d'après Proffit,⁶¹ mais d'autres auteurs n'ont pas constaté de lien entre la récurrence et le fait d'avoir une chirurgie mandibulaire concomitante.⁶⁹

Perez a évalué la stabilité à long terme du repositionnement inférieur maxillaire avec greffe. Dans 80 % des cas la stabilité verticale du maxillaire était bonne, avec une récurrence de 2 mm ou moins. Le montant moyen de récurrence représentait 28 % du montant de correction verticale chirurgicale, mais aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre le montant de repositionnement vertical effectué et le montant de récurrence.⁶⁹

2.4.1.8 Expansion transverse du maxillaire

L'expansion chirurgicale du maxillaire est la procédure la plus instable parmi tous les mouvements chirurgicaux. Elle est donc incluse dans la catégorie de stabilité problématique. La muqueuse palatine est étirée lors de l'expansion, et ce rebond élastique est la cause majeure de la récurrence.

Après une chirurgie segmentaire, la récurrence se produit de la même façon que suite à une expansion orthopédique. En premier lieu, la constriction squelettique se produit presque immédiatement et se poursuit pendant la formation osseuse, alors que les dimensions de l'arcade dentaire sont maintenues. Elle est compensée par le mouvement dentaire, qui permet aux segments osseux de se rapprocher.³¹ À six à huit semaines, le résultat net est à peu près une expansion 50 % squelettique et 50 % dentaire.⁷⁰ Puis il y a constriction de l'arcade dentaire proprement dite, qui a lieu pour une expansion orthopédique suite au retrait de l'appareil d'expansion.

Phillips²⁹ rapporte une plus grande récurrence au niveau des deuxièmes molaires un an après la chirurgie LeFort I multisegmentaire. C'est également à ce niveau que le maximum d'expansion avait été réalisé. Trois quarts des patients ont eu une récurrence au niveau de la première molaire. Elle était de 3 mm ou plus pour 28 % des patients. Au niveau de la première prémolaire, 40 % des patients ont eu de la récurrence, mais elle était inférieure à 3mm pour tous les patients sauf un. Une stabilité des mesures transverses a donc été constatée chez 22 % des patients entre les premières molaires, et chez 60 % entre les premières prémolaires. Après le traitement, 71% des patients ne présentaient pas d'articulé croisé.

Il est difficile de savoir exactement quel montant de mouvement dentaire et quel montant de récurrence squelettique participent au changement total postchirurgical. Pour Phillips, il est probable qu'une constriction de l'arcade dentaire a lieu une fois la plaque chirurgicale enlevée, à cause de la force des tissus palatins qui ont été étirés, même si les dimensions d'arcade sont maintenues avec des appareils de rétention pendant une période prolongée.²⁹

Plusieurs stratégies pour la contrôler sont évoquées, elles incluent une modeste surcorrection initialement et une rétention importante. Celle-ci est réalisée grâce à un fil orthodontique rigide et un arc transpalatin pendant le traitement, puis à un appareil de rétention avec une voûte palatine à la fin du traitement orthodontique, pendant au moins une année après la chirurgie.⁵⁶

2.4.1.9 Génomoplastie

Le repositionnement du menton par une ostéotomie de la bordure mandibulaire est un mouvement chirurgical très stable et prédictible.

2.4.2 Hiérarchie de stabilité des différents mouvements chirurgicaux

Bailey⁵⁸ rapporte la stabilité en terme de pourcentages de patients qui ont eu des changements d'une certaine ampleur.

- Très stable : moins de 10 % de risque d'avoir un changement post-traitement significatif;
- Stable : moins de 20 % de risque d'avoir un changement post-traitement significatif et presque aucun risque d'avoir un changement post-traitement majeur;
- Stable si modifié d'une certaine façon (avec fixations rigides par exemple);
- Problématique : probabilité considérable d'avoir un changement post-traitement majeur.

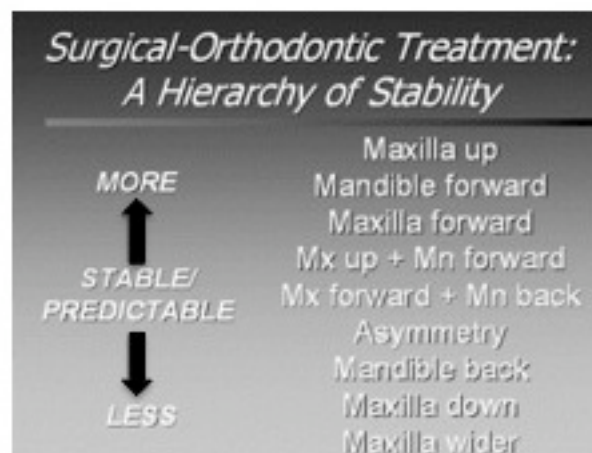


Figure 5 : Hiérarchie de stabilité des procédures de chirurgie orthognathique

Adapté de Bailey *et al.*, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004.⁵⁸

2.4.3 Changements à long terme

Pendant la première année post-chirurgicale, les mouvements chirurgicaux effectués pour un problème de Classe III tendent à être moins stables que ceux effectués pour un problème de Classe II / "long face". Des changements cliniquement significatifs (supérieurs à 2 mm) ont lieu pour un certain pourcentage de patients entre 1 et 5 ans post-traitement, donc après la guérison chirurgicale. Contrairement à la première année post-traitement, les patients opérés pour un problème de Classe III montrent alors plus de stabilité que les patients de Classe II / "long face".⁶¹

2.4.4 Stabilité antéro-postérieure et verticale des LeFort I uni vs multisegmentaire

Plusieurs études se sont intéressées à la stabilité de la chirurgie LeFort I multisegmentaire en la comparant avec celle d'une chirurgie LeFort I en un seul morceau, sur les plans antéro-postérieur et vertical.

Pour Proffit, que le maxillaire soit segmenté ou non, la stabilité du mouvement d'impaction est excellente,³⁷ la stabilité du mouvement d'avancement est assez bonne,⁶⁴ et le repositionnement inférieur est susceptible de récidiver.^{64,66}

Les conclusions des études sont variables, mais un grand nombre d'entre elles a montré qu'il n'y a pas de différence au niveau de la stabilité antéro-postérieure et verticale entre un LeFort I en un morceau et un LeFort I en plusieurs morceaux,²⁹ certaines montrant même une stabilité plus grande suite à la procédure multisegmentaire.

Dans une étude réalisée à l'University of North Carolina (UNC) sur 61 patients de type dolichofacial, traités avec une impaction du maxillaire, 25 ont également eu une expansion postérieure grâce à une segmentation du maxillaire. La stabilité verticale était identique entre les deux groupes.³⁷

Ceci est en accord avec les résultats de Bailey, qui n'a pas trouvé de lien entre le montant de changements à long terme (1 à 5 ans post-chirurgie) suite à une impaction maxillaire et le fait de segmenter le maxillaire lors de la chirurgie.⁷¹

Selon Turvey, pour une chirurgie bimaxillaire avec impaction maxillaire et avancement mandibulaire, le groupe avec chirurgie multisegmentaire était significativement plus stable pour au moins un an post-chirurgie que celui avec le LeFort I en un morceau.⁷²

En étudiant 267 patients présentant initialement une béance et ayant subi une impaction maxillaire, dont un tiers multisegmentaire, avec ou sans chirurgie mandibulaire, Hoppenreijns a montré que la stabilité est bonne dans tous les cas, et que la segmentation du maxillaire n'a que des effets mineurs sur la stabilité.⁷³

Bianchi a comparé deux groupes de patients avec une malocclusion de Classe III et une occlusion ouverte (open bite) squelettique, traités avec un LeFort I en un ou plusieurs morceaux, avec une impaction du maxillaire avec ou sans avancement et un recul mandibulaire. Il a montré que l'impaction du maxillaire avec un LeFort I multisegmentaire résultait en un meilleur contrôle vertical que l'impaction du maxillaire en un seul morceau à long terme et expliquait ce résultat par la possibilité d'obtenir une meilleure forme de la structure maxillaire pendant le traitement orthodontique post-chirurgical.⁷⁴

Arpornmaeklong a constaté une tendance à la récurrence plus élevée sur le plan vertical chez les patients ayant subi une chirurgie d'avancement avec un LeFort I en un seul morceau, que chez ceux ayant subi une chirurgie multisegmentaire sans chirurgie mandibulaire associée, particulièrement dans les avancements importants ou ceux associés à un repositionnement inférieur. Selon lui, les ostéotomies interdentaires permettent d'améliorer l'interdigitation dentaire et donc aident à la stabilité occlusale, ce qui pourrait aider à augmenter la stabilité squelettique de la procédure chirurgicale. Toutefois, le montant moyen d'avancement dans le groupe segmenté était inférieur à celui du groupe non segmenté.⁶⁵

Perez, par contre, n'a pas trouvé de différence significative concernant la stabilité verticale entre ses deux groupes uni ou multisegmentaire, pour qui le maxillaire a été repositionné inférieurement avec des greffes.⁶⁹

Ceci est en contradiction avec les résultats de Baker qui, lui, a trouvé une tendance à avoir plus de récurrence chez les patients ayant subi un repositionnement inférieur du maxillaire segmenté que non segmenté. Cependant, cette étude est basée sur un groupe d'uniquement six patients avec une ostéotomie segmentaire.⁷⁵

Selon Kretschmer, la segmentation du maxillaire (trois morceaux) lors d'une procédure bimaxillaire n'est probablement pas une source d'instabilité significative squelettique ou dentaire.⁷⁶ Contrairement à la hiérarchie de stabilité établie par Proffit,⁵⁶ aucune différence n'a pu être constatée entre les mouvements de repositionnement supérieur et inférieur du maxillaire. Il imputait cela à la présence de greffes osseuses adéquates, qui permettent d'obtenir une bonne stabilité lors de l'avancement maxillaire ou son repositionnement inférieur.⁷⁶ Il a toutefois constaté qu'une récurrence cliniquement significative avait lieu plus souvent avec une chirurgie multisegmentaire lorsque des mouvements verticaux de grande amplitude étaient réalisés.⁷⁶

2.4.5 Stabilité transverse du LeFort I multisegmentaire

Très peu d'études ont été publiées concernant la stabilité de l'expansion suite à une ostéotomie LeFort I multisegmentaire.

La première étude parue est celle de Phillips, en 1992.²⁹ Le montant d'expansion chirurgicale (d'au moins 1 mm au niveau des premières molaires) était calculé sur les modèles chirurgicaux permettant la fabrication de la plaque chirurgicale. Les résultats de cette étude rétrospective de 39 patients montraient une augmentation de la largeur moyenne au niveau de la deuxième prémolaire plus importante avec un deux segments qu'avec un trois segments. L'expansion augmentait postérieurement et aucune différence concernant le

montant de constriction postchirurgicale n'a été constatée entre ces deux groupes. Une récurrence au niveau des premières molaires a été constatée chez trois quarts des patients, alors qu'au niveau des premières prémolaires elle ne concernait que 40 % des patients. Quatorze pour cent (14 %) avaient une distance inter-premières molaires diminuée lors du suivi par rapport à la distance initiale, mais 18 % avaient plus de 5 mm d'expansion nette. Au niveau des premières prémolaires, ce pourcentage montait à 26 %. Pour 71 % des patients, aucun articulé croisé n'était présent en fin de traitement. Dans l'étude de Phillips, aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre les changements postchirurgicaux et le type de mouvement orthodontique préchirurgical, l'utilisation de fixation rigide ou l'utilisation d'un fil auxiliaire stabilisateur. Sur les 39 patients, 15 patients ayant eu une chirurgie bimaxillaire ont eu une diminution plus importante de la largeur molaire au maxillaire à la fin du traitement, ce qui laisse donc présumer que la position des molaires mandibulaires influence les changements touchant les molaires maxillaires.²⁹

Plusieurs méthodes ont été décrites afin d'améliorer la stabilité transverse : mise en place de greffons (os ou hydroxyapatite) au niveau des sites d'ostéotomie, plaques interocclusales pendant 6 à 8 semaines,^{29,55,77} barres palatines avec plaques palatines.⁷⁸ Hoppenreijns a montré que lorsque les segments étaient stabilisés avec des fixations rigides, la stabilité transverse était meilleure qu'avec une fixation par fils d'ostéosynthèse et fixation maxillomandibulaire.⁷⁷ Une fixation en titane au niveau de la voûte palatine pourrait être intéressante, mais l'enlever serait difficile en cas de complications. La possibilité de l'utilisation d'une fixation biodégradable pourrait pallier à ce problème et a donc été évoquée par plusieurs auteurs, suite à des résultats récents portant sur la stabilité des plaques biodégradables en chirurgie orthognatique.^{79,80}

Kretschmer a comparé trois techniques différentes d'ostéotomie lors d'un trois morceaux : une ostéotomie unilatérale palatine, une bilatérale palatine et la dernière unilatérale avec stabilisation de la voûte palatine avec deux plaques biodégradables. Des greffes osseuses

ont été réalisées au maxillaire selon la largeur des défauts osseux. Une plaque interocclusale a été fixée au maxillaire et est demeurée cinq semaines en bouche.⁸¹ Une stabilité squelettique élevée a été constatée dans les trois groupes, et aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les trois techniques. La récurrence inter-molaires a eu lieu dans 60 % des cas, ce qui est similaire aux résultats de Phillips²⁹ et de Hoppenreijns⁷⁷. Au niveau inter-prémolaires, la valeur absolue du changement postchirurgical (-0,76 mm) est similaire aux données de Phillips (-0,7 mm). Dans les cas comportant une expansion inter-prémolaires comprise entre 2 et 4 mm, une différence a été notée entre le groupe avec plaque biodégradable et les deux autres groupes, mais la différence n'était pas significative, probablement à cause du faible nombre de cas dans chaque groupe. Une plaque biodégradable pourrait donc avoir une influence sur le taux de récurrence transverse dans les cas où l'expansion est plus importante.⁸¹

Dans l'étude de Kretschmer, un écart important a été noté entre les deux extrêmes des mouvements dentoalvéolaires postchirurgicaux (-5,5 mm à 6 mm), mettant en évidence l'impact du traitement orthodontique pré et postchirurgical sur la stabilité à long terme. La compensation préchirurgicale orthodontique est une variable inconnue dans la majorité des études portant sur la stabilité chirurgicale. Selon Kretschmer, le fait qu'il y ait des taux de récurrence importants dans des cas avec des changements chirurgicaux minimes ou même négatifs permet de supposer qu'une expansion orthodontique préchirurgicale a eu lieu, les paramètres dentoalvéolaires observés contrastant avec la stabilité élevée au niveau squelettique en transverse.⁸¹

Pour Kretschmer, il ne faudrait donc pas réaliser d'expansion lors de la phase orthodontique préchirurgicale. L'obtention d'une bonne occlusion suite à la chirurgie est pour lui importante afin d'obtenir une stabilité dans les trois dimensions.⁸¹ Il s'oppose ici à Phillips, qui recommandait une surexpansion chirurgicale de 2 à 3 mm de chaque côté afin d'améliorer la stabilité transverse, la constriction postchirurgicale étant inévitable, particulièrement lors d'une expansion importante. Cette surexpansion était prise en compte

dans la plaque occlusale, ce qui permettait de contrôler les dimensions d'arcade pendant la phase de guérison.²⁹

Bianchi a également montré que le pourcentage de récurrence transverse était plus important après une expansion orthodontique (33,3 %) suivie d'un LeFort I en un morceau qu'après une expansion chirurgicale par LeFort I multisegmentaire (25 %) dans des cas de béance antérieure squelettique, même si cette différence n'était pas statistiquement significative.⁷⁴

2.4.6 Stabilité de l'expansion par EPRAC vs LeFort I multisegmentaire

La stabilité transverse, que ce soit pour un LeFort I multisegmentaire ou une EPRAC, est affectée par plusieurs facteurs : les compensations dentaires préopératoires, la technique chirurgicale, la coopération du patient, la construction de la plaque chirurgicale et son utilisation, les appareillages orthodontiques pour le maintien de la largeur transverse (fil ou TPA), le montant de l'expansion, la coordination entre orthodontiste et chirurgien, la coordination d'arcade, les influences verticales et occlusales, les récurrences squelettique et dentaire.³⁶

Quelque soit la technique utilisée pour réaliser l'expansion du maxillaire, la récurrence est inévitable et doit être prise en compte.

Il est important de bien faire la distinction entre récurrence squelettique et récurrence dentaire. La récurrence squelettique peut être attribuée plutôt à la procédure chirurgicale, contrairement à la récurrence dentaire. Sans détermination critique entre les deux, il est difficile d'établir la stabilité de la procédure, car on ne sait pas alors si la cause de la récurrence est vraiment liée à la procédure chirurgicale.³⁶ Si le fait de segmenter le maxillaire a été décidé après plusieurs mois de traitement orthodontique dont le but était d'obtenir une relation transverse adéquate, sans succès, beaucoup de compensations dentaires ont été réalisées, et la récurrence transverse risque d'être importante à cause du redressement des molaires.³⁶

En 1990, Kuo et Will ont étudié 21 patients ayant eu une EPRAC. Ils ont constaté de l'expansion au niveau maxillaire et de la bascule des molaires. Seulement 15 patients ont pu être suivis à plus long terme (en moyenne 17 mois), et il a été mis en évidence que la largeur maxillaire était maintenue (13 patients sur 15 ayant 100 % de l'expansion initialement réalisée), mais que la largeur molaire ne l'était pas (seulement 7 patients sur 15 ayant 100 % de l'expansion initiale).⁸²

Byloff et Mossaz, dans une étude parue en 2004, ont mis en évidence le fait que la bascule produite par la force exercée sur les dents par l'appareil d'expansion est également due à la rotation latéralement des deux moitiés du maxillaire. Ceci suggère donc que la récurrence totale dans la bascule n'est pas seulement dentaire, mais aussi squelettique, et que l'expansion réelle squelettique par translation est minime.⁸³

Plusieurs chercheurs^{84,85} se sont intéressés à la stabilité de l'expansion, suite à une EPRAC, six mois après la fin du traitement orthodontique. Des changements minimaux ont pu être notés pendant cette période. Par contre, aucune donnée ne prenait en compte l'expansion maximale réalisée lors de la chirurgie dans ces études.

Pogrel,⁵² en 1992, a constaté une diminution de la largeur au niveau des premières molaires, de 1,5 mm ou moins, entre le maximum d'expansion réalisé et la fin du traitement orthodontique, chez 12 patients ayant subi une EPRAC suivie d'un LeFort I en un morceau.⁵²

Plus récemment, d'autres études sont parues sur le sujet. Byloff et Mossaz⁸³ ont ainsi rapporté un taux de récurrence total plus d'un an après la chirurgie de presque 22 % (1,14 mm) au niveau de la distance intercanines et de 36 % (3,16 mm) au niveau de la distance inter premières molaires. Pour Antilla,⁸⁶ les taux étaient de 8 % (0,5 mm) et 21 % (1,3 mm) respectivement, plus de 2 ans après la fin du traitement orthodontique.

L'étude de Chamberland, parue en 2011, met en évidence une récurrence moyenne au niveau de la première molaire de 24 % suite à une EPRAC. Immédiatement après la chirurgie, près de la moitié de l'expansion est squelettique. Les changements squelettiques semblent modestes, mais stables. La récurrence de l'expansion dentaire est presque totalement attribuée au mouvement lingual des dents postérieures. Soixante-quatre (64 %) des patients ont eu un changement dentaire de plus de 2 mm, et 22 % de plus de 3 mm.⁸⁷

La rétention de l'appareil d'expansion varie selon les études. Dans l'étude de Chamberland, il est resté en place pendant six mois. Byloff et Mossaz, eux, l'ont maintenu trois mois puis l'ont remplacé par un appareil amovible conventionnel ; ils ont constaté 36 % de récurrence au niveau de la première molaire à la fin du traitement orthodontique. Pogrel a rapporté 12 % de récurrence, sur une période de suivi de 12 mois, ce qui permettait de conclure à la stabilité de l'expansion après EPRAC. Cependant, les patients n'avaient pas encore terminé le traitement orthodontique à ce moment-là. Dans l'étude de Chamberland, la récurrence 15 mois après l'EPRAC, juste avant la deuxième chirurgie, montrait des résultats comparables (1,04 mm), mais cela ne représentait que 57 % de la récurrence totale constatée 2 ans après la fin du traitement. Chamberland a ainsi mis en évidence une récurrence de 2mm chez 42 % des patients, et de plus de 3 mm chez 22 % au niveau des premières molaires, ce qui montre une stabilité semblable à celle rapportée suite au LeFort I multisegmentaire.⁸⁷

Ces résultats concordent donc avec ceux de son étude parue en 2008, qui réfutait le fait que la stabilité transverse de l'EPRAC soit supérieure à celle de l'ostéotomie segmentaire. L'utilisation d'une segmentation du maxillaire afin de repositionner celui-ci verticalement et antéro-postérieurement en même temps que l'expansion est donc indiquée selon lui, à moins qu'une expansion majeure ne soit nécessaire.⁸⁸

Marchetti a récemment rapporté une meilleure stabilité transverse avec une chirurgie bimaxillaire comportant un LeFort I en deux morceaux qu'avec une EPRAC, après deux ans de suivi. Une récurrence de 28 % (2,5 mm) a ainsi été constatée au niveau de la distance intercanines et 36 % (3 mm) au niveau de la distance intermolaires dans le groupe EPRAC,

alors que les taux de récurrence étaient de 25 % (0,25 mm) et 20 % (0,75 mm) respectivement, dans le groupe LeFort I en deux segments. Cependant, l'expansion réalisée avec l'EPRAC était supérieure à celle réalisée lors de la chirurgie segmentaire, et les deux groupes étaient assez petits (10 sujets par groupe).⁵⁵

Certaines données semblent donc indiquer une meilleure stabilité transversale avec l'EPRAC, mais cela est remis en cause par des études récentes.^{87 55} Aucune comparaison n'est véritablement possible, étant donnée la différence dans le design des études.

Seuls quelques auteurs ont pris en compte le montant d'expansion réalisé lors de la chirurgie, ce qui est pourtant crucial si on veut vraiment pouvoir comparer les différentes approches. Peu d'études comportent un suivi à long terme. La période de rétention suite à la chirurgie est très variable, et cela a une incidence sur la récurrence suite à l'expansion. Ainsi, par exemple, la rétention est de 3 mois post-chirurgie pour Pogrel, alors qu'elle est de 6 semaines pour Phillips.

De plus, la surexpansion est faite de routine lors d'une expansion orthopédique, qu'elle soit assistée chirurgicalement ou non. Habituellement, l'expansion orthopédique est faite jusqu'à ce que les cuspides linguales maxillaires soient en contact avec les cuspides buccales mandibulaires,⁸⁵ car une constriction future est anticipée. Au contraire, dans le cas d'une ostéotomie segmentaire, les segments sont placés exactement dans la position postchirurgicale désirée, avec très peu ou pas de surtraitement.²⁹ Il n'est donc pas surprenant, si la constriction postchirurgicale est identique avec les deux approches, que les patients ayant subi une ostéotomie segmentaire soient plus susceptibles d'avoir des articulés croisés ou une tendance au bout-à-bout à plus long terme.²⁹ Considérant la constriction postchirurgicale comme inévitable, particulièrement lors d'une expansion importante, Phillips a recommandé de faire une surexpansion de 2 à 3 mm de chaque côté afin d'améliorer la stabilité transverse d'une chirurgie LeFort I multisegmentaire, cette surexpansion devant être prise en compte dans la plaque occlusale, afin de contrôler les

dimensions d'arcade pendant la phase de guérison.²⁹ Marchetti a lui aussi recommandé une surexpansion de 20 à 25 % de la distance transverse pour un LeFort en deux morceaux.⁵⁵

La rétention des segments osseux suite à l'ostéotomie LeFort I multisegmentaire est primordiale. Chez un patient jeune ayant une expansion palatine non chirurgicale, l'appareil d'expansion peut être maintenu en bouche jusqu'à 6 mois. La formation osseuse aux sites d'ostéotomie après un LeFort I étant identique à celle qui a lieu après une expansion par séparation de la suture palatine, il n'est donc pas raisonnable de retirer la plaque chirurgicale trop tôt après la chirurgie, les fixations rigides n'étant pas un substitut à la plaque occlusale pour maintenir la dimension transverse.²⁹ La fixation devrait donc être la plus rigide possible pour au moins les six premières semaines après la chirurgie.²⁹ Ensuite, selon Phillips, un arc lingual devrait être placé dès le retrait de la plaque occlusale, ou bien un fil labial auxiliaire, placé dans les tubes head gear des premières molaires.²⁹ Une plaque palatine amovible pourrait également être utilisée, mais cela peut interférer avec les mouvements dentaires à réaliser. Cela concorde avec les recommandations de Marchetti, qui préconise également le port de la plaque occlusale pendant au moins 6 semaines, idéalement 8 semaines.⁵⁵ Selon Bailey, la période de rétention minimale devrait être de trois mois chez un adulte, avec une durée prolongée si le maintien de la dimension transverse est essentiel afin d'obtenir des résultats satisfaisants.²⁸ Ceci peut être difficile à accomplir chez un adulte pour qui le temps de traitement est important. Actuellement, le traitement orthodontique est fréquemment terminé dans les six mois suivants la chirurgie orthognathique. Une plus longue période de traitement orthodontique post-chirurgical serait donc peut-être nécessaire afin d'avoir une rétention optimale de la largeur maxillaire obtenue suite à la chirurgie (fils rigide, TPA...).

2.5 Problématique

2.5.1 Objectif et hypothèse de recherche

Le but de ce projet est d'évaluer à moyen (fin du traitement orthodontique) et long termes (deux ans et plus après la fin du traitement orthodontique) la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire, et ce dans les trois plans de l'espace, c'est-à-dire transversal, vertical et antéro-postérieur, à l'aide de radiographies céphalométriques latérales, de modèles d'étude et de photographies.

Notre hypothèse de recherche est la suivante :

Avec une connaissance et une maîtrise des différentes phases du traitement (phase chirurgicale et phases orthodontiques pré- et post-chirurgicales) les résultats à moyen (fin du traitement orthodontique) et long termes (deux ans et plus après la fin du traitement orthodontique) d'un traitement orthodontique et chirurgical comprenant une ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire sont très stables.

Chapitre 3. Méthodologie

3.1 Type d'étude

Ce projet consiste en une étude évaluative de la pratique non contrôlée (étude de cas), basée sur un groupe de patients traités en clinique privée, ayant terminé leur traitement orthodontique, et ayant eu une chirurgie orthognatique consistant en une ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire, entre 2005 et 2010.

Les patients ont tous été suivis par le Dr François Bérubé pour le traitement de leur malocclusion dentosquelettique. Le Dr Bérubé est un excellent orthodontiste et a une très grande expérience quant au traitement ortho-chirurgical de malocclusions, en particulier avec l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire. C'est donc lui qui a réalisé la portion clinique de cette recherche, nous permettant ainsi d'avoir un excellent niveau de traitement, une constance dans le traitement des patients participant à l'étude et un nombre statistiquement intéressant de patients, dû à l'achalandage de son bureau.

3.2 Comité d'éthique

La responsabilité de la bonne conduite éthique de l'équipe de recherche est assurée par Hélène Engel, étudiante-chercheur.

L'étude s'est déroulée sur une durée totale de deux ans, se terminant l'été 2012. La période de validité du certificat d'éthique émis par le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé est comprise dans cette période.

Le patient participant à l'étude doit signer un formulaire de consentement, afin de donner accès aux données le concernant (dossier, radiographies, photographies et modèles en plâtre) dans les divers établissements impliqués dans son traitement orthodontique et chirurgical. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques

ont été recueillis, dans un dossier de recherche, et sur un laps de temps compris entre le début de son traitement orthodontique et son dernier rendez-vous de rétention.

Le formulaire d'information et de consentement a été remis au patient par le Dr François Bérubé, co-directeur de recherche, qui lui a fourni toutes les explications requises ainsi que les réponses à ses éventuelles questions. En signant ce formulaire, le patient n'a pas renoncé à ses droits et n'a pas libéré les chercheurs ou les institutions impliquées de leurs responsabilités civiles ou professionnelles.

Aucun risque n'est lié à la participation à la recherche.

Aucun bénéfice personnel immédiat n'a été anticipé. Le participant n'a pas reçu d'argent pour sa participation à ce projet de recherche. Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances.

En ce qui concerne le caractère confidentiel des renseignements fournis par les participants, les mesures suivantes ont été prévues dès le commencement de l'étude :

- Les noms des participants ne paraissent sur aucun rapport.
- Un code est utilisé sur les divers documents de la recherche. Seuls les chercheurs ont accès à la liste des noms et des codes.
- En aucun cas les résultats individuels des participants ne seront communiqués à qui que ce soit.
- Les données seront conservées à la Section d'orthodontie de l'Université de Montréal pendant sept ans après la fin de l'étude et seront détruites par la suite.
- Si la recherche fait l'objet de publications dans des revues scientifiques, aucun participant ne pourra être identifié. Pour présenter des photos montrant le visage des patients, les chercheurs s'engagent à obtenir une approbation écrite du patient concerné au préalable.

Le participant a le droit de consulter son dossier de recherche pour vérifier les renseignements recueillis, et les faire rectifier au besoin, et ce aussi longtemps que le chercheur responsable du projet et l'établissement détiennent ces informations. Il pourra communiquer avec l'équipe de recherche afin d'obtenir de l'information sur l'avancement des travaux ou les résultats du projet de recherche.

Pour des raisons de surveillance et de contrôle de la recherche, son dossier peut être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé (CÉRSS) de l'Université de Montréal. Toutes ces personnes doivent respecter la politique de confidentialité.

Le patient est tout à fait libre de participer ou non à cette recherche.

De plus, s'il accepte de participer, il peut en tout temps se retirer sans justification et sans compromis sur la qualité des soins qu'il pourrait recevoir par la suite. Les renseignements qui auront été recueillis au moment de son retrait seront alors détruits.

Le chercheur responsable du projet de recherche peut aussi mettre fin à sa participation si cela n'est plus dans son intérêt.

Par ailleurs, le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé (CÉRSS) de l'Université de Montréal peut également mettre fin au projet.

3.3 Échantillon

3.3.1 Taille de l'échantillon

L'échantillon est de 31 patients.

Aucune sélection de cas n'a été faite parmi les dossiers du Dr Bérubé. Tous les patients ayant eu une chirurgie de type LeFort I multisegmentaire depuis 2005 ont été approchés.

3.3.2 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion sont les suivants :

- Patients âgés de plus de 20 ans (la croissance devant être terminée avant la chirurgie maxillo-faciale);
- en dentition permanente (la croissance étant terminée);
- présentant à l'examen initial une malocclusion dentosquelettique nécessitant un traitement orthodontique et chirurgical, touchant le maxillaire (problème dans le sens transverse modéré et en vertical et/ou en antéro-postérieur);
- ayant eu un traitement orthodontique, avec une chirurgie de type LeFort I multisegmentaire entre 2005 et 2010.

3.3.3 Critères d'exclusion

Un sujet est exclu s'il ne répond pas aux critères d'inclusion.

3.3.4 Recrutement des sujets

Pour les patients encore en traitement (en traitement actif ou bien en rétention) à la clinique du Dr Bérubé, le projet leur a été présenté lors d'un de leurs rendez-vous, par le Dr Bérubé lui-même.

En ce qui concerne les patients n'étant plus en traitement, ils ont été contactés par téléphone, et le projet leur a été présenté. S'ils se montraient intéressés, un rendez-vous leur a alors été proposé à la clinique du Dr Bérubé, avec celui-ci, afin de leur donner toutes les informations nécessaires et de répondre à leurs éventuelles questions.

3.3.5 Caractéristiques de l'échantillon

Le recours à une chirurgie multisegmentaire est nécessaire lorsqu'on est en présence d'un manque dans le sens transverse modéré et d'une anomalie de positionnement du maxillaire dans un autre plan, que ce soit dans le sens vertical ou antéro-postérieur. Tous les patients recrutés ont donc eu une expansion du maxillaire, ainsi qu'un mouvement du maxillaire en vertical (descente (augmentation verticale) ou impaction, qui peut être différentielle) et/ou en antéro-postérieur (avancement).

Le nombre de morceaux peut varier de deux à quatre, selon la malocclusion de départ et les différents mouvements à exécuter lors de la chirurgie.

Parmi les 31 patients, 11 ont eu une chirurgie multisegmentaire en quatre morceaux, 12 en trois morceaux et 8 en deux morceaux.

Seuls 5 patients ont eu des extractions de prémolaires au maxillaire en début de traitement. Cette donnée est importante à prendre en compte lors de l'évaluation de la variation des mesures transverses pendant la période préchirurgicale.

Parmi les 31 patients, 17 patients ayant terminé leur traitement orthodontique depuis plus de deux ans (moyenne de trois ans post-traitement) ont permis d'évaluer la stabilité de la procédure chirurgicale à long terme.

3.4 Protocole clinique

La collecte des données a été faite sur des radiographies céphalométriques latérales et sur des modèles d'étude, pris lors du traitement orthodontique et lors de la phase de rétention.

- T0 : prise de données initiales, avant traitement (modèles initiaux et radiographie céphalométrique latérale initiale);
- T1 : prise de données avant la chirurgie (modèles de réanalyse, modèles pré-opératoires et radiographie céphalométrique latérale pré-opératoire);

- T2 : prise de données après la chirurgie (radiographie céphalométrique latérale post-opératoire);
- T3 : prise de données en fin de traitement orthodontique (modèles finaux et radiographie céphalométrique latérale finale);
- T4 : prise de données à la fin de la période de rétention / observation c'est-à-dire au moins deux ans après la fin du traitement orthodontique (modèles et radiographie céphalométrique latérale de fin de rétention).

Toutes les radiographies ont été prises avec le même appareil radiologique numérique (Planmeca ProMax X-Ray unit with Dimax 3) dans le bureau du Dr Bérubé, avec une standardisation du positionnement du patient (alignement du méat auditif externe avec la base de l'aile du nez, et positionnement des tiges stabilisatrices fixes au niveau du nasion et des méats auditifs externes).

Les empreintes pour modèles d'étude ont toutes été traitées de façon identique. L'empreinte est prise avec de l'alginat, est coulée en pierre blanche, et le modèle est ensuite taillé selon les critères standards de taille orthodontique.

Des photographies intraorales ont également été étudiées. Elles permettent de visualiser les changements réalisés lors de l'étape chirurgicale, ainsi que de voir les éventuels défauts gingivaux qui pourraient apparaître suite à la chirurgie (nécrose de papille, récession gingivale...).

Les photographies ont été prises de routine avec le même appareil photographique (boîtier Nikon D200, lentille Nikon 60 mm AF Micro Nikkor, flash Sigma EM-140 DG).

3.5 Protocole de prise de mesures

Nous évaluerons si les mesures restent identiques (stabilité) dans le temps, ou bien s'il existe une récurrence suite à la chirurgie (instabilité).

3.5.1 Prise de mesures sur modèles

La stabilité dans le sens transversal a été évaluée par les mesures sur les modèles d'étude, prises avec un pied à coulisse électronique Digital Caliper 0-100 mm 0,01 mm.

Les mesures sur modèles sont les suivantes : pointes des canines, fosses mésiales des premières prémolaires, fosses centrales des premières molaires, jonction énamocémentaire au palatin des premières molaires.

Les mesures prises sur les modèles à des temps différents sont comparées entre elles afin de voir s'il y a stabilité dans le temps ou non.

Les mesures sont prises deux fois afin de s'assurer de leur fiabilité.

3.5.2 Prise de mesures radiologiques

La stabilité en antéro-postérieur et en vertical est évaluée sur les radiographies céphalométriques, grâce à des points céphalométriques standards.

Les mesures céphalométriques étudiées sont les suivantes :

- Au niveau du maxillaire : NF-FH, N-ANS(\perp FH), N-A-Pg, SNA, N-A(FH), Is/FH, Is(\perp FH), Is/NA (en degrés et en mm), N-Is(FH), Cusp MB6max(\perp FH) ;
- Au niveau de la mandibule : N-B(FH), ANS-Me(\perp FH), FMA, Ii \perp LMP, Cusp MB6mdb \perp LMP.

Les mesures prises sur les radiographies céphalométriques à des temps différents sont comparées entre elles afin de voir s'il y a stabilité dans le temps ou non.

Les mesures sont prises deux fois afin de s'assurer de leur fiabilité.

3.5.3 Photographies intraorales

Aucune mesure n'est réellement prise sur les photographies. Si des défauts gingivaux sont apparus suite à la chirurgie (nécrose de papille, récession gingivale...), nous nous sommes fiés aux mesures réalisées en bouche et notées dans le dossier du patient. Les photographies servent simplement à confirmer ces modifications. Nous avons également comparé les photographies afin de voir l'évolution des éventuels défauts gingivaux.

3.6 Statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec IBM SPSS Statistics 20.

Analyse des modèles

La distribution normale des données a été vérifiée à l'aide des tests de Kolmogorov-Smirnov et de Shapiro-Wilk. Les données répondant à la loi normale, des T-tests ont permis de faire des comparaisons paires dans le temps. Les corrélations ont été réalisées en utilisant la corrélation de Pearson. Une valeur de p inférieure à 0.05 a été considérée comme étant statistiquement significative.

Les mesures ont été prises deux fois sur dix-huit modèles afin de contrôler la fiabilité intra-examineur. Elle a été jugée excellente, avec un test de Bland-Altman repeatability de 0.2 et un ICC de 0.999. De la même façon, la fiabilité inter-examineur a été jugée très bonne avec un test de Bland-Altman repeatability de 0.57 à 0.76 et un ICC de 0.995.

Analyse des radiographies céphalométriques latérales

Des T-tests ont été réalisés afin de faire des comparaisons paires dans le temps. Les corrélations ont été réalisées en utilisant la corrélation de Pearson ainsi que le rho de Spearman.

Les mesures ont été prises deux fois sur dix radiographies céphalométriques latérales afin de contrôler la fiabilité intra-examineur. Elle a été jugée très bonne, avec une différence

moyenne allant de 0,26 à 1,1° pour les mesures angulaires et de 0,04 à 0,93 mm pour les mesures linéaires, et un ICC de 0.915. De la même façon, la fiabilité inter-examineur a été jugée très bonne avec une différence moyenne allant de 0,03 à 2,91° pour les mesures angulaires et de 0,21 à 1,23 mm pour les mesures linéaires, et un ICC de 0,897.

3.7 Résultats attendus

Nous nous attendons à des résultats montrant une stabilité à moyen et long termes d'un traitement orthodontique et chirurgical comprenant une ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire.

Chapitre 4. Article

Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire

Engel, Hélène, DMD

Remise, Claude, DDS, M.Sc.

Bérubé, François, DMD, Certif. Ortho.

Rompré, Pierre, M.Sc.

Section orthodontie, Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal, Montréal (Québec), Canada

Adresse de correspondance :

Faculté de médecine dentaire

Université de Montréal

3525 Chemin Queen Mary

Montréal, (Québec), H3V 1H9

Canada

RÉSUMÉ

Introduction : Cette étude vise à évaluer la stabilité de la chirurgie LeFort I multisegmentaire à moyen (fin du traitement orthodontique) et à long termes dans les trois plans de l'espace (transversal, antéro-postérieur et vertical).

Matériel et méthodes : L'échantillon étudié est composé de trente-et-un (31) patients traités en clinique privée, ayant eu une chirurgie LeFort I multisegmentaire en deux, trois ou quatre morceaux, et ayant terminé leur traitement orthodontique. Parmi eux, 17 patients ayant terminé leur traitement orthodontique depuis plus de deux ans (moyenne de trois ans post-traitement) ont permis d'évaluer la stabilité de la procédure chirurgicale à long terme.

La collecte des données a été réalisée sur des modèles et des radiographies céphalométriques latérales pris à des temps précis tout au long du traitement orthodontique, ainsi que pendant la période de contention.

Concernant l'analyse statistique, des T-tests et des corrélations de Pearson ont été utilisés. Le test de Bland-Altman et le coefficient de corrélation intra-classe ont permis d'analyser les fiabilités intra-examineur et inter-examineurs.

Résultats : Une récidive transverse significative, mais très faible cliniquement est constatée aux niveaux prémolaires et molaires entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique. Elle est corrélée avec l'expansion totale réalisée. Cette récidive transverse est non significative suite au traitement orthodontique. Aucune corrélation statistiquement significative n'est mise en évidence entre le nombre de segments et la récidive transverse postchirurgicale.

Une variation de certaines mesures antéro-postérieures et verticales statistiquement significative, mais faible cliniquement est notée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (avancement et impaction postérieure). Pour les mesures antéro-postérieures et verticales, aucun changement n'est statistiquement significatif suite au traitement orthodontique.

Conclusion : Pour l'échantillon étudié, la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire est très bonne, dans les trois plans de l'espace étudiés.

Mots-clés : chirurgie orthognatique, ostéotomie LeFort I multisegmentaire, expansion maxillaire, stabilité transverse

INTRODUCTION

Une déficience transverse du maxillaire est une composante majeure de nombreuses malocclusions. L'estimation de sa prévalence va de 10 à 15 % dans la population adolescente américaine^{24,25} à 30 % des adultes vus en consultation pour le traitement d'une

malformation dento-faciale.²⁶ Selon une autre étude, seulement 9,4 % de la population américaine a un articulé croisé postérieur, qui est le plus fréquemment causé par un maxillaire étroit.²⁷

Chez un patient adulte, qui a atteint sa maturité squelettique, les nombreuses interdigitations de la suture palatine ainsi que la fusion des sutures circummaxillaires l'obligent à subir une procédure chirurgicale afin de pouvoir corriger cette déficience et obtenir une occlusion stable et fonctionnelle. La malocclusion touchant généralement les trois dimensions, elle est rarement isolée et est donc souvent accompagnée d'un problème antéropostérieur et vertical.

L'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire permet une correction en une seule phase chirurgicale de tous ces problèmes, le nombre de segments variant de deux à quatre selon la malocclusion initiale et les mouvements à réaliser.

Elle a fréquemment été la cible de nombreuses critiques, pointant du doigt la morbidité et les complications qui lui sont associées depuis longtemps.³⁶ La procédure chirurgicale étant plus complexe, elle a été délaissée par une grande majorité de chirurgiens, mettant en avant son instabilité en comparaison avec la procédure d'EPRAC (expansion palatine rapide assistée chirurgicalement).

Toutefois, la majorité des études, dont plusieurs parues récemment, concordent pour dire qu'un faible nombre de complications seulement a été répertorié suite à une chirurgie LeFort I multisegmentaire, que ce soit au niveau chirurgical, parodontal ou radiographique,^{39,35,41,42,36,43} et qu'aucune différence n'a été mise en évidence par rapport à une procédure LeFort I en un seul morceau.³⁷ Certaines complications évoquées au sujet des ostéotomies du maxillaire ont souvent été imputées à la diminution ou l'interruption de l'apport sanguin pendant la chirurgie.^{44,45} Cependant, aucune complication vasculaire n'a été constatée dans les différentes études parues récemment.^{47,48,49,50}

Plusieurs études se sont intéressées à la stabilité de la chirurgie LeFort I multisegmentaire en la comparant avec celle d'une chirurgie LeFort I en un seul morceau, sur les plans antéro-postérieur et vertical. Les conclusions des études sont variables, mais un grand nombre d'entre elles a montré qu'il n'y a pas de différence au niveau de la stabilité antéro-postérieure et verticale entre une procédure segmentée ou non,^{29,73,69,76} certaines montrant même une stabilité plus grande suite à la procédure multisegmentaire.^{72,74,65}

Dans la hiérarchie de stabilité des différents mouvements chirurgicaux, l'expansion chirurgicale du maxillaire est la procédure la plus instable.^{56,58} Cependant, très peu d'études ont été publiées concernant la stabilité de l'expansion suite à une ostéotomie LeFort I multisegmentaire.

La première et plus importante étude publiée sur ce sujet, réalisée par Phillips en 1992, a mis en évidence une récurrence chez trois quarts des patients au niveau des premières molaires. Elle était de 3mm ou plus pour 28 % des patients.²⁹ Par contre, au niveau des premières prémolaires, la récurrence touchait 40 % des patients, mais un seul avait une récurrence de plus de 3 mm. Aucun articulé croisé n'était présent à la fin du traitement pour 71 % des patients. La récurrence la plus importante un an après la chirurgie LeFort I multisegmentaire se situait au niveau des deuxièmes molaires, là où le maximum d'expansion avait été réalisé.

Deux autres études parues depuis, réalisées par Hoppenreijns et Kretschmer, sont arrivées à des conclusions semblables en ce qui concerne la récurrence inter-molaires, présente dans 60 % des cas.^{81,77} Une autre étude a mis en évidence une récurrence inter-canines de 25 % (0,25 mm) et inter-molaires de 20 % (0,75 mm).⁵⁵

La compensation préchirurgicale orthodontique est une variable inconnue dans la majorité des études portant sur la stabilité chirurgicale, bien qu'elle semble jouer un rôle dans cette stabilité. Dans l'étude de Bianchi comparant une expansion orthodontique suivie d'un LeFort I en un morceau et une expansion chirurgicale par LeFort I multisegmentaire il a ainsi été montré que le pourcentage de récurrence transverse était plus important après

l'expansion orthodontique et le Lefort I en un morceau, même si cette différence n'était pas statistiquement significative.⁷⁴

Plusieurs études se sont penchées sur la stabilité de l'EPRAC et du LeFort I multisegmentaire, certaines semblant indiquer une meilleure stabilité transversale avec l'EPRAC, mais cela a été remis en cause par des études récentes.^{87,88,55} Aucune comparaison n'est véritablement possible, étant donnée la différence dans le design des études. De plus, la surexpansion est faite de routine lors d'une expansion orthopédique, qu'elle soit assistée chirurgicalement ou non, ce qui n'est majoritairement pas le cas lors d'une ostéotomie segmentaire.²⁹

Parmi les études réalisées, seuls quelques auteurs ont pris en compte le montant réalisé lors de la chirurgie et le montant d'expansion orthodontique préchirurgicale. D'autre part, peu d'études comportent un suivi à long terme. Ce projet de recherche a donc pour but d'évaluer la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire à moyen et long termes, et ce dans les trois plans de l'espace, c'est-à-dire transversal, vertical et antéro-postérieur. L'hypothèse de recherche est qu'avec une connaissance et une maîtrise des différentes phases du traitement (phase chirurgicale et phases orthodontiques pré- et post-chirurgicales) les résultats à moyen et long termes d'un traitement orthodontique et chirurgical comprenant une ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire sont très stables.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cette étude évaluative de la pratique non contrôlée (étude de cas) a été approuvée par le comité d'éthique de l'université de Montréal.

L'échantillon étudié est composé de trente-et-un (31) patients traités en clinique privée par le même orthodontiste, ayant eu une chirurgie LeFort I multisegmentaire en deux (huit patients), trois (douze patients) ou quatre morceaux (onze patients), et ayant terminé leur traitement orthodontique. Parmi eux, 17 patients, qui avaient terminé leur traitement

orthodontique depuis plus de deux ans (moyenne de trois ans post-traitement), ont permis d'évaluer la stabilité de la procédure chirurgicale à long terme.

Les critères d'inclusion sont les suivants : Patients âgés de plus de vingt ans, en dentition permanente, présentant initialement une malocclusion dentosquelettique nécessitant un traitement orthodontique et chirurgical, touchant le maxillaire (problème dans le sens transverse modéré et en vertical et/ou en antéro-postérieur) et ayant eu un traitement orthodontique, avec une chirurgie de type LeFort I multisegmentaire entre 2005 et 2010. Le sujet était exclu s'il ne répondait pas aux critères d'inclusion. Seuls 5 patients sur les 31 participants à l'étude ont eu des extractions de prémolaires au maxillaire en début de traitement.

Les patients ayant accepté de participer à l'étude ont tous reçu des explications orales et écrites, et un consentement écrit a été obtenu de leur part. La collecte des données a été réalisée sur des modèles et des radiographies céphalométriques latérales pris à des temps précis tout au long du traitement orthodontique, ainsi que pendant la période de contention :

T0 : prise de données initiales, avant traitement (radiographie céphalométrique latérale et modèles initiaux)

T1 : prise de données avant la chirurgie (radiographie céphalométrique latérale et modèles pré-opératoires)

T1bm : prise de données après la chirurgie (modèles modifiés par le chirurgien, utilisés pour la fabrication de la plaque chirurgicale)

T2 : prise de données après la chirurgie (radiographie céphalométrique latérale post-opératoire)

T3 : prise de données en fin de traitement orthodontique (radiographie céphalométrique latérale et modèles finaux)

T4 : prise de données à la fin de la période de contention / observation c'est-à-dire au moins deux ans après la fin du traitement orthodontique (radiographie céphalométrique latérale et modèles de fin de contention)

La stabilité dans le sens transversal a été étudiée sur les modèles d'étude grâce à un pied à coulisse électronique, en mesurant les distances suivantes : entre les pointes des canines, entre les fosses mésiales des premières prémolaires, entre les fosses centrales des premières molaires et entre les jonctions énamo-cémentaires au palatin des premières molaires.

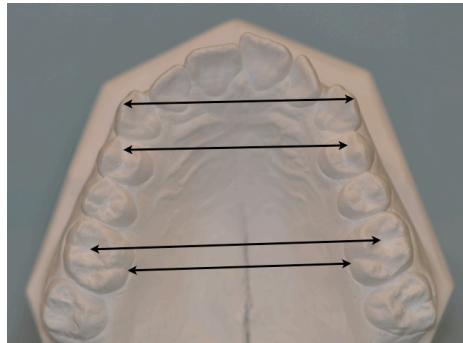


Figure 6 : Mesure des distances inter-canines (pointes canines), inter-prémolaires (fosses mésiales des 4), inter-molaires (fosses centrales des 6) et inter-molaires (jonctions énamo-cémentaires des 6)

La stabilité en antéro-postérieur et en vertical a été étudiée sur les radiographies céphalométriques latérales, grâce à plusieurs mesures (**Tableau I**).

Maxillaire	<i>Mesures antéro-postérieures</i>	N-A(FH)	N-Is(FH)	SNA
	<i>Mesures verticales</i>	N-ANS(\perp FH)	Is(\perp FH)	CuspMBU6(\perp FH)
	<i>Position du plan palatin</i>	NF-FH		
	<i>Position des incisives</i>	Is/NA	Is/FH	
Mandibule	<i>Mesures antéro-postérieures</i>	N-B(FH)		
	<i>Mesures verticales</i>	ANS-Me(\perp FH)	li(\perp LMP)	CuspMBL6(\perp LMP)
	<i>FMA</i>	MP-FH		
	<i>Convexité squelettique</i>	N-A-Pg		

Tableau I : Mesures céphalométriques

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec IBM SPSS Statistics 20.

Analyse des modèles

La distribution normale des données a été vérifiée à l'aide des tests de Kolmogorov-Smirnov et de Shapiro-Wilk. Les données répondant à la loi normale, des T-tests ont permis de faire des comparaisons paires dans le temps. Les corrélations ont été réalisées en utilisant la corrélation de Pearson. Une valeur de p inférieure à 0,05 a été considérée comme étant statistiquement significative.

Les mesures ont été prises deux fois sur dix-huit modèles afin de contrôler la fiabilité intra-examineur. Elle a été jugée excellente, avec un test de Bland-Altman repeatability de 0,2 et un ICC de 0,999. De la même façon, la fiabilité inter-examineur a été jugée très bonne avec un test de Bland-Altman repeatability de 0,57 à 0,76 et un ICC de 0,995.

Analyse des radiographies céphalométriques latérales

Des T-tests ont été réalisés afin de faire des comparaisons paires dans le temps. Les corrélations ont été réalisées en utilisant la corrélation de Pearson ainsi que le rho de Spearman.

Les mesures ont été prises deux fois sur dix radiographies céphalométriques latérales afin de contrôler la fiabilité intra-examineur. Elle a été jugée très bonne, avec une différence moyenne allant de 0,26 à 1,1° pour les mesures angulaires et de 0,04 à 0,93 mm pour les mesures linéaires, et un ICC de 0,915. De la même façon, la fiabilité inter-examineur a été jugée très bonne avec une différence moyenne allant de 0,03 à 2,91° pour les mesures angulaires et de 0,21 à 1,23 mm pour les mesures linéaires, et un ICC de 0,897.

RÉSULTATS

Analyse des modèles

L'expansion préchirurgicale (dentaire), entre T0 et T1, est statistiquement significative au niveau de la distance inter-canines (moyenne de 1,21 mm) et inter-prémolaires (moyenne de 1,65 mm). **(Tableau II)** Elle n'est pas statistiquement significative au niveau de la distance inter-molaires (fosses centrales des 6). L'expansion totale comprend l'expansion dentaire préchirurgicale et l'expansion chirurgicale (entre T0 et T1bm). Comme on pouvait s'y attendre, elle est statistiquement significative pour toutes les mesures réalisées, et le reste dans le temps, jusqu'à la fin de la période de rétention (T4). Elle est en moyenne de 1,96 mm au niveau des canines et de 4,21 mm au niveau des molaires. **(Tableau II)** On peut constater entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (entre T1bm et T3) une récurrence en transverse pour la distance inter-prémolaires (moyenne de 0,48 mm) et inter-molaires (moyenne de 1,11 mm), et ce de façon statistiquement significative. **(Tableau II)** La perte d'expansion post-chirurgicale est particulièrement significative au niveau de la distance inter-molaires, avec une récurrence moyenne de 26 %. La répartition des patients selon le montant de récurrence transverse au niveau des premières molaires suite à la chirurgie se fait de la façon suivante : 2 patients connaissent une augmentation de la distance transverse, 3 patients ont une récurrence comprise entre 0 et 0,5 mm, 6 entre 0,5 et 1 mm, 5 entre 1 et 1,5 mm, 4 entre 1,5 et 2 mm, 1 entre 2 et 2,5 mm et 2 entre 2,5 et 3 mm. Aucune récurrence de plus de 3 mm n'est constatée au niveau de la distance inter-molaires. La distance inter-canines connaît une augmentation, mais elle n'est pas statistiquement significative. Entre la chirurgie et la fin de la période de rétention (entre T1bm et T4) on peut noter une récurrence de l'expansion réalisée précédemment qui est statistiquement significative. Cependant, si l'on regarde uniquement la période de rétention, on peut constater une récurrence en transverse, pour toutes les mesures réalisées, mais elle n'est pas statistiquement significative. La taille de l'échantillon est toutefois diminuée (n=17). La légère augmentation postchirurgicale de la dimension inter-canines n'est pas corrélée de façon statistiquement significative avec l'expansion totale réalisée dentairement et chirurgicalement ($r=0,28$, $p=0,21$), ainsi qu'avec l'expansion uniquement dentaire ($r=0,08$,

p=0,75). Par contre, il existe une corrélation statistiquement significative entre la perte d'expansion postchirurgicale constatée entre les prémolaires et entre les molaires et l'expansion totale réalisée (Prémolaires : $r=0,54$, $p=0,008$, Molaires : $r=0,66$, $p=0,001$). Aucune corrélation statistiquement significative n'a été constatée avec l'expansion préchirurgicale.

L'évolution dans le temps des différentes mesures a été mise en évidence dans les **figures 7, 8, 9 et 10**.

La valeur d'expansion chirurgicale notée par le chirurgien s'approche le plus de la valeur mesurée au niveau inter-molaires (fosses centrales des 6), bien qu'elle diffère en moyenne de 1,5 mm, différence qui est statistiquement significative.

Il n'y a pas de corrélation statistiquement significative entre le nombre de segments (deux, trois ou quatre) et la perte d'expansion postchirurgicale, au niveau de toutes les mesures ($r=0,31$, $p=0,14$).

	Moyenne				Valeur de p	n
	T0	T1	T1bm	T3		
Distance inter-canines (pointes canines)	32,0629	33,2753			T0-T1 : p = 0,021	17
	32,1867		34,1557		T0-T1bm : p < 0,001	21
Distance inter-prémolaires (fosses mésiales 4)	30,5572	32,2150			T0-T1 : p = 0,001	18
	30,5132		34,7709		T0-T1bm : p < 0,001	22
			34,7709	34,2814	T1bm-T3 : p = 0,035	22
Distance inter-molaires (fosses centrales 6)	40,9448		45,159		T0-T1bm : p < 0,001	23
			45,159	44,0409	T1bm-T3 : p < 0,001	23
Distance inter-molaires (JEC au palatin 6)	30,5962		34,4952		T0-T1bm : p < 0,001	21
			34,4952	33,3333	T1bm-T3 : p = 0,001	21

Tableau II : Variation dans le temps des mesures transverses statistiquement significatives

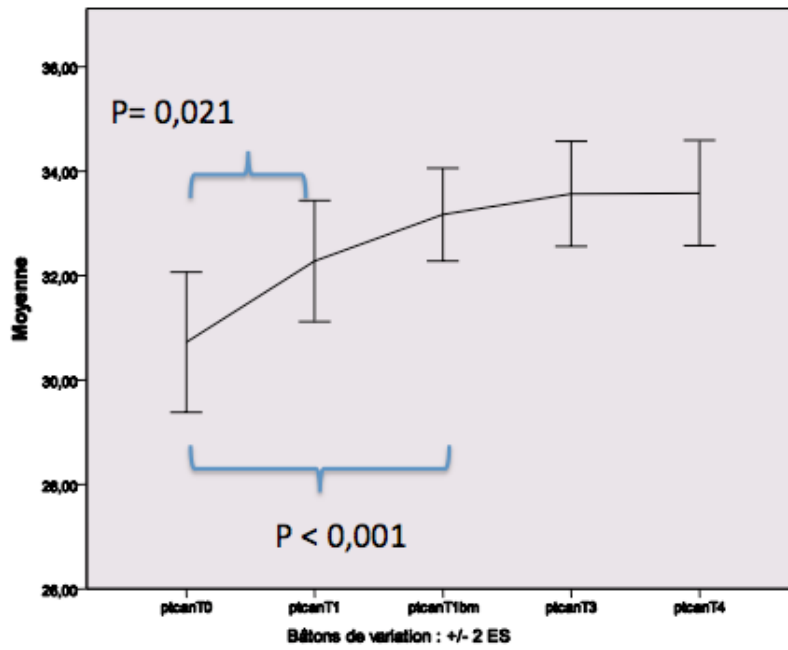


Figure 7 : Variation de la distance inter-canines (pointes canines) en fonction du temps

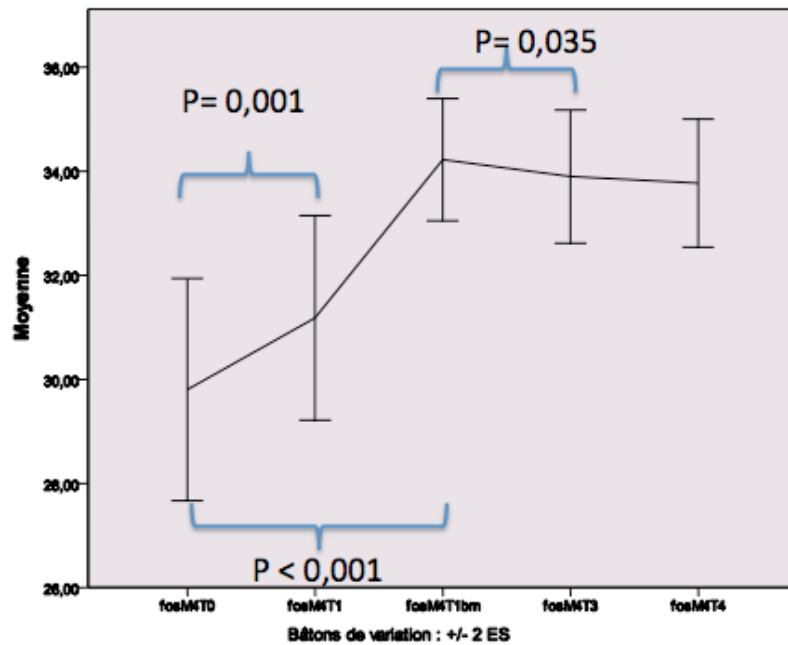


Figure 8 : Variation de la distance inter-prémolaires (fosses mésiales des 4) en fonction du temps

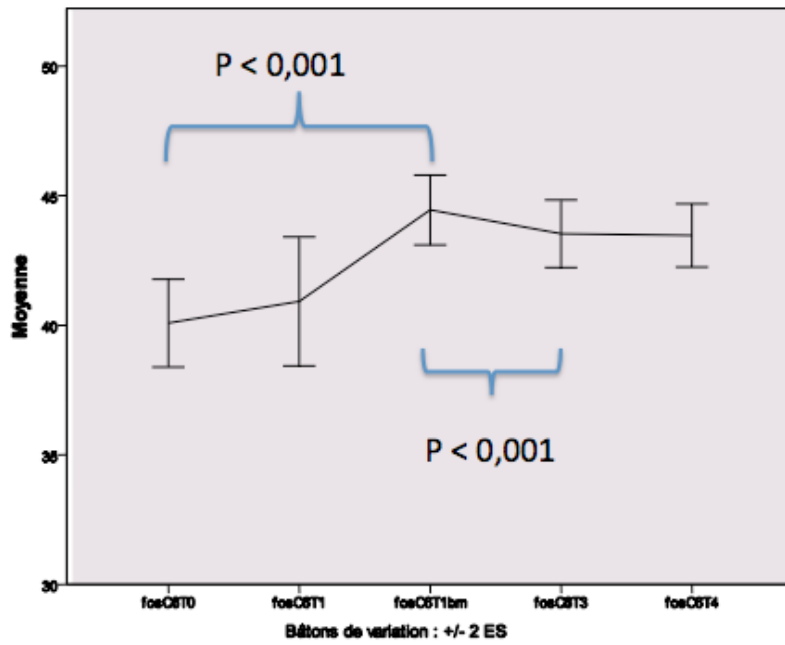


Figure 9 : Variation de la distance inter-molaires (fosse centrale des 6) en fonction du temps

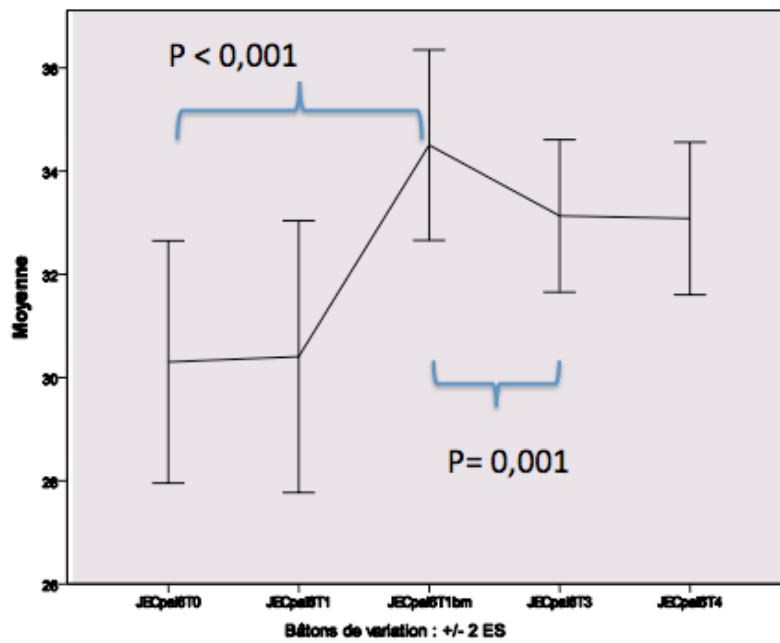


Figure 10 : Variation de la distance inter-molaires (JEC au palatin des 6) en fonction du temps

Analyse des radiographies céphalométriques latérales

Mouvement antéro-postérieur (Avancement)

Une corrélation statistiquement significative a été mise en évidence entre le montant d'avancement réalisé lors de la chirurgie (notée dans le rapport chirurgical) et la différence entre les mesures N-A(FH) et N-Is(FH) à T1 et T2 ($r=0,53$ et $0,65$, $p=0,006$ et $0,000$ respectivement). Entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (entre T2 et T3) une récidive statistiquement significative a été constatée antéropostérieurement (en moyenne de $1,1$ mm pour N-A(FH) et de 2 mm pour N-Is(FH)). Par contre, aucun changement statistiquement significatif n'a eu lieu suite au traitement orthodontique.

(Tableau III)

		n	Moyenne	Std Deviation	Std Error Mean	Valeur de p
N-A(FH)	T2-T3	24	1,1000	2,0538	0,4192	0,015
	T3-T4	17	-0,3294	1,7503	0,4245	0,449
N-Is(FH)	T2-T3	24	2,0958	2,7314	0,5575	0,001
	T3-T4	17	-0,8412	2,7998	0,6790	0,233

Tableau III : Variation dans le temps des mesures antéropostérieures statistiquement significatives

Mouvement vertical (Impaction et Désimpaction)

Une corrélation statistiquement significative a été notée entre le montant d'impaction antérieure réalisé lors de la chirurgie et la différence entre les mesures Is(\perp FH) à T1 et T2 ($r=-0,7$, $p=0,011$). De la même façon, des corrélations existent entre le montant d'impaction postérieure réalisé lors de la chirurgie et la différence entre les mesures N-ANS(\perp FH) ($r=-0,59$, $p=0,016$), Is(\perp FH) ($r=-0,71$, $p=0,002$) et MBU6(\perp FH) ($r=-0,677$, $p=0,004$) à T1 et T2, ainsi qu'entre le montant de désimpaction antérieure réalisé lors de la chirurgie et la

différence entre les mesures N-ANS(\perp FH) ($r=0,78$, $p=0,022$) et Is(\perp FH) ($r=0,74$, $p=0,033$) à T1 et T2. Suite à l'impaction antérieure ou à la désimpaction antérieure, aucune mesure verticale ne connaît un changement statistiquement significatif. Suite à l'impaction postérieure, N-ANS(\perp FH) diminue en moyenne de 0,7 mm ($p=0,045$) et MBU6(\perp FH) de 1,4 mm ($p=0,013$) entre T2 et T3 de façon statistiquement significative. Par contre, aucun changement statistiquement significatif n'a lieu suite au traitement orthodontique.

(Tableau IV)

		n	Moyenne	Std Deviation	Std Error Mean	Valeur de p
N-ANS(\perp FH)	T2-T3	16	0,7562	1,3847	0,3462	0,045
	T3-T4	12	-0,3333	1,1211	0,3236	0,325
MBU6(\perp FH)	T2-T3	16	1,4750	2,0965	0,5241	0,013
	T3-T4	12	-0,6917	1,7170	0,4957	0,190

Tableau IV : Variation dans le temps des mesures verticales statistiquement significatives

Stabilité des mesures dans le temps

Suite à la chirurgie, une diminution statistiquement significative des mesures suivantes a pu être notée entre T2 et T3 : N-A-Pg, SNA, N-A(FH), Is/FH, N-Is(FH), MBU6(\perp FH), ANS-Me(\perp FH). Is/NA (mm) est la seule mesure ayant connu une augmentation statistiquement significative entre T2 et T3.

Pendant la période de rétention, entre T3 et T4, deux mesures seulement connaissent un changement statistiquement significatif, N-A-Pg et Ii \perp LMP, avec une augmentation de 0,85 mm et 0,5 mm respectivement.

DISCUSSION

L'aspect intéressant de cette étude réside dans le fait que la stabilité de l'ostéotomie LeFort I est étudiée dans les trois plans de l'espace, et ce pendant et après le traitement orthodontique. De plus, l'expansion orthodontique préchirurgicale est prise en considération.

L'expansion totale, qui comprend les expansions préchirurgicale et chirurgicale, est en moyenne de 1,96 mm au niveau des canines et de 4,21 mm au niveau des molaires.

L'expansion préchirurgicale est statistiquement significative au niveau de la distance inter-canines (moyenne de 1,21 mm) et inter-prémolaires (moyenne de 1,65 mm), mais pas au niveau de la distance inter-molaires (fosses centrales des premières molaires permanentes). Ces résultats sont identiques à ceux de Phillips, qui constatait une expansion orthodontique préchirurgicale de 0,8 mm en moyenne pour les canines et de 1,7 mm pour les premières prémolaires, et une largeur inter-molaires en moyenne inchangée.²⁹ Si des extractions de prémolaires sont réalisées en début de traitement, cela introduit un biais au niveau de la variation des mesures transverses. Il est intéressant de noter que seuls 5 patients sur les 31 étudiés dans cette étude ont eu des extractions de prémolaires au maxillaire en début de traitement.

Le fait de ne pas réaliser d'expansion orthodontique préchirurgicale pourrait expliquer les résultats très stables constatés. Ceci serait en accord avec Kretschmer⁸¹ et avec Bianchi, qui montrait que le pourcentage de récurrence transverse était plus important après l'expansion orthodontique et le Lefort I en un morceau qu'après un LeFort I multisegmentaire.⁷⁴

Une récurrence transverse significative est constatée au niveau des prémolaires et molaires entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (moyennes de 0,48 mm et de 1,11 mm respectivement, avec 26 % de récurrence au niveau des premières molaires). Cela correspond aux résultats de Phillips et Kretschmer, qui ont également mis en évidence une récurrence transverse, particulièrement au niveau des molaires. Ainsi, Phillips avait constaté

que trois quarts des patients avaient une récurrence au niveau des premières molaires²⁹ et Kretschmer 60 %.⁸¹ Cependant, dans cette étude, cette récurrence transverse, bien que statistiquement significative, est d'une faible influence cliniquement. Il est intéressant de noter que la récurrence constatée par Phillips était plus importante, avec 49 % de récurrence au niveau des deuxièmes molaires, 30 % au niveau des premières prémolaires et 28 % des patients qui ont eu une récurrence de 3 mm ou plus entre les premières molaires.²⁹ En fin de traitement orthodontique, aucun articulé croisé n'est présent, au contraire de l'étude de Phillips, pour qui 14 % avaient une distance inter-premières molaires diminuée lors du suivi par rapport à la distance initiale et 29 % un articulé croisé en fin de traitement.²⁹

Entre la chirurgie et la fin de la période de rétention la récurrence de l'expansion réalisée précédemment est statistiquement significative. Cependant, si l'on regarde uniquement la période de rétention, on peut constater une récurrence en transverse pour toutes les mesures réalisées, mais elle n'est pas statistiquement significative, ce qui est peut-être dû à la taille inférieure de l'échantillon (n=17).

La récurrence transverse est corrélée avec l'expansion totale réalisée (Prémolaires : $r=0,54$, $p=0,008$, Molaires : $r=0,66$, $p=0,001$), ce qui a également été mis en évidence dans la plupart des autres études. Phillips²⁹ rapporte ainsi une plus grande récurrence au niveau des deuxièmes molaires un an après la chirurgie LeFort I multisegmentaire, là où le maximum d'expansion avait été réalisé. Marchetti, lui, a constaté une récurrence médiane de 25 % au niveau de la distance inter-canines et de 20 % au niveau de la distance inter-molaires, avec une récurrence moyenne de 18 et 37 % respectivement, sur un total de dix patients.⁵⁵

En ce qui concerne la stabilité des mouvements antéropostérieurs et verticaux, une corrélation statistiquement significative a été mise en évidence entre le montant de mouvements réalisés lors de la chirurgie (avancement, impaction, désimpaction) et la différence entre plusieurs mesures antéropostérieures ou verticales à T1 et T2. Pendant la phase de traitement orthodontique postchirurgicale, une variation de certaines mesures antéro-postérieures et verticales statistiquement significative, mais faible cliniquement, est

notée (avancement et impaction postérieure). Il est toutefois fort possible que ces variations soient la conséquence de mouvements dentaires désirés par l'orthodontiste.

Aucun changement n'est statistiquement significatif suite au traitement orthodontique, ce qui montre une stabilité des mouvements effectués.

Contrairement aux études de Proffit traitant de la stabilité selon les différents mouvements,^{64,66,37} aucune différence n'a pu être mise en évidence entre les différents mouvements du maxillaire : impaction, désimpaction et avancement.

Aucune corrélation statistiquement significative n'est mise en évidence entre le nombre de segments (deux, trois ou quatre) et la récidive transverse postchirurgicale ($r=0,31$, $p=0,14$). Ceci concorde avec les résultats de Phillips, qui ne voyait pas de différence au niveau du montant de récidive transverse entre une approche en deux ou en trois segments.²⁹ Globalement le nombre de segments ne semble pas changer de façon claire la stabilité des différentes mesures dans les différents plans, ce qui est en accord avec les résultats de Kretschmer, pour qui la segmentation du maxillaire (trois morceaux) lors d'une procédure bimaxillaire n'est probablement pas une source d'instabilité significative squelettique ou dentaire.⁷⁶ Une étude randomisée avec des échantillons plus grands pour les différents groupes serait toutefois nécessaire afin de déterminer précisément le lien entre le nombre de segments et la stabilité dans les trois plans de l'espace.

L'expansion et la désimpaction du maxillaire sont les deux procédures chirurgicales les plus instables.^{56,58} Plusieurs méthodes ont été décrites dans la littérature afin d'améliorer la stabilité transverse, que ce soit la mise en place de greffons (os ou hydroxyapatite) au niveau des sites d'ostéotomie, le port de plaques interocclusales pendant six à huit semaines^{29,55,77} ou la mise en place de barres palatines avec plaques palatines.⁷⁸ De la même façon, plusieurs approches ont été suggérées afin d'améliorer la stabilité verticale, que ce soit le placement de barres de fixation rigides, l'interposition de greffons pour augmenter la rigidité mécanique ou la réalisation d'une chirurgie mandibulaire afin de diminuer

l'étirement des muscles élévateurs de la mandibule et la force occlusale jusqu'à ce que la guérison soit plus avancée.^{61,68}

La mise en place de greffon semble efficace selon Proffit.⁶¹ Cela est en accord avec Kretschmer qui, ne constatant aucune différence du point de vue stabilité entre les mouvements de repositionnement supérieur et inférieur du maxillaire, imputait cela à la présence de greffes osseuses adéquates.⁷⁶ Il a toutefois constaté qu'une récurrence cliniquement significative avait lieu plus souvent avec une chirurgie multisegmentaire lorsque des mouvements verticaux de grande amplitude étaient réalisés.⁷⁶

Dans cette étude, aucune interaction significative n'a pu être mise en évidence entre l'écart des mesures après le traitement orthodontique et la présence ou non de greffon, mais un échantillon de patients plus important aurait été nécessaire afin de pouvoir avoir plusieurs variables, telles que la présence de greffon, le type de mouvement et la stabilité de la mesure. D'autre part, la mise en place de greffon est laissée à l'appréciation du chirurgien, et, dans cette étude, les chirurgies maxillo-faciales ont été réalisées par plusieurs chirurgiens, ce qui n'a pas permis d'avoir une standardisation de l'utilisation d'un greffon. À part pour l'avancement maxillaire, pour qui la présence de greffon était plus importante lors d'un avancement important, (moyenne d'avancement avec greffon 3,47 mm, moyenne sans greffon 2,5 mm, $p=0,079$), il n'a pas été mis en évidence de lien entre placement de greffon et amplitude du mouvement.

La réalisation d'une chirurgie mandibulaire a montré avoir amélioré la stabilité du mouvement de repositionnement inférieur du maxillaire d'après Proffit,⁶¹ mais d'autres auteurs n'ont pas constaté de lien entre la récurrence et le fait d'avoir une chirurgie mandibulaire concomitante.⁶⁹

Dans cette étude, la grande majorité des patients a subi une chirurgie mandibulaire en même temps que la chirurgie LeFort I multisegmentaire. Aucun résultat statistiquement significatif n'a pu être mis en évidence, probablement à cause de la grande inégalité dans la taille des groupes. Il serait intéressant d'étudier cela afin de comparer les résultats obtenus

avec ceux de Phillips, qui trouvait que les patients ayant eu une chirurgie mandibulaire concomitante avaient significativement plus de récurrence au niveau des largeurs intermolaires (premières et deuxièmes molaires) et inter-prémolaires (deuxièmes prémolaires).²⁹

Les résultats de cette étude nous permettent de conclure que l'ostéotomie de type LeFort I multisegmentaire est une procédure chirurgicale stable, dans les trois plans de l'espace, pour l'échantillon étudié. Ceci concorde avec les résultats de plusieurs études, dont la plupart sont récentes. Selon plusieurs auteurs, cette stabilité pourrait être due au fait que les ostéotomies interdentaires permettent d'améliorer la forme de la structure maxillaire et l'interdigitation dentaire, cela aidant la stabilité occlusale, et par le fait même, la stabilité squelettique de la procédure chirurgicale.^{74,65}

CONCLUSION

Une récurrence transverse significative, mais très faible cliniquement au niveau prémolaires et molaires, est constatée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique. Il existe une corrélation entre cette récurrence transverse et l'expansion totale réalisée. Suite au traitement orthodontique, la récurrence transverse n'est pas significative. Aucune corrélation statistiquement significative n'a été mise en évidence entre le nombre de segments et la récurrence transverse postchirurgicale.

Une variation de certaines mesures antéro-postérieures et verticales statistiquement significative, mais faible cliniquement, est constatée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (avancement et impaction postérieure). Cependant, aucun changement statistiquement significatif antéro-postérieurement et verticalement n'a lieu suite au traitement orthodontique.

Pour l'échantillon étudié, nous pouvons donc conclure que la stabilité de l'ostéotomie LeFort I multisegmentaire est très bonne dans les trois plans de l'espace étudiés.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les patients ayant collaboré à cette étude, ainsi que le Dr Nelly Huynh pour l'aide à la rédaction de cet article et Mr Pierre Rompré pour l'analyse statistique.

Chapitre 5. Discussion

5.1 Limitations de l'étude

Malgré le fait que la présente étude nous permet d'obtenir des résultats intéressants avec un protocole plutôt rigoureux, certaines faiblesses sont tout de même présentes.

Cette étude est une étude rétrospective. Les patients de l'échantillon étudié n'ont donc pas tous subi les mêmes mouvements chirurgicaux, et l'amplitude de ces mouvements était variable. Les groupes au sein de l'échantillon n'étaient pas forcément égaux.

De plus, la participation de plusieurs chirurgiens maxillo-faciaux dans cette étude ne nous a pas permis, par exemple, d'avoir une standardisation de la mise en place de greffon. D'autre part, la fabrication de la plaque chirurgicale est particulière à chaque chirurgien, et cela pourrait avoir une conséquence sur la stabilité transverse, certains plaçant une barre palatine de renforcement dans les cas de LeFort I multisegmentaire.

Les patients ayant eu leur chirurgie à des années différentes, l'échantillon étudié post-traitement est de taille inférieure à l'échantillon étudié jusqu'à la fin du traitement orthodontique, étant donnée la limitation de la période d'évaluation propre à cette étude. Un échantillon plus grand nous aurait peut-être permis d'obtenir une valeur statistiquement significative là où nous avons uniquement pu constater des changements non statistiquement significatifs.

5.2 Avenues de recherche

Cette étude ouvre la porte à de nombreuses recherches. Tout d'abord, la récurrence suite au traitement orthodontique et chirurgical pouvant se produire plusieurs années après, il serait

intéressant de faire un suivi des patients de cette étude à plus long terme (cinq et dix ans post-traitement).

D'autre part, un échantillon de patients plus important pourrait nous permettre d'étudier plusieurs variables telles que présence de greffon, type de mouvement et stabilité de la mesure. Avec une étude randomisée, la présence ou l'absence de lien entre stabilité et nombre de segments pourrait être clairement mise en évidence, tout comme avec la présence ou non de chirurgie mandibulaire concomitante.

Une étude avec un seul chirurgien maxillo-facial permettrait de standardiser la procédure chirurgicale, par exemple pour l'utilisation de greffon ou pour la fabrication de la plaque chirurgicale.

Il serait également intéressant de faire une étude avec un nombre important de patients, en comparant un groupe de patients ayant subi une EPRAC et un LeFort I en un morceau et un groupe ayant eu un LeFort I multisegmentaire.

Chapitre 6. Conclusion

L'analyse des résultats nous permet d'affirmer que les hypothèses de recherche soulevées initialement sont exactes.

Il est ainsi possible de tirer les conclusions suivantes :

Une récidive transverse significative, mais très faible cliniquement au niveau prémolaires et molaires, est constatée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique. Il existe une corrélation entre cette récidive transverse et l'expansion totale réalisée. Suite au traitement orthodontique, la récidive transverse n'est pas significative. Aucune corrélation statistiquement significative n'a été mise en évidence entre le nombre de segments et la récidive transverse postchirurgicale.

Une variation de certaines mesures antéro-postérieures et verticales statistiquement significative, mais faible cliniquement, est constatée entre la chirurgie et la fin du traitement orthodontique (avancement et impaction postérieure). Cependant, aucun changement statistiquement significatif antéro-postérieurement et verticalement n'a lieu suite au traitement orthodontique.

Pour l'échantillon étudié, nous pouvons donc conclure que la stabilité de l'ostéotomie LeFort I multisegmentaire est très bonne dans les trois plans de l'espace étudiés.

Bibliographie

1. Norton NS. Précis d'anatomie clinique de la tête et du cou. Elsevier Masson; 2009.
2. Rouvière H DA. Anatomie humaine : Tome 1, Tête et cou, 15 ème édition. Paris: Masson; 2002.
3. Putz R PR. Sobotta atlas of human anatomy, vol 1. Baltimore: Williams & Wilkins; 1997.
4. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. Mosby Elsevier; 2007.
5. Bjork A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. Acta Odontologica Scandinavica 1966;24:109-127.
6. Melsen B. A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. Transactions of the European Orthodontic Society 1972:499-507.
7. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. American Journal of Orthodontics 1977;72:42-52.
8. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2008;133:290-302.
9. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. American Journal of Orthodontics 1975;68:42-54.
10. Lehman JA, Jr., Haas AJ, Haas DG. Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. Plastic and Reconstructive Surgery 1984;73:62-68.
11. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. Journal of Orofacial Orthopedics 2004;65:467-474.
12. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery 1995;10:75-96.

13. Baccetti TF, L. McNamara, J.A. Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics* 2005;11:119-129.
14. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA, Jr. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2000;118:335-340.
15. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthodontist* 2002;72:316-323.
16. Grippaudo C, Garcovich D, Volpe G, Lajolo C. Comparative evaluation between cervical vertebral morphology and hand-wrist morphology for skeletal maturation assessment. *Minerva Stomatologica* 2006;55:271-280.
17. Al Khal HA, Wong RW, Rabie AB. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiology* 2008;37:195-200.
18. Litsas G, Ari-Demirkaya A. Growth indicators in orthodontic patients. Part 1: comparison of cervical vertebral maturation and hand-wrist skeletal maturation. *Eur J Paediatr Dent* 2010;11:171-175.
19. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, McNamara JA, Jr. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;129:599 e591-512; discussion e591-596.
20. Proffit WR, Fields HW, Jr., Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1998;13:97-106.
21. McLain JB, Proffitt WR. Oral health status in the United States: prevalence of malocclusion. *Journal of Dental Education* 1985;49:386-397.
22. De Toffol L. Orthopedic Treatment Outcomes in Class III Malocclusion. *Angle Orthodontist* 2008;78:561-573.
23. Ellis E, 3rd, McNamara JA, Jr. Components of adult Class III malocclusion. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1984;42:295-305.

24. Kelly JE, Harvey CR. An assessment of the occlusion of the teeth of youths 12-17 years. Vital and Health Statistics. Series 11: Data from the National Health Survey 1977:1-65.
25. McLain J, Steedle J, Vig P. Face height and dental relationships in 1600 children : a survey. J Dent Res 1983;62:308-313.
26. Proffit WR, Phillips C, Dann Ct. Who seeks surgical-orthodontic treatment? International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery 1990;5:153-160.
27. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. Journal of Dental Research 1996;75 Spec No:706-713.
28. Bailey LJ, White RP, Jr., Proffit WR, Turvey TA. Segmental LeFort I osteotomy for management of transverse maxillary deficiency. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 1997;55:728-731.
29. Phillips C, Medland WH, Fields HW, Jr., Proffit WR, White RP, Jr. Stability of surgical maxillary expansion. International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery 1992;7:139-146.
30. Petren S, Bondemark L, Soderfeldt B. A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite. Angle Orthodontist 2003;73:588-596.
31. Krebs A. Midpalatal Suture Expansion Studies by the Implant Method over a seven-year Period Report of the Congress; European Orthodontic Society 1964;40:131-142.
32. Graber TM, Vanarsdall RL. Orthodontics : Current Principles and Techniques. St-Louis, MO: Mosby; 1994.
33. Vanarsdall RL, Jr. Transverse dimension and long-term stability. Seminars in Orthodontics 1999;5:171-180.
34. Betts NJ, Sturtz DH, Aldrich DA. Treatment of transverse (width) discrepancies in patients who require isolated mandibular surgery: the case for maxillary expansion. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 2004;62:361-364.
35. Ho MW, Boyle MA, Cooper JC, Dodd MD, Richardson D. Surgical complications of segmental Le Fort I osteotomy. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 2010.

36. Morgan TA, Fridrich KL. Effects of the multiple-piece maxillary osteotomy on the periodontium. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 2001;16:255-265.
37. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability following superior repositioning of the maxilla by LeFort I osteotomy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1987;92:151-161.
38. Miloro M, Ghali GE, Larsen P, Waite P. *Maxillary Orthognathic Surgery Peterson's principles of Oral and maxillofacial Surgery: Pmph USA; 2004.*
39. Sher MR. A survey of complications in segmental orthognathic surgical procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1984;58:537-539.
40. de Mol van Otterloo JJ, Tuinzing DB, Greebe RB, van der Kwast WA. Intra- and early postoperative complications of the Le Fort I osteotomy. A retrospective study on 410 cases. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 1991;19:217-222.
41. Carroll WJ, Haug RH, Bissada NF, Goldberg J, Hans M. The effects of the Le Fort I osteotomy on the periodontium. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1992;50:128-132.
42. Schou S, Vedtofte P, Nattestad A, Stoltze K. Marginal bone level after Le Fort I osteotomy. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1997;35:153-156.
43. Kahnberg KE, Vannas-Lofqvist L, Zellin G. Complications associated with segmentation of the maxilla: a retrospective radiographic follow up of 82 patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2005;34:840-845.
44. Westwood RM, Tilson HB. Complications associated with maxillary osteotomies. *Journal of Oral Surgery* 1975;33:104-115.
45. Lanigan DT, Hey JH, West RA. Aseptic necrosis following maxillary osteotomies: report of 36 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1990;48:142-156.
46. Epker BN. Vascular considerations in orthognathic surgery. II. Maxillary osteotomies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1984;57:473-478.
47. Kretschmer WB, Baciut G, Baciut M, Zoder W, Wangerin K. Changes in bone blood flow in segmental LeFort I osteotomies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 2009;108:178-183.

48. Dodson TB, Bays RA, Neuenschwander MC. Maxillary perfusion during Le Fort I osteotomy after ligation of the descending palatine artery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1997;55:51-55.
49. Harada K, Sato M, Omura K. Blood-flow and neurosensory changes in the maxillary dental pulp after differing Le Fort I osteotomies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 2004;97:12-17.
50. Sato M, Harada K, Okada Y, Omura K. Blood-flow change and recovery of sensibility in the maxillary dental pulp after a single-segment Le Fort I osteotomy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 2003;95:660-664.
51. Kretschmer WB, Baciut G, Dinu C, Baciut M, Barbur I, Muste A et al. The influence of expansion on intraoperative bone blood flow in multisegmental maxillary osteotomies: an experimental study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2010;39:282-286.
52. Pogrel MA, Kaban LB, Vargervik K, Baumrind S. Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1992;7:37-41.
53. Quejada JG, Kawamura H, Finn RA, Bell WH. Wound healing associated with segmental total maxillary osteotomy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1986;44:366-377.
54. White RP Jr PW. Segmental jaw surgery. In: Co CM, editor. *Surgical-Orthodontic Treatment*. St Louis; 1991. p. 283-319.
55. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A, Musci A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 2009;37:74-78.
56. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1996;11:191-204.
57. Phillips C, Broder HL, Bennett ME. Dentofacial disharmony: motivations for seeking treatment. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1997;12:7-15.

58. Bailey LJ, Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:273-277.
59. Watzke IM, Turvey TA, Phillips C, Proffit WR. Stability of mandibular advancement after sagittal osteotomy with screw or wire fixation: a comparative study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1990;48:108-121; discussion 122-103.
60. Reitzik M, Barer PG, Wainwright WM, Lim B. The surgical treatment of skeletal anterior open-bite deformities with rigid internal fixation in the mandible. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1990;97:52-57.
61. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med* 2007;3:21.
62. Forssell K, Turvey TA, Phillips C, Proffit WR. Superior repositioning of the maxilla combined with mandibular advancement: mandibular RIF improves stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1992;102:342-350.
63. Bailey LT, Proffit WR, White RP, Jr. Trends in surgical treatment of Class III skeletal relationships. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1995;10:108-118.
64. Proffit WR, Phillips C, Prewitt JW, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. 2. Maxillary advancement. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1991;6:71-80.
65. Arpornmaeklong P, Heggie AA, Shand JM. A comparison of the stability of single-piece and segmental Le Fort I maxillary advancements. *Journal of Craniofacial Surgery* 2003;14:3-9.
66. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic corrective of skeletal Class III malocclusion. 3. Combined maxillary and mandibular procedures. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1991;6:211-225.
67. Proffit WR, Phillips C, Dann Ct, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. I. Mandibular setback. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1991;6:7-18.

68. Wardrop RW, Wolford LM. Maxillary stability following downgraft and/or advancement procedures with stabilization using rigid fixation and porous block hydroxyapatite implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1989;47:336-342.
69. Perez MM, Sameshima GT, Sinclair PM. The long-term stability of LeFort I maxillary downgrafts with rigid fixation to correct vertical maxillary deficiency. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;112:104-108.
70. Haas AJ. Long-term post-treatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthodontist* 1980;50:189-217.
71. Bailey LJ, Phillips C, Proffit WR, Turvey TA. Stability following superior repositioning of the maxilla by Le Fort I osteotomy: five-year follow-up. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1994;9:163-173.
72. Turvey TA, Phillips C, Zaytoun HS, Jr., Proffit WR. Simultaneous superior repositioning of the maxilla and mandibular advancement. A report on stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988;94:372-383.
73. Hoppenreijts TJ, Freihofer HP, Stoelinga PJ, Tuinzing DB, van't Hof MA, van der Linden FP et al. Skeletal and dento-alveolar stability of Le Fort I intrusion osteotomies and bimaxillary osteotomies in anterior open bite deformities. A retrospective three-centre study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1997;26:161-175.
74. Bianchi A, Amadori S, Pironi M, Marchetti C. Maxillary expansion and stability in the orthodontic-surgical treatment of skeletal anterior open bites. *Prog Orthod* 2009;10:26-37.
75. Baker DL, Stoelinga PJ, Blijdorp PA, Brouns JJ. Long-term stability after inferior maxillary repositioning by miniplate fixation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1992;21:320-326.
76. Kretschmer WB, Baciut G, Baciut M, Zoder W, Wangerin K. Stability of Le Fort I osteotomy in bimaxillary osteotomies: single-piece versus 3-piece maxilla. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2010;68:372-380.
77. Hoppenreijts TJ, van der Linden FP, Freihofer HP, Stoelinga PJ, Tuinzing DB, Jacobs BT et al. Stability of transverse maxillary dental arch dimensions following orthodontic-surgical correction of anterior open bites. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1998;13:7-22.

78. Reinkingh MR, Rosenberg A. Palatal surgical splint for transverse stability of Le Fort I osteotomies: a technical note. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1996;25:105-106.
79. Edwards RC, Kiely KD, Eppley BL. Fixation of bimaxillary osteotomies with resorbable plates and screws: experience in 20 consecutive cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2001;59:271-276.
80. Turvey TA, Bell RB, Tejera TJ, Proffit WR. The use of self-reinforced biodegradable bone plates and screws in orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2002;60:59-65.
81. Kretschmer WB, Baciut G, Baciut M, Zoder W, Wangerin K. Transverse stability of 3-piece Le Fort I osteotomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2011;69:861-869.
82. Kuo PC, Will LW. Surgical-orthodontic treatment of maxillary constriction. *Oral Maxillofac Clin North Am* 1990;2:751.
83. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *European Journal of Orthodontics* 2004;26:403-409.
84. Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1992;50:110-113; discussion 114-115.
85. Racey GL. Surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;50:114.
86. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, Somppi M, Panula K, Peltomaki T. Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *European Journal of Orthodontics* 2004;26:391-395.
87. Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;139:815-822 e811.
88. Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2008;66:1895-1900.

Annexes

Annexe 1 : Formulaire d'information et de consentement



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

**« Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type
LeFort I multi segmentaire**

Chercheurs

Étudiant-chercheur : Dr Hélène Engel

Résidente en orthodontie
Université de Montréal

Directeur de recherche : Dr Claude Remise

D.D.S., M. Sc., cert. Ortho, Professeur titulaire, Section d'orthodontie
Université de Montréal

Co-directeur de recherche : Dr François Bérubé

D.M.D., cert. Ortho
Pratique privée, Québec, Qc

Étude réalisée à la Section d'orthodontie de l'Université de Montréal

Participation au projet

Ce formulaire est dédié au participant majeur.

La participation à cette étude est entièrement volontaire.

Intérêt du projet

Cette étude a pour but d'évaluer à moyen et long termes la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multi segmentaire, et ce dans les 3 plans de l'espace, c'est-à-dire transversal, vertical et antéro-postérieur, à l'aide de radiographies céphalométriques, de modèles d'étude et de photographies.

Critères de sélection des patients

Cette étude est de type rétrospective quantitative et est basée sur un groupe de patients du Dr François Bérubé, âgés de plus de 20 ans, ayant terminé leur traitement orthodontique depuis plus de 6 mois, et ayant eu une chirurgie orthognatique consistant en une ostéotomie de type LeFort I multi segmentaire, en deux (2), trois (3) ou quatre (4) morceaux.

Déroulement du projet

La collecte des données se fera sur des radiographies céphalométriques latérales et sur des modèles d'étude pris lors du traitement orthodontique et lors de la phase de contention. Des photographies intraorales seront également étudiées.

Risques

Aucun risque n'est lié à la participation à la recherche.

Bénéfices

Aucun bénéfice personnel immédiat n'est anticipé.

Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances.

Confidentialité

Il vous est demandé votre consentement afin d'avoir accès aux données vous concernant (dossier, radiographies, photographies et modèles en plâtre). Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques seront recueillis, sur un laps de temps compris entre le début de votre traitement orthodontique et votre dernier rendez-vous de contention.

En ce qui concerne le caractère confidentiel des renseignements fournis par les participants, les mesures suivantes sont prévues :

- Les noms des participants ne paraîtront sur aucun rapport.
- Un code sera utilisé sur les divers documents de la recherche. Seuls les chercheurs auront accès à la liste des noms et des codes.
- En aucun cas les résultats individuels des participants ne seront communiqués à qui que ce soit.
- Les données seront conservées à la Section d'orthodontie de l'Université de Montréal pendant 5 ans après la fin de l'étude et seront détruites par la suite.
- Si la recherche fait l'objet de publications dans des revues scientifiques, aucun participant ne pourra être identifié. Pour présenter des photos montrant le visage des patients, les chercheurs s'engagent à obtenir une approbation écrite du patient concerné au préalable.

Participation volontaire et droit de retrait

Vous êtes tout à fait libre de participer ou non à cette recherche.

De plus, si vous acceptez de participer, vous pouvez en tout temps vous retirer sans justification et sans compromis sur la qualité des soins que vous pourriez recevoir par la suite. Les renseignements qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront alors détruits.

En signant ce formulaire, vous ne renoncez aucunement à vos droits et vous ne libérez pas les chercheurs ou l'institution impliquée de leurs responsabilités légales ou professionnelles.

Communication des résultats

Vous pourrez communiquer avec l'équipe de recherche afin d'obtenir de l'information sur l'avancement des travaux ou les résultats du projet de recherche.

Personnes ressources

Si vous avez des questions au sujet de cette étude, vous pouvez communiquer avec la personne suivante :

Hélène Engel, au _____, du lundi au vendredi, de 9 h à 16 h 30

Pour toute question d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez, après discussion avec le responsable du projet, expliquer vos préoccupations à la présidente du Comité d'éthique de la recherche des Sciences de la santé, Mme Marie-France Daniel (_____). Suite à cet entretien, si vous jugez que la réponse apportée est insuffisante ou insatisfaisante, vous pouvez communiquer avec l'ombudsman de l'Université, Madame Pascale Descary (_____ entre 9h et 17h).

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ
« Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type
LeFort I multi segmentaire »

La nature de l'étude, les procédés utilisés, les risques et bénéfices ainsi que le caractère confidentiel des informations qui seront recueillies au cours de l'étude m'ont été clairement expliqués.

J'ai reçu une réponse satisfaisante à toutes mes questions.

Je déclare avoir lu et compris le formulaire d'information et de consentement et c'est en toute liberté que je consens à participer à ce projet de recherche.

Une copie datée et signée du présent formulaire d'information et de consentement me sera remise.

Nom du participant en caractères d'imprimerie

Date : _____

Signature du participant

Personne qui a obtenu le consentement :

J'ai expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

Nom de la personne qui a obtenu le consentement

Date : _____

Signature de la personne qui a obtenu le consentement

Annexe 2 : Certificat d'éthique

Département de kinésiologie

Monsieur Claude Remise
Professeur titulaire
Faculté de Médecine Dentaire
Pavillon Roger Gaudry
Bureau n°A106

CERTIFICAT N°: CÉRSS-2010-1009-P

COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DES SCIENCES DE LA SANTÉ (CÉRSS)
CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

En vertu des documents qui lui ont été soumis, le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé de l'Université de Montréal a procédé à l'évaluation éthique du projet suivant :

Titre de l'étude : «Évaluation de la stabilité de l'ostéotomie de type LeFort I multi segmentaire »

Nom du directeur de recherche : Monsieur Claude Remise

Nom de l'étudiant-chercheur : Hélène Engel

Organisme subventionnaire : Fonds pour la recherche et Fonds Paul Geoffrion

Programme : /

Titre de l'octroi : /

Numéro de l'octroi : /

Le Comité d'éthique déclare le projet conforme aux normes déontologiques en vigueur à l'Université de Montréal. Un certificat d'éthique est émis pour une durée d'une année dont les modalités d'applications sont les suivantes :

Date d'émission du certificat : 15 septembre 2010

Date de fin de validité du certificat : 14 septembre 2011

À l'échéance du certificat d'éthique, un suivi déontologique sera effectué, conformément aux normes de fonctionnement du *Plan d'action ministériel en éthique de la recherche et en intégrité scientifique*. Il est aussi à souligner que vous devrez faire part au CÉRSS de toute nouvelle information (changement dans les connaissances scientifiques...), observation (événement négatif, incident...) ou de tout changement au protocole expérimental, qui pourrait modifier le fondement éthique sur lequel repose votre projet de recherche.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.



Date : 15 septembre 2010

Marie-France Daniel
Présidente du Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé
CEPSUM, 2100 Édouard-Montpetit, bureau 7211



L'original du certificat est conservé au CÉRSS. Une copie des certificats octroyés aux chercheur(e)s est conservée au BRDV. Une copie des certificats octroyés aux étudiant(e)s est envoyée à la FESP à des fins d'archivage des dossiers.

