

Université de Montréal

**Étude pilote des effets du *Tandem Forsus Maxillary*  
*Corrector* sur la croissance des maxillaires**

par

David Gold-Gosselin

Département de santé buccale

Faculté de médecine dentaire

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

Juin, 2012

© David Gold-Gosselin, 2012

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Étude pilote des effets du *Tandem Forsus Maxillary Corrector* sur la croissance des  
maxillaires

présenté par :

David Gold-Gosselin

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Docteur Andrée Montpetit, président-rapporteur

Docteur Claude Remise, directeur de recherche

Docteur Charles Rodrigue, co-directeur

Docteur Jean-Charles Létourneau, membre du jury

## Résumé

Objectif : Récemment, un nouvel appareil issu de la technologie du Forsus™ et visant à corriger les malocclusions de classe III a été mis sur le marché et se popularise dans la pratique orthodontique : le *Tandem Forsus Maxillary Corrector* (TFMC). L'objectif de la présente étude est de mesurer les effets squelettiques, l'influence réelle sur la croissance, et les effets dento-alvéolaires du port du TFMC.

Matériel et méthodes : 14 patients présentant une malocclusion de classe III (âge moyen de 9 ans 6 mois) traités par le même orthodontiste ont participé à cette étude prospective. Le groupe consiste en 10 garçons et 4 filles. Le *Tandem Forsus Maxillary Corrector* est porté de 12 à 14 heures par jour jusqu'à l'obtention d'une surcorrection du surplomb horizontal et une relation dentaire de classe I. Le traitement est généralement d'une durée de 8 à 9 mois. Des radiographies céphalométriques latérales prises avant (T1) et après (T2) le traitement ont été analysées afin de déterminer les changements dentaires et squelettiques. Les résultats ont été comparés à un groupe contrôle composé de 42 enfants provenant du Centre de croissance de l'Université de Montréal. Les radiographies ont été tracées et analysées de manière aveugle à l'aide du logiciel *Dolphin Imaging* (ver 11.0, Patterson Dental, Chatsworth, California). L'erreur sur la méthode a été évaluée avec la formule de Dahlberg, le coefficient de corrélation intra-classe et l'indice de Bland-Altman. L'effet du traitement a été évalué à l'aide du test *t* pour échantillons appariés. L'effet de la croissance pour le groupe contrôle a été calculé à l'aide d'un test *t* pour échantillons indépendants.

Résultats : L'utilisation du TFMC produit un mouvement antérieur et une rotation antihoraire du maxillaire. De plus, il procline les incisives supérieures et rétrocline les incisives inférieures. Une rotation antihoraire du plan occlusal contribue aussi à la correction de la malocclusion de classe III. Par contre, le TFMC ne semble pas avoir pour effet de restreindre la croissance mandibulaire.

Conclusion : La présente étude tend à démontrer que le port de l'appareil TFMC a un effet orthopédique et dento-alvéolaire significatif lors du traitement correctif des malocclusions modérées de classe III.

**Mots-clés** : malocclusion, classe III, forsus, myofonctionnel, orthopédique, *Tandem Forsus Maxillary Corrector*.

## Abstract

Aim: Recently, a new appliance used to correct class III malocclusions, equipped with the Forsus™ technology, has been marketed and is gaining popularity in orthodontic practice: the Tandem Forsus Maxillary Corrector (TFMC). The purpose of the present study is to measure the skeletal and dento-alveolar effects, and the true influence on growth of the TFMC.

Materials and Methods: A prospective study was done with 14 growing children (mean age of 9 years 6 months) who had a class III malocclusion and were treated with the TFMC by the same orthodontist. The group consisted of 10 boys and 4 girls. The «Tandem Forsus Maxillary Corrector» was worn 12 to 14 hours a day until a positive overjet and a class I dental relationship was obtained. For each patient, lateral cephalograms taken before (T1) and after (T2) the treatment were analyzed to determine skeletal and dental changes resulting from treatment. These results were compared to a control group randomly selected from the Growth Center of the University of Montreal. The cephalograms were traced and analyzed with the software *Dolphin Imaging* (ver 11.0, Patterson Dental, Chatsworth, California). Consistency and repeatability of measurements was evaluated with the intraclass correlation, the Dahlberg formula and the Bland-Altman test. The effect of treatment was evaluated with a paired T-test. The effect of growth for the control group was calculated with an unpaired T-test.

Results: Use of the TFMC results in an anterior movement and a counterclockwise rotation of the maxilla. The upper incisors proclined and the lower incisors retroclined. A counterclockwise rotation of the occlusal plane also contributed to the correction of the class III malocclusion. Furthermore, the TFMC does not seem to restrain mandibular growth.

Conclusion: The TFMC appliance seems to have a significant orthopedic and dento-alveolar effect when correcting a moderate class III malocclusion.

**Keywords** : malocclusion, class III, tandem forsus maxillary corrector, forsus, orthopedic, functional appliance.

## Table des matières

1. Introduction .....	1
2. Recension des écrits .....	3
2.1 Phénomène des malocclusions de classes III .....	3
2.1.1 : Épidémiologie des malocclusions de classe III.....	8
2.1.2 : Les déterminants de la croissance .....	10
2.1.3 Problèmes associés aux malocclusions de classe III.....	13
2.2 Traitement de modification de la croissance.....	16
2.2.1 Excès mandibulaire .....	20
2.2.2 Déficience maxillaire .....	22
2.3 Modalités de traitements conventionnels .....	24
2.3.1 Séquence de traitement .....	25
2.3.2 <i>Reverse pull headgear</i> et Masque de protraction.....	27
2.3.3 Appareils myofonctionnels de protraction maxillaire.....	30
2.3.4 <i>Chin cup</i> .....	32
2.4 Forsus™ <i>Fatigue Resistant Device</i> (FRD) (3M Unitek Corp, Monrovia, Calif.).....	33
2.5 <i>Tandem Forsus Maxillary Corrector</i> (TFMC) .....	35
3. Objectifs de l'étude .....	37
4. Article.....	39
5. Discussion .....	58
5.1 Limitations et études subséquentes .....	59
6. Conclusion.....	1
7. Bibliographie.....	2
8. Annexes.....	i
Annexe I : Certificat d'éthique.....	ii
Annexe II : Document d'information remis aux sujets.....	iv
Annexe III : Formulaire de consentement.....	xi
Annexe IV : Analyse céphalométrique de l'Université de Montréal.....	xiii

## Liste des tableaux

<i>Tableau I : Prévalence de patrons squelettiques chez les malocclusions de classe III selon différentes études.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau II : Prévalence des impacts des malocclusions de classes I, II et III chez les adolescents.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau III : Chirurgie orthognatique chez les patients de classe III de la clinique de l'UNC 1984-1996.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau IV : Prévalence des malocclusions de classe III à la clinique dentofaciale de l'UNC.....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau V : Valeurs des analyses céphalométriques.....</i>	<i>36</i>

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Occlusion normale et les classes de malocclusions décrites par Angle.....	4
<b>Figure 2</b> : Diagramme démontrant différents types de malocclusions dentaires et squelettiques ainsi que différentes directions de croissance.....	5
<b>Figure 3</b> : Classe III squelettique due à une déficience maxillaire combinée à un prognathisme mandibulaire.....	6
<b>Figure 4</b> : Prévalence des malocclusions chez les enfants américains selon le NHANES III....	9
<b>Figure 5</b> : Surplomb horizontal de la population américaine selon le NHANES III.....	10
<b>Figure 6</b> : La croissance du maxillaire dictée par la croissance des tissus mous environnants.....	12
<b>Figure 7</b> : <b>A</b> , Croissance de la mandibule par rapport à la base crânienne : le menton se dirige vers l'avant et vers le bas. <b>B</b> , Selon Björk, la croissance de la mandibule s'effectue vers le haut et vers l'arrière, ce qui provoque un mouvement de translation vers le bas et vers l'avant.....	12
<b>Figure 8</b> : Enveloppe des mouvements selon Proffit.....	18
<b>Figure 9</b> : Rotation mandibulaire typique suite à un traitement avec un appareil chin cup.....	20

<b>Figure 10</b> : Masque de protraction.....	27
<b>Figure 11</b> : L'Effet de protraction du maxillaire s'accompagne d'un mouvement antérieur des dents maxillaires et d'une rotation vers le bas et vers l'arrière de la mandibule.....	27
<b>Figure 12</b> : Superposition céphalométrique démontrant les effets du masque de protraction.....	28
<b>Figure 13</b> : Exemple du chin cup.....	32
<b>Figure 14</b> : Représentation de la rotation postérieure et inférieure de la mandibule accompagnée d'une augmentation de la hauteur faciale inférieure.....	32
<b>Figure 15</b> : Forsus™ Fatigue Resistant Device.....	33
<b>Figure 16</b> : Tandem Forsus™ Maxillary Corrector.....	35
<b>Figure 17</b> : Vue occlusale du TFMC.....	52
<b>Figure 18</b> : Vue latérale du TFMC.....	52
<b>Figure 19</b> : Changement de la valeur de l'angle d'inclinaison de l'incisive supérieure.....	53
<b>Figure 20</b> : Changement de la relation maxillo-mandibulaire démontrée par A-B (OP)....	53
<b>Figure 21</b> : Changement de la valeur de l'angle d'inclinaison de l'incisive inférieure.....	54

**Figure 22** : *Changement de la relation maxillo-mandibulaire démontrée par ANB.....54*

**Figure 23** : *Changement de la convexité faciale.....55*

## Liste des sigles et abréviations

°	Degré
%	Pourcentage
±	Plus ou moins
ATM	Articulation temporo-mandibulaire
D.D.S.	<i>Doctor of dental surgery</i>
D.M.D.	Doctorat en médecine dentaire
Et al.	Et alii
FR-III	Appareil Frankel III
FRCD(c)	<i>Fellow of the Royal College of Dentistry (Canada)</i>
FRD	<i>Fatigue Resistant Device</i>
M.Sc.	Maître en sciences
mm	Millimètre
n	Nombre de sujets
NHANES III	<i>National Health and Nutrition Estimates Survey III</i>
OIDP	<i>Index Oral Impacts on Daily Performances</i>
OC	Occlusion centrée
RC	Relation centrée
T1	Pré-traitement
T2	Post-traitement
TFMC	<i>Tandem Forsus Maxillary Corrector</i>
™	<i>Trademark</i>
UNC	Université de la Caroline du Nord
USPHS	Service de santé publique des États-Unis
Ver	Version

## Remerciements

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à ma formation d'orthodontiste.

Je tiens tout d'abord à remercier Dr Claude Remise, chef de la Section d'orthodontie et directeur de ce projet, à la fois pour m'avoir guidé, encouragé et conseillé, et surtout pour m'avoir transmis cette passion pour l'orthodontie et l'excellence.

Mes remerciements vont également au Dr Charles Rodrigue, co-directeur de cette maîtrise, pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

J'exprime ma gratitude à M. Pierre Rompré pour l'excellence de ses analyses statistiques.

Je remercie Dre Andrée Montpetit d'avoir accepté d'être président-rapporteur pour ce mémoire, ainsi que pour sa contribution lors de l'analyse des résultats.

Sincères remerciements à Dr Jean-Charles Létourneau pour sa participation à mon jury, ainsi que pour son constant dynamisme et la qualité de son enseignement.

J'exprime ma gratitude à tous les autres professeurs et cliniciens : Dr Morris Wechsler, Dr Jack Turkewicz, Dr Hicham El-Khatib, Dre Athéna Papadakis, Dr Serge Baril, Dr Jocelyn Talbot, Dr Réjean Labrie, Dr Ezra Kleinman, Dr Paul Morton et Dr Donald Blais – pour m'avoir transmis généreusement leurs connaissances et d'avoir participé à former l'orthodontiste que je suis.

À mes trois collègues et amis, Ross, Sandra et Hélène, que j'ai eu le plaisir de côtoyer ces dernières années.

Pour leurs encouragements et leur assistance qui m'ont permis d'atteindre mes rêves, je remercie chaudement Judy Gold, ma mère et le reste de ma famille.

Enfin, je remercie de tout mon cœur Amélie Castonguay pour m'avoir toujours soutenu et encouragé, et également pour m'avoir accompagné au cours de ce périple.

Merci à tous!

# 1. Introduction

Les malocclusions de classe III sont caractérisées par une dentition mandibulaire positionnée antérieurement à la dentition maxillaire. Elles sont peu fréquentes au sein de la population occidentale. Un sondage national effectué par le Service de santé publique des États-Unis (USPHS) révèle la présence de cette malocclusion chez 1% des enfants américains. Le pourcentage de personnes atteintes augmente légèrement chez les adolescents et les adultes.<sup>1,2</sup>

Sans doute à cause de la rareté de cette malocclusion au sein de la population, peu d'études se sont penchées sur ce phénomène et conséquemment peu de traitements orthopédiques ont été développés afin de corriger cette difformité. Cependant, quelques études ont examiné la relation des bases osseuses des individus ayant cette malocclusion. Bien que le maxillaire et la mandibule puissent parfois être positionnés correctement, ces études ont démontré une composante de rétrusion maxillaire et/ou de protrusion mandibulaire dans la plupart des cas de malocclusion de classe III.<sup>3-7</sup>

La croissance excessive mandibulaire est très difficile à contrôler orthopédiquement. L'appareil le plus populaire utilisé pour restreindre la croissance mandibulaire est le *chin cup*. Les études ont toutefois démontré qu'au lieu de diminuer la croissance excessive de la mandibule, le *chin cup* corrige la malocclusion en effectuant une rotation vers le bas et l'arrière de la mandibule causant, par le fait même, une augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure. Ce traitement a un autre effet non-désirable sur les incisives inférieures qui rétroclinent sous la pression de la mentonnière.<sup>8</sup> En plus, ces études ont démontré qu'à la fin du traitement, suite au retrait de l'appareil *chin cup*, le patron de croissance original reprend son cours et la plupart des patients doivent ultimement recourir à la chirurgie.<sup>9</sup>

On a longtemps considéré la rétrusion maxillaire comme étant pratiquement impossible à corriger à l'aide de traitement de modification de la croissance. Dans les années 1980, le chirurgien français Delaire a démontré que le maxillaire peut être amené vers l'avant avec des forces de traction extra-orales appliquées à un jeune âge. L'utilisation de cette méthode a donné de bons résultats chez les jeunes enfants.<sup>10</sup> Les résultats de protraction du maxillaire sont beaucoup plus encourageants que ceux de limitation de la croissance mandibulaire. En effet, selon Williams et al.<sup>11</sup> un taux de réussite de 80% a été mesuré pour les traitements de protraction maxillaire. Par contre, les masques faciaux ont aussi leurs limitations. Notamment, le port d'un appareil extra-oral encombrant a souvent un effet négatif sur la coopération du patient.

Un appareil moins encombrant et plus facile d'utilisation a récemment été introduit dans l'arsenal de l'orthodontiste afin de corriger les malocclusions de classe III : le *Tandem Forsus Maxillary Corrector*.<sup>12</sup> Le TFMC est utilisé chez les patients présentant une rétrognathie maxillaire et/ou une prognathie mandibulaire, accompagnées d'un surplomb horizontal négatif. Le port du TFMC aurait pour effet de stimuler la croissance maxillaire tout en inhibant la croissance de la mandibule. À ce jour, aucune publication n'a démontré de façon claire et précise si l'utilisation du TFMC produit un effet réel au niveau des bases osseuses des maxillaires. L'objectif de ce projet est de mesurer les effets squelettiques, l'influence réelle sur la croissance et les effets dento-alvéolaires du port du TFMC.

## **2. Recension des écrits**

Ce projet vise à mesurer les effets squelettiques, l'influence réelle sur la croissance, et les effets dento-alvéolaires du *Tandem Forsus Maxillary Corrector* lors de la correction des malocclusions de classe III.

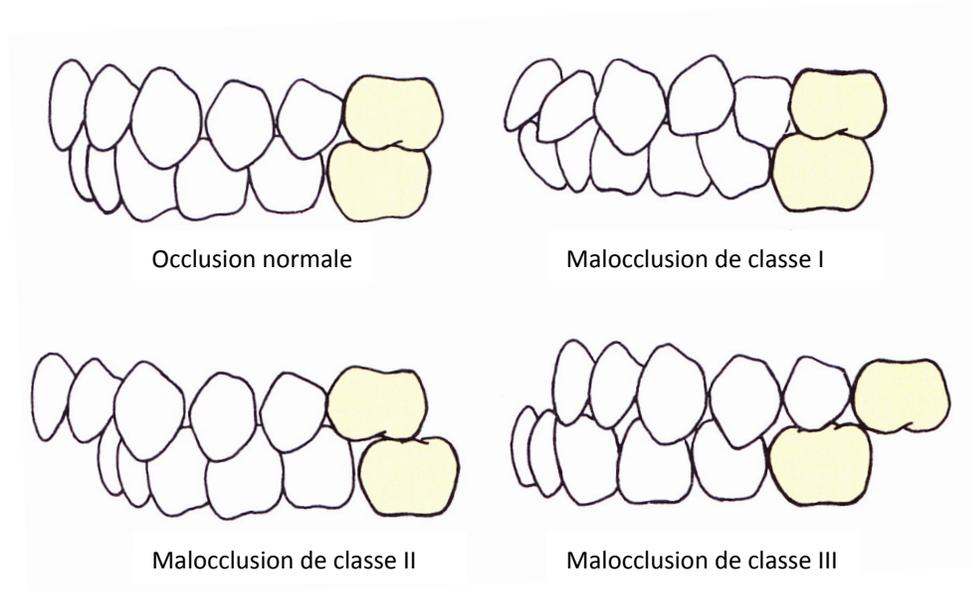
Afin de bien comprendre l'intérêt clinique de notre recherche, il est important de revoir en profondeur le phénomène des malocclusions de classes III ainsi que les problèmes qui peuvent y être reliés. Il est aussi important de développer sur les autres options de traitements déjà disponibles pour l'orthodontiste, ainsi que sur l'intérêt d'utiliser un ressort de type Forsus™ – *Fatigue Resistant Device* (FRD), initialement développé pour la correction des malocclusions de classe II, afin de corriger une malocclusion de classe III. Ces éléments nous permettront de mieux cerner notre problématique.

### **2.1 Phénomène des malocclusions de classes III**

Dans les années 1880, Edouard Angle, professeur au département de prosthodontie de l'école dentaire de Pennsylvanie, a créé une classification des problèmes d'occlusion dentaire et a posé des objectifs de traitement qui dépassaient le simple alignement. Il proposait une véritable prise en charge des disharmonies dento-dentaires et dento-maxillaires. En effet, Angle a mis au point le premier système utile de classification de l'occlusion qui distingue une occlusion normale d'une malocclusion.

Son postulat de base est que la position des premières molaires supérieures est la clef de l'occlusion. Ses recherches ont démontré que, pour atteindre une interdigitation idéale des dents, il faut que la cuspide mésio-buccale de la 1<sup>e</sup> molaire supérieure s'articule avec le sillon buccal de la 1<sup>e</sup> molaire inférieure. La classification de l'occlusion d'Angle distingue 4 types d'occlusions :

- Occlusion normale : Relation normale des molaires. Les autres dents sont bien positionnées.
- Malocclusion de classe I : Relation normale des molaires. Les autres dents ont des problèmes de positions, de rotations, de chevauchement, etc.
- Malocclusion de classe II : Molaires inférieures positionnées distalement par rapport aux molaires supérieures. La position des autres dents reste indéterminée.
- Malocclusion de classe III : Molaires inférieures positionnées mésialement par rapport aux molaires supérieures. La position des autres dents reste indéterminée.

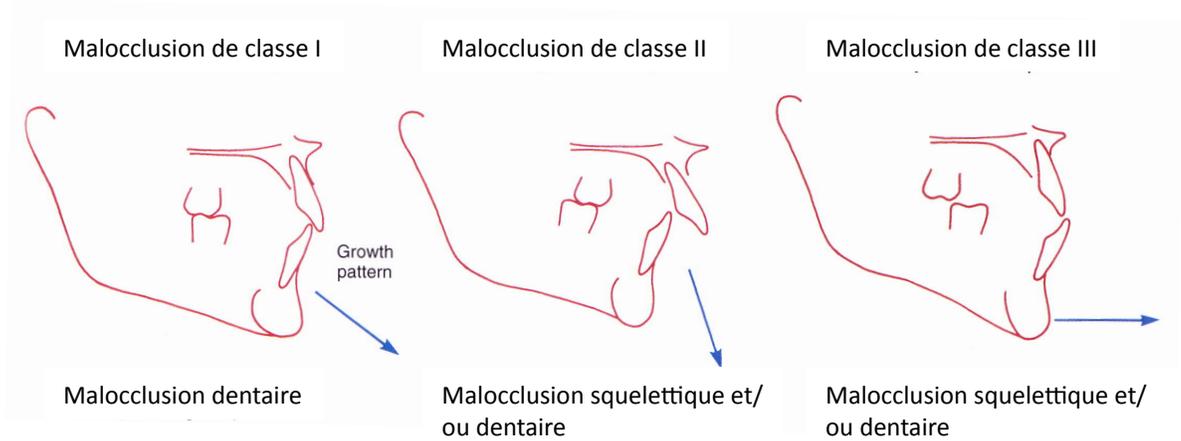


**Figure 1 :** Occlusion normale et les classes de malocclusions décrites par Angle.

(Adaptée de Proffit, 2007)

La classification d'Angle n'est pas complète et a été modifiée au fil du temps. Elle demeure encore très populaire de nos jours. Peu à peu, la classification d'Angle s'est développée et

se fait aujourd'hui selon 4 critères : la classification de la malocclusion, la relation molaire, la relation squelettique des mâchoires et la direction de la croissance.



**Figure 2 :** Diagramme démontrant différents types de malocclusions dentaires et squelettiques ainsi que différentes directions de croissance. (Adaptée de Proffit, 2007)

L'introduction des composantes squelettiques dans la classification moderne vient de la reconnaissance de l'influence de la position et de la croissance des bases osseuses sur les difformités dento-faciales. En effet, plusieurs patrons squelettiques peuvent causer des malocclusions de classe III. Une malocclusion de classe III peut résulter d'un déficit de croissance du maxillaire, d'une croissance mandibulaire excessive ou d'une combinaison de ces deux phénomènes. Selon McNamara<sup>13</sup>, en présence d'une malocclusion de classe III, la mandibule grandit plus que le maxillaire dans le plan sagittal et ce, dans un ratio de 2,4 :1 alors que ce ratio est de 1,5 :1 chez des patients orthognatiques.

Plusieurs études ont répertorié différents types de patrons de croissance squelettique pouvant exister chez les sujets présentant une malocclusion de classe III :

Sanborn<sup>3</sup>, en 1955, a trouvé chez 42 patients ayant une malocclusion de classe III que 45,2% avaient une protrusion mandibulaire avec une position du maxillaire dans la limite de la normalité, que 33% des cas présentaient une rétrusion maxillaire sans protrusion

mandibulaire, que 9,5% avaient un maxillaire et une mandibule normaux, et que 9,5% avaient une combinaison de rétrusion maxillaire et de protrusion mandibulaire.

Dans son étude réalisée en 1970, Dietrich<sup>4</sup> a observé que 37,5% de ses patients en dentition permanente ayant une malocclusion de classe III présentaient une rétrusion maxillaire, 31% une protrusion mandibulaire, et que 24% des sujets avaient un maxillaire et une mandibule normaux. De plus, 6% des patients présentaient une rétrusion maxillaire et mandibulaire, et 1,5% une rétrusion maxillaire et une protrusion mandibulaire.

Jacobson et al.<sup>5</sup>, en 1974, chez 149 sujets enfants et adultes ayant une malocclusion de classe III, ont décelé 49% de protrusion mandibulaire, 26% de rétrusion maxillaire, et 14% un maxillaire et une mandibule positionnés normalement.

Ellis et McNamara<sup>7</sup> ont étudié en 1984 302 adultes ayant une malocclusion de classe III. Ils suggèrent dans leur étude que le patron squelettique le plus fréquent lors d'une malocclusion de classe III est une combinaison de rétrusion maxillaire et de protrusion mandibulaire; ce patron squelettique étant présent chez 30% des sujets.

Une rétrusion maxillaire avec une dimension mandibulaire normale était présente dans une proportion de 19,5%, et un maxillaire normal combiné à une mandibule protrusive ont été mis en évidence chez 19,1% des sujets étudiés.

Guyer et al.<sup>6</sup> ont étudié en 1986, quant à eux, un groupe de 30 enfants de 5 à 15 ans ayant tous une malocclusion de classe III. Ils ont observé que 25% des enfants présentaient une



**Figure 3 :** Classe III squelettique due à une déficience maxillaire combinée à un prognathisme mandibulaire.  
(Adaptée de Proffit, 2007)

rétrusion maxillaire, 20% un prognathisme mandibulaire, et que 40% des enfants démontraient une combinaison de rétrusion maxillaire et de protrusion mandibulaire.

	Sanborn <sup>3</sup>	Dietrich <sup>4</sup>	Jacobson et al. <sup>5</sup>	Ellis et McNamara <sup>7</sup>	Guyer et al. <sup>6</sup>
Rétrusion maxillaire	<b>33%</b>	<b>37,5%</b>	<b>26%</b>	<b>19,5%</b>	<b>25%</b>
Protrusion mandibulaire	<b>45,2%</b>	<b>31%</b>	<b>49%</b>	<b>19,1%</b>	<b>20%</b>
Mandibule et maxillaire normaux	<b>9,5%</b>	<b>24%</b>	<b>14%</b>	--	--
Rétrusion maxillaire et mandibulaire	--	<b>6%</b>	--	--	--
Rétrusion maxillaire et protrusion mandibulaire	<b>9,5%</b>	<b>1,5%</b>	--	<b>30%</b>	<b>40%</b>

**Tableau I :** Prévalence de patrons squelettiques chez les malocclusions de classe III selon différentes études.

Les études mentionnées précédemment démontrent des variabilités dans les patrons squelettiques mis en évidence.<sup>3-7</sup> Ceci s'explique par l'absence d'un protocole uniforme lors de l'analyse des radiographies céphalométriques; chacun choisissant sa propre méthode d'analyse. De plus, il est aussi possible de remarquer que les populations étudiées lors de ces études ne sont pas homogènes. Les études étant faites à différents endroits, la composition ethnique des populations varie elle aussi. En plus, l'âge des patients étudiés diffère d'étude en étude. En revanche, c'est davantage le concept que plusieurs types de patrons squelettiques de classe III existent que les pourcentages exactes qui est important.

Suite aux développements de la classification des malocclusions d'Angle, il est maintenant possible de définir une malocclusion de classe III comme étant une relation dentaire dans

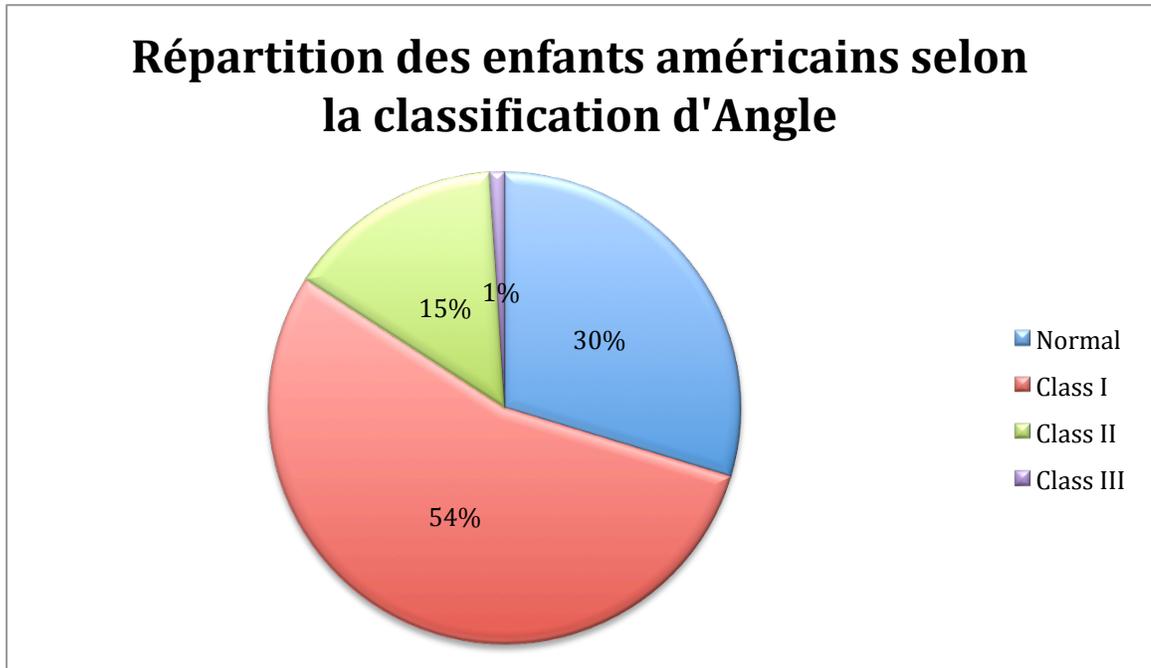
laquelle les molaires inférieures sont positionnées mésialement aux molaires supérieures, entraînant la plupart du temps un surplomb horizontal négatif au niveau des incisives. De plus, il est important de préciser que la malocclusion dentaire peut être combinée à différents patrons squelettiques.

### **2.1.1 : Épidémiologie des malocclusions de classe III**

La malocclusion de classe III est un phénomène relativement rare au sein des populations nord-américaines. Cette malocclusion comporte un facteur héréditaire, la position des mâchoires étant dictée, en grande partie, génétiquement. Effectivement, les tendances familiale et raciale sont des facteurs majeurs.<sup>9</sup> Approximativement 5% de la population caucasienne présente une malocclusion de classe III caractérisée soit par une mandibule large, un visage avec le tiers moyen déficient ou une combinaison des deux.<sup>14</sup> Cette incidence est significativement plus élevée chez les Scandinaves et les Japonais.<sup>15</sup>

Depuis les années 1970, plusieurs études ont été effectuées dans les pays développés afin d'établir une carte mondiale claire de la prévalence des malocclusions et des difformités dento-faciales. Entre 1989 et 1994, le *Center for Disease Control and Prevention* américain a effectué une enquête nationale de très grande envergure portant sur les problèmes de santé et sur les besoins de la population : le *National Health and Nutrition Estimates Survey III* (NHANES III). Cette enquête a été conduite auprès de 14 000 individus. Elle a été conçue de manière à pouvoir extrapoler les résultats pour 150 millions de personnes. Les résultats sont groupés selon les principales races/ethnies et selon l'âge. Cette enquête fournit une évaluation relativement précise de la fréquence des malocclusions présentes au sein de la population américaine, classées selon les différents groupes raciaux/ethniques.<sup>1,2</sup>

Ce sondage a permis d'établir le portrait des malocclusions chez les enfants américains. Selon la classification d'Angle, 30% des enfants présentent une occlusion normale, 50-55% une malocclusion de classe I, 15% une malocclusion de classe II, tandis que moins de 1% ont une malocclusion de classe III. Il existe bien sûr des différences entre la population des États-Unis et celle des autres pays dû aux différentes caractéristiques raciales et ethniques.

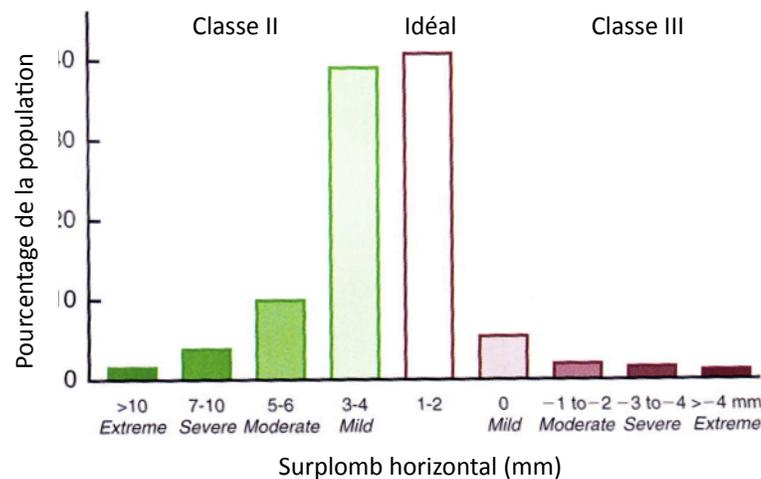


**Figure 4 :** Prévalence des malocclusions chez les enfants américains selon le NHANES III.

(Adaptée de Proffit, 1998)

Les statistiques ne sont toutefois pas aussi complètes pour les autres populations à travers le monde. Une étude épidémiologique publiée en 1990 démontre une prévalence accrue des malocclusions de classe II chez les caucasiens de descendance européenne. Par exemple, 25% des enfants au Danemark ont des malocclusions de classe II. Les orientaux, quant à eux, démontrent une prévalence accrue des malocclusions de classe III. En effet, 3 à 5% de la population japonaise et 2% de la population chinoise présentent une malocclusion de classe III.<sup>16</sup>

Le NHANES III a également étudié le surplomb horizontal au niveau des incisives chez les enfants américains. Il révèle que seulement un tiers de la population américaine possède une relation antéro-postérieure idéale (surplomb horizontal de 1 à 2 mm). Un surplomb horizontal modéré (de 3 à 4 mm) est présent chez un tiers de la population, alors qu'un surplomb horizontal significatif (>5mm) est présent chez 23% des enfants, 15% des adolescents et 13% des adultes. Un surplomb horizontal négatif accompagnant une malocclusion de classe III est présent chez moins de 1% de la population. Ce pourcentage augmente légèrement chez les adolescents et les adultes. Les malocclusions sévères de classe II et III, nécessitant une correction orthodontique et chirurgicale, surviennent chez 4% de la population. Les malocclusions sévères de classe II sont beaucoup plus fréquentes que les malocclusions sévères de classe III.



**Figure 5 :** Surplomb horizontal de la population américaine selon le NHANES III (Adaptée de Proffit, 1998)

### 2.1.2 : Les déterminants de la croissance

Les avancées récentes dans le domaine de la génétique moléculaire ont permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur la croissance et sa régulation. La croissance est d'abord

modulée par les boîtes homéotiques : une section d'ADN que l'on retrouve au sein des gènes impliqués dans le contrôle du développement et de la morphogenèse.<sup>17</sup> Les gènes régulant les facteurs de croissance ont aussi un rôle important dans la régulation cellulaire de la croissance et du développement des organes.<sup>18</sup> Ces régulateurs génétiques de la croissance sont impliqués dans les processus de croissance embryonnaire, de croissance post-natale, de remodelage osseux et d'homéostasie.

L'interaction entre les différents tissus du complexe cranio-facial joue également un rôle important dans la croissance et le développement du visage. Le mécanisme exact qui contrôle la croissance des mâchoires n'est toutefois pas encore éclairci et continue d'être le sujet de multiples recherches. La synthèse de deux théories complémentaires semble apporter un début d'explication au phénomène de la croissance cranio-faciale.

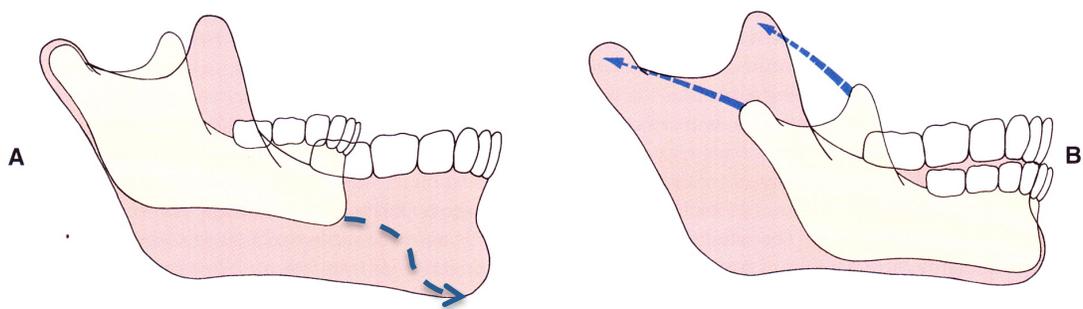
La première théorie préconise que les tissus cartilagineux jouent un rôle déterminant dans la croissance cranio-faciale. En effet, pour plusieurs os du corps humain, la croissance origine du cartilage, ce dernier étant ensuite remplacé par de l'os. L'hypothèse peut être faite qu'un tel mécanisme agit dans la croissance des os des mâchoires. Le cartilage condylien jouerait le rôle de régulateur de la croissance de la mandibule et le cartilage du septum nasal serait un régulateur de la croissance du maxillaire. Des expériences chez les rats ont démontré le potentiel de croissance inné du cartilage du septum nasal. Par contre, ces mêmes expériences ont infirmé l'hypothèse alléguant que le cartilage condylien mandibulaire puisse être considéré comme un centre de croissance.<sup>19</sup> En outre, le cartilage serait le déterminant primaire de la croissance et les os répondraient de manière secondaire et passive.<sup>19</sup>

La deuxième théorie, soit celle des matrices fonctionnelles de Moss, vient compléter la théorie précédente. Elle stipule que la croissance du visage serait modulée par les tissus mous dans lesquels les os des mâchoires sont encastrés. En effet, la croissance des tissus

mous, le développement musculaire ainsi que la fonction dicteraient la croissance osseuse du complexe cranio-facial.<sup>20</sup>

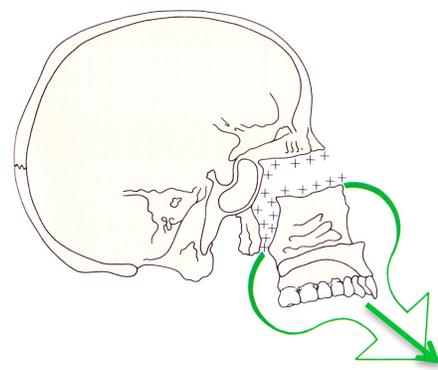
La croissance du maxillaire est donc une combinaison de la croissance au niveau des cartilages, de l'influence de la croissance des tissus mous, et du remodelage direct au niveau des surfaces de l'os. Le maxillaire croît vers le bas et vers l'avant; la combinaison de la croissance du septum nasal et des tissus mous environnants contribue grandement au repositionnement du maxillaire tout au long de la croissance.<sup>21,22</sup>

La croissance mandibulaire, quant à elle, est induite par la prolifération endochondrale au niveau du condyle et un phénomène d'apposition et de résorption osseuse au niveau des surfaces mandibulaires. Il est maintenant accepté que la croissance de la mandibule soit dictée par la croissance des muscles et des tissus mous adjacents. L'apposition d'os au niveau des condyles se produit en réponse aux changements engendrés au niveau des tissus mous. Par rapport à la base crânienne, la croissance mandibulaire a une direction antérieure et inférieure. Toutefois, les recherches de Björk ont su identifier les sites de croissance mandibulaire. Ces principaux sites sont les rebords postérieurs de la branche montante, les condyles et les apophyses coronoïdes. La partie antérieure de la mandibule se modifie donc très peu.<sup>23</sup>



**Figure 7 : A,** Croissance de la mandibule par rapport à la base crânienne : le menton se dirige vers l'avant et vers le bas. **B,** Selon Björk, la croissance de la mandibule s'effectue vers le haut et vers l'arrière, ce qui provoque un mouvement de translation vers le bas et vers l'avant.

(Adaptée de Proffit, 2007)



**Figure 6 :** La croissance du maxillaire dictée par la croissance des tissus mous environnants. (Adaptée de Enlow, 1996)

Les malocclusions de classe III sont reconnues pour avoir une composante génétique importante. Comme les études mentionnées précédemment le démontrent, plusieurs sous-types de difformités dento-faciales existent. La malocclusion de classe III peut survenir suite à un déficit antéro-postérieur et/ou vertical du maxillaire. Le maxillaire peut soit être de dimension plus petite, soit être positionné postérieurement par rapport à la base crânienne et au reste du visage. Un tel état des choses entraîne directement une malocclusion de classe III. La classe III peut aussi résulter d'une déficience de croissance verticale : celle-ci occasionne alors une rotation anti-horaire de la mandibule, donnant l'impression de prognathisme mandibulaire. Dans ce cas, le problème vient de la position de la mandibule, et non de sa taille. Un prognathisme mandibulaire, dû à une croissance mandibulaire excessive, peut aussi causer une malocclusion de classe III.

Il est aussi important de faire la distinction entre les vraies malocclusions de classe III et les pseudo-classes III. La malocclusion dite de pseudo-classe III se caractérise par une malocclusion de classe III avec occlusion croisée antérieure en position d'intercuspidation maximale. Par contre, lorsque placée en relation centrée, la mandibule se positionne postérieurement. Le patron squelettique devient alors orthognatique et une malocclusion de classe I est présente. Ce phénomène est présent lorsqu'une interférence occlusale force le positionnement antérieur de la mandibule, résultant en une occlusion dite de classe III. Les vraies malocclusions de classe III se présentent lorsque la mandibule positionnée en relation centrée reste en relation de classe III avec les autres composantes du visage.<sup>24,25</sup>

### **2.1.3 Problèmes associés aux malocclusions de classe III**

Une anomalie dento-faciale se définit comme étant une déviation de la normale des proportions faciales et des relations dentaires.<sup>26</sup> Une telle anomalie peut causer des handicaps sociaux et fonctionnels.

En effet, l'esthétique faciale influence plusieurs aspects de la vie d'un individu. Une méta-analyse faite par Eagly portant sur l'attrait physique le démontre bien. Un individu ayant un physique attirant est considéré par ses pairs comme ayant une grande variété de qualités positives.<sup>27</sup> Conséquemment, tout écart de la normale peut engendrer tout type de discrimination lors d'interactions sociales. Des stéréotypes reliés à l'esthétique sont répandus dans nos sociétés occidentales. Par exemple, un individu avec un visage long et une béance antérieure a tendance à être considéré comme stupide. Aussi, un menton proéminent est réputé affecter négativement l'esthétique faciale d'une fille.<sup>27</sup>

Une étude portant sur la qualité de vie d'adolescents de 15 et 16 ans présentant des malocclusions illustre bien l'influence que celles-ci peuvent avoir sur la vie des individus. Parmi le groupe étudié, manger (34,5%) est l'activité quotidienne la plus affectée chez les adolescents ayant une malocclusion de classe III. Effectivement, la fonction des mâchoires peut être compromise lors d'anomalies dento-faciales. Des efforts supplémentaires et des mouvements compensatoires peuvent être nécessaires afin de bien mastiquer la nourriture. Les problèmes de mastication sont suivis de près par l'embarras lors du sourire (27,3%) et finalement par des difficultés orthophoniques (10,9%). Cette même étude démontre que les enfants avec une malocclusion de classe III ont une efficacité masticatoire moindre que ceux présentant une classe II. Les malocclusions de classe I permettent la meilleure efficacité masticatoire. L'efficacité masticatoire a été évaluée à l'aide de l'index *Oral Impacts on Daily Performances* (OIDP). Les résultats indiquent que les malocclusions ont de réelles conséquences physiques, psychosociales et sociales qui affectent la qualité de vie des individus.<sup>28</sup>

Prevalence	Normal Occlusion		Class I Malocclusion		Class II Malocclusion		Class III Malocclusion		P Value <sup>b</sup>
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Overall	18	32.7	19	34.5	30	54.5	28	50.9	.039
By daily performance									
Eating	11	20.0	8	14.5	11	20.0	19	34.5	.072
Speaking	7	12.7	7	12.7	6	10.9	6	10.9	.982
Cleaning mouth	1	1.8	2	3.6	2	3.6	1	1.8	NC
Sleeping	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	NC
Smiling	4	7.3	10	18.2	21	38.2	15	27.3	.001
Emotion	0	0.0	1	1.8	4	7.3	0	0.0	NC
Studying	1	1.8	0	0.0	1	1.8	0	0.0	NC
Social contact	0	0.0	0	0.0	2	3.6	0	0.0	NC

<sup>a</sup> Chi-square test was used.

<sup>b</sup> NC indicates not calculable.

**Tableau II :** *Prévalence des impacts des malocclusions de classes I, II et III chez les adolescents. (Adapté de Bernabé, 2008)*

En outre, de telles malocclusions ont des effets psychologiques qui causent des torts importants chez les individus. Une étude récente démontre qu'entre le tiers et la moitié des patients référés pour une évaluation à la Clinique Dento-faciale de l'Université de la Caroline du Nord ont un haut niveau de détresse psychologique. Cette détresse peut atteindre des niveaux tels qu'elle peut causer des problèmes dans les relations interpersonnelles et affecter significativement la qualité de vie des individus.<sup>29</sup>

La recherche de Sun a évalué la relation entre les malocclusions et l'estime de soi chez les adolescents de 12 à 18 ans. Les conclusions de l'étude démontrent que les malocclusions affectent négativement l'estime de soi des adolescents. De plus, les résultats indiquent que les classes II sont à plus haut risque de développer des problèmes psychologiques, suivies des malocclusions de classe I et III. Aussi, il a été mis en évidence que les patients avec une difformité dento-faciale sévère sont à plus haut risque d'avoir une mauvaise estime de soi.<sup>30</sup>

L'impact psychologique des anomalies dento-faciales est mis en évidence lorsqu'on étudie les relations interpersonnelles. En effet, une étude parue en 2008 a évalué l'influence de l'apparence dento-faciale chez des enfants de 10 ans dans leurs relations interpersonnelles. L'étude a démontré que le critère de choix pour établir un lien d'amitié est un visage harmonieux (68,9%), tandis que l'intelligence se situe au 2<sup>e</sup> rang avec 46,8%. Il en ressort

donc une association claire entre les apparences faciales harmonieuses et non-harmonieuses, et l'attrait interpersonnel chez les enfants de 10 ans.<sup>31</sup>

Plus spécifiquement, Zhou a évalué chez l'adulte l'impact des malocclusions de classe III sur l'état émotionnel et la motivation des individus à corriger chirurgicalement la malocclusion. Environ 50% des individus évalués avaient un surnom relié à la malocclusion, et 80% se sentaient embarrassés ou frustrés par ce surnom. 93% des participants de l'étude désiraient améliorer leur apparence faciale, 85% leur apparence dentaire et 73% leur capacité masticatoire. Ces chiffres mettent en lumière la motivation principale de ces patients à se faire traiter, soit l'amélioration de l'esthétique.<sup>32</sup>

Les effets négatifs sociaux et psychologiques chez des individus présentant une anomalie cranio-faciale sont bien documentés. C'est la raison pour laquelle la majorité des patients vont rechercher un traitement orthodontique. Les personnes qui ont une apparence différente sont traitées différemment par leurs pairs, et ceci peut causer des handicaps sociaux importants. C'est pourquoi il est important de s'attarder à corriger la relation des bases osseuses en plus de l'alignement dentaire. Un traitement orthodontique se limitant à placer les dents en bonnes relations peut ne pas camoufler suffisamment le problème squelettique sous-jacent pour que le handicap psychologique puisse être surmonté. Les traitements doivent donc être axés sur la correction de la relation des bases osseuses aussi bien que de la malocclusion dentaire.

## **2.2 Traitement de modification de la croissance**

Trois stratégies sont à la disposition des orthodontistes lorsque vient le temps de corriger une malocclusion de classe III, tout dépendant de l'âge du patient et de ses attentes face au traitement : le camouflage dentaire de la malocclusion, les traitements de modification de la croissance, et les traitements orthodontiques combinés à la chirurgie orthognatique.<sup>32-36</sup>

Les recherches démontrent que les individus avec des profils de classe I sont perçus comme étant significativement plus attrayants que les personnes avec des profils de classes II et III. Ceci est aussi vrai si l'évaluation est faite par des orthodontistes, des chirurgiens maxillo-faciaux ou des profanes.<sup>37,38</sup> Ces recherches mettent en lumière les limites des traitements de camouflage dentaire. Le camouflage dentaire d'une malocclusion de classe III, en proclinant les incisives supérieures et en rétroclinant les incisives inférieures, doit produire un résultat esthétique acceptable tout en compensant pour la malposition des bases osseuses. Si ce but ne peut être atteint, d'autres avenues de traitement doivent être envisagées. Autrefois, le choix du traitement reposait sur la possibilité d'atteindre une fonction satisfaisante en déplaçant les incisives, afin de compenser pour la malposition osseuse. Aujourd'hui, la décision doit prendre en considération l'influence des mouvements dentaires sur les tissus mous et l'esthétique faciale suite au traitement. L'apparence faciale est habituellement meilleure si la relation des bases osseuses est corrigée.<sup>9</sup>

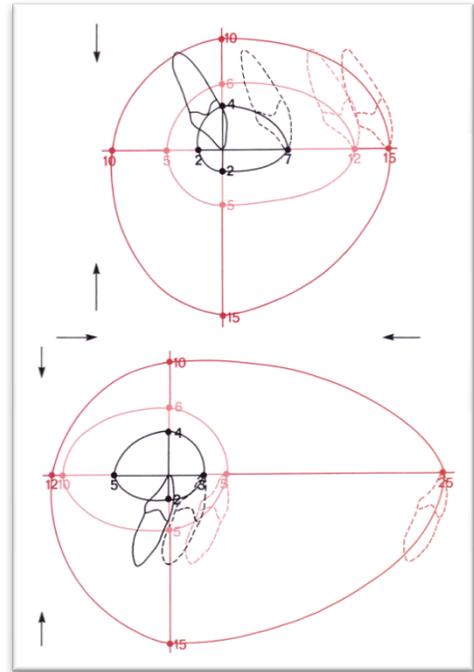
Deux modes de traitement existent afin de corriger la relation des bases osseuses : la chirurgie orthognatique et la modification de la croissance. La chirurgie orthognatique est la seule option de traitement pour corriger la relation des bases osseuses lorsque l'individu a terminé sa croissance. Par contre, des risques, des coûts biologiques et de la morbidité sont inhérents à ces types de chirurgies. Lorsque la situation le permet, il est donc recommandé d'utiliser une méthode moins invasive et risquée afin de corriger une anomalie des bases osseuses.<sup>9,39,40</sup>

Idéalement, et autant que possible, pour corriger une anomalie des bases osseuses les traitements de modification de la croissance sont préconisés. Les traitements orthodontiques de ce genre sont appelés orthopédie dento-faciale ou thérapie myofonctionnelle. Ils peuvent modifier l'expression de la croissance et, jusqu'à un certain point, améliorer la relation des mâchoires. La somme des changements pouvant être obtenue par ce type de thérapie est encore controversée.<sup>35,41-44</sup>

L'enveloppe des mouvements décrite par Proffit illustre graphiquement l'étendue des changements potentiels pouvant être engendrés par les différents types de traitements. Le cercle interne représente les limites du mouvement dentaire orthodontique (camouflage). Le cercle du centre démontre l'amplitude des mouvements dentaires pouvant être obtenus lorsqu'un traitement orthodontique est combiné à une modification de la croissance. Le cercle externe illustre, quant à lui, l'étendue de la correction possible lors de traitements orthodontiques combinés à la chirurgie orthognatique. C'est davantage le concept que les dimensions exactes de l'enveloppe qui est important. De plus grands

changements peuvent être produits chez un enfant en croissance en combinant la modification de croissance aux mouvements dentaires plutôt qu'en utilisant seulement les mouvements dentaires. Donc, en théorie, il est possible de traiter orthodontiquement une difformité squelettique chez un enfant alors que celle-ci requerrait une chirurgie à l'âge l'adulte.<sup>9</sup>

Les recherches démontrent que, si la croissance dévie de la normale comme lors de malocclusions de classes II ou III, cette déviation risque de se perpétuer tout au long de la croissance de l'enfant si aucune thérapie n'est initiée.<sup>9,45-47</sup> Avec les thérapies myofonctionnelles, le patron de croissance peut être modifié favorablement chez certains patients. Une croissance favorable peut améliorer considérablement la relation des bases osseuses. Par contre, l'influence sur la quantité de croissance est limitée. En effet, la croissance du maxillaire et de la mandibule peut être modifiée de plus ou moins quelques



**Figure 8 :** Enveloppe des mouvements selon Proffit (Adaptée de Proffit, 2007)

millimètres en comparaison avec la croissance sans traitement. Les transformations majeures sont improbables.<sup>45-47</sup>

Kajiyama<sup>48</sup> rapporte qu'il est avantageux d'effectuer un traitement d'orthopédie dento-faciale sur des patients qui ont un bon potentiel de croissance afin d'optimiser les résultats. Assurément, plus le traitement est précoce, plus les forces orthopédiques seront profitables et efficaces. En effet, il y a un déplacement antérieur marqué des structures maxillaires lorsque les traitements myofonctionnels sont effectués en dentition primaire. Lorsque l'enfant est en dentition mixte, seul un léger avancement peut être espéré. Plus le développement de l'enfant est avancé, plus les sutures se sont ossifiées, plus il est difficile de le traiter à l'aide de thérapies myofonctionnelles.<sup>10,49-54</sup>

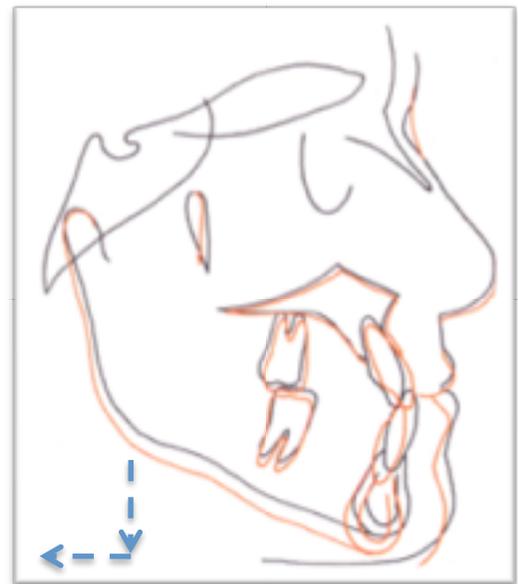
Une malocclusion de classe III est donc plus difficile à traiter en dentition permanente avec des thérapies de modification de croissance. Ceci est probablement dû à une diminution du potentiel de croissance chez un individu à mesure qu'il vieillit. Si le traitement d'une malocclusion est débuté avant la puberté, l'approche orthopédique est préconisée. De plus, de meilleurs résultats seront obtenus chez les individus dont le traitement a été initié à un plus jeune âge. Une fois le pic de croissance pubertaire dépassé, la modification de la croissance est essentiellement impossible. Sans composante orthopédique, le traitement devient alors un traitement de camouflage. Si le camouflage dentaire est impossible, dû aux bases apicales osseuses trop éloignées, le traitement chirurgical devient la meilleure option. Il est donc avantageux d'intervenir à un jeune âge afin de tenter de corriger le décalage osseux à l'aide d'orthopédie dento-faciale. Le but étant d'obtenir le meilleur résultat esthétique possible et d'éviter les désagréments de la chirurgie.<sup>33,34</sup>

### 2.2.1 Excès mandibulaire

Le prognathisme mandibulaire est causé par une croissance excessive de la mandibule. L'excès mandibulaire peut être apparent durant l'enfance, mais le phénomène s'accroît à l'adolescence, particulièrement lors de la poussée de croissance pubertaire. Une autre caractéristique du prognathisme mandibulaire est que la croissance mandibulaire se poursuit après l'adolescence, plus longtemps que la moyenne.<sup>5,9,18,40,55</sup>

Idéalement, les traitements de modification de la croissance utilisés pour corriger un excès mandibulaire ont pour objectifs de contenir et/ou de restreindre la croissance de la mandibule. Des études chez les primates démontrent qu'une grande force dirigée en direction des condyles peut, si maintenue en tout temps, arrêter la croissance mandibulaire et même causer un remodelage postérieur de l'articulation temporo-mandibulaire.<sup>33</sup> Par contre, ces traitements sont impossibles à appliquer chez les humains. Les enfants ne pourraient tolérer ni les quantités de forces requises ni le nombre d'heures requis par jour pour bloquer la croissance mandibulaire.<sup>9</sup>

Certaines études démontrent une diminution de la croissance mandibulaire chez des enfants d'âge préscolaire lorsqu'une pression arrière est exercée au niveau du menton.<sup>56-58</sup> Il est toutefois pratiquement impossible de conserver les acquis. Même si, suite à cette thérapie, la relation des bases osseuses est normalisée, il n'en résulte pas une croissance normale subséquente. Habituellement, c'est le contraire : un effet de rebond a plus de chance de se produire. La croissance mandibulaire risque d'accélérer



**Figure 9 :** Rotation mandibulaire typique suite à un traitement avec un appareil chin cup.

(Adaptée de Proffit, 2003)

lorsque la contrainte est enlevée, et le patron de croissance ne sera pas altéré.<sup>40</sup>

Chez l'humain, on peut toujours espérer rediriger la croissance mandibulaire en lui faisant effectuer une rotation inférieure et postérieure. De cette manière, l'augmentation de la hauteur faciale inférieure est échangée contre une diminution de la proéminence du menton. Ceci requiert des forces beaucoup moins élevées que pour restreindre la croissance.<sup>9,40</sup>

Par contre, ce type de traitement de redirection de la croissance mandibulaire est associé à un problème d'instabilité. Au cours de la croissance post-traitement, la mandibule tend à croître antérieurement et l'effet de la rotation est alors perdu. L'étude de Sugarawa et al. a conclu que l'effet bénéfique obtenu par la rotation mandibulaire chez des patients de classe III à 7 ans a disparu lorsque ceux-ci atteignent l'âge de 17 ans. Les auteurs supposent qu'une croissance mandibulaire de rattrapage et/ou un repositionnement peut subvenir pendant ou après la période de croissance pubertaire. Cette observation indique qu'à long terme le pronostic de correction d'une malocclusion de classe III à l'aide d'une rotation mandibulaire chez des patients en croissance est faible.<sup>59</sup>

En résumé, voici les principaux effets de la restriction de la croissance mandibulaire : <sup>8,49,57-60</sup>

- L'effet principal est une rotation de la mandibule vers le bas et vers l'arrière.
- Un effet rebond annule partiellement (et peut-être même totalement) la restriction de croissance antéro-postérieure.
- Une lingualisation des incisives inférieures est causée par la pression de l'appareil sur la lèvre inférieure et sur la base du processus alvéolaire.
- Un changement majeur du patron de croissance est peu probable.

Donc, les tentatives de traitements dans le but de modifier la croissance mandibulaire n'obtiennent pas de résultats satisfaisants et plusieurs raisons expliquent ce phénomène :

- L'inhibition de la croissance est de 1mm /année.<sup>58</sup> L'utilisation d'appareils orthopédiques doit se prolonger sur plusieurs années afin d'obtenir un effet cliniquement significatif.
- Les preuves démontrent très peu de bénéfices à long terme. Les forces des appareils orthopédiques ne peuvent altérer les caractéristiques génétiques du prognathisme chez les patients ayant un profil de classe III. L'étude de Sugarawa et al. démontre que l'appareil *chin cup* n'a aucun effet sur la position finale de la mandibule chez des patients entre 7 et 11 ans.<sup>59</sup>
- Hypothétiquement, une pression distale sur la mandibule force les condyles à se positionner distalement, engendrant ainsi un remodelage vers le distal de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM). Cette procédure est irréaliste chez l'humain. Ce genre de force induit des douleurs insupportables dans la zone bilaminaire.<sup>61</sup>

### 2.2.2 Déficience maxillaire

La déficience du maxillaire joue un rôle important dans le développement de la majorité des malocclusions de classe III. Ceci est mis en évidence par les patients de classe III traités chirurgicalement à l'Université de la Caroline du Nord. Effectivement, environ 88% des traitements ont impliqué un repositionnement maxillaire.<sup>62</sup>

Type de chirurgie	Patients de classe III
Maxillaire seulement (avancement)	47,9%
Maxillaire et mandibule	40,5%
Mandibule seulement, autre	9,8%

**Tableau III :** Chirurgie orthognathique chez les patients de classe III de la clinique de l'UNC, 1984-1996

Heureusement, les preuves scientifiques démontrent des résultats beaucoup plus encourageants lorsque vient le temps de corriger une déficience maxillaire. En effet, une malocclusion de classe III principalement due à une déficience maxillaire est l'indication par excellence pour commencer un traitement à un jeune âge. Les recherches de Franchi, Baccetti et McNamara<sup>10,63</sup> indiquent qu'un changement significatif est probable si le traitement est débuté avant 8 ans. À des âges plus avancés, plutôt que d'obtenir l'effet orthopédique recherché, les effets du traitement seront majoritairement dento-alvéolaires accompagnés d'une rotation horaire de la mandibule.

Lorsqu'un déficit maxillaire est présent, il existe dans les 3 dimensions : antéro-postérieure, transverse et verticale. Contrairement aux résultats mitigés des traitements de restriction de la croissance mandibulaire, l'efficacité de la protraction du maxillaire à l'aide d'appareils orthopédiques chez un jeune patient présentant un déficit antéro-postérieur a été démontrée.<sup>35,60,64-66</sup> En effet, la protraction du maxillaire a été analysée par plusieurs études. Il en ressort que le maxillaire peut être déplacé de 1 à 3 mm antérieurement.<sup>60,65-68</sup> De plus, si le maxillaire est trop étroit, la correction orthopédique chez un jeune patient est facile à effectuer.<sup>9</sup>

Certains auteurs affirment que l'efficacité de la protraction du maxillaire est augmentée si elle est précédée d'une expansion palatine.<sup>54,69,70</sup> L'étude de Baik démontre une augmentation de la protraction de 1 mm lorsque combinée à une expansion palatine.<sup>68</sup> Les résultats de ces études ne permettent pas de conclure en l'efficacité de l'expansion palatine lors de la protraction du maxillaire. N'ayant aucune homogénéité des protocoles, certaines n'ayant même pas de groupe témoin, les résultats de ces études sont à prendre avec discernement. Il n'a donc jamais été démontré que l'expansion palatine affecte les sutures postérieures et supérieures du maxillaire afin que ce dernier se déplace plus facilement antérieurement. Elle n'est par conséquent pas nécessaire pour obtenir une réponse favorable chez des jeunes patients. Par ailleurs, l'expansion pourrait aider lors de traitements chez des

patients plus âgés (par exemple de 10 à 12 ans) chez lesquels le déplacement antérieur est plus difficile à produire.<sup>71</sup>

## 2.3 Modalités de traitements conventionnels

Sachant que les problèmes résultant de malocclusions de classe III sont dus soit à une rétrusion maxillaire, soit à un prognathisme mandibulaire, soit à une combinaison des deux, les modalités de traitements disponibles visent à protracter le maxillaire ou à restreindre la croissance de la mandibule. L'urgence de corriger la malocclusion et l'importance de réaliser des traitements efficaces a été démontrée en analysant l'impact psychologique de cette malocclusion sur la vie quotidienne des enfants. En effet, il est reconnu qu'une plus grande proportion de patients ayant une relation des mâchoires en classe III se sentent handicapés par leur condition. L'impact d'un prognathisme mandibulaire et/ou d'une rétrusion maxillaire sur la qualité de vie est reflété par le nombre de patients qui recherchent un traitement.<sup>62</sup> Selon les données récoltées par la *North Carolina Dentofacial Clinic*, le nombre de patients de classe III recherchant des traitements est en croissance. En effet, de 1980 à 1989, 28% des patients de la clinique présentaient une malocclusion de classe III, alors que dans les années 90 cette proportion est passée à 34%.<sup>2</sup>

Caractéristiques	Pourcentage de la population clinique		
	1979-1989 (n = 1228)	1990-1998 (n = 898)	Total (n = 2126)
Classe III squelettique	27,7%	34,2%	30,4%
Surplomb horizontal négatif ≥2 mm	11,4%	14,9%	12,9%

**Tableau IV :** Prévalence des malocclusions de classe III à la clinique dentofaciale de l'UNC (Adapté de Proffit, 1998)

### 2.3.1 Séquence de traitement

Plusieurs études ont tenté de déterminer le moment optimal pour débiter le traitement de modification de la croissance afin d'obtenir les meilleurs résultats. Aucun consensus n'a été établi.

En effet, certaines études ne démontrent pas de différences significatives entre les groupes d'âge étudiés.

Baik a examiné les données de 47 patients coréens traités avec un masque de protraction. Ils ont été divisés en trois groupes : moins de 10 ans, de 10 à 12 ans et plus de 12 ans. Aucune différence statistiquement significative suite au traitement n'a pu être identifiée entre les 3 groupes. Par contre, selon l'analyse de l'auteur, le nombre de patients dans chaque groupe n'était peut-être pas adéquat pour permettre de déceler une différence.<sup>68</sup>

Sung et Baik ont évalué l'effet de la protraction maxillaire sur 129 sujets présentant des malocclusions de classe III. Les patients âgés entre 7 et 12 ans ont été divisés en 6 groupes. Le montant de changement squelettique entre les groupes s'est avéré statistiquement non significatif.<sup>72</sup>

Merwin et al. ont examiné 30 patients traités avec une expansion palatine et une protraction maxillaire. Les sujets ont été divisés en 2 groupes : 5 à 8 ans et 9 à 12 ans. Les changements céphalométriques ont été similaires dans les deux groupes. L'étude a conclu qu'une réponse similaire peut être attendue chez des patients en dentition primaire ou en dentition mixte.<sup>73</sup>

Par contre, plusieurs autres études démontrent une tendance à obtenir de meilleurs résultats orthopédiques chez les enfants plus jeunes.

Baccetti et al. ont étudié les différences lors d'un traitement d'expansion palatine et de protraction maxillaire chez des enfants divisés en deux groupes : dentition mixte précoce et dentition mixte tardive. Suite au traitement, le groupe en dentition mixte précoce a démontré un avancement des structures maxillaires et une croissance condylienne supérieure et antérieure significativement plus grands que le groupe en dentition mixte tardive.<sup>10</sup>

Suda et al. ont évalué l'effet d'un traitement de protraction maxillaire selon l'âge des patients lors de l'initiation du traitement. L'âge squelettique était déterminé à l'aide d'une radiographie de la main et du poignet. Les résultats de cette étude ont démontré qu'un traitement précoce, déterminé par l'âge squelettique, produit des résultats favorables.<sup>74</sup>

Kapust et al. ont examiné l'effet d'un traitement d'expansion palatine et de protraction du maxillaire sur 63 patients. Les sujets ont été divisés en trois groupes : 4 à 7 ans, 7 à 10 ans et 10 à 14 ans. Les résultats suggèrent que plus le traitement est effectué à un jeune âge, plus les résultats seront profitables. Les enfants plus âgés ont tout de même démontré des effets significatifs. L'étude conclut donc que des changements orthopédiques peuvent être obtenus entre 10 et 14 ans.<sup>53</sup>

Une étude par Sadia et Torres est arrivée à des résultats similaires à la précédente. En effet, 112 patients ayant subi une protraction maxillaire ont été divisés en 3 groupes d'âge. Les patients les plus jeunes ont démontré de meilleurs résultats.<sup>75</sup>

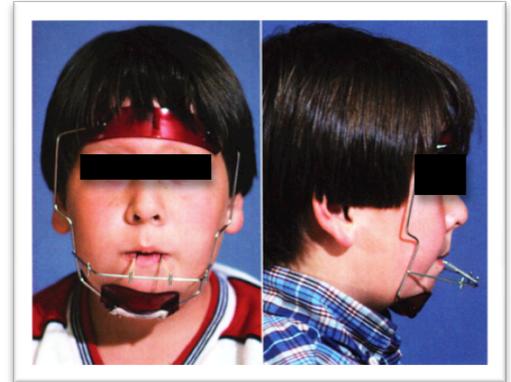
Ces études démontrent que le traitement de protraction du maxillaire est efficace à un jeune âge. Contrairement aux croyances antérieures qui suggéraient qu'on ne pouvait traiter un maxillaire rétrusif après 8 ans, ces études récentes ont démontré une réponse favorable à ce type de traitement jusqu'au début de l'adolescence. La plupart des études ne démontrant aucune influence de l'âge ont été faite avec de petits groupes expérimentaux. Ceci peut parfois nuire de mettre en évidence l'effet d'un traitement.

### 2.3.2 Reverse pull headgear et Masque de protraction

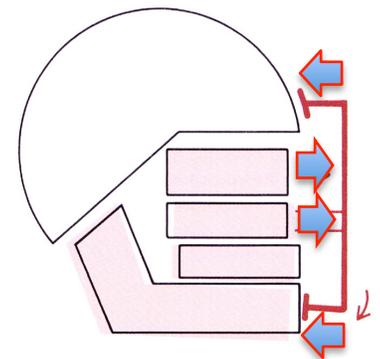
Le *reverse pull headgear* et le masque de protraction sont les appareils classiquement utilisés afin de corriger une malocclusion de classe III. Ils ont été réintroduits à la communauté orthodontique par Delaire en 1976.<sup>76</sup>

Ces appareils utilisent comme ancrage le front et le menton. Des élastiques sont utilisés afin d'appliquer une force antérieure sur le maxillaire. Ils délivrent une force d'environ 350-450 grammes par côté, et cette force doit être appliquée 12-14 heures par jour. Ces élastiques s'attachent sur les crochets d'un appareil intra-buccal maxillaire. Il est possible de faire varier l'orientation de la force engendrée par le biais des élastiques. Les déficits maxillaires antéro-postérieurs sont souvent accompagnés d'un déficit vertical. Il est donc souhaitable d'avoir un vecteur de force orienté légèrement vers le bas lors de la traction. Augmenter la dimension verticale du maxillaire a pour effet une rotation horaire de la mandibule. Ceci contribue à la correction de la malocclusion.<sup>9,40,71</sup>

Idéalement, l'appareil sur lequel s'accroche les élastiques doit s'appuyer sur toutes les dents du maxillaire afin d'augmenter l'ancrage et de diminuer au maximum l'effet dento-alvéolaire. Il est conseillé d'attendre l'éruption des



**Figure 10 :** Masque de protraction  
(Adaptée de Proffit, 2007)



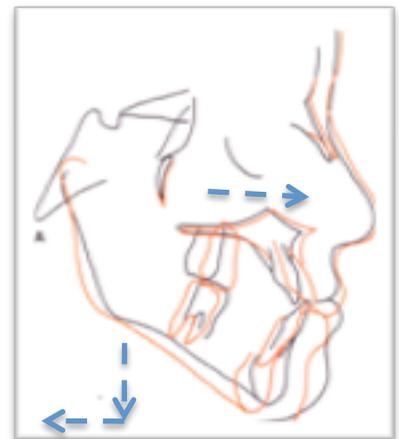
**Figure 11 :** L'effet de protraction du maxillaire s'accompagne d'un mouvement antérieur des dents maxillaires et d'une rotation vers le bas et l'arrière de la mandibule.  
(Adaptée de Proffit, 2007)

premières molaires permanentes afin de les incorporer dans l'unité d'ancrage. La force est donc appliquée aux dents pour être ensuite transmise aux sutures osseuses; en plus du changement squelettique recherché, un effet dentaire est inévitable.<sup>77,78</sup>

Certains cliniciens recommandent une expansion palatine avant ou pendant l'utilisation d'un masque de protraction. Cette expansion perturberait les sutures intermaxillaires et circumaxillaires, et favoriserait le mouvement antéro-postérieur du maxillaire.<sup>50,67</sup> Par contre, d'autres recherches démontrent que l'expansion palatine n'améliore pas les résultats de la protraction et devrait donc être dictée seulement par la largeur du maxillaire comparée à celle de la mandibule.<sup>41</sup>

Plusieurs études démontrent des changements squelettiques et occlusaux à court terme suite à la protraction.<sup>44,60,79,80</sup> Sarver affirme qu'il corrige de routine un surplomb horizontal négatif chez ses jeunes patients. La majorité des patients qu'il a traité étaient encore considérés comme des succès cliniques 2 ans après le traitement. Par contre, le suivi à long terme a démontré que 20% des enfants préalablement traités se sont avérés des candidats à la chirurgie orthognatique dû à une croissance défavorable.<sup>11</sup>

Selon l'étude de Nartallo-Turley, en 1998, le traitement de protraction maxillaire donne des résultats intéressants à court terme. Ils ont obtenu une moyenne d'avancement de 3,3 mm. De plus, les maxillaires de 6 des 21 patients traités ont avancés de 5 à 8 mm. L'angle SNA, quant à lui, a augmenté en moyenne de 2.35°. Cinq (5) des 21 patients ont subi une augmentation de 4 à 5°. La rotation mandibulaire confère 25% de la correction tandis que 20 à 25% de celle-ci est attribuée au mouvement antérieur du maxillaire.<sup>81</sup>



**Figure 12 :** Superposition céphalométrique démontrant les effets du masque de protraction (Adaptée de Proffit, 2003)

En somme, les effets de la protraction sont : une combinaison du déplacement antérieur du maxillaire et de la dentition, ainsi qu'une rotation inférieure et postérieure de la mandibule.<sup>40</sup>

### 2.3.2.1 Stabilité

Les informations sont contradictoires quant à la stabilité des traitements utilisant des masques de protraction. Les études publiées sont de courtes durées et démontrent des résultats variables.

Certains auteurs avancent que la croissance se normalise suite au traitement.<sup>57,59,82</sup> Wisth et al. ont étudié la croissance post-traitement de 22 enfants traités avec un masque de protraction et un quad-helix. Ils ont comparé leurs résultats avec ceux de la croissance normale de 40 enfants ayant une relation des mâchoires de classe I. Au cours de la période post-traitement, la croissance maxillaire, la croissance mandibulaire et le surplomb vertical n'ont pas donné de résultats statistiquement significatifs. Ces derniers tendent à corroborer que la croissance est normalisée suite à la thérapie.<sup>80</sup>

Par contre, plusieurs autres études suggèrent que la croissance reprend avec son patron de croissance de classe III suite au traitement avec un masque de protraction. Les études suivantes ont étudié les effets du masque de protraction combinés à une expansion palatine.

McGill et al. ont évalué les changements post-traitement chez 29 patients. Ils ont observé sur une période de 13,7 mois que le surplomb vertical a diminué dû à une croissance du maxillaire moins grande que la moyenne et à une croissance mandibulaire légèrement plus forte.<sup>77</sup>

Macdonald et al. ont examiné 24 patients de classe III. Ils ont comparé la croissance post-traitement (2,3 ans) avec 2 groupes contrôles non-traités : un groupe de classes I et un groupe de classes III. En comparant les groupes contrôles avec le groupe traité, ils ont constaté que la croissance des sujets traités a repris son patron de croissance classe III. Il est toutefois intéressant de noter que tous les patients présentaient un surplomb horizontal positif après 2,3 ans.<sup>71</sup>

Ngan et al. ont obtenu des résultats similaires en évaluant la croissance des patients 4 ans post-traitement. Cependant, une tendance à la récurrence encore plus élevée a été notée. Il est intéressant de souligner que 15 de leurs 20 patients ont maintenu un surplomb horizontal positif ou une relation incisive bout-à-bout. Seulement 5 de leurs patients ont régressé à un surplomb horizontal négatif.<sup>78</sup>

Ces études suggèrent que les traitements de protraction du maxillaire ne normalisent pas la croissance. Au contraire, les patients traités reviennent à un patron de croissance de classe III caractérisé principalement par un déficit de croissance maxillaire. D'autres études avec des résultats à plus long terme sont nécessaires. Toutefois, les résultats démontrent clairement la nécessité de surcorriger afin de compenser la déficience de croissance maxillaire post-traitement.

### **2.3.3 Appareils myofonctionnels de protraction maxillaire**

Le Régulateur fonctionnel de Frankel (FR-III) a été introduit par Rolf Fränkel en 1970.<sup>55</sup> Cet appareil est entièrement intra-buccal. Il effectue une rotation de la mandibule pour la positionner postérieurement et légèrement ouverte. Des écrans buccaux étirent la lèvre supérieure afin de stimuler la croissance antérieure du maxillaire. Des plans de morsure sont intégrés de manière à laisser les molaires maxillaires faire éruption en direction mésiale tout en maintenant les molaires mandibulaires dans leur position.

L'étude de Levin démontre de bons résultats suite au traitement avec le FR-III. Ils ont évalué 32 sujets présentant une malocclusion de classe III traités avec le FR-III par rapport un groupe contrôle de classe III non traité. Le groupe traité a démontré une amélioration significative quant aux dimensions et à la position du maxillaire. Les changements intermaxillaires et interdentaires ont été maintenus pendant la croissance pubertaire. Afin d'obtenir d'aussi bons résultats, une coopération exemplaire du patient est essentielle. En effet, l'appareil a dû être porté à temps plein. De plus, afin d'influencer significativement le patron de croissance, les auteurs de l'étude mettent l'accent sur le fait que le FR-III doit être porté à long terme (plus de 5 ans).<sup>83</sup> Quoique les résultats de cette étude soient encourageants, le port assidu de l'appareil par un enfant pour une aussi longue période demande une coopération exceptionnelle, voire irréaliste.<sup>40</sup>

D'autres études avec des protocoles différents ont été effectuées. Les résultats démontrent très peu de mouvement antérieur du maxillaire suite au traitement avec le FR-III.<sup>42,84-86</sup> En effet, ces études révèlent que la majorité de l'amélioration chez les patients vient d'une rotation vers le bas et l'arrière de la mandibule, d'une augmentation de l'angle ANB et d'une rétroclinaison des incisives inférieures.

L'étude de Baik et al. tend à confirmer ces résultats. Ils ont observé 30 préadolescents ayant porté le FR-III pour une durée moyenne de  $1,3 \pm 0.6$  ans. Leurs résultats démontrent que la majorité des effets de cet appareil est une rotation vers le bas et l'arrière de la mandibule, accompagnée d'une linguoversion des incisives inférieures.<sup>87</sup>

Le mouvement de linguoversion dentaire aide à corriger les surplombs horizontal et vertical, et la rotation du plan occlusal aide à positionner les molaires dans une relation de classe I. Par contre, l'effet minimal sur le maxillaire indique que cet appareil ne doit être utilisé que pour des cas de classe III très légers.<sup>87</sup>

### 2.3.4 *Chin cup*

Le *chin cup* est un appareil extraoral servant à restreindre la croissance antérieure de la mandibule. Cet appareil applique une force au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire ayant pour but de rediriger et de restreindre la croissance du condyle. Les études citées précédemment indiquent qu'il est excessivement difficile de modifier les dimensions finales de la mandibule. L'effet principal de cet appareil est de rediriger la croissance de la mandibule vers le bas et l'arrière. De plus, la pression exercée sur la lèvre inférieure lingualise les incisives<sup>8</sup>. En outre, le traitement est un compromis entre une diminution de la proéminence antéro-postérieure du menton et une augmentation de la hauteur faciale inférieure. La plupart des enfants traités avec un *chin cup* ont ultimement besoin de chirurgie afin de corriger la dysharmonie squelettique. Le traitement avec le *chin cup* se trouve essentiellement à être un traitement de camouflage transitoire.<sup>9</sup>



**Figure 13 :** Exemple du *Chin cup* (Adaptée de Proffit, 2003)



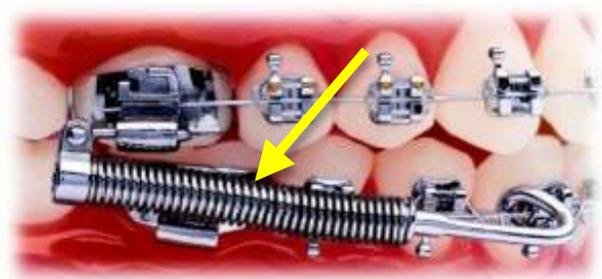
**Figure 14 :** Représentation de la rotation postérieure et inférieure de la mandibule accompagnée d'une augmentation de la hauteur faciale inférieure.

(Adaptée de Proffit, 2007)

## 2.4 Forsus™ *Fatigue Resistant Device* (FRD) (3M Unitek Corp, Monrovia, Calif.)

L'appareil Forsus™ a été conçu par Bill Vogt en 2001.<sup>88</sup> Il s'agit d'un appareil originalement mis au point afin de corriger une malocclusion de classe II tout en minimisant le besoin de coopération du patient. Le FRD est composé de trois pièces : un système télescopique semi-rigide surmonté d'un ressort super-élastique en nickel titane. Cette composante s'attache sur un tube dit à *headgear*. Une tige s'insérant au centre du système télescopique sert de deuxième point d'attache. Le FRD est compatible avec les systèmes d'orthodontie fixe traditionnels ou peut être incorporé à d'autres types d'appareils.

Lorsqu'utilisé avec un traitement d'orthodontie fixe pour la correction d'une classe II, l'appareil se fixe aux premières molaires maxillaires ainsi qu'au fil mandibulaire distalement aux canines ou aux 1<sup>ères</sup> prémolaires. Lorsque le ressort est compressé, la force est transmise aux points d'attaches. Peu d'études ont été réalisées sur les effets squelettiques et dento-alvéolaires du Forsus™ lorsqu'utilisé pour corriger une malocclusion.



**Figure 15 :** *Forsus™ Fatigue Resistant Device*  
(Adaptée de 3M Unitek Corp, Monrovia, Calif)

Heinig et Göz ont étudié les effets du ressort Forsus™ utilisé pendant 4 mois sur 13 patients afin de corriger leur malocclusion de classe II. L'âge moyen des patients était de 14,2 ans. Les effets dento-alvéolaires ont contribué pour 66% de la correction. Les molaires

supérieures se sont déplacées distalement tandis que les molaires inférieures ont mésialé. Le plan occlusal a basculé de 4,2° dans le sens horaire. Les auteurs ont conclu que le FRD constitue une bonne alternative aux autres appareils fonctionnels fixes de correction de classe II. Effectivement, la synergie des effets dentaires et des effets sur la mandibule réussissent à améliorer les dysharmonies sagittales.<sup>89</sup>

Karacay et al. ont comparé les effets du Forsus™ et du Jasper Jumper dans le but de corriger les malocclusions de classe II. Ils ont étudié 48 adolescents divisés aléatoirement en 3 groupes : Forsus™, Jasper Jumper et contrôle. Les résultats ont démontré l'efficacité de ces 2 appareils afin de corriger une malocclusion de classe II. Les changements au niveau squelettique, dentaire et des tissus mous ont été quasiment les mêmes pour les 2 types d'appareils.<sup>90</sup>

En 2008, Jones et al. ont comparé l'efficacité du Forsus™ FRD contre celle des élastiques intermaxillaires. Les résultats obtenus de 34 patients traités avec des Forsus™ ont été comparés à ceux de 34 patients traités avec des élastiques intermaxillaires. La moyenne d'âge était de 12,4 ans. Les résultats ont démontré une correction similaire au sein des deux groupes. Les auteurs ont donc conclu que le Forsus™ FRD est une alternative valide afin de traiter des patients non-coopératifs ayant une malocclusion de classe II.<sup>91</sup>

Plus récemment, Franchi et al. ont publié une étude évaluant les effets dentaires, squelettiques et sur les tissus mous d'un traitement d'orthodontie fixe combiné au Forsus™ FRD afin de corriger des malocclusions de classe II. Les radiographies pré et post-traitement de 27 patients traités ont été comparées à celles de 27 patients contrôles. L'étude conclut que le FRD a corrigé la malocclusion de classe II chez 87,5% des patients. De plus, les résultats démontrent que l'effet orthopédique du FRD agit majoritairement sur les structures maxillaires. Il limite l'avancement sagittal du maxillaire. Effectivement, la plupart des effets à la mandibule sont davantage dento-alvéolaires, avec une mésialisation importante des 1ères molaires et des incisives.<sup>92</sup>

Les conclusions de ces études démontrent des résultats encourageants quant à l'utilisation du Forsus™ pour la correction des malocclusions de classe II. Cet appareil semble procurer des résultats similaires aux autres appareils de correction sagittale fixes et amovibles. Par contre, aucune de ces études ne portent sur la correction de malocclusions de classe III.

## ***2.5 Tandem Forsus Maxillary Corrector (TFMC)***

Peu d'appareils ont été conçus afin de corriger les malocclusions de classe III. La plupart des appareils disponibles ont des composantes extra-orales nécessitant le port continu d'élastiques. Ces deux éléments font que la coopération du patient, essentielle à la réussite du traitement, n'est pas toujours au rendez-vous.

Un appareil aussi efficace que le masque de protraction, mais moins volumineux et sans composante extra-orale, serait un atout considérable pour l'orthodontiste. Le développement d'un tel appareil est maintenant possible avec le Forsus™ FRD.



***Figure 16 : Tandem Forsus Maxillary Corrector***  
*(Rodrigue, non publié)*

Le *Tandem Forsus Maxillary Corrector* est un appareil myofonctionnel nouvellement utilisé par les orthodontistes en bureau privé. Le TFMC est un appareil amovible consistant en 2 plans de morsures, un inférieur et un supérieur, recouvrant les surfaces occlusales de toutes les dents. Ces deux composantes sont reliées de chaque côté par le Forsus™ FRD. L'appareil est placé en position inversée par rapport à la position utilisée pour la correction des classes II de sorte qu'il procure une force de protraction au niveau du maxillaire, et une force de rétraction à la mandibule. L'appareil doit être porté 12 à 14 heures par jour jusqu'à l'obtention d'une surcorrection du surplomb horizontal. Il est par la suite porté aux deux jours. Le traitement est généralement d'une durée de 8 à 12 mois.<sup>12</sup>

Aucune étude démontrant de façon claire et précise la présence d'effets squelettiques et dento-alvéolaires réels avec le TFMC n'a été publiée dans la littérature jusqu'à maintenant. Seul un rapport de cas a démontré la correction d'un surplomb horizontal négatif à l'aide de cet appareil.<sup>12</sup>

### 3. Objectifs de l'étude

L'importance de commencer en bas âge un traitement pour corriger les malocclusions de classe III a été démontrée.

Plusieurs appareils sont déjà à la disposition de l'orthodontiste afin de corriger la croissance du complexe maxillo-facial. À cet égard, cependant, les résultats sont souvent fort mitigés. L'appareil myofonctionnel intra-buccal, le FR-III, ne stimule que très peu de croissance antérieure du maxillaire. En effet, la correction de la malocclusion se fait principalement par compensation dento-alvéolaire.<sup>42,84-87</sup> Le *chin cup* démontre lui aussi des effets assez limités. Incontestablement, la rotation mandibulaire qu'il produit est vite perdue lors de la croissance de l'individu.<sup>40,59</sup> Cet appareil sert davantage à camoufler temporairement les malocclusions de classe III qu'à véritablement les traiter.<sup>9</sup>

Par ailleurs, il a été prouvé que la protraction du maxillaire, le plus souvent accomplie à l'aide du masque de protraction, entraîne des résultats encourageants chez les jeunes enfants.<sup>44,60,79,80</sup> En effet, les études démontrent qu'un surplomb horizontal négatif peut être corrigé, et même sur-corrigé, afin de pallier au patron de croissance défavorable des patients atteints d'une malocclusion de classe III.<sup>40,81</sup> Par contre, ces appareils sont souvent encombrants et volumineux, ce qui rend la coopération du patient très difficile.

Le but de la présente étude consiste à mesurer les effets squelettiques, l'influence réelle sur la croissance, ainsi que les effets dento-alvéolaires du *Tandem Forsus Maxillary Corrector*. Les effets du traitement seront mesurés à l'aide de radiographies céphalométriques latérales de patients traités avec le TFMC.

Ces résultats seront comparés aux données provenant de radiographies céphalométriques latérales d'un groupe contrôle composé d'enfants non traités du Centre de croissance de l'Université de Montréal.

Le but de cette étude est de tester l'hypothèse de recherche suivante :

- Le TFMC, lorsqu'employé pour corriger une malocclusion de classe III, a un effet cliniquement significatif tant au niveau dento-alvéolaire qu'au niveau de la croissance des bases osseuses.

Puisque l'utilisation de l'appareil myofonctionnel TFMC gagne en popularité et qu'aucune étude ne démontre l'effet réel clinique de cet appareil sur la croissance squelettique et les mouvements dento-alvéolaires, il est important d'obtenir des données scientifiques sur lesquelles s'appuyer pour justifier son utilisation. Les résultats obtenus grâce à cette étude informeront les cliniciens de manière plus précise des effets cliniques du traitement de la malocclusion de classe III au moyen de l'appareil myofonctionnel TFMC. De plus, les résultats fourniront aux praticiens l'information pour mieux informer leurs patients.

## 4. Article

### Étude pilote des effets du *Tandem Forsus Maxillary Corrector* sur la croissance des maxillaires

**Gold-Gosselin, David, D.M.D.**

Rodrigues, Charles, D.M.D.

Remise, Claude, D.D.S., M.Sc.

Rompré, Pierre, M.Sc.

*De la Section d'orthodontie, Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal,  
Montréal (Québec), Canada*

Adresse de correspondance :

Dr David Gold-Gosselin

Clinique d'orthodontie

Université de Montréal

3525 Chemin Queen-Mary

Montréal (Québec),

Canada

Tel : 514-343-6056

Fax : 514-343-2233

## Introduction

La malocclusion de classe III est un phénomène relativement rare au sein de la population nord-américaine.<sup>1,2</sup> Ce type de malocclusion comporte un important facteur héréditaire; la position des mâchoires étant dictée, en grande partie, génétiquement. Effectivement, les tendances familiales et raciales sont des facteurs majeurs<sup>5</sup>. Approximativement 1% de la population caucasienne présente une malocclusion de classe III caractérisée soit par une mandibule large, un visage avec le tiers moyen déficient ou une combinaison des deux.<sup>1,2</sup> Cette incidence est significativement plus élevée chez les Scandinaves et les Japonais.<sup>15</sup>

Les effets négatifs sociaux et psychologiques chez les individus présentant une anomalie cranio-faciale sont bien documentés.<sup>27,28,30</sup> Les personnes qui ont une apparence différente sont traitées différemment par leurs pairs, et ceci peut causer des handicaps sociaux importants.<sup>29,31</sup> C'est pour pallier à ces effets néfastes que la majorité des patients vont rechercher un traitement orthodontique.<sup>32</sup> Ainsi, il est important de s'attarder à corriger la relation des bases osseuses en plus de l'alignement dentaire. Un traitement orthodontique qui se limiterait à placer les dents en bonnes relations pourrait ne pas camoufler suffisamment le problème squelettique sous-jacent pour que le handicap psychologique soit surmonté. Les traitements doivent donc être axés sur la correction de la relation des bases osseuses aussi bien que de la malocclusion dentaire.

Idéalement, et autant que possible, pour corriger une anomalie des bases osseuses, des traitements de modification de la croissance sont préconisés.<sup>9</sup> Les traitements orthodontiques de ce genre sont appelés «orthopédie dento-faciale» ou «thérapie myofonctionnelle». Ils peuvent modifier l'expression de la croissance et, jusqu'à un certain point, améliorer la relation des mâchoires.<sup>48</sup>

Historiquement, le traitement appliqué afin de corriger une malocclusion de classe III en développement avait pour but de contrôler ou retarder la croissance de la mandibule.<sup>57,93</sup>

Des études chez les primates ont démontré qu'une grande force dirigée en direction des condyles peut, si maintenue en tout temps, arrêter la croissance mandibulaire et même causer un remodelage postérieur de l'articulation temporo-mandibulaire.<sup>33</sup> Par contre, ces traitements sont pratiquement impossibles à appliquer chez les humains. Les enfants ne pourraient tolérer un tel traitement pour bloquer la croissance mandibulaire qui nécessite l'application d'une très forte pression sur une très longue période de la journée... pendant plusieurs années.<sup>9</sup>

Certaines études démontrent une redirection de la croissance mandibulaire en lui faisant effectuer une rotation inférieure et postérieure. Ceci requiert des forces beaucoup moins élevées que pour restreindre la croissance.<sup>9</sup> Par contre, les traitements de redirection de la croissance mandibulaire sont associés à des problèmes d'instabilité. Au cours de la croissance post-traitement, la mandibule tend à croître antérieurement et l'effet de la rotation est alors perdu.<sup>9,59</sup>

Heureusement, les données scientifiques démontrent des résultats beaucoup plus encourageants lorsque vient le temps de corriger une déficience maxillaire. Par contre, le traitement d'une malocclusion de classe III principalement due à une déficience maxillaire, doit commencer à un jeune âge. En effet, les recherches de Franchi, Baccetti et McNamara indiquent qu'un changement significatif est probable si le traitement est débuté avant 8 ans.<sup>63,77</sup>

Contrairement aux résultats mitigés des traitements de restriction de la croissance mandibulaire, l'efficacité de la protraction du maxillaire à l'aide d'appareils orthopédiques chez un jeune patient présentant un déficit antéro-postérieur a été mise en évidence par plusieurs études.<sup>35,60,64-68,71-73</sup> Le *reverse pull headgear* et le masque de protraction sont les appareils classiquement utilisés afin de corriger une malocclusion de classe III. Plusieurs études démontrent des changements squelettiques et occlusaux suite à la protraction.<sup>44,60,79,80</sup> En somme, les effets de la protraction sont une combinaison du déplacement antérieur

du maxillaire et de sa dentition, ainsi que d'une rotation inférieure et postérieure de la mandibule.<sup>40,81</sup>

La plupart des appareils disponibles ont des composantes extra-orales nécessitant le port continu d'élastiques. Ces deux éléments font que la coopération du patient, essentielle à la réussite du traitement, n'est pas toujours optimale. Un appareil aussi efficace que le masque de protraction, mais moins volumineux et sans composante extra-orale, serait un atout considérable pour l'orthodontiste.

Le *Tandem Forsus Maxillary Corrector* est un appareil myofonctionnel nouvellement utilisé par certains orthodontistes en bureau privé afin de corriger les malocclusions de classe III. La composante active de cet appareil est assurée par le Forsus™ FRD, qui est placé en position inversée par rapport à celle utilisée pour la correction des classes II. Ceci procure une force de protraction au niveau du maxillaire et une force de rétraction à la mandibule. Plusieurs études démontrent des résultats encourageants quant à l'utilisation du Forsus™ FRD pour la correction des malocclusions de classe II.<sup>89-92</sup> Par contre, il est intéressant de noter qu'aucune de ces études ne portent sur la correction de malocclusions de classe III.

Ainsi, jusqu'à maintenant, aucune étude n'a établi de façon claire et précise s'il y a présence d'effets squelettiques et dento-alvéolaires réels suite à l'utilisation du TFMC. Seul un rapport de cas a démontré la correction d'un surplomb horizontal négatif à l'aide de cet appareil.<sup>12</sup>

Le but de la présente étude consiste à mesurer les effets squelettiques et dento-alvéolaires, ainsi que l'influence réelle sur la croissance du *Tandem Forsus Maxillary Corrector*.

Puisque l'utilisation de l'appareil myofonctionnel TFMC gagne en popularité et qu'aucune étude ne démontre l'effet réel clinique de cet appareil sur la croissance squelettique et les

mouvements dento-alvéolaires, il est important d'obtenir des données scientifiques sur lesquelles s'appuyer pour justifier son utilisation. Les résultats obtenus grâce à cette étude informeront les cliniciens de manière plus précise des effets cliniques du traitement de la malocclusion de classe III au moyen de l'appareil myofonctionnel TFMC. En outre, les résultats fourniront aux praticiens l'information pour mieux informer leurs patients.

## **Matériel et méthode**

Quatorze patients présentant une malocclusion de classe III âgés au départ de 6 ans 4 mois à 11 ans 7 mois (âge moyen de 9 ans 6 mois) et traités par le même orthodontiste ont participé à cette étude. Le groupe était formé de 10 garçons et de 4 filles.

Les patients ont été sélectionnés selon les caractéristiques suivantes : (1) Patient présentant un problème squelettique de classe III; (2) Patient présentant un surplomb horizontal de 0 à -3 mm; (3) Patient présentant une prognathie mandibulaire et/ou une rétrognathie maxillaire; (4) Patient se trouvant dans sa période active de croissance; (5) Patient en dentition primaire ou mixte; (6) Patient âgé de 6 à 12 ans; (7) Patient traité sans extraction; (8) Patient dont la condition nécessite un traitement myofonctionnel bilatéral; (9) Patient avec absence de glissement RC/OC.

Le *Tandem Forsus Maxillary Corrector* (**Figure 17**) est un appareil amovible qui consiste en 2 plans de morsure, un inférieur et un supérieur, recouvrant les surfaces occlusales de toutes les dents. Ces deux composantes sont reliées de chaque côté par le Forsus™ FRD. (**Figure 18**). L'appareil est placé en position inversée par rapport à la celle utilisée pour la correction des classes II, de sorte qu'il procure une force de protraction au maxillaire et une force de rétraction à la mandibule.

L'appareil a été porté par les 14 patients de 12 à 14 heures par jour jusqu'à l'obtention d'une surcorrection du surplomb horizontal. Il a ensuite été porté aux deux jours. Le

traitement a été d'une durée moyenne de 8 à 9 mois.<sup>12</sup> Le degré de coopération a été acceptable chez tous les patients. Tous les patients ayant accepté de participer à cette étude ont été traités de la même façon qu'un patient régulier.

Des radiographies céphalométriques latérales ont été prises avant l'initiation de la thérapie (T1) et après avoir complété la phase myofonctionnelle (T2); elles furent ensuite analysées.

Les résultats de ces analyses ont été comparés aux données du groupe contrôle provenant d'un échantillon de sujets du Centre de croissance de l'Université de Montréal. Le groupe contrôle était constitué de 42 patients dont la sélection a été faite aléatoirement. Les contrôles ont été appariés selon l'âge et le sexe. La durée d'observation du groupe contrôle (T1-T2) correspond à l'intervalle T1-T2 du groupe expérimental.

### **Analyse céphalométrique**

*Évaluation des relations dento-squelettiques et des tissus mous.* C'est l'analyse céphalométrique de l'Université de Montréal qui a été utilisée afin de faire ressortir les effets du traitement. Elle contient 42 mesures, dont 25 linéaires et 17 angulaires. Les radiographies ont été tracées et analysées à l'aide du logiciel *Dolphin Imaging* (ver 11.0, Patterson Dental, Chatsworth, Californie).

*Fiabilité de l'examineur.* Quinze (15) radiographies céphalométriques ont été choisies aléatoirement afin d'être réanalysées. L'erreur sur la méthode a été évaluée avec la formule de Dahlberg, le coefficient de corrélation intra-classe et l'indice de Bland-Altman. L'opérateur ainsi qu'un examineur externe ont réanalysé un échantillon de radiographies céphalométriques sélectionnées aléatoirement. Cette réanalyse a été effectuée de manière aveugle. Les tests de fiabilité ont déterminé que la méthode de tracé des radiographies n'était pas biaisée et que l'identification des points de repère était très précise. Les

comparaisons des radiographies retracées n'ont pas pu mettre en évidence de différence cliniquement significative entre les variables mesurées.

### **Analyse statistique**

La moyenne, l'écart type et l'erreur type de la moyenne ont été calculés pour chaque variable céphalométrique. L'effet du traitement a été évalué à l'aide du test *t* pour échantillons appariés. L'effet de la croissance pour le groupe contrôle a été calculé à l'aide du test *t* pour échantillons indépendants. La comparaison des mesures a été effectuée entre les valeurs pré-traitement (T1) et post-traitement (T2) pour déterminer l'effet de l'appareil. Le délai entre T1 et T2 pour le groupe contrôle et le groupe expérimental était le même. Le facteur d'amplification des radiographies céphalométriques contrôles étant inconnu, la comparaison directe entre les 2 groupes n'était pas possible. Une comparaison indirecte, évaluant l'effet du temps pour le groupe contrôle versus l'effet de l'appareil pour le groupe expérimental, a permis d'identifier et de quantifier les différents effets du traitement.

### **Résultats**

Les résultats ont été analysés afin d'évaluer les changements au niveau squelettique, dentaire et des tissus mous dans les dimensions verticales et horizontales. Les résultats des patients traités ont été comparés à ceux du groupe contrôle. Il est intéressant de noter que les tests statistiques ne révèlent aucune différence significative due à la croissance pour le groupe contrôle entre T1 et T2 (**Tableau V**). Il est donc possible d'affirmer que les différences rapportées chez le groupe expérimental sont probablement causées par l'action du TFMC.

### **Changements squelettiques maxillaires**

**Antéropostérieurs.** Le point A a bougé antérieurement en moyenne de 1,11mm (+0,2 à 2,02) et l'angle Sella-Nasion-A (SNA) a augmenté en moyenne de 1,08° (+0,26 à 1,90). Ces deux mesures sont statistiquement significatives. La longueur du maxillaire (ANS-PNS) n'a, quant à elle, pas subi de changement significatif.

**Verticaux.** Le plan palatin mesuré par rapport à FH a subi une rotation moyenne de -1,29° (-0,33 à -2,24). Ce changement est significatif.

### Changements de la dentition maxillaire

L'inclinaison de l'incisive maxillaire a été mesurée par rapport au plan FH. Les résultats démontrent que l'incisive maxillaire a basculé labialement de 7,11° en moyenne (+4,38 à 9,85) (**figure 19**). De plus, une rotation antihoraire significative du plan occlusal d'une moyenne de 1,87° (-0,33 à -3,41) a été rapportée. Tous les patients ont évolué d'un surplomb horizontal négatif à un surplomb horizontal positif. Ce changement est reflété par une augmentation moyenne de la mesure de Witts (A-B(OP)) de 1,86mm (+0,14 à 3,57) (**Figure 20**). La relation molaire a également été corrigée, passant d'une relation de classe III à une relation de classe I chez tous les patients.

### Changements squelettiques mandibulaires

**Antéropostérieurs.** Aucun changement significatif ne s'est produit au niveau de l'angle SNB ni au niveau de la longueur du corps mandibulaire (Pg-Go). Aucune différence n'a été rapportée au niveau de la position du point B.

**Verticaux.** La longueur Articulare-Gnathion (Ar-Gn) a augmenté en moyenne de 0,97mm (+0,12 à 1,82). De plus, la longueur de Y-axis a aussi augmenté en moyenne de 1,33mm (+0,57 à 2,09). Ces changements sont statistiquement significatifs. Toutefois, aucun changement significatif n'a été rapporté au niveau du plan mandibulaire (FMA), de l'angle

gonial (Ar-Go-Me), de la longueur de la branche montante (Ar-Go) et de la longueur du corps mandibulaire (Go-Pg).

### **Changements de la dentition mandibulaire**

L'inclinaison de l'incisive mandibulaire, calculée par rapport au plan mandibulaire, a diminué de  $4,19^\circ$  (-1,49 à -6,88) (**Figure 21**). Cette mesure est statistiquement significative.

### **Relations maxillo-mandibulaires**

*Antéropostérieures.* La relation maxillo-mandibulaire a changé significativement. L'angle ANB a augmenté en moyenne de  $0,96^\circ$  (+0,22 à 1,70) (**Figure 22**). De plus, la convexité faciale (N-A-Pg) a aussi subi un changement significatif, passant de  $-3,1^\circ$  avant le traitement à  $-0,79^\circ$  suite au traitement; une augmentation en moyenne de  $2,31^\circ$  (+0,55 à 4,07).

*Verticales.* Les changements verticaux de la hauteur faciale antérieure inférieure sont reflétés par l'augmentation de la proportion de la hauteur faciale antérieure inférieure (ANS-Me) par rapport à la hauteur faciale antérieure supérieure (N-ANS). Ce ratio est passé de 54,61% avant le traitement à 55,36% suite au traitement. Par contre, ce changement n'a pas été rapporté comme étant statistiquement significatif.

### **Changements des tissus mous**

L'analyse des tissus mous révèle que l'augmentation de la convexité faciale (G'-Sn-Pg') est aussi significative à ce niveau. Elle a augmenté en moyenne de  $2,58^\circ$  (+1,36 à 3,80) (**Figure 23**). Aucun changement significatif n'est rapporté pour la position de la lèvre supérieure. Par contre, la lèvre inférieure a reculé en moyenne de 0,81 mm (-0,02 à -1,59) par rapport à la ligne Sn-Pg. Cette mesure est statistiquement significative.

## Discussion

Le test  $t$  pour échantillons appariés a été utilisé afin de comparer les moyennes des résultats obtenus pour le groupe expérimental entre T1 et T2. Le test  $t$  pour échantillons indépendants nous indique s'il y a une différence au sein du groupe contrôle pour le même laps de temps. L'absence de différence statistiquement significative pour le groupe contrôle nous permet de supposer que les changements statistiquement significatifs du groupe expérimental sont le résultat du traitement avec le TFMC. Ceci ne permet pas d'établir un lien de causalité, mais plutôt une démonstration indirecte des effets du traitement.

Les résultats de la présente étude démontrent des changements squelettiques et dentaires statistiquement significatifs suite au traitement avec le TFMC. Tous les patients traités lors de cette étude sont considérés comme étant des cas ayant bénéficié d'un succès clinique à court terme.

L'analyse de la correction de la malocclusion de classe III entre pré-traitement (T1) et post-traitement (T2) a démontré une contribution à la fois orthopédique et dentaire. Au sein du maxillaire, la contribution squelettique a été observée avec un mouvement antérieur du point A. Les changements moyens calculés pour le groupe expérimental ont démontré un mouvement antérieur du point A de 1,1mm et une augmentation de SNA de 1,08°. D'autre part, la rotation antihoraire de 1,29° du plan palatin a également contribué à la correction.

Le restant de la correction de la malocclusion a été accompli à l'aide de mouvements dentaires. L'analyse de la position des incisives a démontré en moyenne une proclinaison des incisives maxillaires de 7,11° et une rétroclinaison des incisives mandibulaires de 4,19°. Une rotation antihoraire moyenne du plan occlusal de 1,87° contribue aussi à la correction de la malocclusion.

Peu de changements statistiquement significatifs ont été rapportés à la mandibule. Les augmentations des longueurs de Ar-Gn (0,97mm) et de Y-axis (1,33mm) sont probablement causées par le patron de croissance causant la malocclusion de classe III plutôt que par le port du TFMC. L'augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure peut refléter une rotation horaire de la mandibule causée par le TFMC. On remarque aussi une augmentation mineure de l'angle gonial (Ar-Go-Me). Ces deux dernières mesures ne sont toutefois pas statistiquement significatives.

En outre, les changements de la relation maxillo-mandibulaire tendent vers la correction de la classe III. La valeur de l'angle ANB a augmenté en moyenne de  $0,96^\circ$  et la convexité faciale de  $2,31^\circ$ . La valeur du Witts vient confirmer le tout avec une augmentation moyenne de 1,86mm.

Les valeurs évaluant les tissus mous viennent confirmer ces résultats. La convexité faciale a augmenté de  $2,58^\circ$ . La lèvre inférieure contribue aussi à l'amélioration du profil avec un recul moyen de 0,81mm. Les mesures démontrent aussi un léger mouvement antérieur de la lèvre supérieure, mais ces mesures n'ont pas été démontrées comme étant statistiquement significatives.

Somme toute, la présente étude tend à démontrer que le port du TFMC produit des changements squelettiques et dentaires statistiquement significatifs. L'influence sur la croissance est principalement au niveau du maxillaire. Une amélioration significative de la relation maxillo-mandibulaire et du profil a été constatée. De plus, un mouvement de compensation dentaire contribue à la correction de la malocclusion de classe III.

Jusqu'à maintenant, aucune étude n'a établi de façon claire et précise s'il y a présence d'effets squelettiques et dento-alvéolaires réels suite à l'utilisation du TFMC. Les effets du traitement dans cette étude peuvent tout de même être comparés aux résultats des études portant sur les effets du traitement avec le masque de protraction, celui-ci étant l'appareil

de référence pour la correction des malocclusions de classe III. Les effets du traitement avec le TFMC semblent se rapprocher des résultats obtenus lors du traitement avec le masque de protraction. En effet, la plupart des études démontrent un déplacement antérieur du maxillaire d'environ 2 mm et une augmentation de l'angle ANB d'environ 0,5°. De plus, les mouvements dentaires rapportés lors des études de protraction du maxillaire, soit une proclinaison des incisives supérieures et une rétroclinaison des incisives inférieures, sont similaires à ceux rapportés dans la présente étude.<sup>35,49,60,66,79</sup> Par contre, les études portant sur le masque de protraction indiquent la présence d'une composante mandibulaire dans la correction.<sup>40,80,81</sup> Notre étude a démontré, quant à elle, peu d'effets de restriction ou de redirection de la croissance mandibulaire. La correction étant attribuée principalement à un déplacement antérieur du maxillaire et à un mouvement de compensations dentaires.

La comparaison des résultats de cette étude avec les données provenant du groupe contrôle donne une indication des changements pouvant être attribués au port de l'appareil TFMC pour un groupe d'enfants d'âge similaire, durant une période d'observation semblable. Ce type de comparaison aide à différencier les changements dus à la croissance de ceux provenant des traitements proprement dit. Par contre, les conclusions doivent être interprétées avec discernement.

En effet, les augmentations des longueurs d'Ar-Gn et de Y-axis vont à l'encontre de la correction de la classe III. Cette incohérence s'explique par le fait que la présente étude compare un groupe expérimental composé d'enfants ayant une malocclusion de classe III avec un groupe contrôle provenant d'un échantillon de la population générale. Le patron de croissance est différent pour les sujets ayant une malocclusion de classe III<sup>3-7,44</sup> et ceci se reflète dans nos résultats.

Lors d'études subséquentes, il serait intéressant d'utiliser un groupe contrôle composé uniquement de patients ayant une malocclusion de classe III. Ceci permettrait d'évaluer l'effet précis de l'appareil lorsqu'en présence de ce genre de malocclusion. De plus, avoir

pu comparer nos résultats à ceux d'un groupe traité avec un masque de protraction aurait permis de déterminer de façon plus précise la différence d'action entre ces deux appareils.

## **Conclusion**

Notre étude tend à démontrer que le port du TFMC a un effet orthopédique et dento-alvéolaire significatif lors du traitement des malocclusions de classe III. Les résultats de cette étude nous permettent d'assumer que :

- La correction d'une malocclusion de classe III avec un surplomb horizontal négatif de plus de 4 à 5mm serait hors du spectre d'action du TFMC.
- La relation maxillo-mandibulaire est améliorée suite à un déplacement antérieur du maxillaire. Ceci est exprimé avec l'amélioration de l'angle ANB, de la convexité faciale et de la valeur de Witts.
- Une proclinaison des incisives supérieures et une rétroclinaison des incisives inférieures, combinées à une rotation antihoraire du plan occlusal, jouent un rôle dans la correction du surplomb horizontal négatif.
- Aucun effet notable n'a été détecté au niveau de la croissance mandibulaire.

**FIGURES**

*Figure 17 : Vue occlusale du TFMC<sup>12</sup>*



*Figure 18 : Vue latérale du TFMC<sup>12</sup>*



Figure 19 : Changement de la valeur de l'angle d'inclinaison de l'incisive supérieure

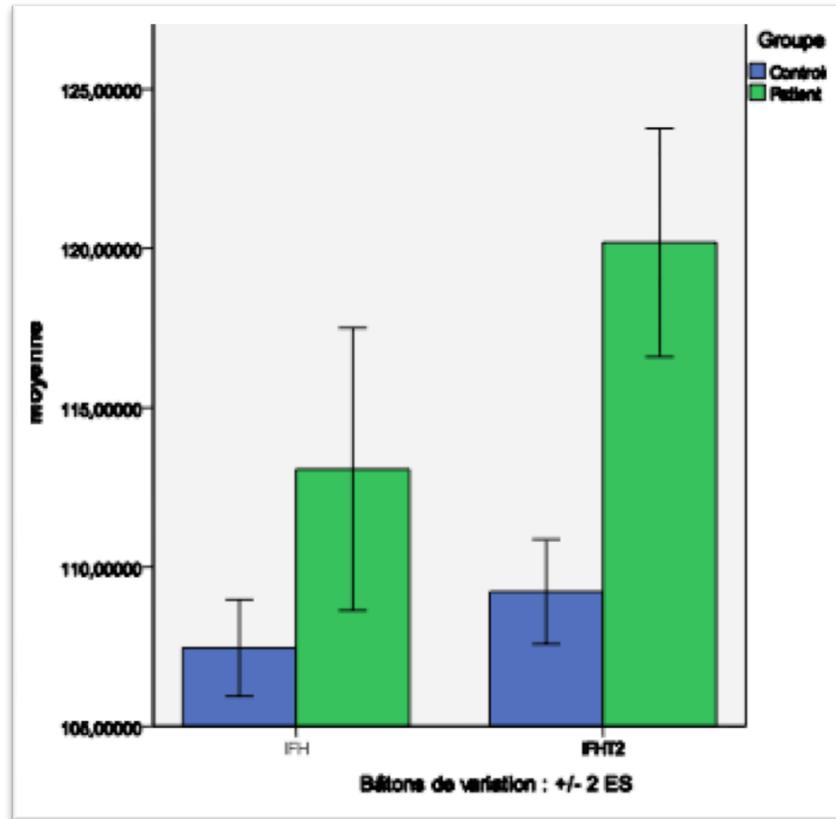
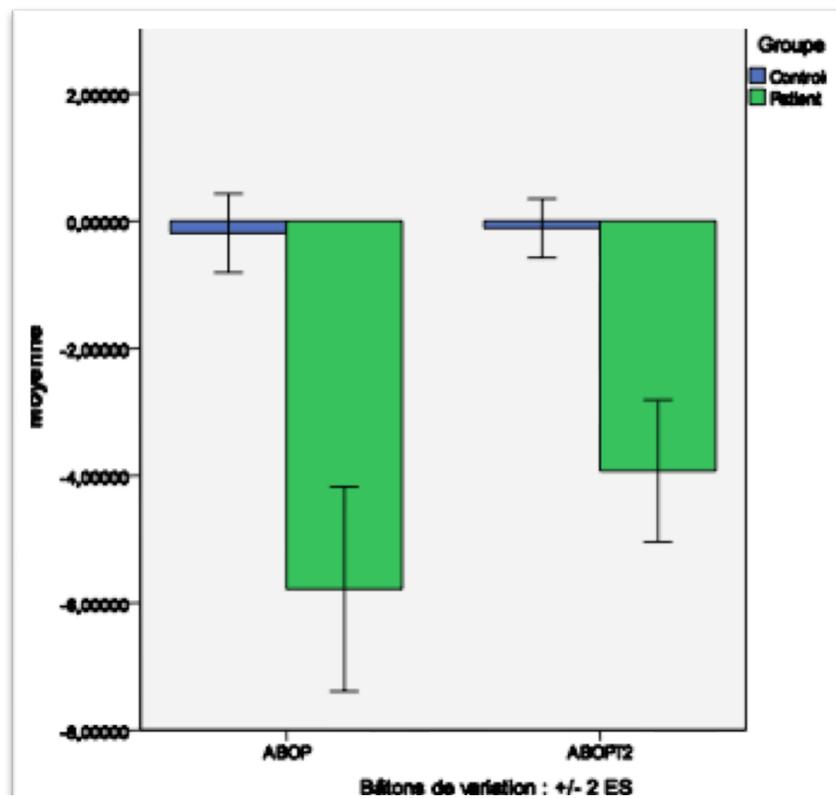
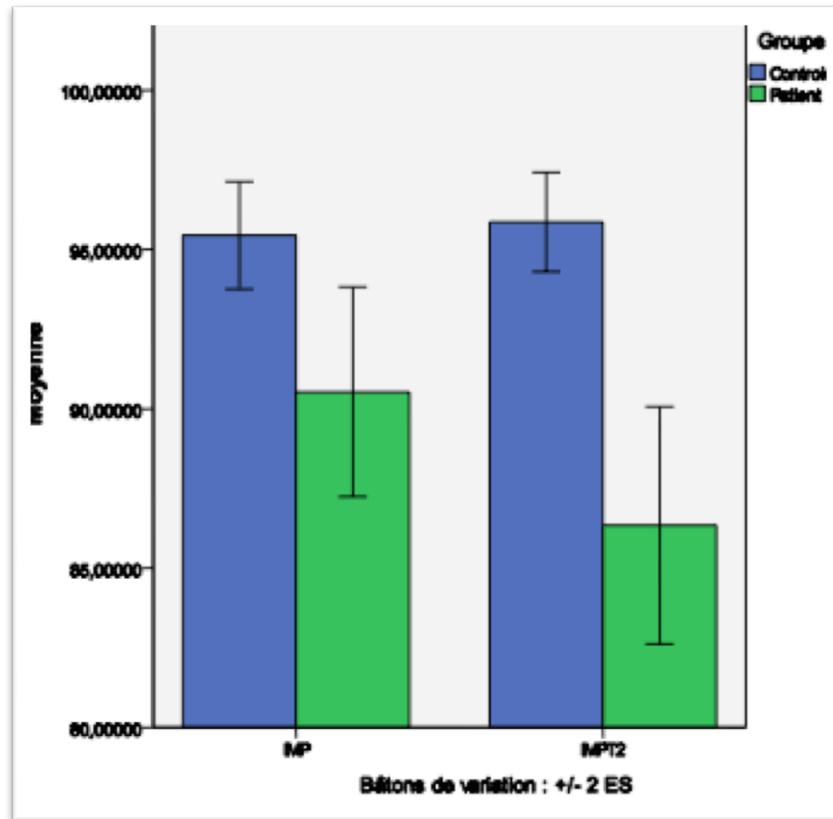


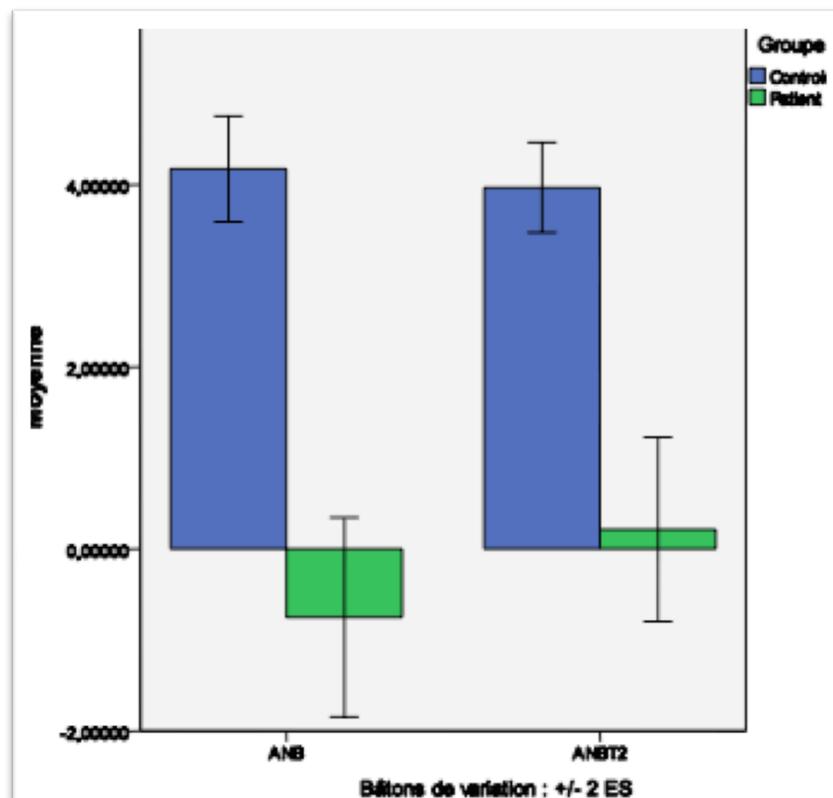
Figure 20 : Changement de la relation maxillo-mandibulaire démontrée par A-B (OP)



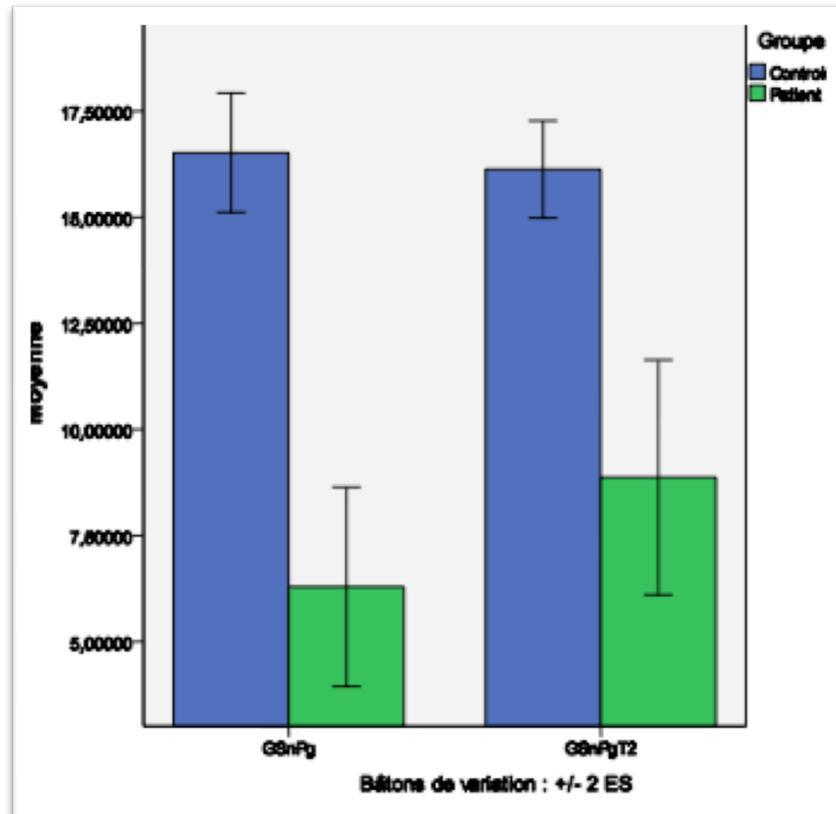
*Figure 21 : Changement de la valeur de l'angle d'inclinaison de l'incisive inférieure*



*Figure 22 : Changement de la relation maxillo-mandibulaire démontrée par ANB*



*Figure 23 : Changement de la convexité faciale*



## TABLEAU

*Tableau V : Valeurs des analyses céphalométriques*

	Contrôles			Patients		
	T1	T2	p <sup>1</sup>	T1	T2	p <sup>2</sup>
ANS-PNS (mm)	46,23±0,42	46,32±0,46	0,88	44,50±0,71	45,07±0,80	0,15
Ar-Gn (mm)	89,50±0,68	90,54±0,71	0,29	96,13±1,83	97,10±1,89	0,03
Ar-Go (mm)	37,31±0,41	37,73±0,44	0,48	40,38±1,01	40,93±1,03	0,21
Go-Pg (mm)	63,16±0,54	64,37±0,49	0,10	67,44±1,63	67,73±1,93	0,60
Ar-Go-Me (degré)	128,52±0,78	127,52±0,72	0,35	127,78±1,51	128,41±1,86	0,49
LFH (%)	N/A	N/A	N/A	54,61±0,62	55,36±0,45	0,07
NF-FH (degré)	-0,10±0,33	0,38±0,37	0,34	-1,59±0,59	-2,88±0,58	0,01
FMA (degré)	27,64±0,50	28,16±0,47	0,46	22,81±1,34	22,76±1,38	0,93
N-A-Pg (degré)	8,43±0,61	7,95±0,58	0,57	-3,10±1,34	-0,79±1,31	0,01
A-B(OP) (mm)	-0,19±0,31	-0,12±0,23	0,85	-5,79±0,80	-3,93±0,56	0,04
N-A (FH) (mm)	-1,08±0,31	-1,25±0,39	0,74	-0,19±0,53	0,91±0,74	0,02
N-B (FH) (mm)	-8,41±0,43	-8,45±0,46	0,95	0,64±0,82	1,19±1,14	0,47
SNA (degré)	81,70±0,40	81,72±0,49	0,98	80,11±0,82	81,19±0,88	0,01
SNB (degré)	77,29±0,31	77,38±0,34	0,85	80,85±0,97	80,99±0,97	0,58
ANB (degré)	4,17±0,29	3,97±0,25	0,59	-0,75 ±0,55	0,21±0,51	0,02
Y-axis angle (degré)	N/A	N/A	N/A	57,61±1,22	57,66±1,16	0,84
Y-axis (mm)	102,45±0,73	103,14±0,71	0,50	113,49±2,12	114,82±2,14	0,00
1/ -FH (degré)	107,46±0,75	109,23±0,82	0,12	113,06±2,22	120,18±1,79	0,00
1/ - /1 (degré)	130,36±1,31	128,35±1,30	0,28	133,60±3,24	130,73±3,35	0,05
/1 –MP (degré)	95,44±0,84	95,85±0,78	0,72	90,53±1,65	86,34±1,86	0,01
OP(fct) –FH (degré)	11,38±0,39	10,97±0,42	0,47	6,16±1,26	4,29±1,05	0,02

G'-Sn-Pg' (degré)	16,51±0,70	16,12±0,57	0,67	6,29±1,17	8,86±1,38	0,00
UL (Sn-Pg') (mm)	3,78±0,18	3,75±0,21	0,92	3,29±0,66	3,33±0,77	0,88
LL (Sn-Pg') (mm)	3,54±0,31	3,70±0,32	0,72	3,94±0,61	3,13±0,62	0,04
Esth.P. -UL (mm)	-0,99±0,26	-0,92±0,26	0,85	-2,62±0,83	-2,35±0,90	0,51
Esth.P. -LL (mm)	0,03±0,25	-0,11±0,25	0,71	0,41±0,80	-0,21±0,79	0,13
Pn-Sn-UL (degré)	117,00±1,27	116,82±1,13	0,92	109,93±2,53	112,81±3,17	0,10

## 5. Discussion

Le chapitre précédent démontre comment nos calculs mesurent les effets osseux et dentaires entraînés par le port du TFMC. En effet, l'augmentation de l'angle SNA de  $1,08^\circ$  et un déplacement antérieur du point A de 1,11mm révèlent un déplacement antérieur du maxillaire. De plus, il est possible d'observer une rotation antihoraire du plan palatin. Ce dernier phénomène peut contribuer à la correction de la malocclusion de classe III en produisant une rotation horaire de la mandibule. La présence d'une légère augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure peut nous pousser vers cette conclusion. Par contre, cette mesure n'est pas statistiquement significative.

Par ailleurs, les résultats ne démontrent aucun effet sur la croissance mandibulaire. Effectivement, seules les augmentations des mesures Ar-Gn et Y-axis sont significatives. Ceci est probablement causé par le patron de croissance présent chez les malocclusions de classe III.

Des changements sont aussi présents au niveau de la dentition. En effet, les incisives maxillaires proclinent de  $7,11^\circ$  et les incisives mandibulaires rétroclinent de  $4,19^\circ$ . Il est aussi possible de remarquer une rotation antihoraire du plan occlusal de  $1,87^\circ$ . En outre, une composante de camouflage dentaire est aussi responsable de la correction de la malocclusion.

L'amélioration de la relation maxillo-mandibulaire vient confirmer le potentiel de correction des malocclusions de classe III du TFMC. L'effet squelettique apporté par le TFMC est l'effet principal souhaité. Les effets dento-alvéolaires, qui démontrent un effet de

compensation dentaire de la malocclusion, sont moins désirables. Dans certains cas, il peut être intéressant de compenser la malocclusion dento-alvéolairement. Si ces compensations nous permettent d'obtenir un environnement favorable à la croissance ou amènent un bénéfice psychologique au patient, elles sont bienvenues. Par contre, complètement camoufler la malocclusion à un jeune âge peut compliquer un traitement subséquent.

De plus, les effets bénéfiques de cet appareil se répercutent aussi au niveau des tissus mous. Effectivement, l'augmentation de la convexité faciale et le recul de la lèvre inférieure sont deux éléments positifs de la correction apportée par le port du TFMC.

## **5.1 Limitations et études subséquentes**

Tout d'abord, deux grandes limitations sont présentes dans notre étude. En premier lieu, ce sont des opérateurs différents qui ont analysé les radiographies céphalométriques expérimentales et les radiographies céphalométriques contrôles. Il aurait été préférable que ce soit la même personne qui trace les radiographies des deux groupes afin de limiter les variabilités inter-examineurs. En second lieu, les radiographies du groupe contrôle proviennent d'un appareil de radiographie analogue. Un facteur de grossissement devait donc être pris en considération. Le montant d'amplification étant inconnu, une comparaison indirecte, évaluant l'effet du temps pour le groupe contrôle versus l'effet de l'appareil pour le groupe expérimental, a permis d'identifier les différents effets du traitement. Une comparaison directe des 2 groupes aurait permis d'obtenir des résultats statistiquement plus précis.

D'autre part, notre étude est la première à évaluer les effets du TFMC. Elle est donc une étude pilote. Les résultats obtenus lors de cette étude ne sont qu'un début. Des recherches subséquentes sont nécessaires afin de cerner avec précision le potentiel de correction du TFMC.

Afin d'améliorer la précision des résultats des études futures, il serait intéressant de comparer les résultats obtenus à un groupe contrôle composé de patients présentant tous une malocclusion de classe III. Le patron de croissance étant différent pour chaque type d'occlusion, comparer l'effet du port du TFMC à un groupe contrôle de patients ayant tous une malocclusion de classe III précisera davantage l'effet du TFMC sur la croissance. De plus, comparer les résultats obtenus avec le TFMC avec ceux d'un groupe traité avec le masque de protraction permettrait de mieux définir les avantages et les limitations de chaque appareil.

Par ailleurs, la difficulté de recruter des patients présentant ce type de malocclusion limite la taille des groupes pouvant être étudiés. Ceci peut potentiellement influencer les résultats des analyses statistiques et certains effets peuvent ne pas être détectés avec de petits groupes. Ceci peut être pallié en utilisant des groupes expérimentaux plus grands, ce qui implique des études de plus grande envergure.

La présente étude évalue les effets du TFMC à court terme. Sachant que la croissance continue tard dans l'adolescence, il est indispensable d'étudier la quantité de récidence à long terme. Ceci permettrait de quantifier la stabilité de la correction.

Aussi, il serait intéressant d'évaluer la corrélation entre les effets du TFMC et la durée du port quotidien de celui-ci, et comparer le niveau de coopération avec le TFMC par rapport au masque de protraction.

## 6. Conclusion

Les résultats de cette étude semblent démontrer que le TFMC a un effet cliniquement significatif tant au niveau dento-alvéolaire qu'au niveau du mouvement orthopédique antérieur du maxillaire supérieur. Cette étude étant considérée comme une étude pilote, des études subséquentes seront nécessaires afin de déterminer plus spécifiquement les effets du TFMC à court et surtout, à long termes.

Suite à cette étude, il est possible de conclure que :

- Il est raisonnable d'assumer qu'une correction d'un surplomb horizontal négatif de plus de 4-5mm est hors du spectre d'action du TFMC.
- La relation maxillo-mandibulaire est améliorée suite à un déplacement antérieur et à une rotation anti-horaire du maxillaire.
- Une proclinaison des incisives supérieures et une rétroclinaison des incisives inférieures (compensations dentaires), combinées à une rotation antihoraire du plan occlusal, contribuent à la correction.
- Aucun effet notable n'a été détecté au niveau de la croissance mandibulaire.

## 7. Bibliographie

1. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res* 1996;75 Spec No:706-13.
2. Proffit WR, Fields HW, Jr., Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13(2):97-106.
3. Sanborn RT. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. *Angle Orthod* 1955;25:14.
4. Dietrich UC. Morphological variability of skeletal Class 3 relationships as revealed by cephalometric analysis. *Rep Congr Eur Orthod Soc* 1970:131-43.
5. Jacobson A, Evans WG, Preston CB, Sadowsky PL. Mandibular prognathism. *Am J Orthod* 1974;66(2):140-71.
6. Guyer EC, Ellis EE, 3rd, McNamara JA, Jr., Behrents RG. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod* 1986;56(1):7-30.
7. Ellis E, 3rd, McNamara JA, Jr. Components of adult Class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42(5):295-305.
8. Sugawara J, Mitani H. Facial growth of skeletal Class III malocclusion and the effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to chin-cap therapy. *Semin Orthod* 1997;3(4):244-54.
9. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*. 4th ed. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier; 2007.
10. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA, Jr., Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(3):333-43.
11. Williams MD, Sarver DM, Sadowsky PL, Bradley E. Combined rapid maxillary expansion and protraction facemask in the treatment of Class III malocclusions in growing children: a prospective long-term study. *Semin Orthod* 1997;3(4):265-74.
12. Rodrigue C. The Tandem Forsus Maxillary Corrector : A new removable Appliance for the treatment of maxillary retrognathism. Non-publié:6.
13. McNamara JA, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor: Needham Press; 2001.
14. Massler M, Frankel JM. Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years. *Am J Orthod* 1951;37(10):751-68.
15. Thilander B, Myrberg N. The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. *Scand J Dent Res* 1973;81(1):12-21.
16. El-Mangoury NH, Mostafa YA. Epidemiologic panorama of dental occlusion. *Angle Orthod* 1990;60(3):207-14.
17. Alappat S, Zhang ZY, Chen YP. Msx homeobox gene family and craniofacial development. *Cell Res* 2003;13(6):429-42.
18. Dixon AD, Hoyte DAN, Rønning O. *Fundamentals of craniofacial growth*. Boca Raton: CRC Press; 1997.

19. Delatte M, Von den Hoff JW, van Rheden RE, Kuijpers-Jagtman AM. Primary and secondary cartilages of the neonatal rat: the femoral head and the mandibular condyle. *Eur J Oral Sci* 2004;112(2):156-62.
20. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112(1):8-11, 221-26, 338-42, 410-17.
21. Enlow DH, Bang S. Growth and Remodeling of the Human Maxilla. *Am J Orthod* 1965;51:446-64.
22. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia: Saunders; 1996.
23. Bjork A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *Am J Phys Anthropol* 1968;29(2):243-54.
24. Rabie AB, Gu Y. Diagnostic criteria for pseudo-Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(1):1-9.
25. Gu Y. The characteristics of pseudo class III malocclusion in mixed dentition. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2002;37(5):377-80.
26. Babbush CA. *Mosby's dental dictionary*. 2nd ed. St. Louis, Mo.: Mosby; 2008.
27. Eagly AH, Ashmore, R. D., Makhijani, M. G., & Longo, L. C. . What is beautiful is good, but...: A meta-analytic review of research on the physical attractiveness stereotype. *Psychol Bull* 1991;110(1):19.
28. Bernabe E, Sheiham A, de Oliveira CM. Condition-specific impacts on quality of life attributed to malocclusion by adolescents with normal occlusion and Class I, II and III malocclusion. *Angle Orthod* 2008;78(6):977-82.
29. Phillips C, Bennett ME, Broder HL. Dentofacial disharmony: psychological status of patients seeking treatment consultation. *Angle Orthod* 1998;68(6):547-56.
30. Sun Y, Jiang C. [The impact of malocclusion on self-esteem of adolescents]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2004;39(1):67-9.
31. Fonte PP, Colares V, Santos F, Caraciolo G. The social impact of children's dentofacial appearance. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008;9(2):84-9.
32. Zhou YH, Hagg U, Rabie AB. Concerns and motivations of skeletal Class III patients receiving orthodontic-surgical correction. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2001;16(1):7-17.
33. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment. Early or late? *Angle Orthod* 1983;53(3):175-91.
34. Creekmore TD. Class III treatment planning. *J Clin Orthod* 1978;12(9):650-5.
35. Irie M, Nakamura S. Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion. *Am J Orthod* 1975;67(4):377-92.
36. Kanas RJ, Carapezza L, Kanas SJ. Treatment classification of Class III malocclusion. *J Clin Pediatr Dent* 2008;33(2):175-85.
37. Phillips C, Griffin T, Bennett E. Perception of facial attractiveness by patients, peers, and professionals. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10(2):127-35.
38. Kerr WJ, O'Donnell JM. Panel perception of facial attractiveness. *Br J Orthod* 1990;17(4):299-304.
39. Gianelly AA, Goldman HM. *Biologic basis of orthodontics*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1971.

40. Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary treatment of dentofacial deformity. St. Louis, Mo. ; Toronto: Mosby; 2003.
41. Vaughn GA, Mason B, Moon HB, Turley PK. The effects of maxillary protraction therapy with or without rapid palatal expansion: a prospective, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(3):299-309.
42. Ulgen M, Firatli S. The effects of the Frankel's function regulator on the Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105(6):561-7.
43. Satravaha S, Taweeseedt N. Stability of skeletal changes after activator treatment of patients with class III malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(2):196-206.
44. McNamara JA, Jr. An orthopedic approach to the treatment of Class III malocclusion in young patients. *J Clin Orthod* 1987;21(9):598-608.
45. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Sanjie Y, Mandall N, Chadwick S, et al. Effectiveness of treatment for Class II malocclusion with the Herbst or twin-block appliances: a randomized, controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(2):128-37.
46. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Chadwick S, Connolly I, Cook P, et al. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: Psychosocial effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(5):488-94; discussion 94-5.
47. O'Brien K. Is early treatment for Class II malocclusion effective? Results from a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(4 Suppl):S64-5.
48. Kajiyama K, Murakami T, Suzuki A. Comparison of orthodontic and orthopedic effects of a modified maxillary protractor between deciduous and early mixed dentitions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(1):23-32.
49. Takada K, Petdachai S, Sakuda M. Changes in dentofacial morphology in skeletal Class III children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudinal cephalometric appraisal. *Eur J Orthod* 1993;15(3):211-21.
50. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115(6):675-85.
51. Battagel JM, Orton HS. A comparative study of the effects of customized facemask therapy or headgear to the lower arch on the developing Class III face. *Eur J Orthod* 1995;17(6):467-82.
52. Chong YH, Ive JC, Artun J. Changes following the use of protraction headgear for early correction of Class III malocclusion. *Angle Orthod* 1996;66(5):351-62.
53. Kapust AJ, Sinclair PM, Turley PK. Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in Class III children: a comparison of three age groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(2):204-12.
54. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(4):404-13.

55. Frankel R. Maxillary retrusion in Class 3 and treatment with the function corrector 3. *Rep Congr Eur Orthod Soc* 1970;249-59.
56. Wilhelm-Nold I, Droschl H. [The early treatment of progenia in the deciduous dentition compared to treatment in the mixed dentition]. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51(3):165-79.
57. Graber LW. Chin cup therapy for mandibular prognathism. *Am J Orthod* 1977;72(1):23-41.
58. Sakamoto T, Iwase I, Uka A, Nakamura S. A roentgenocephalometric study of skeletal changes during and after chin cup treatment. *Am J Orthod* 1984;85(4):341-50.
59. Sugawara J, Asano T, Endo N, Mitani H. Long-term effects of chincap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98(2):127-33.
60. Nanda R. Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear. *Am J Orthod* 1980;78(2):125-39.
61. Wyatt WE. Preventing adverse effects on the temporomandibular joint through orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91(6):493-9.
62. Bailey LJ, Haltiwanger LH, Blakey GH, Proffit WR. Who seeks surgical-orthodontic treatment: a current review. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2001;16(4):280-92.
63. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. Thin-plate spline analysis of treatment effects of rapid maxillary expansion and face mask therapy in early Class III malocclusions. *Eur J Orthod* 1999;21(3):275-81.
64. Subtelny JD. Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *Angle Orthod* 1980;50(3):147-64.
65. Ishii H, Morita S, Takeuchi Y, Nakamura S. Treatment effect of combined maxillary protraction and chincap appliance in severe skeletal Class III cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92(4):304-12.
66. Mermigos J, Full CA, Andreasen G. Protraction of the maxillofacial complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98(1):47-55.
67. Ngan P, Hagg U, Yiu C, Merwin D, Wei SH. Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109(1):38-49.
68. Baik HS. Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108(6):583-92.
69. Masucci C, Franchi L, Defraia E, Mucedero M, Cozza P, Baccetti T. Stability of rapid maxillary expansion and facemask therapy: a long-term controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(4):493-500.
70. Arman A, Ufuk Toygar T, Abuhijleh E. Evaluation of maxillary protraction and fixed appliance therapy in Class III patients. *Eur J Orthod* 2006;28(4):383-92.
71. Macdonald KE, Kapust AJ, Turley PK. Cephalometric changes after the correction of class III malocclusion with maxillary expansion/facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(1):13-24.

72. Sung SJ, Baik HS. Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114(5):492-502.
73. Merwin D, Ngan P, Hagg U, Yiu C, Wei SH. Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112(3):292-9.
74. Suda N, Ishii-Suzuki M, Hirose K, Hiyama S, Suzuki S, Kuroda T. Effective treatment plan for maxillary protraction: is the bone age useful to determine the treatment plan? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(1):55-62.
75. Saadia M, Torres E. Sagittal changes after maxillary protraction with expansion in class III patients in the primary, mixed, and late mixed dentitions: a longitudinal retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(6):669-80.
76. Goyenc Y, Ersoy S. The effect of a modified reverse headgear force applied with a facebow on the dentofacial structures. *Eur J Orthod* 2004;26(1):51-7.
77. McGill J. Orthopedic alteration induced by rapid maxillary expansion and facemask therapy [Thesis]. Ann Arbor: Univeristy of Michigan 1995.
78. Ngan PW, Hagg U, Yiu C, Wei SH. Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod* 1997;3(4):255-64.
79. Ngan P, Wei SH, Hagg U, Yiu CK, Merwin D, Stickel B. Effect of protraction headgear on Class III malocclusion. *Quintessence Int* 1992;23(3):197-207.
80. Wisth PJ, Tritrapunt A, Rygh P, Boe OE, Norderval K. The effect of maxillary protraction on front occlusion and facial morphology. *Acta Odontol Scand* 1987;45(3):227-37.
81. Nartallo-Turley PE, Turley PK. Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion. *Angle Orthod* 1998;68(3):217-24.
82. Wendell PD, Nanda R, Sakamoto T, Nakamura S. The effects of chin cup therapy on the mandible: a longitudinal study. *Am J Orthod* 1985;87(4):265-74.
83. Levin AS, McNamara JA, Jr., Franchi L, Baccetti T, Frankel C. Short-term and long-term treatment outcomes with the FR-3 appliance of Frankel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(4):513-24.
84. Loh MK, Kerr WJ. The Function Regulator III: effects and indications for use. *Br J Orthod* 1985;12(3):153-7.
85. Kerr WJ, Tenhave TR. A comparison of three appliance systems in the treatment of Class III malocclusion. *Eur J Orthod* 1988;10(3):203-14.
86. Kerr WJ, TenHave TR, McNamara JA, Jr. A comparison of skeletal and dental changes produced by function regulators (FR-2 and FR-3). *Eur J Orthod* 1989;11(3):235-42.
87. Baik HS, Jee SH, Lee KJ, Oh TK. Treatment effects of Frankel functional regulator III in children with class III malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(3):294-301.
88. Vogt W. The Forsus Fatigue Resistant Device. *J Clin Orthod* 2006;40(6):368-77; quiz 58.

89. Heinig N, Goz G. Clinical application and effects of the Forsus spring. A study of a new Herbst hybrid. *J Orofac Orthop* 2001;62(6):436-50.
90. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod* 2006;76(4):666-72.
91. Jones G, Buschang PH, Kim KB, Oliver DR. Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *Angle Orthod* 2008;78(2):332-8.
92. Franchi L, Alvetto L, Giuntini V, Masucci C, Defraia E, Baccetti T. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. *Angle Orthod* 2011;81(4):678-83.
93. Petrovic AG. Mechanisms and regulation of mandibular condylar growth. *Acta Morphol Neerl Scand* 1972;10(1):25-34.

## **8. Annexes**

## **Annexe I : Certificat d'éthique**

Département de kinésiologie

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

CERTIFICAT N°: CÉRSS-2010-1008-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 :** « Étude pilote des effets du Tandem Forsus Maxillary Corrector sur la croissance des maxillaires et sur le sommeil »

**Nom du chercheur principal :** Monsieur Claude Remise

**Organisme subventionnaire :** /

**Programme :** /

**Titre de l'octroi :** /

**Numéro de l'octroi :** /

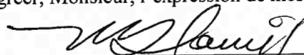
Le Comité d'éthique déclare le projet conforme aux normes déontologiques en vigueur à l'Université de Montréal. Un certificat d'éthique est émis pour une durée d'une année dont les modalités d'applications sont les suivantes :

**Date d'émission du certificat :** 28 octobre 2010

**Date de fin de validité du certificat :** 27 octobre 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 :** 28 octobre 2010

Marie-France Daniel  
Présidente du Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé  
CEPSUM, 2100 Édouard-Montpetit, bureau 7211  
Téléphone : [REDACTED] / Télécopieur : [REDACTED]  
Courriel : [REDACTED]

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.

## **Annexe II : Document d'information remis aux sujets**

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Étude pilote des effets du Tandem Forsus Maxillary  
Corrector sur la croissance des maxillaires et sur le  
sommeil

Sainte-Foy, Québec

Organisme subventionnaire : Fonds Paul-Geoffrion

Chercheurs

Étudiant-chercheur : Dr David Gold-Gosselin

D.M.D., résident en orthodontie

Pavillon Roger-Gaudry, Université de Montréal

Code permanent: GOLD 13068305

Directeur de recherche : Dr Claude Remise

D.D.S., M. Sc., cert. Ortho, professeur titulaire, Section d'orthodontie

Pavillon Roger-Gaudry, Université de Montréal

## Introduction

Ce document s'adresse aux parents de participants mineurs pressentis pouvoir participer à l'Étude pilote des effets du Tandem Forsus Maxillary Corrector sur la croissance des maxillaire et sur le sommeil. La participation à cette étude est faite sur une base entièrement volontaire.

L'utilisation d'appareils myofonctionnels, comme le Tandem Forsus Maxillary Corrector (TFMC), a pour but de rediriger ou de stimuler la croissance des maxillaires chez les patients ayant toujours un potentiel de croissance. Ces appareils sont utilisés pour corriger un décalage présent entre les deux arcades dentaires chez votre enfant.

Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et les inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur et aux autres membres du personnel impliqué dans ce projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

## But du projet de recherche

Le but de ce projet est d'évaluer la composante de croissance produite au niveau des os des mâchoires chez les patients utilisant le TFMC. Le but de ce projet est de mesurer les effets squelettiques, l'influence réelle sur la croissance, et les effets dento-alvéolaires des TFMC.

Ce projet évaluera aussi si la correction de la malocclusion suite à l'utilisation du TFMC a un effet sur le sommeil.

## Critères de sélection des patients

Les patients inclus doivent être âgés de 7 à 15 ans. Les patients doivent présenter un problème squelettique de classe III, soit un décalage entre la mâchoire du haut et celle du bas. Ce décalage doit être dû à un retrait de la mâchoire supérieure et/ou à un avancement de la mâchoire inférieure. Le surplomb horizontal antérieur doit être de 0 à -3 mm i.e. que les incisives soient placées bout-à-bout ou que les incisives inférieures soient placées jusqu'à 3 mm plus antérieur par rapport aux incisives supérieures.

Les patients choisis doivent être en période de croissance active, en denture primaire ou mixte, et ayant besoin d'un traitement myofonctionnel bilatéral. Le plan de traitement doit cependant exclure toute extraction dentaire.

## Déroulement de l'étude

Après une étude complète du dossier par le Dr Charles Rodrigue et une fois le plan de traitement établi par ce dernier, vous et votre enfant serez approchés si votre enfant satisfait les critères d'inclusion. La participation sera sur une base entièrement volontaire.

Si vous êtes intéressés à participer au projet, le formulaire vous sera remis afin que vous puissiez le lire et le signer. Avant de commencer le traitement, un questionnaire vous sera remis afin d'évaluer le sommeil de votre enfant. Ensuite, une radiographie céphalométrique numérique sera prise et les appareils de correction de la relation sagittale seront mis en bouche. Une fois le traitement avec l'appareil myofonctionnel terminé, une autre radiographie sera prise immédiatement après l'enlèvement des appareils afin d'évaluer leur effet sur les mâchoires du patient. Un deuxième questionnaire portant sur le sommeil vous sera ensuite remis afin d'évaluer les changements suite au traitement. Votre enfant terminera ensuite son traitement de la même manière que tous les autres patients.

L'étude se fera à partir de l'analyse des radiographies céphalométriques déjà consignées au dossier de votre enfant. L'acceptation de ce consentement, nous permettant d'utiliser les radiographies de votre enfant et les questionnaires portant sur son sommeil remplis lors de la présentation du plan de traitement et de la fin du traitement myofonctionnel, est la seule implication de vous et de votre enfant dans l'étude. Vous ne retirerez aucun

bénéfice personnel de votre participation à cette étude. Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances dans ce domaine.

## Désistement ou retrait de l'étude

Votre participation à ce projet de recherche est tout à fait volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer sans que cela n'affecte la qualité des soins que recevront les participants. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison. Vous avez simplement à aviser le chercheur responsable du projet ou l'un des membres de l'équipe.

## Confidentialité

Durant votre participation à ce projet, le chercheur et son équipe recueilleront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques.

Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels. Vous ne serez identifié que par un numéro de code auquel seule l'équipe de recherche aura accès. La clé du code, reliant votre nom à votre dossier de recherche, sera conservée par le chercheur responsable.

Les données de recherche seront conservées pendant sept ans après la fin de l'étude et seront détruites par la suite.

Vous avez le droit de consulter votre dossier de recherche pour vérifier les renseignements recueillis, et les faire rectifier au besoin, et ce, aussi longtemps que le chercheur responsable du projet ou l'établissement détiennent ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique du projet, vous pourriez n'avoir accès à certaines de ces informations qu'une fois votre participation terminée.

Pour des raisons de surveillance et de contrôle de la recherche, votre dossier pourra être consulté par une personne mandatée par l'organisme subventionnaire et le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la

santé (CÉRSS) de l'Université de Montréal. Toutes ces personnes respecteront la politique de confidentialité.

Les données pourront être publiées dans des revues scientifiques, mais il ne sera pas possible de vous identifier.

## Compensation

Vous ne recevrez pas d'argent pour votre participation à ce projet de recherche.

## Indemnisation en cas de faute

En acceptant de participer à ce projet, le patient ne renonce en aucun cas à ses droits, ni ne libère les chercheurs, les organismes, les entreprises et les institutions impliquées dans le projet de leurs responsabilités professionnelles et légales.

## Personnes ressources

Si vous avez des questions au sujet de cette étude, vous pouvez communiquer (avant, pendant et après l'étude) avec :

- Dr David Gold-Gosselin, (514) 343-xxxx entre 9h et 17h.

Pour toute question d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez en discuter 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 (Téléphone (514) 343-xxxx).

Si vous avez des questions concernant vos droits en tant que participant(e) à cette étude ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec l'ombudsman de l'Université, Madame Pascale Descary, au (514) 343-xxxx), entre 9h et 17h.

## Surveillance des aspects éthiques du projet de recherche

Le Comité d'éthique de la recherche des sciences de la santé a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

**Annexe III : Formulaire de consentement**

## Formulaire de consentement éclairé

Étude pilote des effets du Tandem Forsus Maxillary Corrector sur la croissance des maxillaires et sur le sommeil.

La nature de l'étude, les procédés utilisés, les risques et les bénéfices que comporte la participation de mon enfant à ce projet, ainsi que le caractère confidentiel des informations qui seront recueillies au cours de l'étude m'ont été clairement expliquées.

J'ai eu l'occasion de poser toutes mes questions concernant les différents aspects du projet et de recevoir des réponses m'ayant satisfait(e).

Je comprends que la participation de mon enfant, se fait sur une base volontaire et que tout désistement n'entraînera pas de pénalité ou de retard dans les soins orthodontiques.

En ma qualité de représentant légal, j'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions à ma satisfaction et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Après réflexion, j'accepte que mon enfant ou l'enfant que je représente participe à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement me sera remise.

Signé à Ste-Foy, le \_\_\_\_\_ 2010  
(jour et mois)

\_\_\_\_\_  
Assentiment du mineur

\_\_\_\_\_  
Signature du parent responsable

\_\_\_\_\_  
Signature du témoin

\_\_\_\_\_  
Nom du témoin en lettres moulées

J'ai expliqué au représentant légal (parent ou tuteur) les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

Dr \_\_\_\_\_

Charles Rodrigue, D.D.S., cert. Ortho

**Annexe IV : Analyse céphalométrique de l'Université de  
Montréal**

**Analyse céphalométrique**

Nom du patient: \_\_\_\_\_  
 Remarque: FH = SN - 7°

Âge: \_\_\_\_\_ ans \_\_\_\_\_ mois      Sexe: M [ ] F [ ]  
 Âge de développement: \_\_\_\_\_ ans \_\_\_\_\_ mois

**Base crânienne**

	M	O	R1	F
S-N (mm)				
S-Ar (mm)				
N-S-Ar (°)				
Ar-PTM (FH) (mm)				

**Dentaire**

	M	O	R1	F
I/ - FH (°)				
I/ - /I (°)				
/I - MP (°)				
II - (A-Pg) (mm)				
OP (fc) - FH (°)				
OP-FH (°)				

**Maxillaire et mandibule**

PNS-ANS (//FH) (mm)				
Ar-Pg (mm)				
Go-Ar (mm)				
Pg-Go (mm)				
B-Pg (MP) (mm)				
Ar-Go-Me (°)				

**Tissus mous**

G'-Sn-Pg' (°)				
UL (Sn-Pg') (mm)				
LL (Sn-Pg') (mm)				
Esth.P.-UL (mm)				
Esth.P.-LL (mm)				
Pn-Sn-UL (°)				
Pn-Sn (//FH) (mm)				
Sn-Stm (⊥ FH) (mm)				
UL - ls (⊥ FH) (mm)				
A-Sn (//FH) (mm)				
Pg-Pg' (//FH) (mm)				

**Hauteur faciale**

N-ANS (⊥ FH) (mm) *				
ANS-Me (⊥ FH) (mm) **				
Rapport $\frac{*}{**}$ en %	45%			
NF-FH (°)				
MP - FH (ou FMA) (°)				

**Profil facial (Tissus durs)**

N-A-Pg (°)				
A-B (OP) (mm)				
N-A (//FH) (mm)				
N-B (//FH) (mm)				
N-Pg (//FH) (mm)				
A-B (FH) (mm)				

**Profil facial (Tissus durs) - suite**

S-N-A (°)	82°			
S-N-B (°)	80°			
A-N-B (°)	2°			
Y-Axis angle (°)				
Y-Axis (mm)				