

Université de Montréal

**Les appareils myofonctionnels de correction de la  
Classe II: l'EMG.**

par  
Kenneth Lam

Section Orthodontie  
Faculté de Médecine Dentaire

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine Dentaire  
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise (M.Sc.)  
en Médecine Dentaire  
option Orthodontie

Mai 2014

© Kenneth Lam, 2014

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

## **Les appareils myofonctionnels de correction de la Classe**

### **II: l'EMG.**

Présenté par

Kenneth Lam

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes

Dre Nelly Huynh : Directrice de recherche

Dr Jack Turkewicz : Président rapporteur

Dre Andrée Montpetit : Co-directrice de recherche

Dr Hicham El-Khatib : Co-directeur de recherche

Dr Paul Morton : Membre du Jury



## Résumé

*Introduction:* La correction de la Classe II avec un appareil myofonctionnel est un traitement commun chez les patients en croissance. Le Twin Block et le correcteur de Classe II fixe (CCF) sont des appareils populaires et plusieurs publications scientifiques ont décrit leurs effets sur les tissus orofaciaux. Plusieurs articles rapportent les changements de l'électromyographie des muscles de la mastication durant le traitement avec un Twin Block, mais peu d'articles ont étudié ces changements avec un CCF. Comme le Twin Block et le CCF ont des biomécaniques différentes, leur influence sur les muscles est possiblement différente.

*Objectifs:* Évaluer les adaptations musculaires suite à un traitement par appareil myofonctionnel : Twin Block et CCF.

*Matériels et méthodes:* Dans une étude cohorte prospective, 24 patients en pic de croissance ont été assignés aléatoirement à un traitement (13 Twin Block; 11 CCF) et l'EMG des muscles masséters et temporaux a été mesurée à 1, 5, 13, 21, 29, 37 semaines. Les muscles ont été mesurés sous trois états: au repos, en occlusion centré (OC) et en contraction volontaire maximal (CVM)

*Résultats:* Les données ont été analysées à l'aide d'un modèle mixte linéaire à mesures répétées et ont été documentées pour chaque muscle selon quatre conditions: i- avec Twin Block en bouche, ii- sans Twin Block en bouche iii- avec CCF en bouche et iv- sans Twin Block comparé au groupe avec CCF. Dans la condition i, des résultats significatifs ont été observés au repos pour le masséter droit et gauche, ainsi que le temporal gauche avec une valeur- $p \leq 0.005$ . En CVM, la condition i montre aussi des résultats significatifs pour le masséter droit et le temporal gauche avec une valeur- $p \leq 0.05$ . Les conditions ii et iii ont obtenu des résultats non-significatifs en tout temps. Par contre, lorsque ces deux conditions sont comparées l'une à l'autre (condition iv), des résultats significatifs ont été obtenus en OC pour les temporaux gauche et droit avec une valeur- $p = 0.005$ .

*Conclusions:* Avec le Twin Block en bouche, l'EMG augmente au cours du temps en CVM, mais diminue en OC. Par contre, sans le Twin Block en bouche et avec le CCF en bouche, l'EMG ne varie pas. Cependant, le Twin Block et le CCF sont différents au niveau des mesures de l'EMG au cours des neuf mois de traitement. Ceci peut être expliqué par le



nivellement graduel de l'occlusion postérieure durant le traitement avec le CCF qui ne se produit pas avec le Twin Block.

**Mots-clés :** EMG, Appareil myofonctionnel, Twin Block

## Abstract

**Background:** Myofunctional appliances are common in the treatment of class II malocclusion in growing children. Electromyography (EMG) of the masticatory muscles to measure adaptation has not been assessed with fixed Class II corrector (FCC) appliances, but was shown with Twin Block.

**Objectives:** Assess muscle adaptation in two myofunctional appliances with different biomechanics.

**Methodology:** In a pilot study, 24 patients in their pubertal growth spurt and with a class II malocclusion were randomly assigned to either appliance. EMG of the masseter and temporal muscles were measured at different times.

**Results:** Results were analyzed with a mixed linear model and repeated measurements for each muscle were done according to the following four conditions : i – with Twin Block in the mouth ii –without Twin Block iii- with FCC in the mouth iv- without Twin Block compared to the FCC group. Significantly different results were associated with bilateral masseters and left temporal muscles ( $p < 0.005$ ) at rest with the Twin Block inserted and, with the right masseter and left temporal muscles ( $p < 0.05$ ) at maximum voluntary contraction (MVC) with Twin Block inserted. There was also a significant difference with the bilateral temporal muscles ( $p = 0.005$ ) when the appliances were compared when patients were in centric occlusion.

**Conclusions:** According to our results, EMG activity increases over time in MVC but decreases in centric occlusion (CO). There is significant difference in muscle adaptation between both appliances when patient is in CO. This may be explained by the fact that patients in the FCC group are able to obtain posterior intercuspitation throughout time. The measurements for each treatment were analyzed individually and showed no significant changes throughout time.

**Keywords :** EMG, Myofunctional appliances, Twin Block

# Table des matières

Résumé .....	i
Abstract .....	iii
Liste des tableaux .....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des abréviations.....	xi
Remerciements.....	xiii
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revue de littérature.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 La Classe II .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Identifier la Classe II .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 La correction de la Classe II .....</b>	<b>5</b>
2.3.1 La position squelettique du maxillaire .....	6
2.3.2 La position dento-alvéolaire du maxillaire .....	7
2.3.3 La position squelettique de la mandibule.....	7
2.3.4 La position dento-alvéolaire de la mandibule .....	7
<b>2.4 Le pic de croissance .....</b>	<b>8</b>
2.4.1 Historique.....	8
2.4.2 <i>Cervical Vertebral Maturation System (CVMS)</i> .....	9
<b>2.5 Revue de l'anatomie<sup>17</sup> .....</b>	<b>11</b>
2.5.1 Les muscles masticatoires.....	11
2.5.2 Les Muscles sous-hyoïdiens.....	12
<b>2.6 Les principes généraux de la thérapie myofonctionnelle .....</b>	<b>14</b>
2.6.1 Historique.....	14
2.6.2 Mécanismes.....	15
2.6.3 Principes.....	15
2.6.4 Histologie .....	17
2.6.5 La controverse .....	18
<b>2.7 Les appareils myofonctionnels.....</b>	<b>18</b>

2.7.1 Les appareils communs .....	18
2.7.2 Le Twin Block.....	21
2.7.3 Xbow .....	23
<b>2.8 Les effets sur les muscles: électromyographie (EMG) .....</b>	<b>25</b>
2.8.1 Définitions .....	25
2.8.2 La corrélation EMG et appareil myofonctionnel.....	25
2.8.3 Le réflexe myotatique.....	26
2.8.4 Le réflexe viscoélastique .....	27
<b>3. Problématique de la recherche .....</b>	<b>29</b>
<b>4. Méthodologie .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Devis expérimental.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Population à l'étude et échantillon .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Échantillonnage.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Taille de l'échantillon .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 Critères d'inclusion/exclusion .....</b>	<b>31</b>
<b>4.6 Recrutement des sujets.....</b>	<b>32</b>
<b>4.7 Variables et collecte des données.....</b>	<b>33</b>
4.7.1 EMG .....	34
4.7.3 Sommeil et respiration : .....	34
<b>4.8 Déroulement de l'étude.....</b>	<b>36</b>
<b>4.9 Les appareils :.....</b>	<b>39</b>
4.9.1 Le Twin Block.....	39
4.9.2 Correcteur de Classe II fixe (CCF) : le Xbow modifié .....	42
<b>4.10 Enregistrement de l'électromyographie.....</b>	<b>44</b>
<b>4.11 Méthode de collecte des données.....</b>	<b>50</b>
<b>4.12 Analyses statistiques .....</b>	<b>51</b>
<b>5. Résultats .....</b>	<b>52</b>
<b>6. Discussion .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1 Avec le Twin Block en bouche.....</b>	<b>60</b>
<b>6.2 Sans Twin Block en bouche et avec CCF en bouche .....</b>	<b>63</b>
<b>6.3 Comparaison entre les appareils .....</b>	<b>64</b>

<b>6.4 Les limitations.....</b>	<b>66</b>
<b>6.5 L'adaptation musculaire dans le modèle animal.....</b>	<b>66</b>
<b>7. Conclusions.....</b>	<b>69</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>70</b>
<b>Annexe 1 - Formulaire de consentement éclairé .....</b>	<b>i</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I Les muscles de la mastication<sup>16</sup></b> .....	11
<b>Tableau II Les muscles suprahyoïdiens.<sup>16</sup></b> .....	12
<b>Tableau III Détails de la chronologie de l'étude.</b> .....	37
<b>Tableau IV Détails de la chronologie de l'étude (suite).</b> .....	38
<b>Tableau V Variables démographiques de la sous-population étudiée.</b> .....	52
<b>Tableau VI Résumé des résultats en fonction.</b> .....	52
<b>Tableau VII Résumé des résultats significatifs du masséter et du temporal droit et gauche.</b> .....	59

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> La position squelettique du maxillaire supérieur .....	3
<b>Figure 2</b> La position dento-alvéolaire du maxillaire supérieur .....	3
<b>Figure 3</b> La position squelettique de la mandibule .....	4
<b>Figure 4</b> Dimension verticale augmentée avec rotation de la mandibule .....	5
<b>Figure 5</b> Le CVMS .....	10
<b>Figure 6</b> La nouvelle version du CS .....	11
<b>Figure 7</b> Les muscles de la mastication .....	12
<b>Figure 8a, 8b, 8c</b> Les muscles supra-hyoïdiens .....	14
<b>Figure 9</b> Le servosystème .....	16
<b>Figure 10</b> Le Frankel .....	19
<b>Figure 11</b> L'appareil Herbst .....	20
<b>Figure 12</b> Le Bionator .....	20
<b>Figure 13</b> Le Twin Block .....	23
<b>Figure 14</b> L'appareil Xbow .....	24
<b>Figure 15</b> Organigramme du recrutement. ....	31
<b>Figure 16</b> Illustration du port de l'appareil de sommeil Médibyte. ....	35
<b>Figure 17</b> Organigramme du déroulement de l'étude. ....	36
<b>Figure 18</b> Le Twin Block .....	40
<b>Figure 19</b> Appareil Twin Block en bouche avec couverture incisive. ....	40
<b>Figure 20</b> Fourche Projet <sup>TM</sup> .....	41
<b>Figure 21</b> Le correcteur de Classe II fixe (CCF) utilisé dans le cadre de cette étude. ....	43
<b>Figure 22</b> Ressort Forsus placé sur un appareil .....	43
<b>Figure 23</b> Appareil CCF en bouche. ....	44
<b>Figure 24</b> Schéma du placement des électrodes .....	45
<b>Figure 25</b> Schéma du placement des électrodes sus-hyoïdiens .....	45
<b>Figure 26</b> Photos du placement des électrodes sur une patiente. ....	47
<b>Figure 27</b> Exemple d'enregistrement en OC (bleu) et en CVM (vert) sur une période de cinq secondes (boîte) avec un Twin Block. ....	48

<b>Figure 28 Exemple d'enregistrement en OC (bleu) et en CVM (vert) sur une période de cinq secondes (boîte) avec un CCF.</b> .....	49
<b>Figure 29 Graphique des médianes des valeurs EMG du MAD au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de CVM.</b> .....	54
<b>Figure 30 Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de CVM.</b> .....	54
<b>Figure 31 Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMPD au cours de 40 semaines le Twin Block en bouche en position de repos (NS).</b> .....	55
<b>Figure 32 Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMPG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.</b> .....	55
<b>Figure 33 Graphique des médianes des valeurs EMG du MAD au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.</b> .....	56
<b>Figure 34 Graphique des moyennes des valeurs EMG du MAG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.</b> .....	56
<b>Figure 35 Graphique des moyennes des valeurs EMG OC/CVM du TEMPD au cours de 40 semaines avec le CCF en bouche et sans le Twin Block en bouche.</b> .....	57
<b>Figure 36 Graphique des moyennes des valeurs EMG OC/CVM du TEMPG au cours de 40 semaines avec le CCF en bouche et sans le Twin Block en bouche.</b> .....	58
<b>Figure 37 Les fibres d'actine et myosine dans un sarcomère.</b> .....	61
<b>Figure 38 La courbe force/élongation d'un sarcomère</b> .....	61
<b>Figure 39 La courbe tension/élongation d'un muscle</b> .....	62
<b>Figure 40 L'influence de la longueur des muscles sur la quantité de sarcomères</b> .....	68





## Liste des abréviations

CCF	Correcteur de Classe II Fixe
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIM	Classe Molaire
CIC	Classe Canine
CVM	Contraction Volontaire Maximal
CVMS/CS	Cervical Vertebral Maturation System
DEG	Déglutition
DIG	Muscle Digastrique
EMG	Électromyographie
ESS	Échelle de Somnolence d'Epworth
FCC	Fixed Class II Corrector
FR2	Régulateur Fonctionnel 2
GNGD	Muscle GénioGLOSSe/GénioHYOÏdien
IAH	Indice Apnée/Hypopnée
MAD	Muscle Masséter Droit
MAG	Muscle Masséter Gauche
MVC	Maximum Voluntary Contraction
OB	Surplomb Vertical (Overbite)
OC	Occlusion Centrée
OJ	Surplomb Horizontal (Overjet)
PIM	Position d'Intercuspitation Maximale
REP	Repos
TEMPD	Muscle Temporal Droit
TEMPG	Muscle Temporal Gauche
UdeM	l'Université de Montréal

*To Infinity and beyond... Buzz Lightyear*

## Remerciements

Mille mercis à l'équipe de recherche du Dre Nelly Huynh incluant Mme Ève Desplats, Mme Laurence Mayer, Mr Sebastien Tremblay, Mr Pierre Rompré et bien sûr Dre Nelly Huynh . Dre Huynh qui a été patiente avec la nervosité du nouveau venu et l'anxiété du finissant, mais il se peut que ce soit juste ma personnalité. Sans cette équipe, le projet n'aura pas vu le jour.

Dre Andrée Montpetit et Dr Hicham El-Khatib, pour leurs expertises et leur vaste expérience durant le traitement des patients. Leur rôle a été crucial et le sera encore en suivant la continuité des traitements des patients participants.

Ces derniers sont les étoiles de cette étude, pour avoir enduré les prises de données de deux résidents et pour avoir gardé le sourire à chaque rendez-vous.

Les résidents de la section ont été un support inestimable à travers cette expérience unique et essouffante. Je ne revivrai pas cette expérience avec d'autre que ces quatre résidents : Judith, Clarice, Jean et Dong Phung. L'humour a été la clé du succès.

Ma famille, malgré leur manque de compréhension de l'ampleur de l'épreuve, ont été patient et m'ont nourri esprit et corps pendant trois ans.

# 1. Introduction

Les sciences modernes actuelles ont toutes une nomenclature et l'orthodontie n'en fait pas exception. En effet, dans des buts diagnostiques, il est nécessaire de classer les malocclusions. Ces dernières sont les suivantes soit la Classe I, la Classe II et la Classe III. Nous nous intéressons, dans notre cas, à la Classe II qui correspond grossièrement à un décalage sagittal entre la mâchoire du haut et celle du bas. Ceci est principalement causé par une mandibule trop reculée par rapport au maxillaire. Les méthodes de traitements de cette condition sont très variées, soit aussi invasives qu'une chirurgie orthognatique ou aussi simples qu'un traitement avec des appareils amovibles. Un changement de structure squelettique aussi important affecte tous les tissus, spécifiquement les muscles. Quoique ce sujet semble avoir été exploré à plusieurs reprises, l'évolution des techniques actuelles justifie une mise au point. Nous nous concentrons ici sur deux techniques de correction de la Classe II et plus spécifiquement des changements électromyographiques des muscles masticatoires durant ces traitements. Puisque la stabilité des corrections devrait théoriquement dépendre de l'adaptation musculaire, un retour aux valeurs électromyographiques initiales prétraitement est espéré. Ces changements tri-dimensionnels peuvent potentiellement influencer l'ouverture des voies respiratoires, par conséquent une analyse éventuelle de ces données sur ce sujet serait intéressant.

## 2. Revue de littérature

### 2.1 La Classe II

La Classe II s'identifie par une disharmonie sagittale entre le maxillaire et la mandibule. Dans cette situation, nous retrouvons soit une mandibule trop reculée, soit un maxillaire trop avancé ou une combinaison des deux. Selon Dr Edward Angle,<sup>1</sup> pionier de l'orthodontie moderne, la malocclusion de Classe II implique une disharmonie dentosquelettique dans laquelle la cuspide mésio-buccale de la première molaire

supérieure est mésiale au sillon mésio-buccal de la première molaire inférieure. Cependant cette description ne donne pas un portrait complet d'une malocclusion de Classe II. En effet, il est important de distinguer la Classe II squelettique de la Classe II dentaire. Un individu peut présenter une disharmonie squelettique sans pour autant présenter une classe II dentaire ou, au contraire un autre individu peut présenter un profil droit harmonieux mais présenter une occlusion de Classe II de Angle. En général,<sup>2</sup> la Classe II est reconnue par les patients par un surplomb horizontal augmenté avec ou sans rétroclinaison des incisives supérieures, sauf dans certains cas particuliers. Dans le cadre de ce projet, ce sont les Classe II dento-squelettiques qui seront abordées ici.

Selon plusieurs études, la malocclusion de Classe II serait observée dans un tiers de la population Américaine et d'après les données collectées par NHANES III (the third National Health and Nutrition Examination Survey), environ 15% de la population a un surplomb horizontal supérieur à 4mm et 38% a un surplomb entre 3 et 4mm. C'est pourquoi la correction des Classes II est intégrée dans la moitié des plans de traitement des bureaux orthodontiques.<sup>2</sup>

## 2.2 Identifier la Classe II

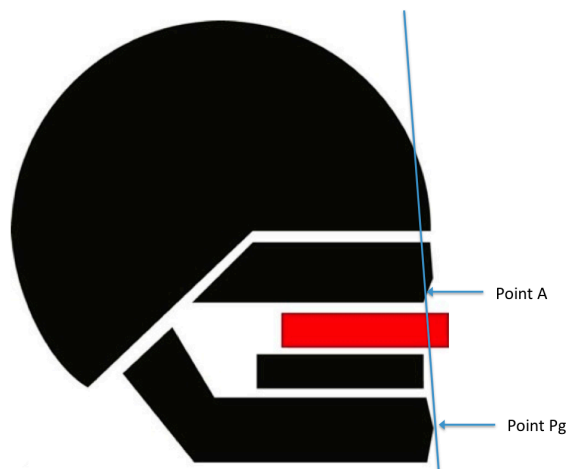
Pour obtenir une description plus précise de la malocclusion de Classe II, il est nécessaire de décrire la disharmonie selon quatre composantes antéro-postérieures:

a- La position squelettique du maxillaire supérieur (Figure 1): selon McNamara et al.,<sup>3</sup> seulement 10-15% de leur échantillon aurait un maxillaire protrusif contrairement à 23-39% qui aurait un maxillaire rétrusif résultant en un angle nasiolabial obtu.<sup>3</sup>



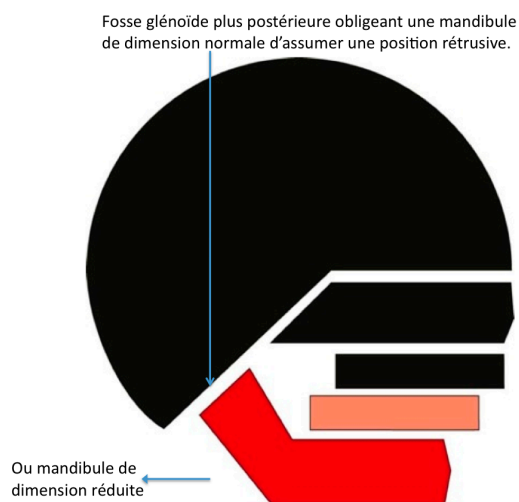
**Figure 1 La position squelettique du maxillaire supérieur**  
 (Image adaptée de *Contemporary Orthodontics, 5th Edition*).<sup>1</sup>

b- La position dento-alvéolaire du maxillaire supérieur: McNamara et al.<sup>3</sup> ont observé, en utilisant la ligne de référence verticale passant par le point A et le point Pg, que les incisives supérieures sont protrusives dans 75% des cas de Classe II. La figure 2 illustre cette observation. Les points A et Pg sont des points déterminés dans une radiographie céphalométrique. Le point A situe dans la partie la plus profonde de la concavité antérieure de l'os du palais au niveau de la racine de l'incisive centrale supérieure. Le point Pg se situe sur la courbe la plus antérieure de la convexité du rebord de l'os du menton.<sup>4</sup>



**Figure 2 La position dento-alvéolaire du maxillaire supérieur**  
 (Image adaptée de *Contemporary Orthodontics, 5th Edition*).<sup>1</sup>

c- La position squelettique de la mandibule: la majorité des études<sup>3</sup> démontre que les malocclusions de Classe II sont associées à une déficience antéro-postérieure ou générale de la mandibule chez les deux sexes. Lorsque les dimensions sont normales, la mandibule est rétrusive due à la position plus postérieure de la fosse glénoïde. Toutefois toutes les études s'entendent sur le fait que la mandibule est en position rétrusive dans 60% des cas.<sup>5</sup> La figure 3 illustre cet aspect.



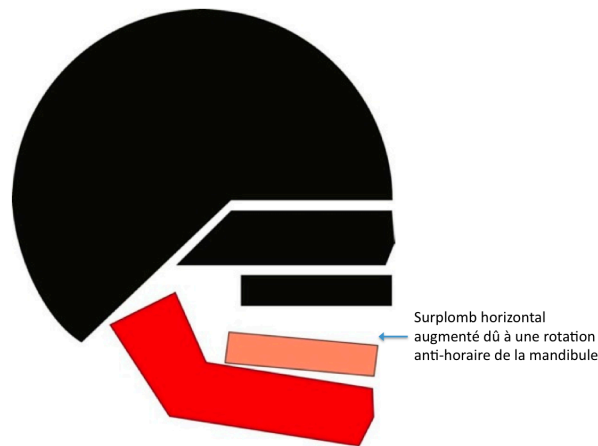
**Figure 3 La position squelettique de la mandibule**  
(Image adaptée de *Contemporary Orthodontics*, 5th Edition).<sup>1</sup>

d- La position dento-alvéolaire de la mandibule: Peu de données ont été considérées dans cette composante. Les seules remarques obtenues concernent les premières molaires inférieures qui sont, en général, placées dans une position plus postérieure.<sup>2</sup>

Il ne faut néanmoins pas négliger les autres dimensions spatiales, car la composante verticale contribue à l'aggravation ou au camouflage de la Classe II. Une dimension verticale réduite avec un plan mandibulaire réduit, un surplomb vertical augmenté et un menton protrusif est le portrait classique d'un camouflage. Par contre,



lorsqu'une dimension verticale est augmentée, la rotation postérieure de la mandibule empire le profil du patient causant une incompetence labiale avec une hyperactivité du mentonnier et une tendance à la béance antérieure. Cette présentation clinique est illustrée schématiquement dans la figure 4. McNamara et al.<sup>3</sup> ont noté une dimension verticale augmentée dans 17,5% des Classes II, alors que cette dimension est réduite dans 10% des cas.



**Figure 4 Dimension verticale augmentée avec rotation de la mandibule  
(Image adaptée de *Contemporary Orthodontics*, 5th Edition).<sup>1</sup>**

Finalement, la dimension transverse est à considérer durant la correction de la Classe II. Lors d'une simulation de la correction antéro-postérieure de la mandibule à l'aide de modèles d'étude en plâtre, il est possible d'observer que la dimension transverse du maxillaire de molaire à molaire ne permet pas d'accueillir la mandibule. La distance de molaire à molaire de la mandibule est égale ou plus grande que celle du maxillaire, il est alors nécessaire de planifier une expansion de la dimension transverse du maxillaire afin d'obtenir des résultats adéquats.<sup>1,2</sup>

### 2.3 La correction de la Classe II

La correction de la malocclusion de Classe II est justifiée pour de multiples raisons.<sup>1,2</sup> Tout d'abord, pour des raisons fonctionnelles, l'orthodontiste se donne le but d'établir une occlusion plus harmonieuse afin de corriger une occlusion traumatique

(morsures des incisives inférieures au palais), ou d'éviter l'interposition labiale ou l'incompétence labiale. Ensuite, pour des raisons esthétiques, le praticien vise à améliorer un profil trop convexe ou à augmenter la hauteur faciale inférieure. Cette correction peut se faire par plusieurs méthodes et le choix de traitement dépend de l'âge du patient. Un patient adulte aura comme alternative une approche chirurgicale ou des extractions pour un traitement de compensation. Ces chirurgies impliquent, entre autres, des interventions à la mandibule avec un avancement ou des interventions au maxillaire et à la mandibule en même temps, avec une impaction maxillaire et un avancement mandibulaire.<sup>6</sup> Plusieurs combinaisons sont possibles et il est important de traiter chaque patient individuellement. Ces plans de traitement personnalisés s'appliquent aussi aux patients en croissance qui, à leurs tour, peuvent, profiter de solutions moins invasives comme des appareils myofonctionnels.<sup>1</sup> Ces derniers seront au cœur du sujet de cette maîtrise.

### 2.3.1 La position squelettique du maxillaire

Selon l'étiologie de la malocclusion, les traitements vont varier. Dans les cas de protrusion maxillaire, un *headgear* cervical ou une traction extra-orale cervicale est utilisée chez le patient avec une dimension verticale réduite. Les molaires sont distalisées et l'occlusion s'ouvre par extrusion, en plus d'inhiber la croissance antérieure du maxillaire. Chez les patients avec une croissance verticale accrue, un *headgear* occipital permettrait une intrusion des molaires favorisant une auto-rotation anti-horaire de la mandibule.<sup>2,7</sup>

La rétrusion maxillaire est difficile à traiter. En général, un suivi de croissance est recommandé. Dans certains cas, une intervention avec un masque de protraction aide à la croissance antéro-postérieure du complexe maxillaire, mais souvent une correction par chirurgie orthognatique à l'âge adulte sera nécessaire.<sup>1,8</sup>

### 2.3.2 La position dento-alvéolaire du maxillaire

Il existe deux catégories distinctes:

1. Simple: celle-ci implique la position antéro-postérieure des quatre incisives antérieures supérieures. Les incisives proclinées peuvent être rétractées et/ou intrudées par des appareils et arcs fixes. Lorsque les incisives sont rétroclinées, ces dernières peuvent être corrigées avec un alignement préliminaire afin de permettre l'utilisation d'appareil orthopédique.<sup>2</sup>

2. Complexe: implique que l'ensemble du complexe dento-alvéolaire supérieur est protrusif par rapport au maxillaire. Le but du traitement serait de rétracter les antérieures par l'extraction des prémolaires ou par une rétraction en masse, distale, de l'ensemble de la dentition, selon les méthodes suivantes:

- Traction extraorale: occipitale, cervicale, ou combinée,
- Plaque distalisante: ACCO,
- Appareil pendulum: *Jones Jig, Distal Jet Lokar distaliser,*
- Ressort Ni-Ti.<sup>2</sup>

### 2.3.3 La position squelettique de la mandibule

Au cours des vingt-cinq dernières années, la thérapie orthopédique myofonctionnelle a grandement évolué.<sup>2,9</sup> Par contre, les recherches ne semblent pas atteindre un consensus à propos du moment de l'intervention ou du type d'appareil utilisé.<sup>7</sup> Les principaux appareils populaires sont le *Frankel*, le *Bionator*, le *Herbst* et le *Twin Block*. Néanmoins, ces appareils ont le même but: induire un positionnement avancé de la mandibule. Leurs mécanismes seront discutés en détail dans la section 2.6.

### 2.3.4 La position dento-alvéolaire de la mandibule

Lors d'une disharmonie dento-alvéolaire, un lip *Bumper* peut être une méthode de thérapie dans les cas où le patient possède une force labiale accrue, malgré que le mouvement des molaires va à l'encontre de la correction de la Classe II. À nouveau, un

arc intrusif aiderait à procliner les incisives inférieures. Un *Schwartz* mandibulaire peut corriger 2 à 5mm de chevauchement en redressant les postérieures. Il faut se rappeler que cette déficience est la plus difficile à corriger.<sup>2</sup>

## 2.4 Le pic de croissance

### 2.4.1 Historique

D'après Franchi et al.,<sup>10</sup> l'importance du moment d'intervention est cruciale dans les traitements par appareils myofonctionnels. Dans leur revue de littérature, ils ont noté que McNamara<sup>2</sup> avait observé un effet supérieur sur la longueur mandibulaire chez les jeunes adolescents que sur le groupe de patients de 9 à 10 ans. Ils ont conclu le corollaire suivant: les effets des appareils myofonctionnels dépendent fortement de la réponse du cartilage condylien, qui à son tour dépend de la croissance mandibulaire. Ce dernier atteint un pic au même moment que le pic pubertaire. Par conséquent, la détermination du pic de croissance permettrait d'obtenir un effet maximal lors des thérapies avec les appareils myofonctionnels.

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer à quel âge survient le pic de croissance : les changements physiques comme la mue de la voix chez les garçons, la ménarche chez les filles et ainsi que les différents développements corporels observés durant la puberté. Cependant l'interprétation de ces signes est très subjective. Il a été alors suggéré par certains auteurs d'utiliser une radiographies du poignet<sup>11</sup> et/ou une radiographie des vertèbres cervicales<sup>12</sup> pour valider le statut de croissance des patients.

## 2.4.2 Cervical Vertebral Maturation System (CVMS)

Une méthode ayant été profondément étudiée par Franchi et Bacetti intitulée *Cervical Vertebral Maturation System* (CVMS), s'avère efficace et fiable quant à la prédiction du pic de croissance dans 90% des cas, pour les deux sexes. Cette méthode étudie la forme de chaque vertèbre cervicale.<sup>12,13</sup> La variation dans ces formes correspond à une phase de croissance:

Étape 1: (*Cervical vertebral stage 1/CVS1*) Le rebord inférieur des cinq vertèbres cervicales est plat.

Le rebord supérieur correspond à une pente ascendante de la surface antérieure à la surface postérieure.

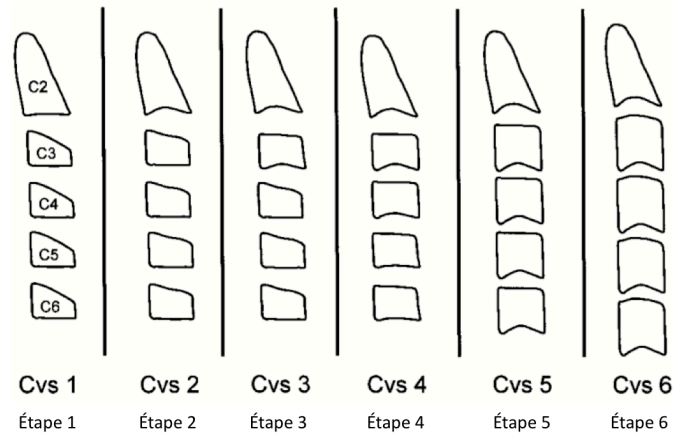
Étape 2: (*Cervical vertebral stage 2/CVS2*) Le rebord inférieur de la deuxième vertèbre développe une concavité et le rebord antérieur de toutes les vertèbres s'allonge.

Étape 3: (*Cervical vertebral stage 3/CVS3*) Le rebord inférieur de la troisième vertèbre développe une concavité.

Étape 4: (*Cervical vertebral stage 4/CVS4*) Le rebord inférieur de la quatrième vertèbre développe une concavité qui commence sur la cinquième et la sixième vertèbre. Le corps de chaque vertèbre est de forme rectangulaire avec la base plus longue que la hauteur.

Étape 5: (*Cervical vertebral stage 5/CVS5*) Concavité bien définie sur les cinq vertèbres avec une forme presque carrée et les espaces intermédiaires sont réduits.

Étape 6: (*Cervical vertebral stage 6/CVS6*) Les concavités sont plus profondes et les formes assument une hauteur plus grande que la base.<sup>14</sup>



**Figure 5 Le CVMS**  
**(Adapté de Franchi et Bacetti).<sup>12</sup>**

En 2005, Franchi et Bacetti ont publié une version améliorée de leur méthode.<sup>15</sup>

**CS 1:** Le rebord inférieur respectif des trois premières vertèbres cervicales C2-C4 est plat. La forme de C3 et C4 est trapézoïde et le rebord supérieur démontre une pente descendante de caudal à rostral. Le pic de croissance mandibulaire est à deux ans, au moins, de cette étape.

**CS 2:** La concavité du rebord inférieur de C2 est présente. C3 et C4 ont une forme de trapèze. Le pic de croissance mandibulaire débuterait dans un an à un an et demi.

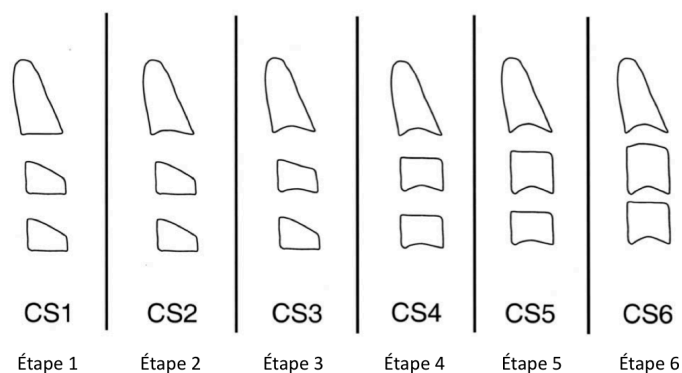
**CS 3:** La concavité du rebord inférieur de C2 et C3 est présente. C3 et C4 ont la forme d'un trapèze ou d'un rectangle horizontal. Le pic de croissance mandibulaire débuterait apparition dans l'année qui suit.

**CS 4:** La concavité du rebord inférieur de C2, C3 et C4 est présente. C3 et C4 ont la forme d'un rectangle horizontal. Le pic de croissance mandibulaire aurait débuté l'année précédente.

**CS 5:** La concavité du rebord inférieur de C2, C3 et C4 est présente. C3 et C4 ont la forme d'un carré. Le pic de croissance mandibulaire serait terminé depuis un an.

**CS 6:** La concavité du rebord inférieur de C2, C3 et C4 est présente. Au moins une des vertèbres citées a la forme d'un rectangle vertical. Le pic de croissance mandibulaire serait terminé depuis environ deux ans.

La conclusion de cet article recommanderait le traitement myofonctionnel au CS 3 afin d'obtenir un résultat optimal.



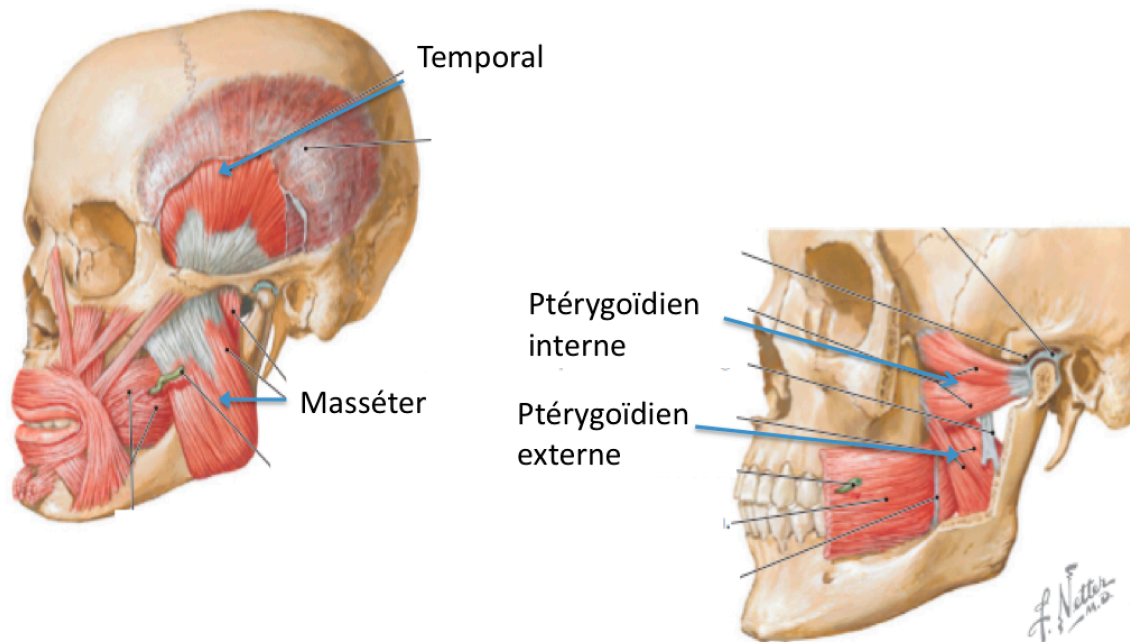
**Figure 6 La nouvelle version du CS**  
(Adaptée du CVMS de Franchi et Bacetti).<sup>15,16</sup>

## 2.5 Revue de l'anatomie<sup>17</sup>

### 2.5.1 Les muscles masticatoires

**Tableau I Les muscles de la mastication<sup>17</sup>**

Muscle	Origine	Insertion	Action principal
<b>Temporal</b>	La fosse temporale et l'aponévrose profonde du temporal	Le ramus et l'apophyse coronoïde	Élève la mandibule et les fibres postérieures rétrudent la mandibule
<b>Masséter</b>	Arc zygomatique	Le ramus de la mandibule et l'apophyse coronoïde	Élève la mandibule et les fibres profondes rétrudent la mandibule
<b>Ptérygoïde interne</b>	Faisceau supérieur: sur la moitié interne des faces latérales du sphénoïde Faisceau inférieur: sur la face externe de l'apophyse ptérygoïdienne	Le col du condyle Le disque articulaire et la capsule de l'ATM	Action simultanée bilatérale : Protrusion mandibulaire Action unilatérale seule: mouvement latéral
<b>Ptérygoïde externe</b>	Faisceau profond: Surface médiale de l'apophyse ptérygoïdienne Faisceau superficiel: Tubérosité du maxillaire	Le ramus de la mandibule inférieur à l'épine de Spix	Élève la mandibule : ensemble : Protrusion de la mandibule



**Figure 7 Les muscles de la mastication**

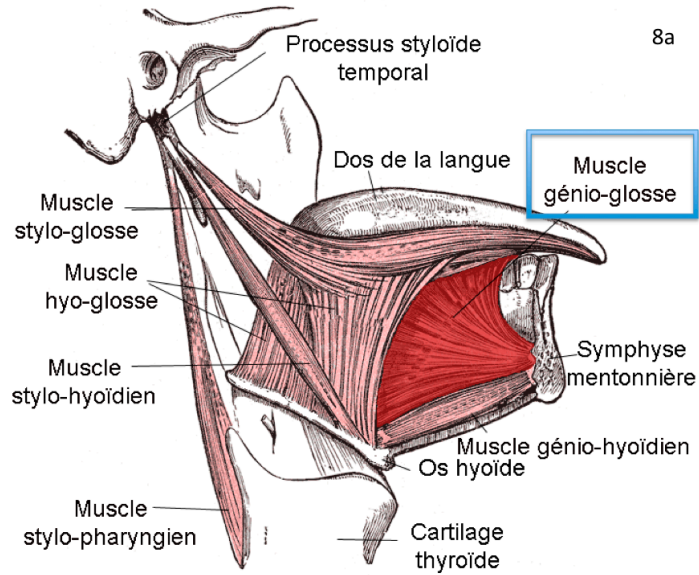
(Image adaptée du Précis d'anatomie clinique de la tête et du cou de Netter).<sup>17</sup>

### 2.5.2 Les muscles sous-hyoïdiens

**Tableau II Les muscles suprahyoïdiens.**<sup>17</sup>

Muscle	Origine	Insertion	Action principale
<b>Digastrique</b>	La rainure digastrique sur le processus mastoïde de l'os temporal et au bord antérieur du processus	Fossette digastrique située de part et d'autre de la symphyse mentonnière sur la face dorsale de la mandibule en dessous de l'apophyse geni	Un mouvement postéro-inférieur de la mandibule lors de la déglutition Abaisseur de la mandibule.
<b>Géniophyoïdien</b>	Les épines mentonnières inférieures au niveau de la face interne de la mandibule près de la symphyse mentonnière	Dos de la langue Os Hyoïde	Os hyoïde fixe: abaisse la mandibule. Mandibule fixe: élève et avance l'os hyoïde.
<b>Génioglosse</b>	Apophyse mentonnière supérieure au niveau de la symphyse, sur la face interne de la mandibule	Os hyoïde	Tire la langue vers l'avant et vers le bas. Il permet aussi la dilatation du pharynx et évite le collapsus principalement lors de pression pharyngée négative.

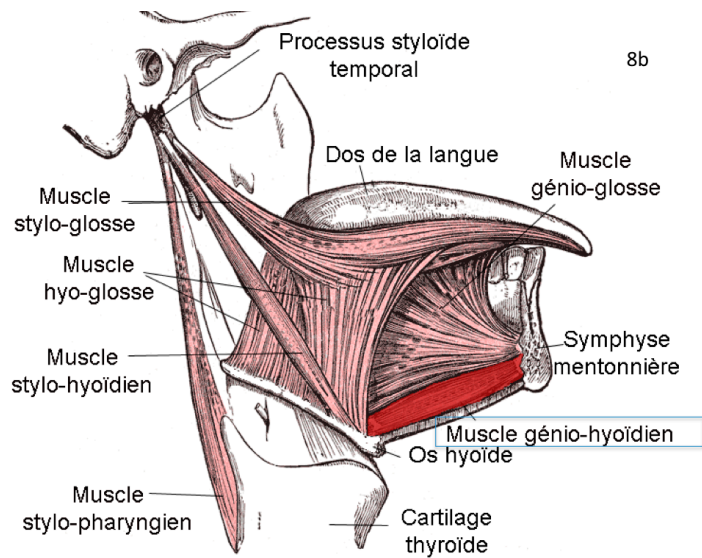




Muscles extrinsèques de la langue

(vue de droite)

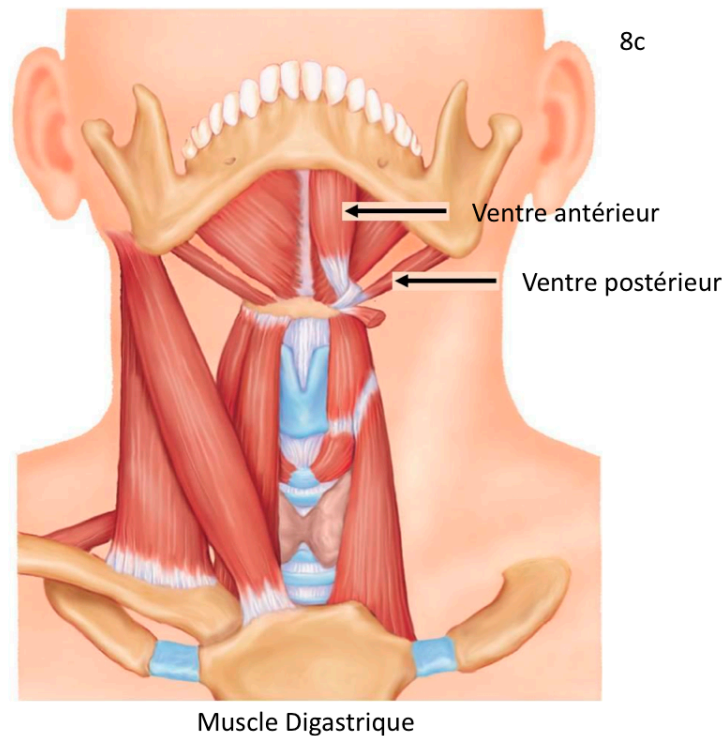
Muscle géno-glosse



Muscles extrinsèques de la langue

(vue de droite)

Muscle géno-hyoïdien



**Figure 8a, 8b, 8c Les muscles supra-hyoïdiens  
(Images adaptées de Wikimedia).**

## 2.6 Les principes généraux de la thérapie myofonctionnelle

### 2.6.1 Historique

La thérapie myofonctionnelle fit ses débuts en Europe, pendant que les Amériques suivaient la doctrine des appareils fixes du Dr Edward Angle. En 1879, Dr Norman Kingsley développa le premier appareil d'avancement mandibulaire selon les principes du saut de l'occlusion.<sup>18</sup> Il inspira alors le Dr Pierre Robin à créer le premier monobloc.<sup>18</sup> En 1909, Dr Viggo Andreasen débuta ses travaux sur l'activateur qui en deviendra un traitement culte en Europe.<sup>19</sup> Dr Emil Herbst introduisit le premier appareil fixe, mais son appareil resta dans un état de semi-obscérité jusqu'à ce que Dr Hans Pancherz le popularise.<sup>20</sup> Dans la même période, Dr Martin Schwarz créa les premiers appareils à deux composantes,<sup>9</sup> inférieure et supérieure. Parallèlement, Dr Rolf Frankel commença ses travaux sur le régulateur fonctionnel, un appareil qui repose seulement sur les tissus

mous.<sup>21</sup> Après coup, l'activateur du Dr Andreasen, donna naissance au Bionateur ainsi qu'au Propulseur, Kinateur, Twin Block, etc...

### 2.6.2 Mécanismes

Les principes sur lesquels repose cette thérapie ne sont pas tout à fait élucidés. Tout d'abord, il faut comprendre que la thérapie myofonctionnelle se base sur l'équilibre musculaire de la cavité orale. En instaurant un nouvel équilibre musculaire, il est possible de corriger les dysharmonies entre les mâchoires.<sup>22</sup> Tout appareil agit de manière active, quoique certains auteurs décrivent leur appareil comme passif. Cependant ce n'est qu'une question de sémantique: un appareil qui enlève une force musculaire vient activement influencer l'équilibre musculaire. Les forces impliquées sont des forces de tension et de compression. Elles peuvent être décrites comme des forces externes (primaires) ou internes (secondaires). Les forces externes agissent sur la dentition et les forces internes sont secondaires aux réactions des tissus environnants. Ces forces sont aussi des forces appliquées sur les structures résultant en une altération primaire de forme, puis une adaptation fonctionnelle. Ou, alternativement, elles sont des forces nocives qui sont éliminées afin d'obtenir une réhabilitation de la fonction avec une adaptation tissulaire qui s'en suit.<sup>22</sup>

### 2.6.3 Principes

Les principes d'action au niveau tissulaire sont principalement basés sur les hypothèses suivantes :<sup>23</sup>

#### 1-La matrice fonctionnelle de Moss <sup>24</sup>

Celle-ci est basée sur la loi de Wolff (l'orientation et l'architecture des trabécules médullaires sont constamment adaptées au stress fonctionnel agissant sur l'os) et sur des études de Wilhem Roux sur les ailerons des dauphins.<sup>9</sup> Une matrice fonctionnelle est composée de tissus, d'organes, de cellules non squelettiques et d'espaces fonctionnels (nasal, buccal et pharyngé) nécessaires à l'accomplissement d'une fonction. Pour Moss, la taille, la forme et la position de chaque unité squelettique constituent une réponse

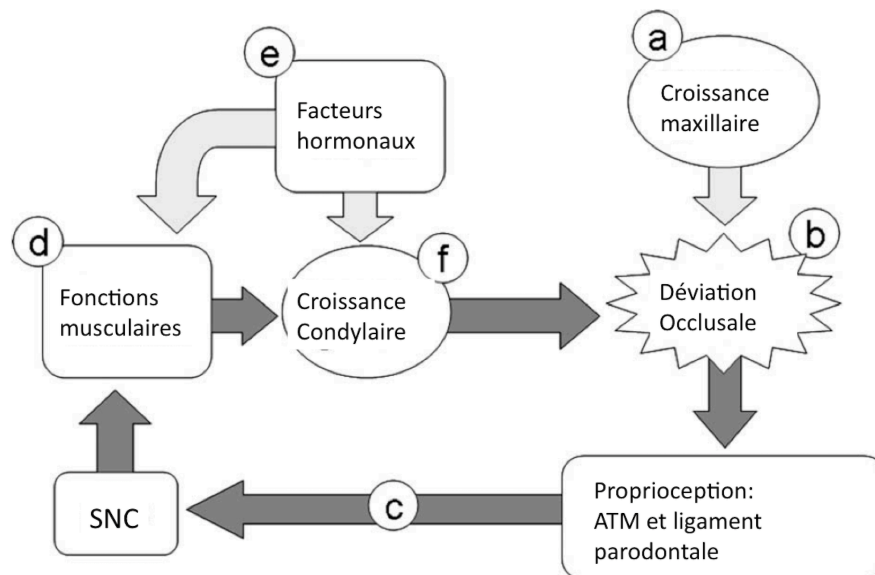
secondaire, compensatoire et obligatoire à la demande de protection et/ou de soutien mécanique de sa matrice fonctionnelle spécifique. En somme: "la matrice grandit, le squelette répond."

## 2-Les principes de croissance de Enlow <sup>25</sup>

La croissance du maxillaire est grandement influencée par la synchondrose sphéno-occipitale qui, par sa croissance, amène le maxillaire dans une position plus avancée et plus inférieure alors que la croissance de la mandibule au niveau du condyle conduit la mandibule dans une translation antérieure et inférieure (donc divergente du maxillaire).

## 3-Le servosystème de Péetrovic (Figure 7) <sup>26</sup>

La croissance du maxillaire (a) cause une légère déviation entre les arcades dentaires (b). La perception de cette déviation par les propriocepteurs (c) mène à une activation des muscles par le système nerveux central (SNC) (d) pour repositionner la mandibule. L'activité musculaire en présence de facteurs hormonaux appropriés (e) stimule la croissance condylienne (f).<sup>27</sup>



**Figure 9 Le servosystème  
(Adapté d'Alexandre Péetrovic).**

## 2.6.4 Histologie

Au niveau histologique, le sujet reste controversé. Les appareils myofonctionnels ont pour but d'établir un équilibre entre le maxillaire et la mandibule en influençant leur croissance et la musculature. Cette dernière serait en relation directe avec une apposition ou une résorption osseuse.

Dans le contexte de notre recherche, les appareils aideraient à la correction de la rétrusion mandibulaire. Les recherches sur un modèle animal ont débuté avec Breitner.<sup>28</sup> Pétrovic<sup>26</sup> et McNamara<sup>29</sup> en passant par Haupl,<sup>30</sup> et Stockli,<sup>31</sup> ont aussi effectué de telles recherches avec des conclusions qui se contredisent parfois. Les premières recherches<sup>28, 26,29</sup> ont conclu que le cartilage condylien démontrait une capacité compensatoire tissulaire lorsque la position mandibulaire est altérée de Classe II à Classe III. Breitner<sup>28</sup> a même observé une migration mésiale de la fosse glénoïde alors que Colico<sup>32</sup> et ensuite Baume<sup>33</sup> n'ont pas pu observer ce phénomène. Les travaux de Pétrovic et Stutzmann<sup>26</sup> ont démontré qu'un déplacement antérieur du condyle chez les rats résultait en une augmentation de la croissance du cartilage condylien par stimulation de la couche cellulaire préchondroblastique ou proliférative.

McNamara, Franchi et Bacetti <sup>34</sup> ont, de leur côté, étudié la fonction musculaire et ont obtenu une corrélation entre les données dentaires et la position de la mandibule chez les singes. Ils ont conclu que l'activité musculaire accrue, au début du traitement, se normalise au cours du temps de traitement. Dans une autre étude,<sup>35</sup> ils ont obtenu une prolifération cellulaire au niveau du condyle, dès la deuxième semaine, avec un pic à la sixième semaine du suivi et qui s'est normalisé ensuite. Il est alors question d'adaptation. À court terme, lors de la mise en bouche de l'appareil, les signaux propriocepteurs de l'articulation temporo-mandibulaire et du ligament parodontal sont envoyés au système nerveux central qui, en régulant les muscles, augmente leur activité. À long terme, l'adaptation à l'appareil se fait soit par un mouvement antérieur des incisives inférieures, surtout observé chez les spécimens animaux matures, soit par une adaptation au sein du joint temporo-mandibulaire, chez les spécimens en croissance. Les changements sensoriels sont transmis au système nerveux central qui, après un certain nombre de mois, normalise les activités musculaires.<sup>34</sup>

Par contre, le débat continue: le changement est-il permanent ou temporaire ? Selon les recherches de Péetrovic<sup>36</sup> et al. et McNamara et al.,<sup>29</sup> dans un contexte animal où le port de l'appareil est de l'ordre du 24 heures sur 24, l'augmentation de la longueur de la mandibule est significative. Cependant, l'extrapolation vers un modèle humain ne peut être faite.

### 2.6.5 La controverse

Multiplés études<sup>37,38</sup> ont comparé les patients ayant un traitement myofonctionnel à un groupe témoin non-traité. Ils ont conclu que, à court terme, ce traitement accélère la croissance mandibulaire, mais à long terme le groupe témoin rattrape le retard de croissance. En fait, l'hypothèse principale est que ce phénomène se produit plus facilement quand l'occlusion est dégagée et donc la croissance différentielle de la mandibule est favorisée plus rapidement. Ce phénomène se fait plus facilement avec les appareils.

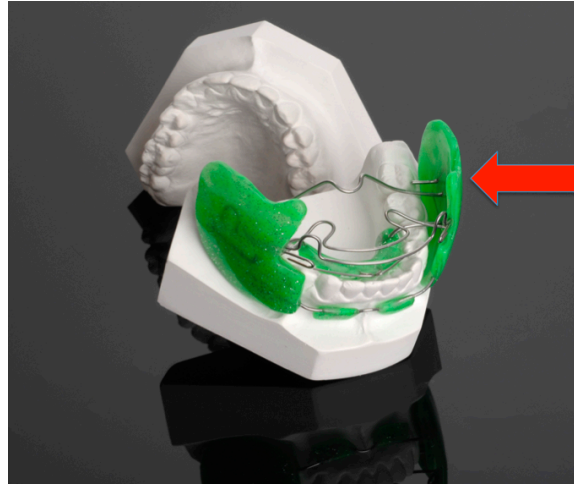
## 2.7 Les appareils myofonctionnels

### 2.7.1 Les appareils communs

Plusieurs appareils sont disponibles sur le marché. Une sélection des appareils les plus communs sera décrite ci-dessous. Cependant, la description des appareils utilisés dans le projet de recherche, soit le Xbow et le Twin Block, sera plus détaillée.

#### 2.7.1.1 Le FR 2 de Frankel

D'après Franchi et Baccetti,<sup>2,39</sup> l'appareil le plus efficace est le « Functionnal Regulator 2 » (FR2) (Figure 10). Il est unique par le fait qu'il est basé sur un support de tissu mou au lieu d'un support dentaire. Son effet est, par conséquent, neuromusculaire par une influence directe sur les vestibules, provoquant une augmentation de la longueur mandibulaire et aussi un élargissement transverse du maxillaire. Le FR2 est l'appareil de choix chez les patients avec un déséquilibre neuro-musculaire sévère et une disharmonie squelettique (incompétence labiale, hyperactivité du mentonnier).



**Figure 10 Le Frankel**  
**(Adapté d'une image de Northstar Laboratory Inc.).**

#### 2.7.1.2 Herbst

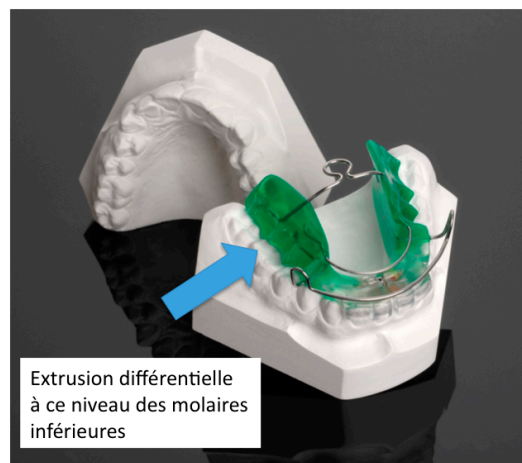
L'appareil de choix pour la dentition permanente, l'appareil éponyme du Dr Herbst, fut créé en 1910, mais popularisé par Pancherz<sup>40</sup> cinquante ans plus tard . Celui-ci (Figure 11) consiste en un mécanisme de saut de l'occlusion avec un tube et un manche glissant attachés sur des couronnes en acier inoxydable ou sur des bagues (molaires supérieures et premières prémolaires inférieures). La longueur du tube détermine la quantité d'avancement et il existe une variation avec couverture occlusale complète en acrylique. Il est possible d'ajouter des extensions afin d'obtenir un avancement additionnel. D'après McNamara,<sup>41</sup> les effets du Herbst sont à 50% dento-alvéolaire et, de ce fait, il ne recommande pas cet appareil lorsqu'un effet squelettique maximal est requis.



**Figure 11 L'appareil Herbst**  
(Adapté d'une image de Northstar Laboratory Inc.).

### 2.7.1.3 Bionator

D'après les textes dans le livre de référence du Dr Mc Namara,<sup>2</sup> le bionator (Figure 12) semble être un appareil désuet (malgré qu'il soit encore utilisé<sup>1</sup>), dû à la facilité d'usage de l'appareil Twin Block. L'usage du Bionator est indiqué chez les patients dont la hauteur faciale antérieure est diminuée en permettant une éruption différentielle des dents postérieures.



**Figure 12 Le Bionator**  
(Adapté d'une image de Northstar Laboratory Inc.).



## 2.7.2 Le Twin Block

### 2.7.2.1 Définition

Un des appareils les plus populaires des deux dernières décennies, est le Twin Block (Figure 11). Développé par William J. Clark<sup>42</sup> en Écosse en 1982, l'appareil a pour but de corriger la rétrusion mandibulaire en positionnant la mandibule antérieurement comme le FR2, le Bionateur, l'activateur et le Herbst (référer à la section 2.6.1)

### 2.7.2.2 Composantes

Le Twin Block est un appareil en deux composantes acryliques: inférieure et supérieure. L'appareil de l'arcade supérieure peut avoir une ou deux vis d'expansion au centre. Elles peuvent être activées selon le besoin au niveau transverse, une fois que la protrusion est obtenue. La dysharmonie de la dimension transversale du maxillaire par rapport à la mandibule peut être améliorée pendant la correction sagittale de la mandibule ou après. L'appareil est retenu à la dentition par deux crochets Adams sur les premières molaires et deux crochets boules entre les prémolaires. Au niveau occlusal, deux rampes en acrylique recouvrent la moitié linguale des dents postérieures, et sa portion mésiale se termine en un biseau avec une pente de 70° par rapport au plan occlusal.<sup>42</sup>

L'appareil de l'arcade inférieure, avec une forme en fer à cheval en acrylique se termine au distal des prémolaires, et contient aussi deux crochets Adams sur les premières prémolaires inférieures, ainsi que des crochets boules entre les incisives. Les rampes d'acrylique à l'occlusal se terminent aussi avec un angle de 70° complémentaire à la pente de la rampe de l'appareil supérieur. Certains cliniciens modifient l'appareil en ajoutant un arc labial ou en allongeant l'acrylique au disto-lingual des molaires inférieures.

### 2.7.2.3 Principes d'actions

En se basant sur les principes de mécanisme de rétroaction proprioceptive sensorielle, Dr Clark<sup>42</sup> initie une correction de la disharmonie à l'aide d'un plan incliné à 70°. Ce plan permet de guider la mandibule dans une direction antérieure et inférieure afin de promouvoir une fonction protrusive et ainsi obtenir une correction orthopédique

### 2.7.2.4 Effets selon McNamara, Bacceti et Franchi<sup>13</sup>

Squelettiques:

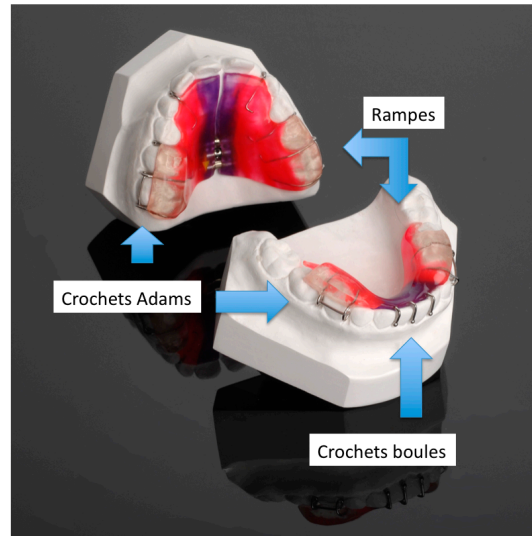
- Allongement de la mandibule de 2,5mm;
- Pas d'effet sur le maxillaire;
- Une augmentation de la hauteur faciale inférieure;

Dento-alvéolaires:

- Proclinaison des incisives inférieures;
- Rétroclinaison des incisives supérieures;
- Un mouvement distal des molaires supérieures;
- Un mouvement extrusif des segments postérieurs inférieurs.

Finalement, ils ont conclu que les traitements avec un Twin Block, pendant le pic de croissance et aussi un peu après, en comparaison à un traitement fait plus tôt obtiendraient les résultats suivant:<sup>13</sup>

- La correction molaire aurait une composante squelettique supérieure;
- Une augmentation de la longueur mandibulaire et du ramus plus importante;
- Une croissance condylienne avec une direction plus postérieure.



**Figure 13 Le Twin Block**  
**(Adapté d'une image de Northstar Laboratory Inc.).**

### 2.7.3 Xbow

#### 2.7.3.1 Définitions et composantes

Le Crossbow (Xbow) est un appareil fixe de correction de Classe II (Figure 12) qui est constitué de trois composantes: un appareil d'expansion maxillaire fixe, un appareil mandibulaire avec un arc labial et lingual, et des ressort *Forsus fatigue resistant device* (3M Unitek Corp, Monrovia, Calif) qui peuvent être placés d'un côté ou des deux côtés permettant ainsi une correction unilatérale ou bilatérale au besoin. Ces ressorts sont constitués d'un système de tiges et tubes télescopiques semi-rigides. Ces derniers sont composés d'un alliage en nickel-titane, dont les propriétés superélastiques permettent une application de force constante.

Les *Forsus* ne maintiennent pas la mandibule dans une position protrusive de manière rigide, le patient peut ainsi retrouver son occlusion centrique en tous temps. Le Xbow est ainsi catégorisé comme étant un appareil correcteur de Classe II interarcade semi-actif.

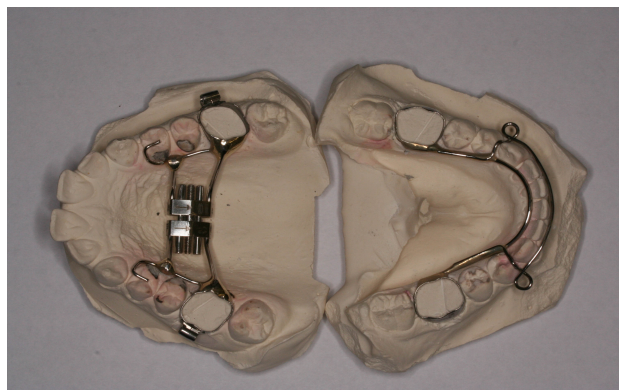
### 2.7.3.2 Principes d'actions

La force des ressorts interarches est la base de cet appareil, une force de compression est appliquée entre le maxillaire et la mandibule. Contrairement aux élastiques de Classe II, les forces appliquent un mouvement intrusif sur les incisives inférieures et les molaires supérieures. Ces forces diminueraient au fur et à mesure que la disharmonie se corrige.

### 2.7.3.3 Les effets

D'après l'article de Flores-Mir et al :<sup>43</sup>

- Les traitements avec un Xbow résulteraient favorablement en une correction de la Classe II.
- Les effets squelettiques sont une diminution de la protrusion maxillaire (effet *Headgear*) sans avancement mandibulaire et une augmentation de la dimension verticale.
- Les effets dentaires sont un surplomb horizontal corrigé par protrusion des incisives inférieures sans mouvement des incisives supérieures. Les molaires supérieures sont distalisées et les molaires inférieures sont mésialisées.
- Selon l'échantillon, l'ampleur de la correction est égale chez les deux sexes.



**Figure 14 L'appareil Xbow  
(Utilisé dans le cadre de cette étude)**

## 2.8 Les effets sur les muscles: électromyographie (EMG)

### 2.8.1 Définitions

L'électromyographie (EMG) est une technique d'enregistrement des courants électriques qui permet d'étudier l'état de repos ou de contraction des muscles. Une fibre musculaire unique produit une onde caractéristique biphasique. Lorsqu'une électrode de surface est appliquée sur un muscle, une mesure de milliers de fibres musculaires se fait alors à travers les couches de tissus conjonctifs et de la peau. Un signal très complexe est alors obtenu. En plus d'être variable en taille, ce signal dépend de la qualité du contact de l'électrode et de la distance entre l'électrode et le muscle.<sup>44</sup>

Les mesures de l'EMG se font par deux électrodes de surface placées à une distance d'environ 20mm l'une de l'autre le long de la fibre musculaire et d'une troisième électrode de référence. Les mesures différentielles se font entre les deux électrodes et la référence, puis les mesures sont soustraites l'une de l'autre afin d'éliminer les interférences. Ces mesures sont ensuite analysées à l'aide d'un logiciel, Stellrap, qui convertit les mesures brutes en racine de la moyenne des carrés.

Jusqu'à maintenant, aucune recherche sur l'activité électromyographique avec l'appareil Xbow n'a été publiée. Par contre, il existe quelques articles sur les appareils myofonctionnels et l'activité neuromusculaire.<sup>45-49</sup> Parmi eux, un article d'intérêt fait un bilan électromyographique des muscles masticatoires durant le traitement avec le Twin Block.<sup>45</sup>

### 2.8.2 La corrélation EMG et appareil myofonctionnel

Les travaux de Yuen and al.,<sup>49</sup> affirment ce qui suit:

Il existe une relation directe entre la racine de la moyenne des carrés des valeurs en fréquences et la valeur isométrique des muscles avec fibre uniforme. Il fut, alors, suggéré que l'analyse des fréquences de l'électromyographie de surface est en relation directe avec la vitesse de conduction des potentiels d'action de l'unité motrice qui, en conséquence, nous donne des informations sur les fibres musculaires en terme de vitesse de contraction.<sup>49</sup> Cette recherche comparait quatre groupes de patients: chaque groupe portait soit un appareil Bionator, un Frankel 2, un Frankel 3 et un groupe contrôle. Par rapport à ce dernier, les deux premiers groupes ont eu une différence significative quant à leur mesure d'EMG durant le traitement de six mois. Ils ont conclu que certains appareils myofonctionnels pourraient faire varier l'activité des muscles de la mastication.<sup>49</sup>

Cet article a, en fait, établi le protocole de placement des électrodes des articles cités dans ce dit mémoire. D'autres articles<sup>46,50</sup> ont analysé l'EMG avec des appareils myofonctionnels. Toutefois, l'appareil utilisé était l'activateur et le protocole pour les mesures de l'EMG fut différent, suggérant ainsi que leurs résultats obtenus n'étaient pas comparables avec les objectifs de notre recherche. Ces articles ont donc été volontairement omis dans cette revue.

### 2.8.3 Le réflexe myotatique

L'article de Aggarwal et al,<sup>45</sup> utilise un échantillon de patients ayant eu un traitement avec un Twin Block et ont obtenu les résultats discutés dans cette section:

Sans le Twin Block en bouche, la contraction volontaire maximale (CVM) (*maximum voluntary contraction* - MVC) du masséter diminue avec le temps parce que le patient n'était pas capable d'obtenir une occlusion postérieure. Alors que, avec le Twin Block en bouche, le CVM du masséter soutient une augmentation graduelle pendant six mois. Cependant, à la déglutition: aucun changement n'a été noté. D'après les auteurs, les muscles temporaux antérieurs et le masséter ont eu une augmentation de leur activité

musculaire (masséter significatif) dû au réflexe myotatique et non viscoélastique, même après six mois.<sup>45</sup> Cette théorie est en accord avec la toute première théorie sur la réaction des muscles, émise lorsque Haupl et Andreasen<sup>50</sup> ont débuté leurs recherches sur les appareils myofonctionnels en 1936.

Le réflexe myotatique est la contraction réflexe d'un muscle déclenchée par son propre étirement. De tels réflexes sont testés par les médecins, en particulier sur les muscles extenseurs des membres inférieurs. C'est ainsi que la percussion du tendon rotulien déclenche la contraction brutale et involontaire du muscle rattaché à ce tendon et situé à la face antérieure de la cuisse (muscle quadriceps). De même, la percussion du tendon d'Achille déclenche la contraction du muscle correspondant situé à l'arrière de la jambe (extenseur du pied).<sup>51</sup>

Le réflexe myotatique, également appelé réflexe monosynaptique ou réflexe d'étirement, correspond à la contraction d'un muscle en réponse à un étirement non sollicité. Donc dans la présente situation l'étirement des muscles de la mandibule par un appareil amène un réflexe myotatique de contraction qui augmenterait l'activité électromyographique de ces-dits muscles.

#### 2.8.4 Le réflexe viscoélastique

Quant aux études<sup>47,48,52</sup> concernant les appareils fixes myofonctionnels, Pancherz et al<sup>47</sup> ont évalué un Herbst et ont obtenu les conclusions suivantes. Avant l'insertion de l'appareil en bouche, les activités fonctionnelles du masséter sont inférieures à celle du temporal. Durant le port, le MVC diminue dû au manque d'occlusion, ensuite se rétablit à des valeurs plus normales une fois qu'une occlusion postérieure est obtenue. Finalement, ils ont noté qu'il existait une différence significative, à la hausse, sur les muscles temporaux et masséterins, avant et après six mois de traitement à condition que l'occlusion postérieure soit obtenue.

À nouveau, il est important de noter que dans l'étude de Pancherz et al.,<sup>47</sup> les données sur les muscles temporaux et masséterins ont tout d'abord diminué, à l'insertion de l'appareil pour finalement se rétablir et pour arriver à des chiffres supérieurs à la fin des traitements.

Récemment, Sood et al.<sup>48,52</sup> ont obtenu des résultats presque similaires que l'étude de Pancherz et al.,<sup>47</sup> avec un appareil fixe. Ils ont noté que, au MVC et à la déglutition, les muscles temporaux et masséterins du patient avaient une diminution d'activité à partir de l'insertion pour finalement se rétablir aux valeurs initiales après six mois. Ils ont conclu que les propriétés visco-élastiques des muscles entraînent en jeu durant les traitements. C'est à dire que les muscles, qui sont en contraction constante, sont étirés par l'appareil de telle manière qu'ils sont plus proches de leur dimension isométrique et donc en activité moindre que leur moyenne.



### 3. Problématique de la recherche

Investir du temps pour obtenir plus de données sur les effets musculaires d'un appareil de correction de Classe II fixe (CCF) serait pertinent. La biomécanique impliquée dans un appareil fixe et dans un appareil amovible est différente, mais le but des deux appareils est d'obtenir un résultat comparable au point de vue esthétique et fonctionnel. Plusieurs questions sont sujettes à réflexion telles que: est ce que les muscles réagissent de la même façon, entre les deux appareils? Ou quels sont les muscles les plus influencés au cours du traitement?

#### *Objectif principal*

- Évaluer si les adaptations musculaires dues au Twin Block se produisent avec le Xbow.

#### *Objectifs secondaires*

- Évaluer l'effet des deux appareils sur les dimensions des voies aériennes supérieures. (non-présenté dans le cadre de ce mémoire)
- Établir une comparaison entre les deux types d'appareils.

#### *Hypothèses*

- Il y a une différence statistiquement significative entre les deux appareils au niveau de l'activité musculaire. Sachant que les études sur le Twin Block ont trouvé qu'il existe une différence entre l'EMG pré et post-traitement pour les muscles temporaux et masséterins.
- Une différence significative est présente entre les deux appareils au niveau des dimensions des voies aériennes supérieures. Aussi il y a une différence avec le même appareil avant et après le traitement. (non-présenté dans le cadre de ce mémoire)

#### *Hypothèse Nulle*

- Pas de différence entre les visites (dans l'EMG, dimension des voies aériennes supérieures) et pas de différence entre les deux types d'appareils.

## 4. Méthodologie

### 4.1 Devis expérimental

Pour répondre à nos objectifs, nous proposons une étude pilote prospective de patients consécutifs randomisés (Twin Block ou CCF).

### 4.2 Population à l'étude et échantillon

*Population cible* : Tout enfant en pic de croissance (CS 2 et 3) nécessitant un avancement de la mandibule par appareil myofonctionnel.

*Population accessible* : Tout enfant âgé entre 10 et 15 ans se présentant pour des soins orthodontiques à la clinique d'orthodontie de la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal (UdeM).

*Échantillon* : Tout enfant âgé entre 10 et 15 ans se présentant à la clinique d'orthodontie de l'UdeM et ayant besoin d'un appareil myofonctionnel selon le plan de traitements établi par le clinicien en charge.

### 4.3 Échantillonnage

Les enfants âgés entre 10 et 15 ans se présentant à la clinique d'orthodontie de l'Université de Montréal et ayant besoin d'un appareil myofonctionnel selon le plan de traitements établi par le clinicien en charge, seront recrutés de façon consécutive pour participer à cette étude, entre septembre 2011 et mars 2012 .

### 4.4 Taille de l'échantillon

Le nombre total de sujets recruté est de 29 enfants âgés entre 10-15 ans nécessitant un avancement mandibulaire par appareil myofonctionnel. De ces 29 sujets, 17 recevront l'appareil myofonctionnel Twin Block (groupe A) et 12 recevront l'appareil myofonctionnel CCF (groupe B) dont un patient de ce dernier groupe a abandonné contre 4 dans le premier groupe.

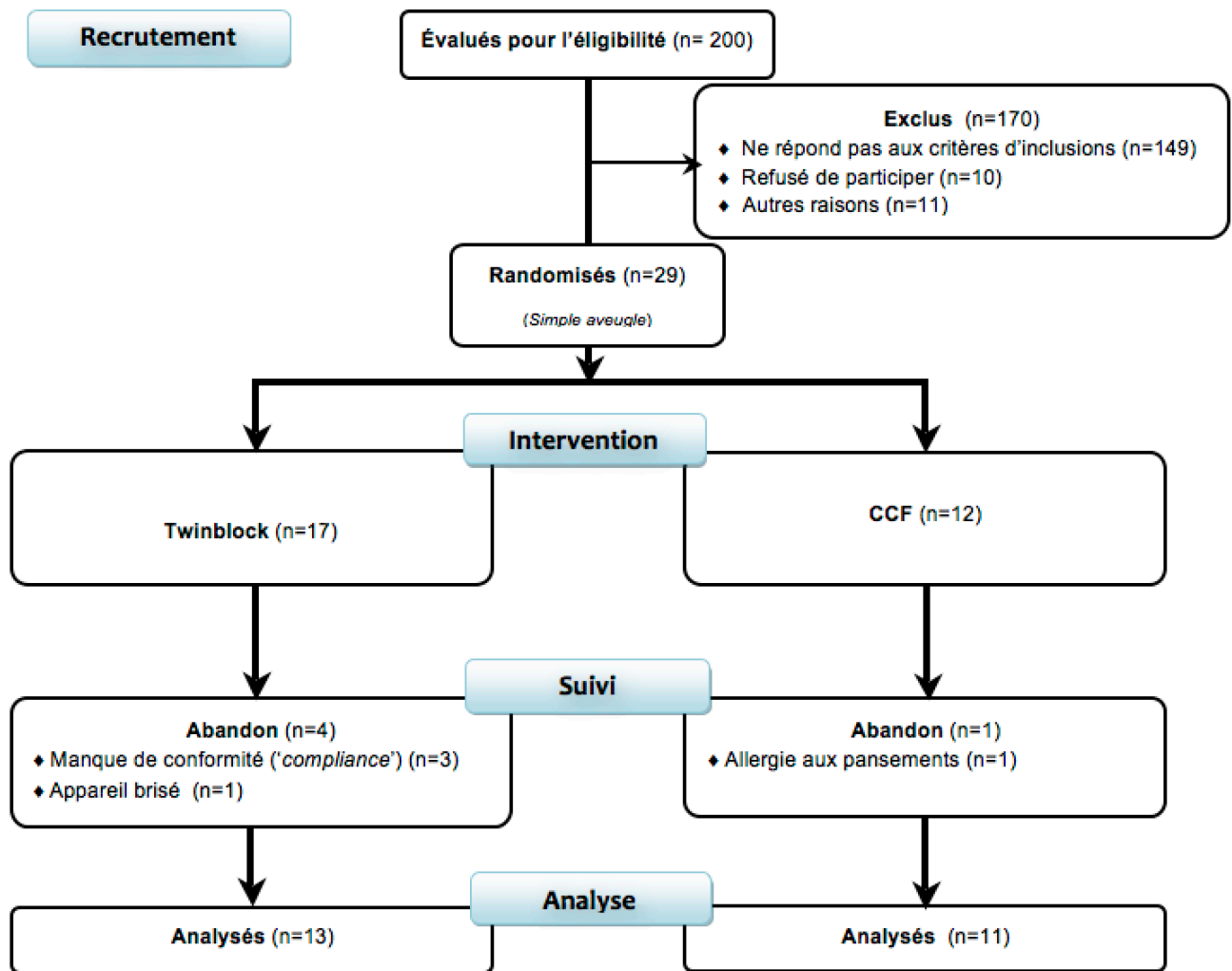


Figure 15 Organigramme du recrutement.

## 4.5 Critères d'inclusion/exclusion

### *Inclusion*

- Être âgé entre 10 et 15 ans.
- Maturité squelettique des vertèbres cervicales entre 2 et 3 (CS 2-3).
- Être un patient suivi en orthodontie, Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal.
- Parler et comprendre le français sans aide.
- Manque antéro-postérieur squelettique de la mandibule.

- Être en bonne santé\* (sans syndrome neurologique ou psychiatrique).
- Parents qui acceptent de participer et de signer le formulaire de consentement de recherche.

#### *Exclusion*

- Tout patient non conforme aux différentes visites (ex : trop de visites manquées).
- Obésité BMI (body mass index) supérieure à 24 kg/m<sup>2</sup>.
- Patients ayant eu un traitement d'orthodontie préliminaire.
- Syndrome ou maladie systémique connue (maladie chronique cardiorespiratoire ou neuromusculaire, dysmorphose, anormalités majeures crânio-faciales).
- Hypertrophie sévère des adénoïdes et des amygdales, tumeurs ou polypes.
- Maladies parodontales ou caries dentaires (critères d'exclusion propre à la thérapie indiquée).

\* Le département d'orthodontie de l'Université de Montréal est une clinique externe et les patients s'y présentant pour des traitements orthodontiques sont généralement en bonne santé physique. Les patients avec histoire médicale à risque et patients syndromiques sont souvent référés pour des soins avec suivi plus rapproché et spécifique à la clinique du CHU (Centre Hospitalier Universitaire) Ste-Justine.

## 4.6 Recrutement des sujets

Tous les enfants et adultes intéressés à recevoir des traitements à la clinique d'orthodontie de l'Université de Montréal doivent remplir un formulaire d'inscription volontaire. Ensuite, un choix est effectué parmi toutes les inscriptions reçues dans le but d'atteindre un nombre suffisant et diversifié de cas pour répondre à la vocation d'enseignement des résidents en orthodontie. Chaque patient choisi sera vu par un professeur pendant une des cliniques de sélection (300-400 patients potentiels sont vus par an pendant ces cliniques de sélection). Suite à un examen clinique et radiographique rapide, le professeur sera en mesure de déterminer si le patient est admissible selon les exigences d'apprentissage du programme de résidence en orthodontie. Lorsque le patient est accepté pour des traitements à la clinique d'orthodontie de l'Université de

Montréal, un formulaire de consentement clinique est signé par le patient ou son tuteur. Ceci indique que ce dernier accepte que son dossier dentaire clinique soit utilisé à des fins d'enseignement, de recherche et de diffusion scientifique anonyme.

Simultanément au recrutement régulier de patients pour les résidents, ces cliniques de sélection nous permettaient de recruter les patients répondant aux critères d'inclusion de ce projet de recherche. Lors de ces cliniques de sélection, Dr Hicham El-Khatib, D.M.D., M.Sc. était en mesure de déterminer quel patient avait besoin d'un traitement d'avancement mandibulaire à l'aide d'un appareil myofonctionnel. Suite au diagnostic et profitant de la présence du patient et des parents à la clinique d'orthodontie, l'équipe de recherche (N. Huynh, K. Lam et A. Montpetit) approchait les patients qui respectaient les critères d'inclusion de l'étude. Le but et la nature de l'étude furent clairement discutés par les investigateurs avec les parents et l'enfant. Ceux-ci recevaient une copie du formulaire de consentement de recherche (voir Annexe 1). Une fois que l'accord du parent pour la participation de son enfant à l'étude furent confirmés, le formulaire de consentement de recherche signé était alors remis au rendez-vous suivant (visite #1). Le délai entre la clinique de sélection et la première visite variait entre quelques jours à quelques semaines.

## 4.7 Variables et collecte des données

### *Variables de l'étude*

- L'activité musculaire mesurée par EMG
  - Masséter gauche et droit
  - Temporal gauche et droit
  - Muscles supra-hyoïdiens : digastrique et génio-hyoïdiens
- La respiration durant le sommeil
- Les mesures céphalométriques suivront le protocole d'analyse de l'Université de Montréal
- L'analyse des modèles dentaires

### *Variables dépendantes*

- Comportement

- Instruments de mesure

#### 4.7.1 EMG

Mesures de l'EMG bilatéral avec appareil Siesta (Compumedics) et électrodes de surface sur le temporal antérieur, le masséter superficiel et sur la partie antérieure et postérieure du géniohyoïde. La séquence de prises de données pour le EMG:

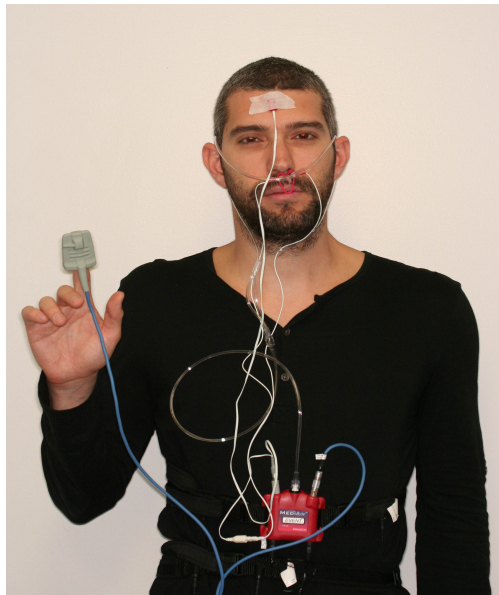
- a) au repos (REP) donc en position où les muscles sont laxés et l'espace interocclusal est de 2-3mm sans appareil
- b) à l'occlusion centrée (OC), donc en position d'intercuspidation maximale (PIM) sans appareil
- c) à l'inspiration
- d) à l'expiration
- e) à la déglutition
- f) à la contraction maximale volontaire (CVM) sans appareil
- g) au REP avec appareil
- h) à l'OC avec appareil
- i) à la CVM avec appareil

Pour la prise de données, le patient devait être en position assise dans une salle à porte fermée, afin de diminuer les stimuli. Le patient répétait les exercices trois fois et les maintenait pendant exactement 5 secondes à chaque répétition.

#### 4.7.3 Sommeil et respiration :

Tous les enregistrements pris sur les patients sont des procédures conventionnelles et minimales qui sont utilisées couramment en clinique de sommeil. L'appareil d'enregistrement de sommeil (figure 16) a été envoyé chez le sujet et retourné au laboratoire de recherche par courrier. Ceci a permis de minimiser les déplacements du patient et de ses parents. Les instructions pour l'appareil d'enregistrement de sommeil étaient données aux parents lors de la visite clinique. De plus, pour assurer la réussite de l'enregistrement, une feuille d'instructions était attachée à l'appareil ainsi qu'un suivi par

téléphone par l'équipe de recherche était fait le soir même. Les analyses des tracés de sommeil ont été effectuées par une autre technicienne en condition aveugle. Pour la respiration, une canule nasale jetable et une thermistance ont enregistré le flot respiratoire nasal et buccal. Des ceintures d'effort respiratoire, thoracique et abdominal, ont été utilisées pour enregistrer les efforts respiratoires. L'oxymétrie, collée sur un doigt de la main non-dominante, a permis d'enregistrer le taux de saturation d'oxygène dans le sang ( $SaO_2$ ). Finalement, un microphone a permis d'identifier les vibrations associées au ronflement.



**Figure 16 Illustration du port de l'appareil de sommeil Médibyte.**

(Photo par Kenneth Lam)

## 4.8 Déroulement de l'étude

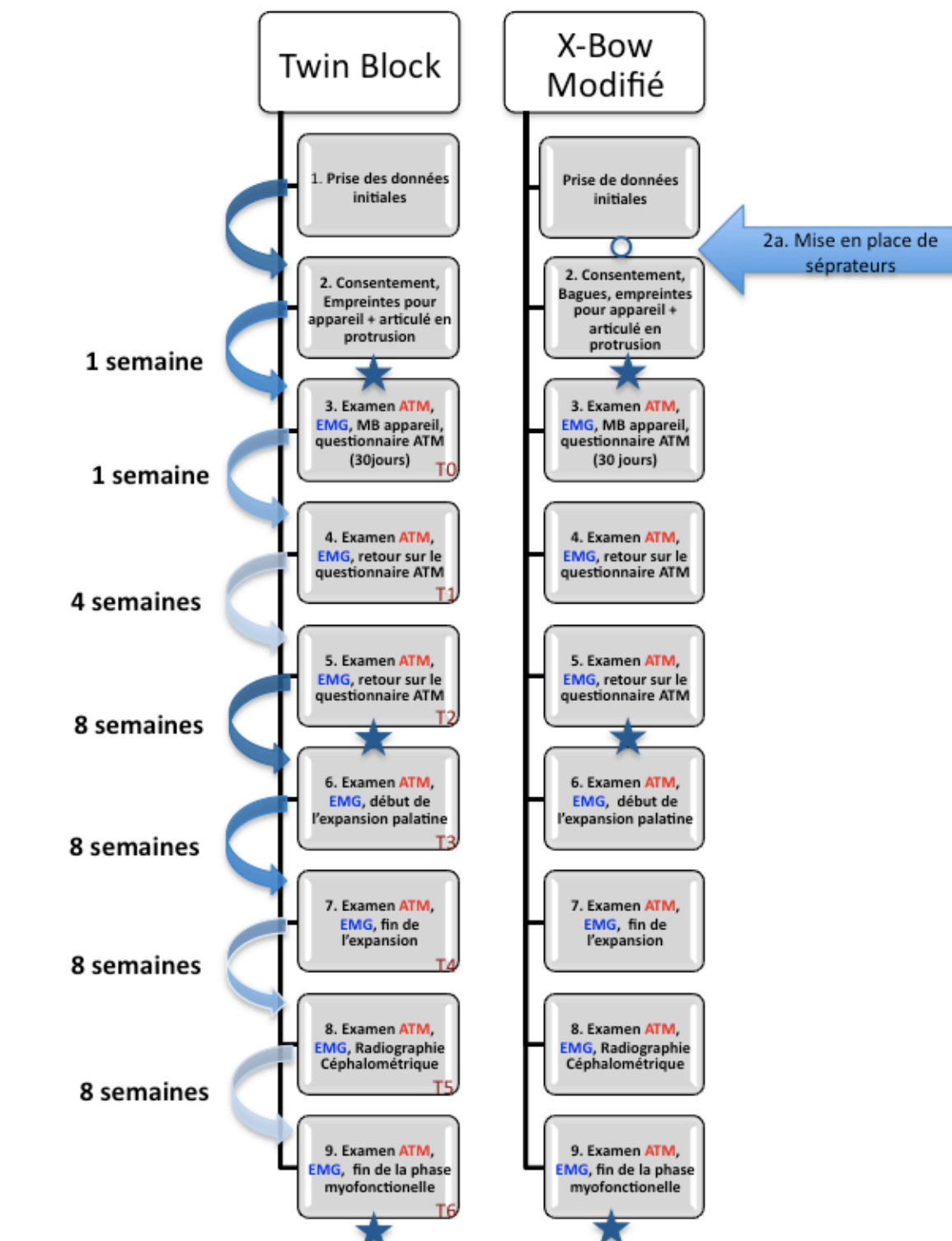


Figure 17 Organigramme du déroulement de l'étude.



Les étapes de rendez-vous (RDV) sont illustrées dans la figure 14. Lors du premier rendez-vous (visite #1), un examen initial a été complété. La prise de données inclue la mesure du surplomb horizontal (*Overjet:OJ*), du surplomb vertical (*Overbite:OB*), de la Classe Molaire (CIM), de la Classe Canine (CIC), et de la position des lignes médianes de l'arcade supérieure et inférieure. Des photographies intra-orales et extra-orales ont été prises puis le patient a été soumis à un bilan radiographique incluant une radiographie panoramique et une radiographie céphalométrique latérale. Finalement, des empreintes en alginate (Jeltrate) de l'arcade supérieure, de l'arcade inférieure et un articulé en cire en OC (Occlusion centrée) ont aussi été pris. Les participants de l'étude ayant consenti à une étude de sommeil repartaient avec l'appareil de mesure de sommeil à ce rendez-vous. Les rendez-vous suivants sont résumés sous forme d'un tableau (référer aux tableaux III et IV):

**Tableau III Détails de la chronologie de l'étude.**

Visites	Twin Block	Xbow
2,a	Plan de traitement Consentement éclairé Empreintes en alginate haut et bas Mesure de l'occlusion en protrusion	Plan de traitement Consentement éclairé Placement des séparateurs sur les 1ères molaires supérieures et inférieures Et sur les 1ères prémolaires sup
2,b		Essaie des bagues Empreintes en alginate haut et bas avec bagues
Par courrier	Étude de sommeil	Étude de sommeil
3 <b>T0</b>	Mise en bouche Instructions Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Remise du questionnaire/Pamphlet	Mise en bouche Instructions Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Remise du questionnaire/Pamphlet Activation du ressort
4 <b>T1</b> (1 semaine après T0)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire
5 <b>T2</b> (4 semaines après T1)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement à l'occlusal du hawley inférieur au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement du Forsus au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC)
Par courrier	Étude de sommeil	Étude de sommeil

**Tableau IV Détails de la chronologie de l'étude (suite).**

<b>Visites</b>	<b>Twin Block</b>	<b>Xbow</b>
6 <b>T3</b> (8 semaines après T2)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement à l'occlusal du hawley inférieur au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Début activation expansion palatine (1 activation tous les 3 jours)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement du Forsus au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Début activation expansion palatine (1 activation à tous les jours)
7 <b>T4</b> (8 semaines après T3)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement à l'occlusal du hawley inférieur au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Fin activation expansion palatine Ligature de la vis	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement du Forsus au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Fin activation expansion palatine Ligature de la vis
8 <b>T5</b> (8 semaines après T4)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement à l'occlusal du hawley inférieur au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Radiographie latérale céphalométrique	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Ajustement du Forsus au besoin Prise de données (OJ OB CIM CIC) Radiographie latérale céphalométrique
9 <b>T6</b> (8 semaines après T5= 9 mois après T0)	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Prise de données (OJ OB CIM CIC) Contention Fin du traitement myofonctionnel	Examen des muscles de l'ATM Mesures EMG Revue du questionnaire Prise de données (OJ OB CIM CIC) Contention Fin du traitement myofonctionnel
Par courrier	Étude de sommeil	Étude de sommeil

Les visites #1 au #9 correspondent au rendez-vous cliniques et les temps T0 au T6 correspondent aux visites auxquelles les données ont été collectées.

Tous les patients ont reçu la même prise de données, quel que soit le traitement reçu.

- Procédure médico-légale courante lors des traitements d'orthodontie : examen clinique de l'ATM, modèles d'étude, photographies intra et extra orales, radiographies céphalométriques latérale et antéro-postérieure avant et après le traitement (mesures complètes initiales et finales).
- Enregistrement ambulatoire de sommeil pour évaluer la respiration (Visite #1, 4 et 6)
- Questionnaires suivants :

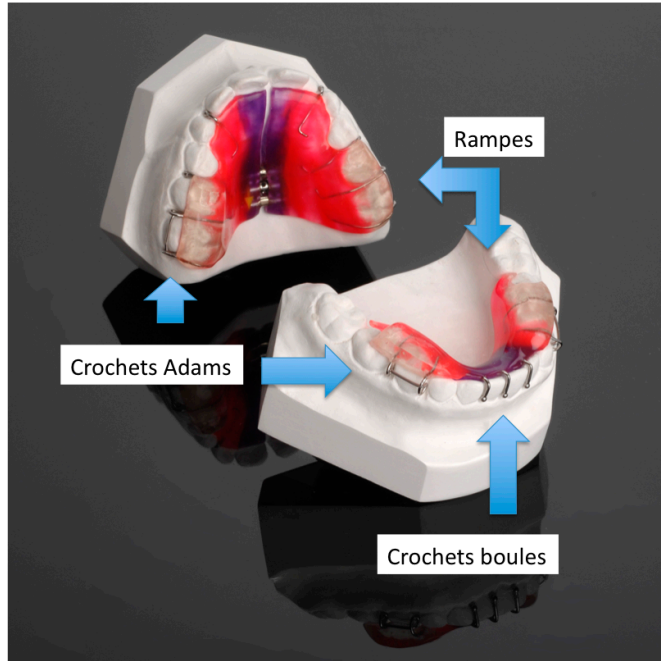
- Sommeil : celui utilisé au Laboratoire des troubles du sommeil du CHU de Sainte-Justine (Visite #1 et 6)
- Échelle de Somnolence d'Epworth (ESS) adaptée pour les enfants de 7 à 13 ans<sup>53</sup> (Visite #1, 4, 5 et 6)
- Diagnostique, divisé en 4 sections : a) santé générale; b) fonction de l'articulation temporomandibulaire et symptômes liés au bruxisme<sup>54</sup> (Visite #1)
- Sommeil pédiatrique adapté du « Pediatric Sleep Questionnaire – PSQ »<sup>55</sup> (Visite #1 et 6)
- Anxiété « State-Trait Anxiety Inventory – STAI »<sup>56</sup> (Visite #1, 4, 5 et 6)
- Comportement et de performance académique<sup>57</sup> (Visite #1 et 6)
- du Soir, donné le soir de l'enregistrement du sommeil<sup>54</sup> (Visite #1, 4, 5 et 6)
- du Matin, donné le matin suite à l'enregistrement du sommeil<sup>54</sup> (Visite #1, 4, 5 et 6)

## 4.9 Les appareils :

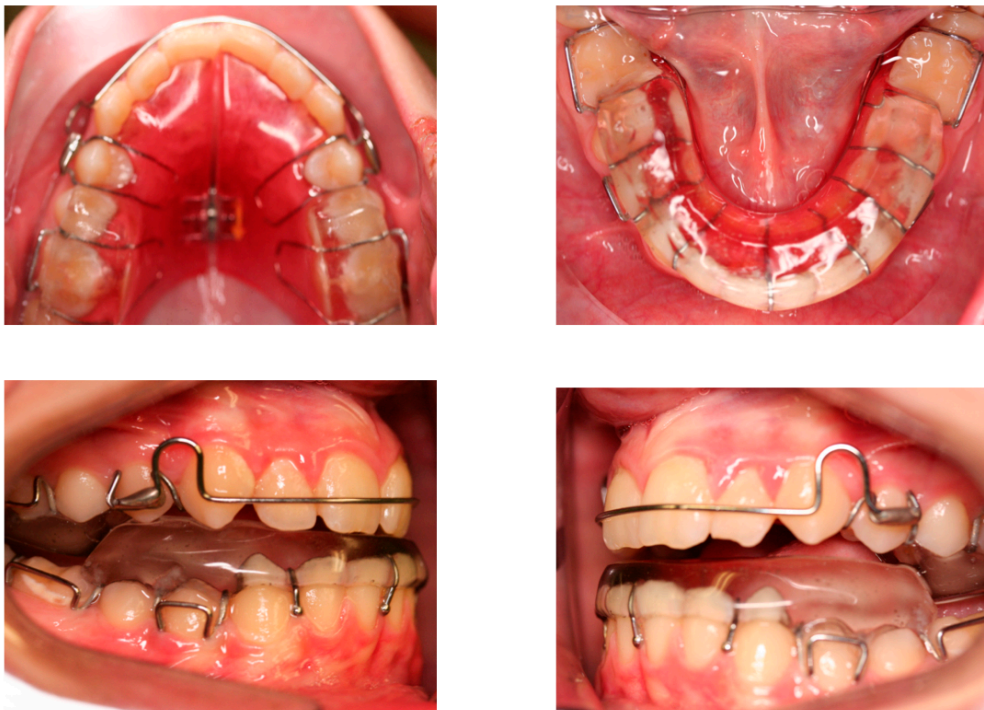
### 4.9.1 Le Twin Block

#### 4.9.1.1 Appareillage

Le Twin Block consiste en un appareil en acrylique *Hawley* supérieur avec des crochets Adams sur les dents #16, #26, #14, #24, un arc labial supérieur, une vis d'expansion au palais et des rampes postérieures. Et un *Hawley* inférieur avec des crochets adams sur les dents #36, #34, #46 et #44 et des crochets boules entre les incisives #42, #41, #31 et #32 (figure 18). Des rampes postérieures complémentaires aux rampes sur l'appareil supérieur sont placées avec, en plus, une couverture incisive en acrylique des six dents antérieures inférieures. Cet acrylique s'arrête au tiers incisif (figure 19)



**Figure 18 Le Twin Block**  
 (Adapté d'une image de Northstar Laboratory Inc.).



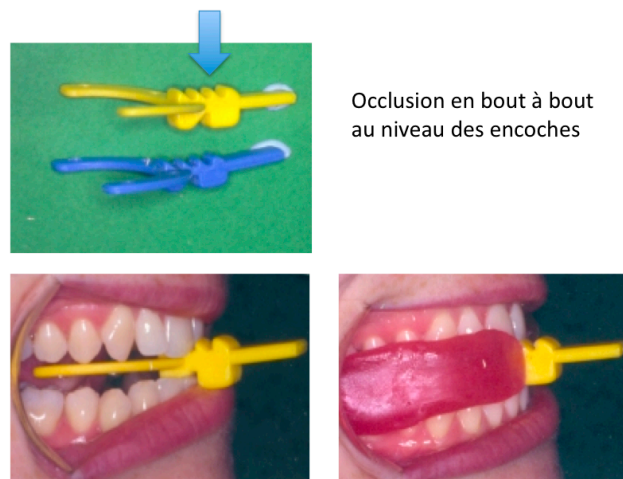
**Figure 19 Appareil Twin Block en bouche avec couverture incisive.**  
 (Photo par Kenneth Lam)

Note: Certains patients ont eu besoin de décompensation. La décompensation se fait lorsque les patients ont les incisives supérieures rétroclinées (La norme est de  $110^\circ$  par rapport à SN-7°, donc les incisives supérieures sont rétroclinées lorsque l'angle est inférieur à  $110^\circ$ ). Cette décompensation augmente le surplomb horizontal et permet ainsi une position de la mandibule plus avancée.

Cette décompensation peut se faire avant la mise en bouche de l'appareil myofonctionnelle en plaçant des boîtiers sur les quatre incisives supérieures et sur les premières molaires. Une séquence de fil (0,014 NiTi, 0,016 NiTi, 0,018 NiTi, 0,016x0,022 NiTi, 0,018x0,025 NiTi, 0,019x0,025 NiTi, 0,019x0,025 SS) permet de corriger l'inclinaison labio-linguale des dents afin de permettre l'utilisation des appareils myofonctionnels. La décompensation peut se faire également avec l'appareil Twin Block, en plaçant des ressorts en serpentins à même l'acrylique qui seraient activés à la visite #3 afin d'obtenir une proclinaison des incisives supérieures.

#### 4.9.1.2 Processus de fabrication

Des empreintes en alginate des arcades supérieure et inférieure sont prise, puis un articulé en cire en propulsion a été enregistré à l'aide d'une fourche



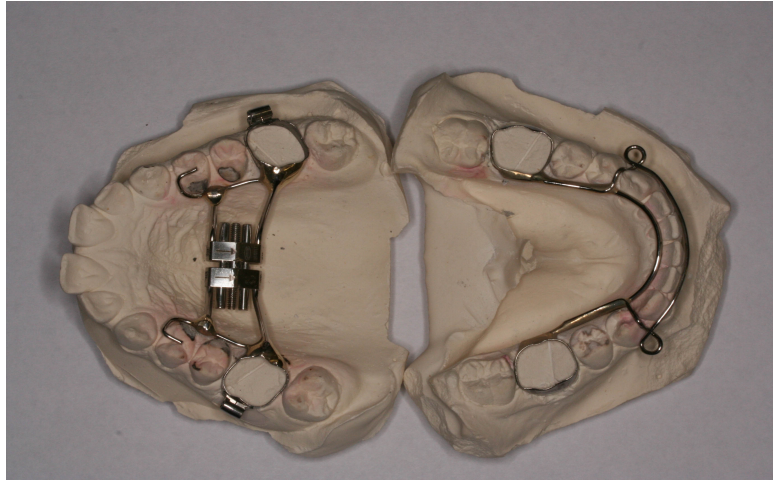
**Figure 20 Fourche Projet™**  
(Adapté des images de Great Lakes Orthodontics).

Il est important de s'assurer que le dégagement postérieur d'environ 5 à 7mm soit adéquat afin d'obtenir une épaisseur d'acrylique pour les rampes, le patient doit avoir une ouverture de 10 à 14mm avant que les rampes se désengagent. La fourche Projet™ de Great Lakes Orthodontics est utilisée dans nos cas. Un boudin de cire est placé de chaque côté de la fourche et ensuite ramolli à l'eau chaude de manière homogène. Puis des instructions sont données au patient quant à la méthode de protrusion, la mandibule est avancée jusqu'à ce que les incisives soient en bout à bout, tout en corrigeant la ligne médiane si nécessaire. La fourche est dotée sur son manche d'un côté striée (trois encoches) et de l'autre, d'une grande encoche. Le clinicien choisit la position de protrusion voulue grâce au côté strié et le patient positionne ses incisives inférieures sur l'encoche unique. Une fois que le patient est capable de reproduire le mouvement demandé, la fourche est placée sur l'arcade supérieure et la mandibule est avancée à la position souhaitée.

## 4.9.2 Correcteur de Classe II fixe (CCF) : le Xbow modifié

### 4.9.2.1 L'appareillage

Inspiré du modèle original du Xbow (Crossbow, Delta, BC), il consiste en un appareil *hyrax* supérieur avec des bagues renforcées (3M Unitek Victory Micro-etched Band) sur les premières molaires supérieures #16/26 et des appuis occlusaux sur les premières prémolaires supérieures (14/24) avec une vis d'expansion (figure 18). L'appareil inférieur est constitué de bagues sur les premières molaires inférieures 36/46 avec un arc labial et un arc buccal soudé ensemble au niveau de l'embrasure entre la canine inférieure et la première prémolaire inférieure. Les ressorts de Forsus®: (*Forsus fatigue resistant device spring*) sont disponibles en de différentes tailles. La partie supérieure du ressort est attachée à la bague de la première molaire supérieure par le biais du tube de *Headgear* et la partie inférieure (crochet interchangeable pour obtenir un avancement graduel) est attachée à une boucle formée par l'arc labial (figure 19).



**Figure 21** Le correcteur de Classe II fixe (CCF) utilisé dans le cadre de cette étude.  
(Photo par Kenneth Lam)



**Figure 22** Ressort Forsus placé sur un appareil  
(Adapté des images de Great Lakes Orthodontics).





**Figure 23 Appareil CCF en bouche.**

(Photo par Kenneth Lam)

#### 4.10 Enregistrement de l'électromyographie

Les signaux de l'EMG bilatéraux ont été enregistrés avec des électrodes de surface bipolaires placées dans la même direction que les fibres musculaires du temporal antérieur, du masséter moyen, du géniohyoïde et du digastrique (figure 24, 25, 26). Cette méthode suit le même protocole que les recherches similaires présentées précédemment.<sup>49</sup>



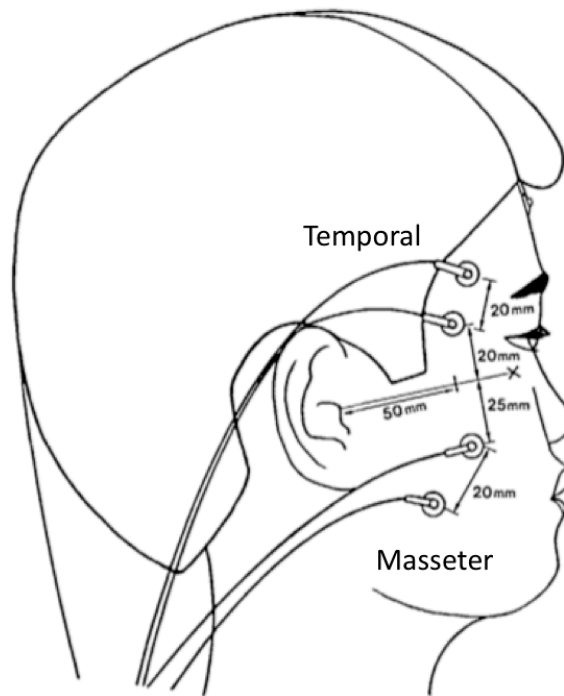


Figure 24 Schéma du placement des électrodes  
(Adapté de Yuen et al.).<sup>49</sup>

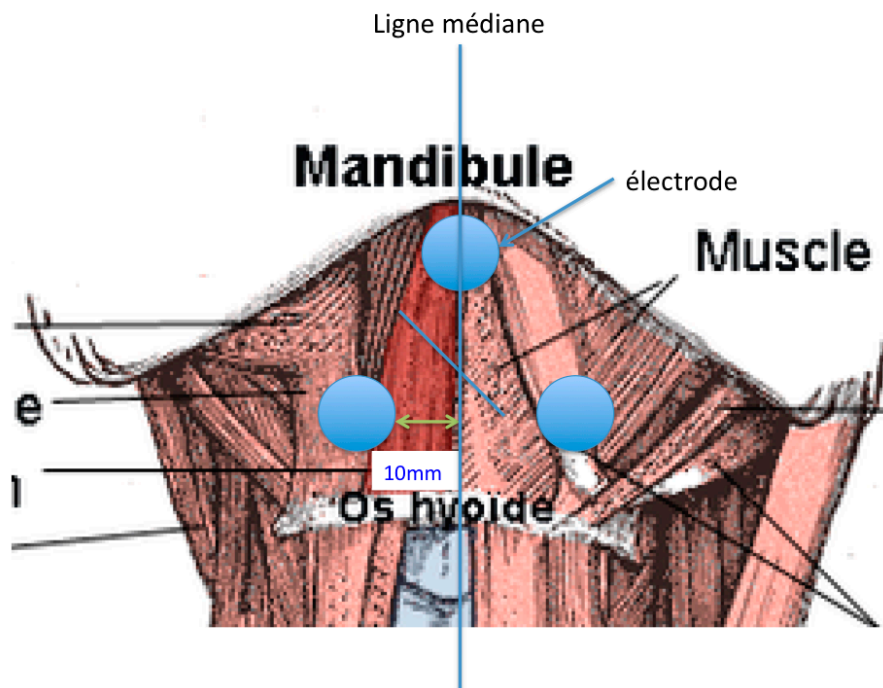
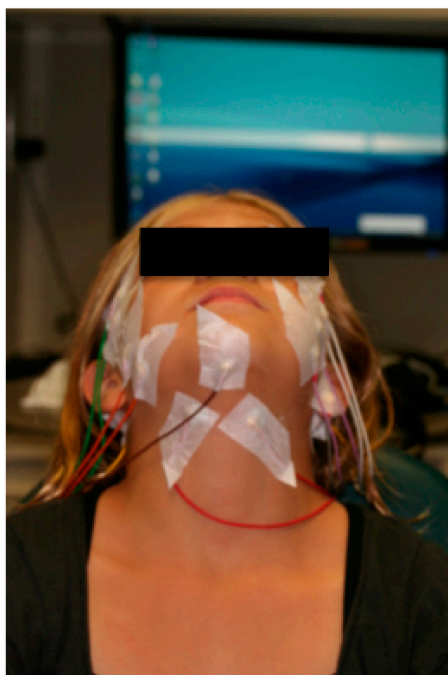


Figure 25 Schéma du placement des électrodes sus-hyoïdiens  
(Adapté de Wikimedia.com)

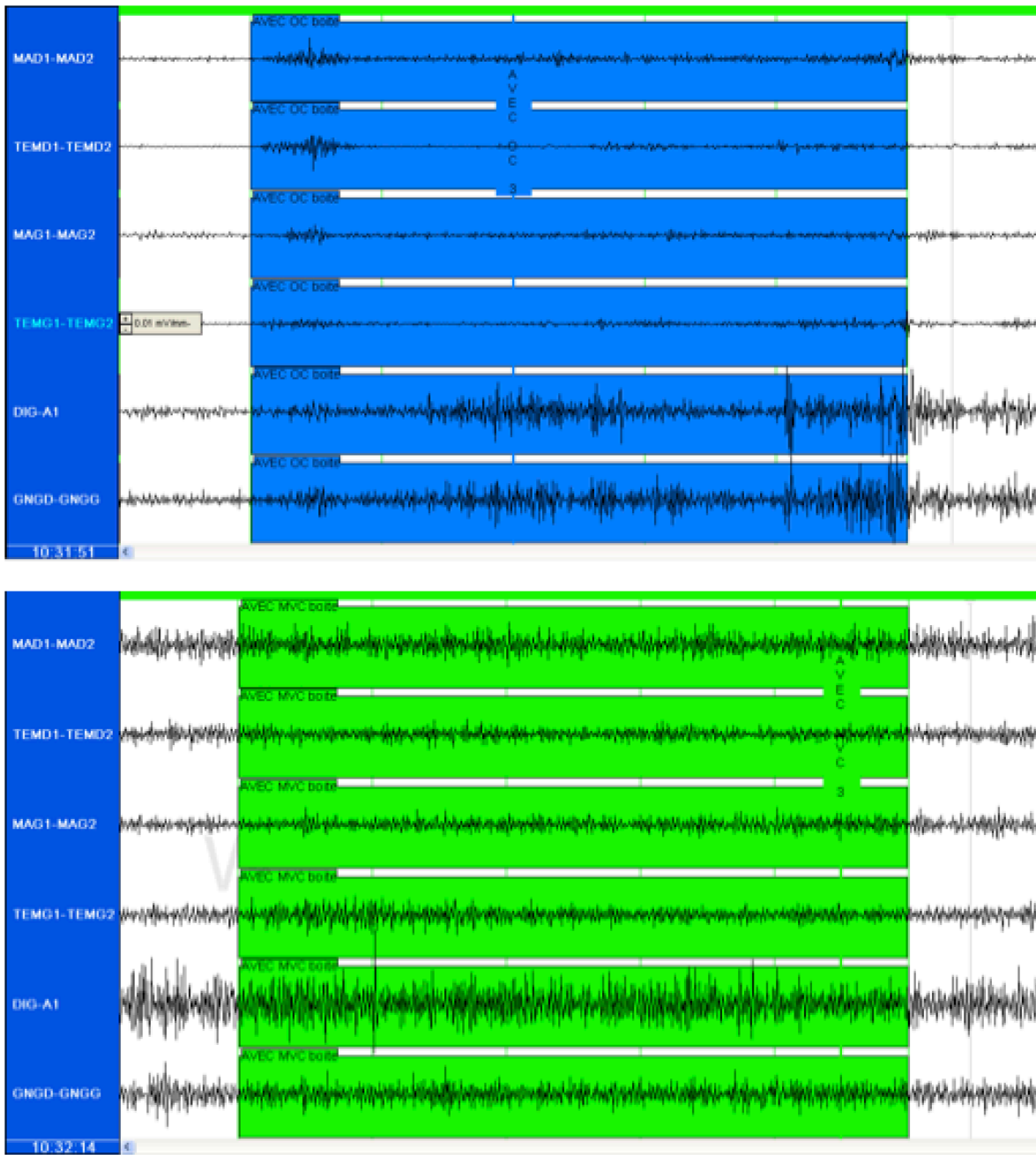
La peau est nettoyée avec un gel exfoliant, avant le placement des électrodes avec l'aide d'une crème conductrice qui sont collés avec un ruban adhésif médical. Une ligne est tracée, parallèle au plan de Frankfort, du trou sous-orbitale au tragion de l'oreille. Puis, un point A est placé sur cette ligne à 50mm du tragion, une ligne perpendiculaire est tracée et la première électrode est placée à 20 mm au dessus de la ligne et la seconde à 20mm de la première dans le sens des fibres musculaires du temporal supérieur. Une autre électrode est placée sur cette même perpendiculaire, mais à 25mm en dessous, puis la seconde à 20mm dans la même direction que les fibres musculaires du masséter. Les points ont tous été placés par un manipulateur et les électrodes ont été placées par la suite par trois opérateurs.

Pour les mesures des muscles suprahyoïdiens, une électrode est placée en dessous du menton à 5mm du rebord osseux. Puis deux électrodes ont été placées à 10mm du rebord osseux, à une distance de 20mm de la première électrode sur une droite qui est à 45 degrés par rapport à la ligne médiane. Une électrode est placée sur l'oreille gauche pour jouer le rôle de référence pour ces muscles comme l'électrode sur le mastoïde droit et finalement, une électrode sur le mastoïde gauche joue le rôle de terre.

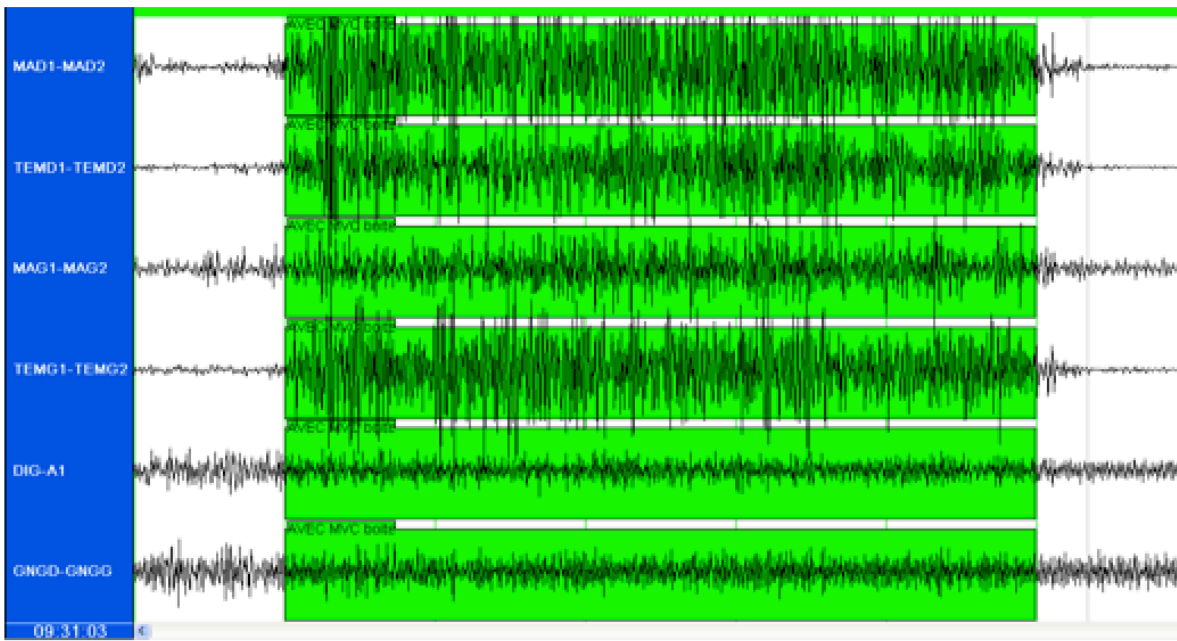
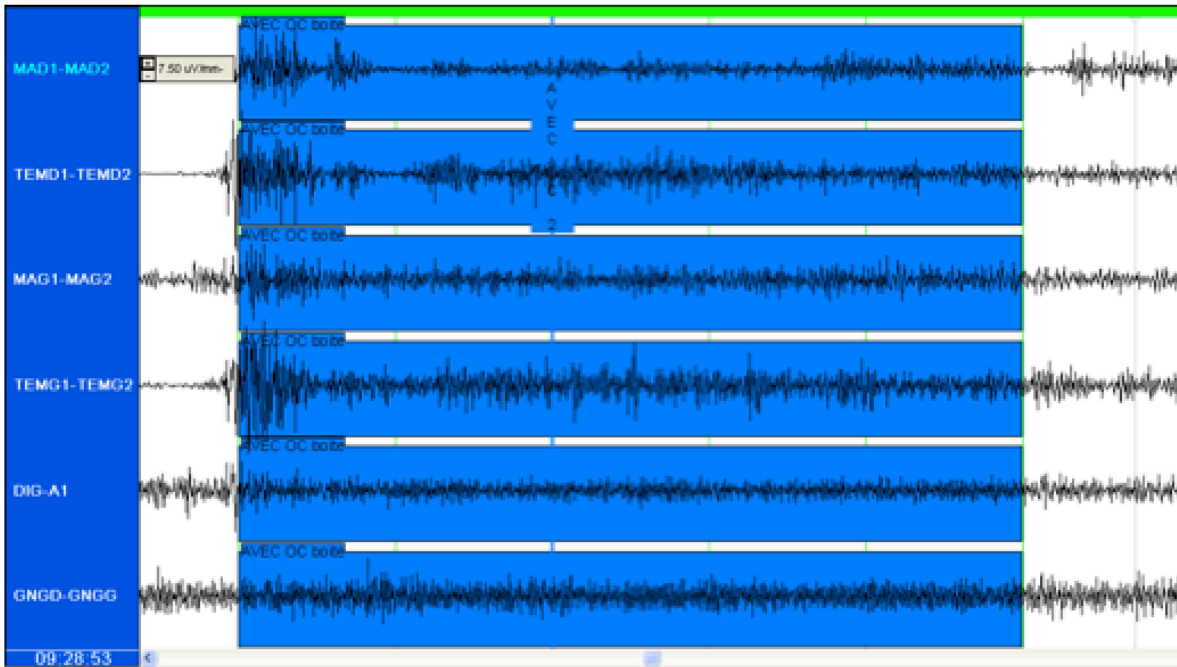
Les activités électromyographiques ont été filtrées entre les fréquences de 10hz et 100hz, la conductivité assurée par une vérification de l'impédance à 10 ohms. L'enregistrement a ensuite été transféré dans un programme de lecture, Harmony, avec lequel une période de cinq secondes a été identifiée par une boîte pour chaque exercice (figure 24, 25). Puis le programme de transfert Stellrapp récupère les marqueurs sur l'enregistrement afin de convertir les amplitudes en données numériques sous forme de chiffre avec une unité de mesure en microvolt.



**Figure 26** Photos du placement des électrodes sur une patiente.  
(Photo par Kenneth Lam)



**Figure 27 Exemple d'enregistrement en OC (bleu) et en CVM (vert) sur une période de cinq secondes (boîte) avec un Twin Block.**



**Figure 28 Exemple d'enregistrement en OC (bleu) et en CVM (vert) sur une période de cinq secondes (boîte) avec un CCF.**

## 4.11 Méthode de collecte des données

Lors de traitements orthodontiques de tous types, suivant les lois médico-légales et le code déontologique de la profession, une banque de données initiales avant et après le traitement orthodontique a été montée, incluant modèles d'étude, photographies intra et extra-orales, radiographies panoramiques et céphalométriques latérales et antéro-postérieures et examens cliniques de l'ATM.

Ces données dentaires, ainsi que le questionnaire de santé général ont été conservés dans le dossier clinique de chaque patient. Ce dossier contenait aussi le formulaire de consentement clinique signé indiquant que le patient acceptait que son dossier dentaire clinique soit utilisé à des fins d'enseignement, de recherche et de diffusion scientifique anonyme.

Les participants de cette étude ont complété librement les questionnaires lors des visites. Les questionnaires ont été vérifiés par Dr Kenneth Lam, en tant que résident clinicien. De plus, chaque participant avait trois enregistrements de sommeil avec l'appareil portatif, soit entre la visite #2 et la visite #3, entre la visite #5 et #6 (avant l'activation de l'expansion palatine), et à la visite #9 (fin du traitement). Ces données seront conservées dans le dossier recherche.

Les enregistrements de sommeil ont été gérés par Dre Nelly Huynh, responsable des études ambulatoires de sommeil. Les enregistrements ont été analysés par des techniciens spécialisés. En cas de tracé anormal, celui-ci était examiné par un pneumologue spécialisé en sommeil, soit Dre Sheila Jacob MD, pneumologue, qui est directrice de la clinique du sommeil de l'Hôpital Ste-Justine. Si jamais un diagnostic avait été identifié suite aux enregistrements faits lors de notre projet d'étude, le patient obtenait une référence directement à un spécialiste en mesure d'assurer le suivi clinique.

Toutes les données ont été saisies dans des bases de données codifiées à l'aide de *Lime Survey inc.* Elles ont été ensuite transférées dans des fichiers Excel. Les dossiers dentaires ont été entreposés dans la clinique d'orthodontie, selon la procédure normale. Les dossiers de recherche ont été entreposés dans le bureau de la recherche dans la clinique d'orthodontie.

## 4.12 Analyses statistiques

Variable indépendante: la quantité de protrusion et d'expansion

Variables dépendantes:

- Mesure de l'EMG
- Mesures de la dimension des voies aériennes (mesures sur radiographies céphalométriques)

Analyses statistiques :

La moyenne des trois mesures de chaque exercice a été la donnée prise en considération. Les mesures d'EMG en microvolt brut ont été normalisées avec une racine de la moyenne des carrés puis, si nécessaire, avec une normalisation logarithmique. Finalement, une dernière méthode de normalisation des données a été effectuée à l'aide d'un rapport: repos (REP) ou occlusion centrée (OC) par la mesure de la contraction volontaire maximale (CVM). Une analyse de variance à mesures répétées a été utilisée pour comparer les deux appareils et l'évolution temporelle (T0 à T6 ou de la visite #1 à la visite #6) pour toutes les données prises. Un modèle mixte linéaire pour mesures répétées fût utilisé avec ajustement de Bonferroni. Les données ont été analysées avec les logiciels statistiques SYSTAT et SPSS par le statisticien de la faculté de médecine dentaire, Pierre Rompré MSc.



## 5. Résultats

**Tableau V Variables démographiques de la sous-population étudiée.**

Variables Démographiques	Twin Block (13)	CCF (11)
Âge (ans)	12.71 ± 0.99	11.91 ± 1.58
Sexe (F; G)	4; 9	9; 2

Le tableau V résume les variables démographiques et présente les tailles d'échantillons qui sont semblables : le Twin Block avec un n=13 et le CCF avec un n=11. Les moyennes d'âge des groupes respectifs étaient de 12.71 ± 0.99 et 11.91 ± 1.58. Une grande proportion de garçons, soit approximativement 69%, a été observée dans le groupe Twin Block contrairement au groupe CCF qui détenait une majorité de filles, soit 82%.

Les résultats analysés ont été documentés pour chaque muscle selon quatre conditions: i- avec Twin Block en bouche, ii- sans Twin Block en bouche iii- avec CCF en bouche et finalement iv- le groupe sans Twin Block comparé au groupe avec CCF: la logique derrière cette comparaison réside dans le fait que, à ces positions, le portrait clinique est le plus similaire. Le tableau VI résume les résultats significatifs des six muscles considérés lors de l'étude selon les quatre conditions définies précédemment

**Tableau VI Résumé des résultats en fonction.**

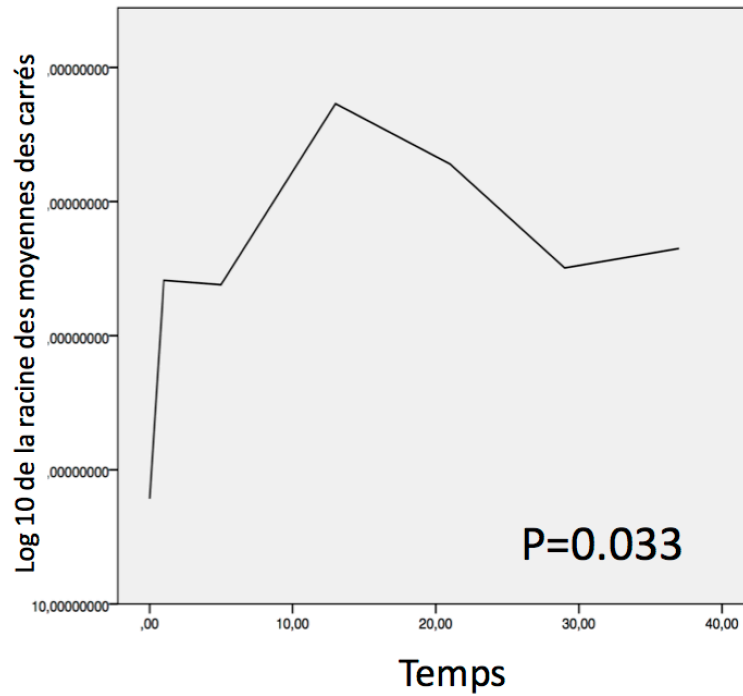
Muscles	NS=Non significatif			
	AVEC TB	SANS TB	AVEC CCF	CCF vs TB
<b>TEMPD</b>	NS	NS	NS	OC/CVM
<b>TEMPG</b>	REP/CVM	NS	NS	OC/CVM
	CVM			
<b>MAD</b>	REP/CVM	NS	NS	NS
	CVM			
<b>MAG</b>	REP/CVM	NS	NS	NS
<b>DIG</b>	NS	NS	NS	NS
<b>GNGD</b>	NS	NS	NS	NS



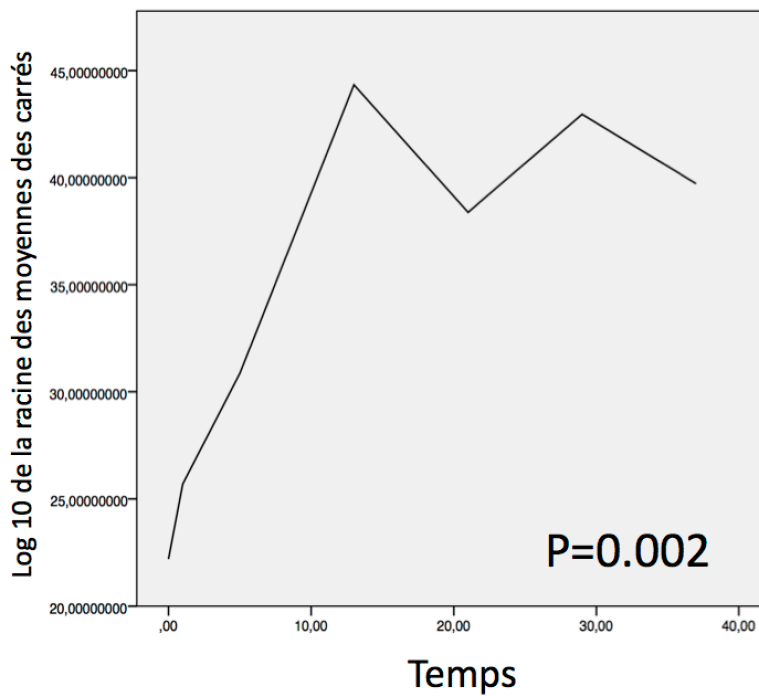
En premier lieu, sous la condition où le Twin Block est en bouche et lors de la CVM: le temporal gauche et le masséter droit montrent un changement significatif à la hausse au cours du temps. Les figures 29 et 30 illustrent ce patron et le tableau VII montre que, pour le temporal gauche, les résultats sont significatifs avec une valeur  $p < 0.05$ , pour toutes les combinaisons possibles du temps (T2-T6) excepté au T1; contrairement au masséter droit qui a obtenu des résultats non-significatifs seulement au temps T5 et T6 lors du CVM.

En second lieu, lorsque les données ont été normalisées avec un rapport, les données au repos du muscles temporal gauche, masséter droit et gauche ont démontré des changements respectifs à la baisse et ce, au cours du temps. Ces changements ont été significatifs et sont exposés sur le tableau VII. Seul le temporal droit, en tout temps, le masséter gauche et le temporal gauche au temps T1 ont obtenus de résultats non-significatifs. Les figures 31 à 34 illustrent l'évolution de la médiane des mesures EMG au cours des neuf mois de traitement alors que la figure 35 illustre l'évolution de la moyenne pour le masséter gauche.

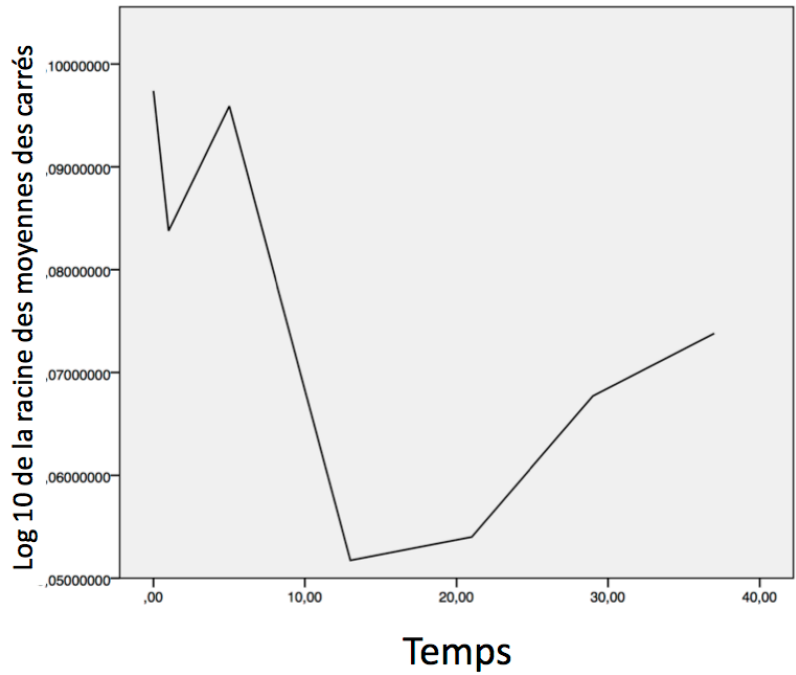
Les analyses observant l'évolution du Twin Block hors de la bouche (seconde condition) au cours du temps ou l'évolution du CCF en bouche (troisième condition) au cours du temps, se sont toutes révélées non-significatives. Il a été observé que les muscles sous-mandibulaires n'ont démontré aucune évolution significative à travers le temps et ce pour toutes conditions confondues.



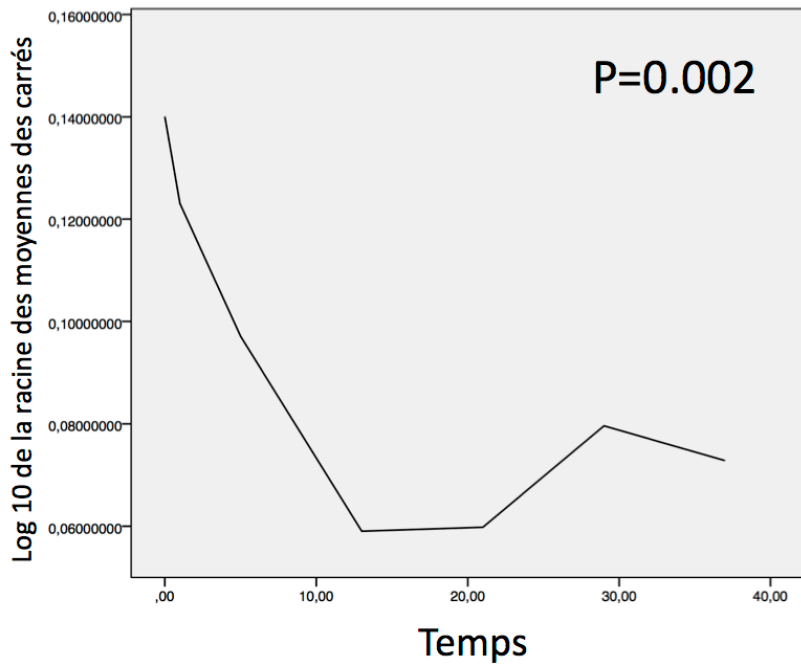
**Figure 29** Graphique des médianes des valeurs EMG du MAD au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de CVM.



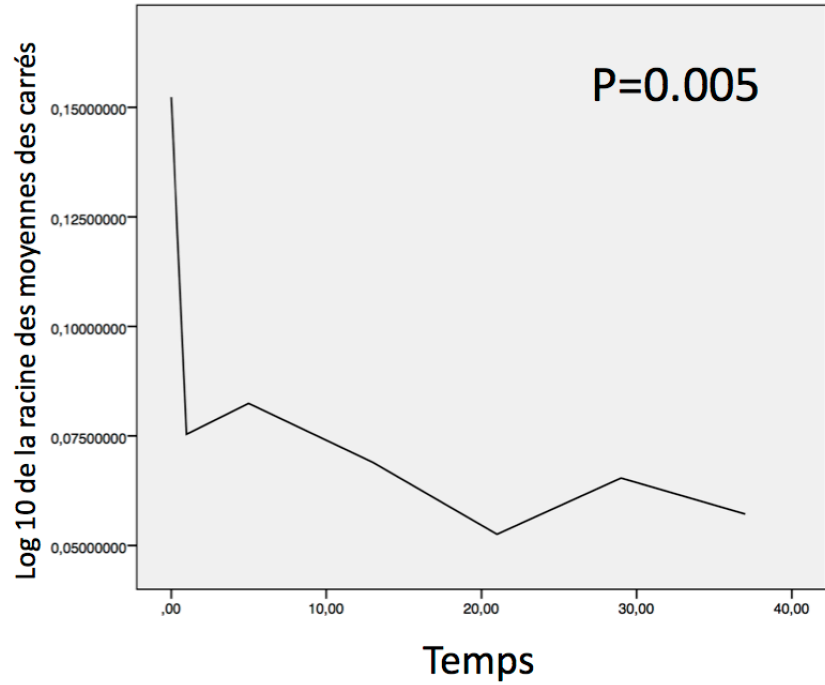
**Figure 30** Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de CVM.



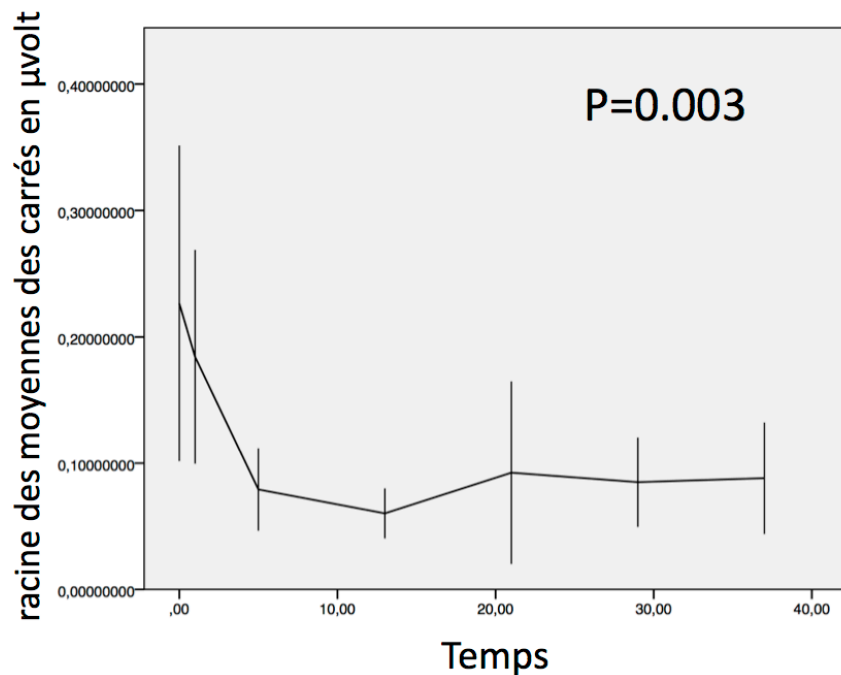
**Figure 31** Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMPD au cours de 40 semaines le Twin Block en bouche en position de repos (NS).



**Figure 32** Graphique des médianes des valeurs EMG du TEMPG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.

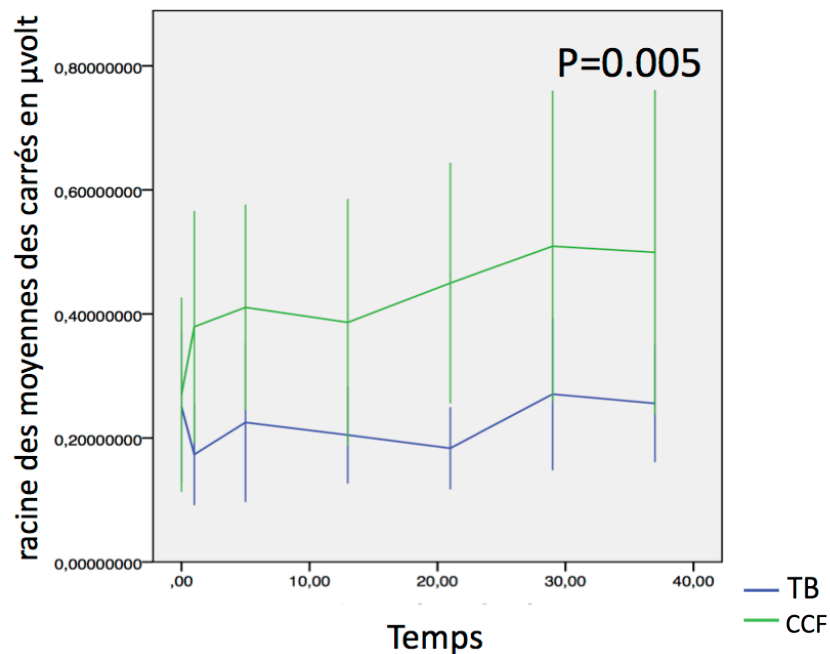


**Figure 33** Graphique des médianes des valeurs EMG du MAD au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.

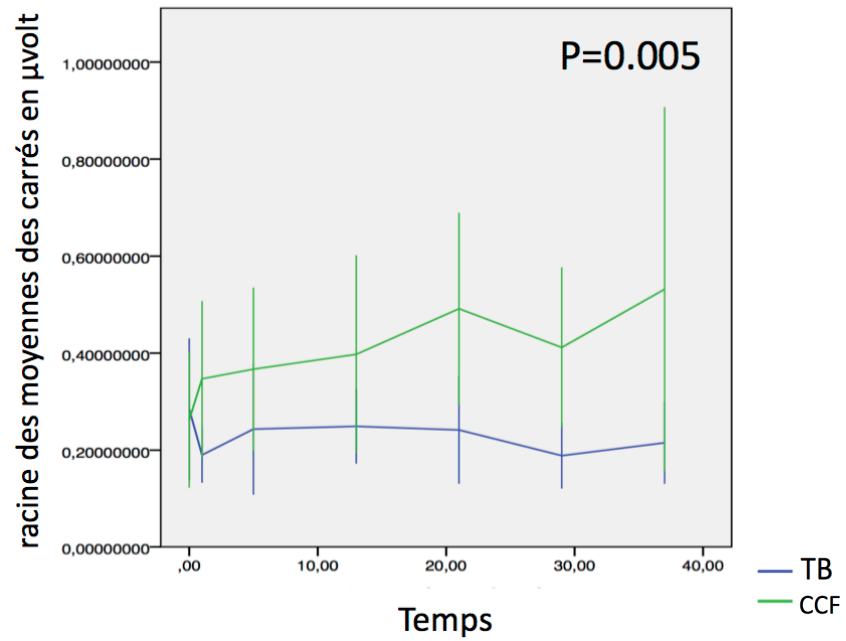


**Figure 34** Graphique des moyennes des valeurs EMG du MAG au cours de 40 semaines avec le Twin Block en bouche en position de repos.

Finalement, les statistiques comparant les appareils entre eux ont été normalisées avec un rapport entre les données en OC par les données en CVM seulement. Ces dernières ont démontré deux effets significatifs sur le temporal gauche et droit avec une valeur-p de l'ordre de 0.005. La moyenne, ainsi que l'écart type sont présentés pour le TEMD et le TEMG, elle sont de l'ordre de 0.304 ( $\pm 0.239$ ) et 0.303 ( $\pm 0.233$ ) respectivement. Les figures 32 et 33 montrent l'évolution de la moyenne entre les deux appareils, leurs niveaux de base sont similaires et leurs courbes d'évolution à travers le temps sont parallèles, mais avec le CCF possède des résultats plus élevés. Ainsi, il est aussi possible d'observer que, après T1, la variation au cours du temps est non-significative, pour chacun des deux appareils pris individuellement.



**Figure 35** Graphique des moyennes des valeurs EMG OC/CVM du TEMPD au cours de 40 semaines avec le CCF en bouche et sans le Twin Block en bouche.



**Figure 36** Graphique des moyennes des valeurs EMG OC/CVM du TEMPG au cours de 40 semaines avec le CCF en bouche et sans le Twin Block en bouche.

Muscles EMG	Masséter			Temporal			Valeur-p	Valeur-p	Valeur-p	Valeur-p	Valeur-p	Valeur-p
	Droit	Valeur-p	Gauche	Droit	Valeur-p	Gauche						
Repos - T0	2.83 (2.14-6.34)	1.0	3.96 (1.63-11.70)	1.0	2.07 (1.35-17.17)	2.86 (1.56-14.38)	1.0	2.61 (1.14-5.93)	a	1.0		
Repos - T1	2.52 (1.71-9.01)	1.0	4.87 (1.67-9.15)	a	0.222	2.50 (0.99-11.42)	1.0	2.42 (1.26-5.53)	b	1.0	0.918	
Repos - T2	2.45 (1.48-4.60)	1.0	2.38 (1.60-6.14)	b*	0.023	1.88 (1.44-8.64)	1.0	2.46 (1.37-12.76)	c	1.0	0.389	
Repos - T3	2.52 (1.76-8.23)	1.0	2.05 (1.33-4.28)	c	0.099	2.35 (1.20-3.74)	1.0	2.18 (1.40-5.94)	d	1.0	1.0	
Repos - T4	1.93 (1.23-3.13)	0.103	2.31 (1.39-11.77)	d	0.163	2.05 (1.43-2.54)	1.0	2.50 (1.23-4.34)	e	1.0	0.389	
Repos - T5	2.31 (1.82-6.18)	0.936	2.71 (1.53-4.57)	e	0.573	2.07 (1.29-3.60)	1.0	2.51 (2.02-3.80)	f	1.0	0.660	
Repos - T6	2.49 (1.22-7.31)	0.851	2.41 (1.53-4.57)	f	1.0	2.18 (1.64-2.62)	1.0	2.50 (1.14-14.38)		0.803		
Essai	2.52 (1.22-9.01)	0.295	2.52 (1.34-11.77)	***	0.006	2.11 (0.99-17.17)						
CVM - T0	17.84 (8.72-108.86)		21.46 (10.03-102.13)		0.463	20.50 (4.12-58.84)		22.19 (9.11-63.87)		0.538		1.0
CVM - T1	34.13 (7.56-229.53)	a*	29.91 (8.68-133.55)	a	0.051	31-21 (10.30-142.04)	a	25.69 (6.24-68.40)	a	0.178		0.031
CVM - T2	33.79 (17.46-308.76)	b*	45.12 (12.7-435.67)	b	0.036	44.02 (10.00-81.39)	b	30.85 (10.67-134.61)	b*	0.036		0.002
CVM - T3	47.29 (17.67-234.05)	c**	46.96 (18.36-192.22)	c*	0.060	32.50 (15.78-126.63)	c*	44.33 (11.31-81.92)	c**	0.115		0.035
CVM - T4	42.79 (15.91-250.96)	d*	42.09 (13.81-235.66)	d	0.058	31.37 (13.25-66.19)	d	38.38 (13.26-103.60)	d*	0.636		0.002
CVM - T5	35.05 (11.87-156.90)	e	34.18 (9.71-223.11)	e	0.024	31.37 (18.32-82.41)	e	42.96 (13.42-136.15)	e**	0.221		0.002
CVM - T6	36.50 (13.94-139.97)	f	5.34 (16.31-143.18)	f*	0.064	30.87 (18.32-82.41)	f	39.72 (16.47-82.42)	f**	0.164		0.002
Essai	35.38 (7.56-308.76)	*	37.36 (8.68-435.67)		0.033	31.83 (4.12-142.04)		33.06 (6.24-136.15)	**			0.002
Rep/CVM - T0	0.15 (0.021-0.346)		0.226 (+/-0.206)		1.1	0.0974 (0.028-0.57)		0.140 (0.048-0.648)		1.0		0.639
Rep/CVM - T1	0.07 (0.015-0.361)	a*	0.184 (+/-0.140)	a	0.004	0.0838 (0.025-0.556)	a	0.123 (0.027-0.298)	a	0.862		0.009
Rep/CVM - T2	0.082 (0.008-0.18)	b*	0.079 (+/-0.14)	b**	0.001	0.096 (0.013-0.187)	b	0.097 (0.014-0.190)	b**	0.139		0.002
Rep/CVM - T3	0.69 (0.11-0.10)	c**	0.0602 (+/-0.033)	c**	0.013	0.0517 (0.019-0.175)	c	0.059 (0.028-0.285)	c**	0.088		0.003
Rep/CVM - T4	0.0525 (0.0071-0.187)	d***	0.092 (+/-0.119)	d*	0.007	0.054 (0.018-0.161)	d	0.060 (0.014-0.155)	d**	0.680		0.002
Rep/CVM - T5	0.653 (0.017-0.392)	e*	0.085 (+/-0.056)	e**	0.011	0.0677 (0.031-0.153)	e	0.079 (0.009-0.226)	e**	0.413		0.001
Rep/CVM - T6	0.0571 (0.0197-0.357)	f**	0.088 (+/-0.064)	f**	0.003	0.074 (0.024-0.118)	f	0.073 (0.029-0.125)	f**	0.249		0.002
Essai	0.073 (0.0071-0.392)	**	0.118 (+/-0.125)	***	0.003	0.0775 (0.013-0.57)		0.078 (0.009-0.648)	***			0.002

a: T0 - T1, b: T0 - T2, c: T0 - T3, d: T0 - T4, e: T0 - T5, f: T0 - T6. \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001 les données log sont présentées sous forme de médiane (Min-Max) et les données non-transformées sous forme de moyenne ± SD

Tableau VII Résumé des résultats significatifs du masséter et du temporal droit et gauche.

## 6. Discussion

### 6.1 Avec le Twin Block en bouche

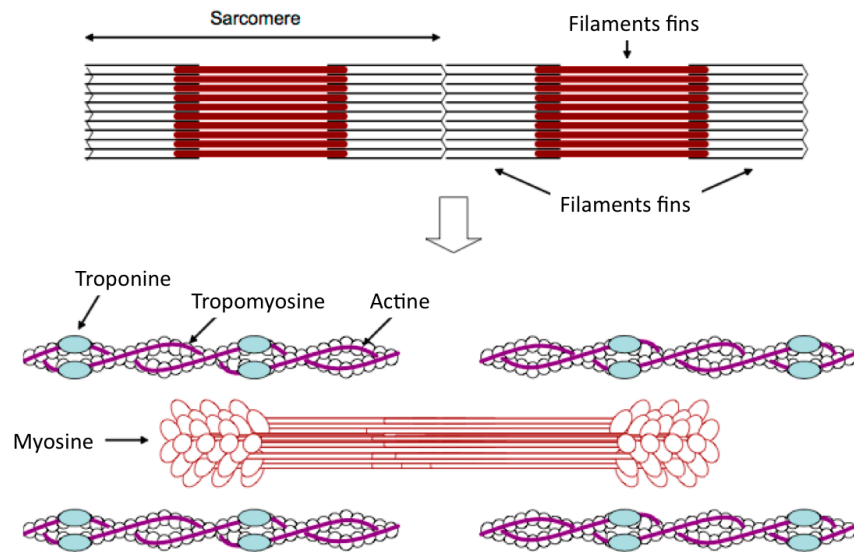
Les résultats obtenus avec le Twin Block en bouche sont en concordance avec une étude similaire menée par Aggarwal et al.<sup>45</sup> Les mesures EMG des masséters augmentent au cours du temps durant la CVM, jusqu'à environ quatre mois. Cependant contrairement aux résultats d'Aggarwal, les mesures EMG de notre étude commencent à diminuer après ces quatre premiers mois.

La normalisation des données en calculant un rapport des mesures EMG sous maximales avec les mesures des patients en CVM est une méthode couramment utilisée dans la littérature<sup>58</sup>. Cette méthode permet d'obtenir une comparaison inter-patient acceptable. Dans notre contexte, nous avons appliqué cette méthode pour les mesures au REP et en OC avec pour dénominateur les mesures en CVM correspondantes au même temps.

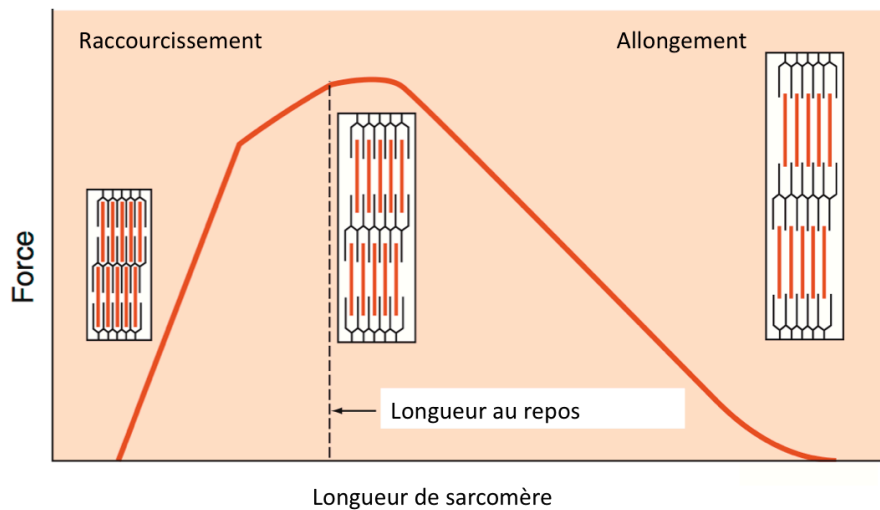
Ceci nous permet de constater une différence significative à la baisse des mesures au REP, au cours du temps, pour les masséters droits et gauches, ainsi que le temporal gauche, lorsque le Twin Block est en bouche. Ces résultats sont en contradiction avec ceux d'Aggarwal et al.<sup>45</sup> La tendance vers la baisse est en accord avec la théorie viscoélastique, c'est-à-dire que les muscles en position allongée ont un EMG plus bas que la moyenne. Les muscles sont composés de fibres d'actines et myosines qui sont placés l'un dans l'autre tel qu'illustré dans la figure 37. À l'état de contraction, les fibres se rapprochent l'une de l'autre et établissent ainsi le mouvement de contraction musculaire. Lors de l'état de repos, les fibres de myosines sont à une certaine distance de la contraction maximale possible. La longueur de chaque fibre détermine la force de contraction et si jamais les fibres sont raccourcies ou allongés la force de contraction diminue, illustré dans la courbe de la figure 38. Mais en réalité, ces fibres sont sous l'influence de leur environnement physique: elles sont entourées de tissus élastiques. Conséquemment lorsque les fibres sont allongées, la production de la même force nécessite moins de recrutement musculaire parce que les propriétés élastiques de



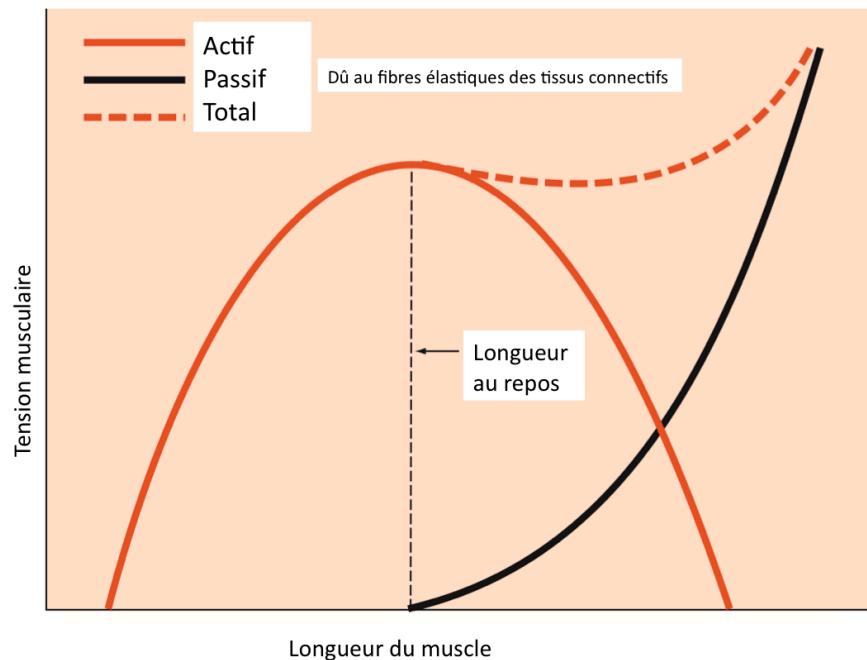
l'organe même participe à la production de la force. La figure 39 illustre la vraie courbe tension/longueur. Dans le contexte de nos résultats, l'épaisseur de l'acrylique dans l'appareil Twin Block produit un allongement des fibres et ainsi, une diminution de l'EMG.



**Figure 37 Les fibres d'actine et myosine dans un sarcomère (adapté de Oatis.<sup>59</sup>).**



**Figure 38 La courbe force/élongation d'un sarcomère (adapté de Oatis.<sup>59</sup>).**



**Figure 39 La courbe tension/élongation d'un muscle (adapté de Oatis.<sup>59</sup>).**

En addition, selon nos manipulations, les mesures au repos normalisées semblent être plus fiables que les mesures en CVM. Comme il n'est pas possible de les normaliser par un rapport avec eux même, leur comparaison inter-patients n'est pas idéale. Par contre, même si les mesures au repos sont toutes aussi volontaires, leur quantification semble plus constante. En effet, à chaque essai, le patient relâche volontairement les muscles de la mastication afin d'obtenir un espace interocclusal d'environ de 2-3mm. Un geste théoriquement plus facile à obtenir, mais ceci est débatable. Les changements significatifs, au REP, peuvent alors possiblement corrélérer avec l'état clinique du patient. L'appareil en bouche étant large et les rampes acryliques épaisses, ces dernières empiètent sur l'espace interocclusal au repos usuel et ainsi forcent les muscles à adopter une position différente.

Dans notre projet de recherche, nous sommes dans la possibilité de valider notre protocole étant donné que nos résultats sont similaires aux autres articles. Par contre, pour un portrait réel des événements sur le plan électromyographique, les observations doivent se faire avec l'appareil hors de la bouche pour le Twin Block, alors que pour le

CCF, que ce soit avec ou sans appareil la situation clinique est semblable parce que le CCF ne possède pas une épaisseur d'acrylique qui obstrue l'occlusion.

## 6.2 Sans Twin Block en bouche et avec CCF en bouche

Parallèlement, nous notons que chacun des appareils, soit sans le Twin Block en bouche et avec le CCF en bouche, ont des résultats non-significatifs au cours du temps, sur tous les muscles. Nos résultats sont en contradiction avec les résultats de Sood et al<sup>48,52</sup> qui ont noté une diminution de l'EMG, après le premier mois, puis une augmentation graduelle jusqu'à atteindre le niveau initial après six mois, avec un appareil fixe avec ressort ou avec tube/manche. Alors que nos données sont en concordance avec les résultats de Aggarwal et al<sup>45</sup> qui, eux, ont aussi obtenu des résultats non-significatifs avec le Twin Block hors de la bouche sur six mois. Le fonctionnement impliqué dans chaque appareil pourrait expliquer ces différences.

Pour le CCF, la considération biomécanique de l'appareil permet de comprendre l'absence de réaction EMG des muscles. L'absence de changement significatif n'est, par contre, pas un témoignage d'un status quo au niveau des muscles, mais peut-être le témoignage d'une adaptation rapide afin d'obtenir un état de repos similaire. En effet, au fur et à mesure que l'appareil agit, le patient perd peu à peu la capacité de retrouver sa position squelettique initiale. Ceci est accompagné d'une amélioration du profil des tissus mous des patients. Si la correction se fait d'une manière dento-alvéolaire seulement alors les muscles n'ont pas changé au cours du temps. Mais, en supposant que nous obtenons un certain effet squelettique, la capacité adaptatoire des muscles permet de garder le statut EMG constant au niveau des muscles. Le mécanisme d'un appareil myofonctionnel actif, comme décrit par Profitt,<sup>1</sup> permettrait une adaptation musculaire constante. Les ressorts Forsus oblige le patient à positionner activement sa mâchoire en protrusion, de telle sorte qu'avec le temps le muscle assume la nouvelle position comme

étant celle de repos. Il est possible alors de faire l'hypothèse que l'EMG devrait alors augmenter puis se rétablir.

À l'opposé, le Twin Block est un appareil passif: le patient est obligé d'établir une position en protrusion sans forcer les muscles. Ces derniers sont alors allongés mécaniquement. À nouveau, les résultats de nos mesures EMG au cours du temps sont non-significatifs, l'EMG ne varie pas.

### 6.3 Comparaison entre les appareils

En parallèle, nos résultats ont notés une différence entre les deux traitements, sur les muscles temporaux. Ceci est en concordance avec les résultats obtenu par Ahlgren<sup>46</sup> avec un activateur. En effet, Ahlgren et al<sup>46</sup> ont postulé que les muscles temporaux étaient plus étirés que les masséters lorsque la mandibule est positionnée antérieurement avec un activateur. L'épaisseur et la biomécanique avec un Twin Block affecteraient, selon nos données, plus les muscles temporaux que les masséters. Une autre raison possible qui expliquerait cette différence est que, avec le CCF en bouche, le patient a la possibilité d'obtenir une intercuspidation constante durant le traitement alors que sans le Twin Block en bouche, le patient se retrouve avec des béances postérieures bilatérales. Ceci est en concordance avec nos données, car nos différences significatives sont notées en OC seulement. Panchez et al<sup>47</sup> ont notés cette différence en CVM et expliquent de la même manière la cause de cette différence. Il est alors possible d'argumenter dans leur cas que l'occlusion sur des rouleaux de cotons en CVM ne devrait pas influencer l'EMG, par contre, sans les cotons et en position OC, les mesures EMG peuvent être variables. Ce modèle serait alors plus fidèle à la situation clinique, et en concordance avec nos données. Cependant, nous ne pouvons pas conclure que le CCF ne produit aucun changement au niveau musculaire. Nous pouvons juste affirmer qu'il existe une différence statistiquement significative entre les deux traitements au niveau des muscles temporaux.

Quels sont alors les événements au niveau musculaire? La littérature documente bien l'existence d'un changement musculaire lors des traitements avec un appareil myofonctionnel. Akagawa et al<sup>60</sup> ont conclu qu'il existe des changements adaptatoires aux niveaux des fibres musculaires en nombres et en volume après une élongation musculaire, dans un modèle humain et animal . Théoriquement, si un muscle est allongé jusqu'à une certaine limite selon la courbe tension/longueur d'un muscle (par effet visco-élastique du muscle),<sup>59</sup> il est capable de produire plus de force avec moins de recrutement musculaire. Ainsi, son EMG diminue.<sup>61</sup> Nos résultats obtenus avec le Twin Block en bouche au repos illustrent bien cet effet: l'étirement constant des muscles résulte en une diminution graduelle de notre EMG.

Dans le cadre de notre projet de recherche, la position antérieure de la mandibule entraîne un allongement des muscles masséters et des temporaux. Sachant que la force  $F$  d'un muscle est directement proportionnelle à son EMG et que, dans notre contexte, la force  $F$  maximale à  $T_0 = CVM$  à  $T_0 =$  recrutement maximal EMG. Ainsi, lors de l'élongation du muscle: pour la même Force  $F$ , notre EMG diminue. En d'autres mots, si la force de la CVM reste constante, l'EMG devrait alors diminuer au cours du temps. Mais il faut noter que la CVM doit produire la même force à chaque mesure. C'est à dire, qu'un instrument de mesure de la force doit être utilisé, lors de la prise de donnée, pour que cette force reste la même à chaque prise. Sans quoi l'analyse de l'EMG, avec une variation de la force en CVM, ne sera pas fiable étant donné que l'EMG est directement proportionnel à la force. Cette situation n'a pas fait parti de notre protocole dans notre projet recherche qui utilise des méthodes similaires aux articles cités dans cette maîtrise. Les forces aux temps  $T_1$  à  $T_6$  sont inconnues ou du moins pas exactement similaire à  $T_0$ . Par contre c'est une force associée à la CVM et donc à un recrutement maximal d'EMG.<sup>62</sup> Il est donc possible de suggérer l'hypothèse suivante : les résultats associés à la CVM devraient rester constant.

Cependant une hypothèse alternative impliquerait la possibilité d'une modification adaptatoire de la structure du muscle, au cours du temps. Ainsi l'EMG de la

CVM à T0 devrait être théoriquement similaire à l'EMG de la CVM à T6. Dans nos prises de données, nos patients mordaient sur deux pièces de cotons et produisaient une CVM plus ou moins constant. Si nous admettons que le patient mordait à chaque fois avec la même intensité (CVM) et que le muscle s'adaptait entre chaque rendez-vous alors l'EMG ne devrait pas varier au cours du temps. Un fait constaté dans nos résultats, sans Twin Block en bouche, étant donné que la comparaison des mesures EMG à travers le temps, pour tous les muscles, est non-significative.

## 6.4 Les limitations

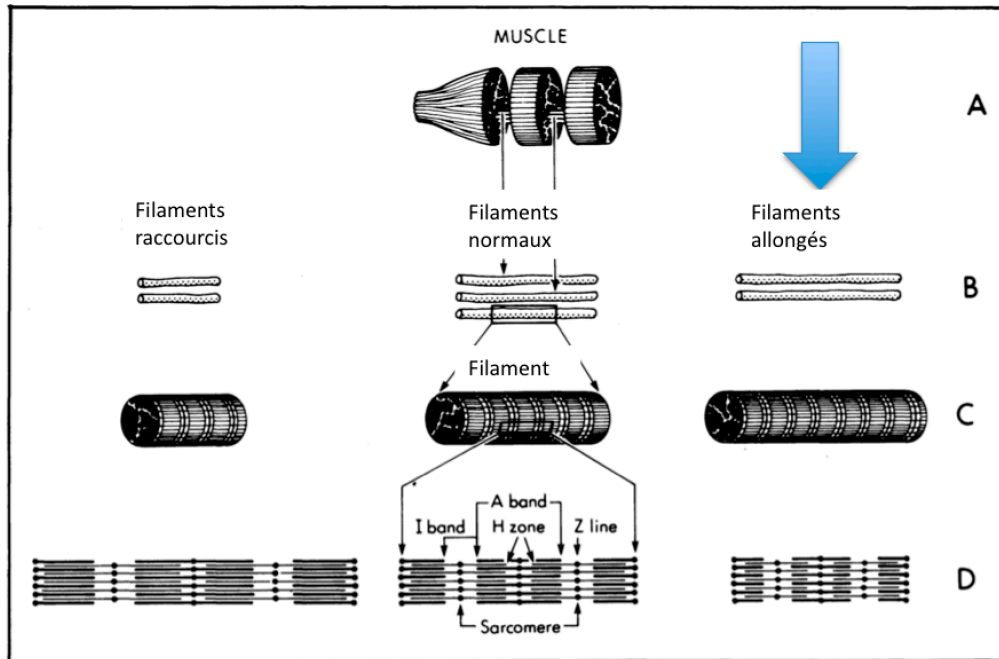
Ainsi, les limites de notre étude ont été établies par les mesures electromyographiques. Elles sont variables selon le placement des électrodes et un protocole<sup>49</sup> strict a permis le contrôle de cette variable. Par contre, le placement ne peut pas compenser pour la variation inter-individus. En effet, les mesures diffèrent selon l'épaisseur de la peau, de la couche lipidique sous jacente, de la direction des fibres, etc.<sup>63</sup> La solution à ce problème serait d'appliquer une normalisation des mesures par un rapport en pourcentage de CVM. Il existe aussi une variation intra-individuelle, c'est-à-dire qu'un patient peut inconsciemment mordre en OC ou en CVM avec une force différente, durant le même rendez-vous ou entre deux rendez-vous. Il faudrait alors, dans des études ultérieures, utiliser une jauge qui permettrait de mesurer la force produite aux différents exercices afin qu'elle soit similaire au cours du temps.

## 6.5 L'adaptation musculaire dans le modèle animal

Quels seraient les événements physiologiques durant un traitement avec un appareil myofonctionnel? Une raison, qui justifierait nos résultats, serait que l'adaptation musculaire n'est pas en relation directe avec l'EMG. Premièrement, malgré une relation linéaire entre l'EMG et la force musculaire en condition normale, l'allongement musculaire entraîne une relation sigmoïde entre les deux variables.<sup>64</sup> Deuxièmement, la littérature<sup>65</sup> démontre sur un modèle animal, qu'une élongation musculaire sur une

longue période induit une croissance de sarcomère chez l'adulte.<sup>66</sup> Le muscle s'adapte à sa nouvelle longueur en ajoutant des sarcomères à ses fibres afin de maintenir la même force au repos et ceci, dès les premières 24h. Ce phénomène est illustré dans la figure 40. Donc, théoriquement, une augmentation de sarcomères pourrait impliquer une augmentation de l'EMG et cette hypothèse serait valable s'il y a une augmentation du nombre absolu d'unités motrices (nerfs). Il faut noter d'ailleurs que, une fois la mobilisation mécanique est retirée, le muscle reprend sa forme initiale avec une réduction des sarcomères. Par contre, dans le contexte animal similaire, avec des sujets en croissance, l'adaptation musculaire se fait en partie avec l'ajout en longueur au niveau des tendons, mais pas en ajout de sarcomères.<sup>67</sup> Dans le contexte présent, le modèle animal ne peut pas être projeté sur un modèle humain, mais ceci expliquerait nos résultats non significatifs qui ne corrèlent pas avec nos résultats cliniques. Nos patients qui sont traités avec un Twin Block ou un CCF, ont une correction dento-alvéolaire, mais aussi une correction partiellement squelettique. Ces corrections influencent la longueur des muscles. Si la projection animale en croissance est possible, alors ceci expliquerait le succès des traitements de saut de l'occlusion chez les patients en croissance et non chez les patients adultes.

Nos résultats nous permettent d'observer qu'il n'y a aucun changement au cours du temps, mais ne nous permettent pas de conclure sur la méthode d'adaptation. C'est à dire que nos résultats ne réfutent pas le concept de l'adaptation musculaire dans les traitements si l'adaptation se fait au niveau du tendon. Cette supposition serait encore en accord avec l'hypothèse de la matrice fonctionnelle de Moss<sup>68</sup> puisque les changements tensionnels permettent l'expression de la loi de Wolff.



**Figure 40 L'influence de la longueur des muscles sur la quantité de sarcomères (Illustration adaptée de Gossman et al.<sup>66</sup>).**

Cette étude pilote nous permet d'établir une meilleure structure pour une recherche similaire, dans le futur. Un échantillon de population, plus important, pourra augmenter la puissance de nos résultats. Une standardisation de la collecte des données, avec une jauge de force musculaire, pourrait aider à obtenir des mesures plus comparables. Une mesure additionnelle au repos après les exercices permettrait d'avoir un portrait plus complet de l'état de repos. Il est clair que des électrodes intramusculaires diminueraient les interférences des autres muscles comparativement aux électrodes de surface, mais dans le contexte clinique et éthique, cette avenue n'est pas réalisable. L'ajout, dans la recherche, des muscles ptérygoïdiens externes serait un atout puisque leur attachement au condyle est le plus influencé par le traitement.<sup>34</sup> Cependant les limites éthiques et pratiques nous empêchent d'obtenir une recherche plus approfondie étant donné la position difficilement accessible de ce muscle.

Nos données actuelles nous permettent aussi d'analyser, dans un futur rapproché, les résultats squelettiques avec les radiographies céphalométriques et ainsi d'obtenir une comparaison encore plus précise, entre les deux appareils. Tandis que nos données



associées aux études polysomnographiques sont encore sous analyses et pourraient très probablement s'ajouter à nos conclusions.

## 7. Conclusions

- Avec le Twin Block en bouche, l'EMG augmente au cours du temps en CVM mais diminue en OC (normalisé).
- Sans le Twin Block en bouche et avec le CCF en bouche, l'EMG ne varie pas.
- Le Twin Block et le CCF sont différents au niveau des mesures de l'EMG au cours des neuf mois de traitement.
- Nos données ne nous permettent pas de conclure et d'agrèer avec aucune des théories que ce soit myotatique (Aggarwal<sup>45</sup>) ou visco-élastique (Haupt<sup>30</sup> et Sood<sup>48</sup>).
- Dans le contexte clinique, malgré une différence entre les deux appareils, l'adaptation musculaire semble être constante au cours du temps. Ceci suggère une stabilité musculaire pour chaque appareil et donc cette caractéristique n'est pas un critère déterminant dans le choix d'utilisation d'un Twin Block ou d'un CCF.

## Bibliographie

1. Proffit WR. Contemporary orthodontics, fifth edition St. Louis, Miss.: Elsevier/Mosby; 2013.
2. McNamara JA, Brudon WL, Kokich VG. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor, Mich.: Needham Press; 2001.
3. McNamara JA, Jr. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. Angle Orthod 1981;51:177-202.
4. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod 1975;67:125-138.
5. Gilmore WA. Morphology of the adult mandible in Class II, Division 1 malocclusion and in excellent occlusion. Angle Orthod 1950;20:137-146.
6. Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary treatment of dentofacial deformity. St. Louis, Mo. ; Toronto: Mosby; 2003.
7. Bishara SE. Class II Malocclusions: Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. Seminars of Orthodontics 2006;12:13.
8. Ngan P, Yiu C. Evaluation of treatment and posttreatment changes of protraction facemask treatment using the PAR index. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118:414-420.
9. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: functional appliances to midcentury. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:829-833.
10. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, McNamara JA, Jr. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:599 e591-512; discussion e591-596.
11. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. Angle Orthod 1982;52:88-112.
12. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA, Jr. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118:335-340.
13. Baccetti T, Franchi L, Toth LR, McNamara JA, Jr. Treatment timing for Twin-block therapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118:159-170.
14. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. Angle Orthod 2002;72:316-323.
15. Tiziano Baccetti LFaJAM, Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics Seminars of Orthodontics 2005;11:10.
16. Tiziano Baccetti LF, and James A. McNamara, Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. Seminars of Orthodontics 2005;11:10.
17. Netter FH, Hansen JT. Netter's clinical anatomy. Philadelphia: Saunders/Elsevier; 2010.
18. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 2: entering the modern era. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:510-515.
19. Herren P. [The functional mechanism of the activator]. SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 1953;63:829-879.
20. Pancherz H. The Herbst appliance--its biologic effects and clinical use. Am J Orthod 1985;87:1-20.

21. Frankel R. A functional approach to orofacial orthopaedics. *Br J Orthod* 1980;7:41-51.
22. Rakosi T, Graber TM, Alexander RG. Orthodontic and dentofacial orthopedic treatment. Stuttgart ; New York, NY: Thieme Medical Publishers; 2010.
23. Wadkar PV. Principles and practice of functional appliances *Scientific Journal* 2007;Volume I.
24. Moss ML, Rankow RM. The role of the functional matrix in mandibular growth. *Angle Orthod* 1968;38:95-103.
25. Enlow DH, Moyers RE, Merow WW. Handbook of facial growth. Philadelphia ; Toronto , Saunders; 1982.
26. Stutzmann J, Petrovic A. Intrinsic regulation of the condylar cartilage growth rate. *Eur J Orthod* 1979;1:41-54.
27. Carlson DC. Theories of Craniofacial Growth in the Postgenomic Era. *Seminars of Orthodontics* 2005;11:11.
28. Breitner C. Further investigations of bone changes resulting from experimental orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery* 1941;27:27.
29. McNamara JA, Jr., Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:98-108.
30. Haupl K. [Histological changes in functional orthodontics]. *Odontol Tidskr* 1952;60:209-234.
31. Stockli PW, Willert HG. Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am J Orthod* 1971;60:142-155.
32. Hoffer O, and Calico, G. L. Le modificazioni dell'A.T.M. conseguenti a spostamento mesiale della mandibola. *Rass. Int. Stomatol.* 1958;Prat. 9:27-40.
33. Baume LJ, Derichsweiler H. Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study in *Macaca mulatta*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:347-362.
34. McNamara JA, Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973;64:578-606.
35. McNamara JA, Jr., Carlson DS. Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am J Orthod* 1979;76:593-611.
36. Ahrens A, McGrath C, Hagg U. A systematic review of the efficacy of oral appliance design in the management of obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 2011;33:318-324.
37. Dolce C, McGorray SP, Brazeau L, King GJ, Wheeler TT. Timing of Class II treatment: skeletal changes comparing 1-phase and 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:481-489.
38. Dermaut LR, Aelbers CM. Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality. A review of the literature--Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:667-671.
39. Fränkel R, Fränkel C. Orofacial orthopedics with the function regulator. Basel: Karger; 1989.
40. Pancherz H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of class II malocclusions. *Eur J Orthod* 1981;3:49-60.
41. McNamara JA, Jr., Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Frankel appliances in the treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:134-144.

42. Clark WJ. The twin block technique. A functional orthopedic appliance system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:1-18.
43. Flores-Mir C, Barnett G, Higgins DW, Heo G, Major PW. Short-term skeletal and dental effects of the Xbow appliance as measured on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:822-832.
44. Basmajian JV. *Muscles alive; their functions revealed by electromyography*. Baltimore,: Williams et Wilkings; 1974.
45. Aggarwal P, Kharbanda OP, Mathur R, Duggal R, Parkash H. Muscle response to the twin-block appliance: an electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:405-414.
46. Ahlgren J, Bendeus M. Changes in length and torque of the masticatory muscles produced by the activator appliance. A cephalometric study. *Swed Dent J Suppl* 1982;15:27-35.
47. Pancherz H, Anehus-Pancherz M. Muscle activity in class II, division 1 malocclusions treated by bite jumping with the Herbst appliance. An electromyographic study. *Am J Orthod* 1980;78:321-329.
48. S.Sood OPK, R. Duggal, M. Sood, S. Gulati. Muscle Response with Rigid Fixed Functional Appliance - An EMG Study of Masseter and Anterior Temporalis Muscles Muscle Response with Rigid Fixed Functional Appliance *Virtual Journal of Orthodontics* 2011.
49. Yuen SW, Hwang JC, Poon PW. Changes in power spectrum of electromyograms of masseter and anterior temporal muscles during functional appliance therapy in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:301-307.
50. Andresen V, Häupl K. *Funktions-kieferorthopädie*. Leipzig,: H. Meusser; 1936.
51. Miles TS, Flavel SC, Nordstrom MA. Stretch reflexes in the human masticatory muscles: a brief review and a new functional role. *Hum Mov Sci* 2004;23:337-349.
52. Sood S, Kharbanda OP, Duggal R, Sood M, Gulati S. Neuromuscular adaptations with flexible fixed functional appliance--a 2-year follow-up study. *J Orofac Orthop* 2011;72:434-445.
53. Annexe 2. Échelle de somnolence adaptée à l'enfant (enfant/préadolescent: 7-13 ans). In: Challamel M-J, editor. *Le sommeil de l'enfant*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2009. p. 182.
54. Lavigne GJ, Rompre PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism: validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *J Dent Res* 1996;75:546-552.
55. Chervin RD, Hedger K, Dillon JE, Pituch KJ. Pediatric sleep questionnaire (PSQ): validity and reliability of scales for sleep-disordered breathing, snoring, sleepiness, and behavioral problems. *Sleep Med* 2000;1:21-32.
56. Basson RA, Mwaba K, Rossouw RJ, Geerts GAVM, Kotze TJv, Stuhlinger ME. The significance of sub-threshold symptoms of anxiety in the aetiology of bruxism. *South African Journal of Psychology* 2010;40:174-181.
57. Instituts-de-la-statistique-du-Québec. Étude longitudinale du développement des enfants du Québec (ÉLDEQ).
58. Burden A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:1023-1035.
59. Oatis CA. *Kinesiology : the mechanics and pathomechanics of human movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.

60. Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Changes in the pattern of SDH and PhR staining in fibres of rat masseter muscle following long-term functional stretch. *Arch Oral Biol* 1983;28:447-451.
61. Inman VT, Ralston HJ, Saunders JB, Feinstein B, Wright EW, Jr. Relation of human electromyogram to muscular tension. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1952;4:187-194.
62. Pucci AR, Griffin L, Cafarelli E. Maximal motor unit firing rates during isometric resistance training in men. *Exp Physiol* 2006;91:171-178.
63. Luca D. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*. 13:135-63. 1997;13:128.
64. Guimaraes AC, Herzog W, Hulliger M, Zhang YT, Day S. Effects of muscle length on the EMG-force relationship of the cat soleus muscle studied using non-periodic stimulation of ventral root filaments. *J Exp Biol* 1994;193:49-64.
65. Soderberg GL, Cook TM. Electromyography in biomechanics. *Phys Ther* 1984;64:1813-1820.
66. Gossman MR, Sahrman SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle. Experimental evidence and clinical implications. *Phys Ther* 1982;62:1799-1808.
67. Tardieu C, Tabary JC, Tabary C, Huet de la Tour E. Comparison of the sarcomere number adaptation in young and adult animals. Influence of tendon adaptation. *J Physiol (Paris)* 1977;73:1045-1055.
68. Moss ML. A theoretical analysis of the functional matrix. *Acta Biotheor* 1968;18:195-202.





## **Annexe 1 – Formulaire de consentement éclairé**



## Suivi clinique d'avancement mandibulaire par appareil myofonctionnel suivi par l'expansion palatine rapide.

### Chercheurs :

Kenneth Lam DMD – Résident-chercheur, candidat à la maîtrise en médecine dentaire, option orthodontie  
Judith Limoges DMD – Résidente-chercheuse, candidate à la maîtrise en médecine dentaire, option orthodontie  
Nelly Huynh PhD – Professeure sous octroi adjointe

### Collaborateurs :

Andrée Montpetit DMD MSc – Professeure adjointe  
Nathalie Rei DMD MSc – Professeure adjointe  
Hicham El-Khatib DMD MSc – Professeur agréé

Ce projet de recherche est financé par le fond de démarrage du Dre Huynh.

### Description du projet de recherche

Ce formulaire est dédié au « titulaire de l'autorité parentale » pour patient mineur. La participation à cette étude est entièrement volontaire et bénévole. Veuillez prendre le temps de lire attentivement ce formulaire d'information et de consentement. Nous vous invitons ensuite à poser toutes les questions nécessaires pour votre compréhension.

Votre enfant (10-15 ans) est invité à participer à un projet de recherche parce que sa mâchoire du bas est trop reculée par rapport à sa mâchoire du haut. Pour corriger ceci, votre enfant a besoin d'un traitement d'orthodontie avec un appareil qui permet d'avancer la mâchoire du bas et d'élargir le palais.

Ce traitement couramment utilisé en orthodontie permet donc de rétablir un équilibre entre la mâchoire du haut et du bas. Cette étude veut évaluer les effets de ce traitement orthodontique standard sur l'adaptation des muscles de la mâchoire, la douleur de l'articulation de la mâchoire, l'anatomie de la tête et des voies respiratoires dans le **premier volet (contexte clinique normal)**.

L'avancement de la mâchoire du bas peut, selon la littérature, améliorer les dimensions des voies aériennes supérieures, ce qui, par conséquent, aurait un effet bénéfique sur la respiration durant le sommeil. Il est maintenant connu que des problèmes de respiration lors du sommeil ont plus de chances de rendre celui-ci non récupérateur. Alors peut s'en suivre des conséquences sur la santé, le comportement et les performances à l'école de l'enfant. Le **deuxième volet (mesure expérimentale)** vise à évaluer la respiration durant le sommeil et les effets sur le comportement de votre enfant.

Nous allons également faire la comparaison de deux appareils d'avancement couramment utilisés en clinique (tous deux reconnus actuellement comme égaux et valables cliniquement), soit fixe ou amovible. Les résultats de cette étude permettront peut-être d'observer des différences entre ces deux appareils et ainsi éclairer le praticien dans le choix d'un appareil d'avancement mandibulaire. Aussi, nous pourrons, fort probablement, mieux guider les futurs patients de cette thérapie, sur les effets ressentis lors du port des appareils.

Nous voulons recruter 44 enfants, âgés entre 10 et 15 ans, qui recevront un appareil d'avancement afin de corriger une mâchoire du bas trop reculée par rapport à la mâchoire du haut. Ces traitements d'orthodontie seront faits à la clinique d'orthodontie de l'Université de Montréal. Les enfants seront divisés en 2 groupes de 22 enfants chacun: avec appareil fixe ou avec appareil amovible. Le type d'appareil d'avancement utilisé, fixe ou amovible, sera choisi de façon aléatoire. Toutes les étapes de l'étude seront les mêmes pour les 2 groupes.

#### **Nature, durée et conditions de la participation**

Si vous recevez ce formulaire c'est que votre enfant a été sélectionné à la clinique d'orthodontie pour recevoir un traitement d'avancement. Votre décision sur la participation à cette étude n'aura aucune influence sur ce droit d'être patient à la clinique. La participation de votre enfant à l'étude n'affectera en rien son traitement d'avancement. **Un enfant participant à cette étude sera soumis au même nombre de visites qu'un enfant qui reçoit le même traitement, mais qui ne participe pas l'étude.**

Selon les procédures habituelles à la clinique d'orthodontie de l'Université de Montréal, l'appareil d'avancement mandibulaire combiné à une expansion palatine sera mis en bouche chez votre enfant. Les démarches demandées pour ce projet de recherche ne nécessitent **pas de visites additionnelles pour le VOLET 1. Les enregistrements de sommeil pour le VOLET 2 seront envoyés directement à la maison par courrier prioritaire et ne demande donc pas de déplacement de votre part.** Voici la liste des visites habituelles demandées, ainsi que les démarches faites dans le cadre de ce projet de recherche

**VISITE 1** Examen dentaire qui consiste en la prise de données initiales essentielles dans le but de poser un diagnostic orthodontique et confirmer la nécessité d'une thérapie d'avancement la mâchoire du bas et d'élargir le palais (l'examen est une procédure habituelle avant chaque traitement d'orthodontie). Le projet de recherche vous sera présenté et expliqué.

**VISITE 2a** Le choix aléatoire de l'appareil sera fait à cette visite. Si votre enfant devait recevoir un appareil amovible, alors une prise d'empreinte de ces dents sera faite. Dans le cas d'un appareil sur fixe, des séparateurs seront insérés.

- **VOLET 2 :** À cette visite, nous demanderons à votre enfant de remplir un questionnaire sur son comportement général (10 min) et des questionnaires sur le sommeil (10 min).

**VISITE 2b** Les enfants recevant un appareil fixe seront revus selon les étapes habituelles pour cet appareil. Cette visite sert à ajuster les bagues et à prendre une empreinte des dents du haut et du bas.  Oui (appareil fixe)  Non (appareil amovible)

**VOLET 2 :** L'appareil d'enregistrement de sommeil sera envoyé à la maison du patient et retourné par courrier prioritaire. Le parent et l'enfant pourront facilement appliquer les capteurs nécessaires et auront accès à un support téléphonique assuré par l'équipe de recherche. Le soir de l'enregistrement, il sera demandé à l'enfant sera demandé de remplir un questionnaire du soir et un questionnaire de somnolence (10min). Le lendemain matin, la coopération de l'enfant sera sollicitée de nouveau afin de compléter un questionnaire du matin.

**VISITE 3** L'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire seront mesurés. L'appareil orthodontique sera mis en bouche et ajusté de façon habituelle pour ce genre de procédure. Un petit journal quotidien sur le confort et la douleur associés à l'appareil sera remis au patient et devra être complété à la maison (5 min).

**VISITE 4** Le rendez-vous de suivi sera fait telle que la procédure habituelle, soit 7 jours après la mise en bouche. Une évaluation de l'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire sera faite.

**VISITE 5** Le rendez-vous de suivi sera fait selon la procédure habituelle, soit 4 semaines après la VISITE 4. Une évaluation de l'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire sera faite. Seront aussi évalués : l'avancement mandibulaire et l'occlusion obtenus.

**VOLET 2 :** L'appareil d'enregistrement de sommeil sera envoyé à la maison du patient et retourné par courrier prioritaire. Le parent et l'enfant pourront facilement appliquer les capteurs nécessaires toujours avec le support téléphonique de l'équipe de recherche en cas de besoin. Le soir de l'enregistrement, il sera demandé à l'enfant de remplir un questionnaire du soir et un questionnaire de somnolence (10min). Le lendemain matin, la coopération de l'enfant sera demandée afin de remplir un questionnaire du matin.

**VISITE 6** Le rendez-vous de suivi sera fait selon la procédure habituelle, soit 8 semaines après la VISITE 5. Une évaluation de l'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire sera faite. Seront aussi évalués : l'avancement mandibulaire et l'occlusion obtenus. L'activation de l'expansion palatine débutera à ce moment (début des tours de vis).



**VISITE 7** Le rendez-vous de suivi sera fait selon la procédure habituelle, soit 8 semaines après la VISITE 6. Seront aussi évalués : l'avancement mandibulaire et l'occlusion obtenus. Une évaluation de l'avancement mandibulaire et de l'occlusion sera faite. Fin de l'activation de l'expansion palatine (ligature de la vis).

**VISITE 8** Le rendez-vous de suivi sera fait selon la procédure habituelle, soit 8 semaines après la VISITE 7. Une évaluation de l'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire sera faite. Une prise de radiographie (procédure habituelle) ayant pour but l'évaluation de la progression du traitement.

**VISITE 9** Fin du traitement d'avancement, retrait de l'appareil, soit 9 mois après la mise en bouche. Une évaluation de l'articulation de la mâchoire et l'activité des muscles de la mâchoire sera faite. Seront aussi évalués : l'avancement mandibulaire et l'occlusion obtenus. Le petit journal quotidien sera récupéré par le résident traité.

- **VOLET 2 :** À cette visite, nous demanderons à votre enfant de remplir un questionnaire sur son comportement général (10 min) et des questionnaires sur le sommeil (10 min).

Après le traitement d'avancement de la mâchoire, le patient poursuivra, au moment opportun son traitement complet (broches haut et bas) à la clinique d'orthodontie majeure de l'Université de Montréal.

**VOLET 2 :** L'appareil d'enregistrement de sommeil sera envoyé à la maison du patient et retourné par courrier prioritaire. Le parent et l'enfant pourront facilement appliquer les capteurs nécessaires toujours avec le support téléphonique de l'équipe de recherche. Le soir de l'enregistrement, il sera demandé à l'enfant de remplir un questionnaire du soir et un questionnaire de somnolence (10min). Le lendemain matin, la coopération de l'enfant sera sollicitée afin de remplir un questionnaire du matin.

**Nuit de sommeil – Installation fait par un parent à la maison (10 min) :**

- 1-Un petit capteur sera installé à la maison sur la main gauche (pour les droitiers) ou droite (pour les gauchers). Le capteur sera maintenu en place durant la nuit avec une bandelette autocollante qui vous sera fournie. Ce capteur sert à mesurer le taux d'oxygène dans le sang lors du sommeil.
- 2-Un tube de plastique, servant à mesurer la respiration de votre enfant, sera placé sous le nez de votre enfant et derrière ses oreilles.
- 3-Avant d'aller au lit, deux ceintures devront être enfilées par votre enfant; une sur le thorax et l'autre sur le ventre. Elles s'attachent facilement à l'aide de velcro. Elles permettront d'observer les efforts effectués par votre enfant lorsqu'il respire lors de son sommeil.

4-Un micro sera collé sous le menton pour mesurer les vibrations occasionnées par le ronflement durant le sommeil.

### **Bénéfices et inconvénients**

Votre enfant ne retirera aucun bénéfice personnel de sa participation à cette étude. Cependant, vous recevrez de l'information sur l'effet du traitement sur l'articulation et les muscles de la mâchoire, sur les voies respiratoires et la respiration durant le sommeil de votre enfant. La participation de votre enfant à cette étude sera bénéfique à l'avancement général des connaissances sur les effets de ce type de traitement.

Aucun risque n'est associé à cette étude. Certains inconforts temporaires sont à prévoir, tel un sommeil légèrement perturbé votre enfant n'ayant pas l'habitude de dormir avec un appareil d'enregistrement. Ces petits inconforts proviennent majoritairement du tube présent sous le nez et des ceintures sur le ventre et le thorax.

### **Compensation**

Pour faciliter la participation dans le VOLET 2 de cette étude, l'appareil d'enregistrement de sommeil sera envoyé au sujet et retourné par la suite au laboratoire par courrier prioritaire aux frais du laboratoire. Une compensation aux participants du VOLET 2 sera offerte à la fin du projet sous forme d'un certificat cadeau d'un montant de 20\$ (FutureShop, iTunes, cinéma). Cependant, le coût des traitements orthodontiques demeurent l'entière responsabilité des parents.

### **Diffusion des résultats**

Vous pourrez communiquer avec l'équipe de recherche afin d'obtenir de l'information sur l'avancement des travaux ou les résultats du projet de recherche. L'état d'avancement de nos travaux vous sera communiqué ensuite par la poste ou par courriel à la fin du projet

### **Protection de la confidentialité**

Durant la participation de votre enfant à ce projet, l'équipe de recherche recueillera dans un dossier de recherche (à distinguer du dossier clinique) les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques. Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels. Votre enfant sera identifié par un numéro de code auquel seul l'équipe de recherche aura accès. La clé du code, reliant son nom au 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 le dossier de recherche de votre enfant 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, son dossier pourra être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche en santé (CERES) de l'Université de Montréal. Toutes ces personnes respecteront la politique de confidentialité.

Les données et les radiographies de votre enfant pourront être publiées dans des revues scientifiques, congrès mais il ne sera pas possible d'identifier votre enfant.

### Droit de retrait

Vous pouvez retirer la participation de votre enfant à cette étude à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison. Vous avez simplement à aviser la personne-ressource de l'équipe de recherche et ce, par simple avis verbal. Si votre enfant est retiré de l'étude, **son traitement orthodontique sera complété au département d'orthodontie selon les étapes cliniques habituelles.**

### Personnes-ressources

Si vous avez des questions sur les aspects scientifiques du projet de recherche, vous pouvez contacter Kenneth Lam DMD, à [REDACTED] ou Judith Limoges DMD, à [REDACTED]. Si vous voulez retirer votre enfant de l'étude, vous pouvez contacter Nelly Huynh PhD, au [REDACTED]

Pour toute information d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule la participation de votre enfant à ce projet, vous pouvez contacter le coordonnateur du Comité d'éthique de la recherche en santé (CERES) par courriel [REDACTED] ou par téléphone au [REDACTED]

Pour plus d'information sur vos droits comme participants, vous pouvez consulter le portail des participants de l'Université de Montréal à l'adresse suivante : [REDACTED]

Toute plainte relative à la participation de votre enfant à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone [REDACTED] ou à l'adresse courriel [REDACTED]. L'ombudsman accepte les appels à frais virés. Il s'exprime en français et en anglais et prend les appels entre 9h et 17h.

### Consentement

La participation de votre enfant à cette étude est tout à fait volontaire. En temps que « titulaire de l'autorité parentale », vous êtes donc libre d'accepter ou de refuser d'y participer sans que cela n'affecte ses traitements d'orthodontie.

J'accepte de participer au :  VOLET 1 seulement  VOLETs 1 et 2

\_\_\_\_\_  
Prénom et nom du titulaire de l'autorité  
parentale  
(caractère d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Signature du titulaire de l'autorité  
parentale

Date : \_\_\_\_\_

### Assentiment du mineur

À titre de chercheur principal, j'ai expliqué le projet de recherche à, \_\_\_\_\_ . Ce dernier m'a indiqué qu'il acceptait de participer à ce projet de recherche.

\_\_\_\_\_  
Prénom et nom du chercheur principal  
(caractère d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Signature du chercheur principal

Date : \_\_\_\_\_





