

2m11.2809.2

Université de Montréal

**Évaluation des changements de la relation condyle/fosse glénoïde et  
des autres facteurs contribuant à la réduction du surplomb  
horizontal dans les malocclusions de Classe II squelettiques traitées  
par approche myofonctionnelle chez des enfants en croissance –  
étude clinique contrôlée**

Par

Thanh-De Nguyen

Département de santé buccale

Faculté de médecine dentaire

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

Janvier 2000

© Thanh-De Nguyen, 2000



WH

5

W58

2000

N.002

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Évaluation des changements de la relation condyle/fosse glénoïde et  
des autres facteurs contribuant à la réduction du surplomb  
horizontal dans les malocclusions de Classe II squelettiques traitées  
par approche myofonctionnelle chez des enfants en croissance –  
étude clinique contrôlée**

Présenté par :  
Thanh-De Nguyen

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Claude Remise  
Dr Morris Wechsler  
Dre Hélène Lemay  
Dr Jean-Charles Létourneau

Mémoire accepté le : 2000.05.02

## SOMMAIRE

---

Le traitement des malocclusions de Classe II a très souvent comme objectif la correction de la disharmonie squelettique présente. Pour les patients dont la croissance est terminée, s'il n'y a place pour aucun compromis, la seule alternative est souvent la thérapie chirurgicale. Cependant, lorsqu'il y a encore potentiel de croissance, il existe trois options non mutuellement exclusives: restriction de la croissance du maxillaire, stimulation de la croissance mandibulaire et mouvements dento-alvéolaires correctifs.

Les résultats sur la restriction de la croissance maxillaire sont bien documentés dans les écrits. Il va sans dire que les mouvements dento-alvéolaires sont aussi possibles puisque pratiqués depuis de nombreuses années par l'application des règles de la biomécanique au système dento-squelettique. Par contre, pour ce qui est de la stimulation de la croissance mandibulaire, communément appelée "thérapeutique myofonctionnelle", la question reste encore entière.

L'actuel projet consiste à évaluer, suite à un traitement myofonctionnel chez des enfants en croissance, les changements de la relation du condyle par rapport à la fosse glénoïde et les autres facteurs contribuant à la correction de la malocclusion de Classe II, tout particulièrement ceux qui diminuent le surplomb horizontal. Il s'agit d'une étude pilote contrôlée. Vingt-cinq (25) patients, présentant une malocclusion de

Classe II division 1, furent sélectionnés sur la base de leurs similarités morphologiques déterminées céphalométriquement. Deux groupes, l'un de 13 patients et l'autre de 12, furent formés pour participer à notre étude; le premier groupe fut le groupe expérimental ("groupe-traitement"), le deuxième servit de groupe de comparaison ("groupe-contrôle"). Le groupe-traitement reçoit une thérapie myofonctionnelle par appareil "bionator" pendant un an alors que, pour la même période de temps, aucun traitement n'est entrepris pour le groupe-contrôle. L'analyse céphalométrique de chaque patient des deux groupes s'est faite sur des céphalogrammes pris à l'aide d'une cassette radiologique spéciale permettant une meilleure lecture des structures de l'articulation temporo-mandibulaire et un contraste accru des tissus mous.

L'analyse des résultats révèle que la diminution du surplomb horizontal est attribuée en grande partie à des changements dento-alvéolaires (54,04%) et à une posture antérieure des condyles (29,37%). De plus, les résultats montrent qu'il n'y a pas eu de différences significatives d'augmentation de la longueur mandibulaire entre les deux groupes inclus dans l'étude. Cette recherche a donc permis de conclure que, dans les conditions expérimentales de celle-ci, le traitement myofonctionnel n'a produit aucune stimulation significative de la croissance mandibulaire et que l'effet obtenu est principalement limité à la composante dento-alvéolaire.

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>iii</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>viii</b>
<b>DESCRIPTION DES POINTS, PLANS ET ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>x</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>REVUE DE LA LITTÉRATURE .....</b>	<b>5</b>
BIONATOR .....	5
FRÄNKEL .....	13
TWIN BLOCK .....	26
HERBST .....	32
ACTIVATEUR .....	44
<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES .....</b>	<b>53</b>
DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON EXPÉRIMENTAL ET DU PROTOCOLE DE RECHERCHE .....	53
DÉTERMINATION DU CENTRE GÉOMÉTRIQUE DU CONDYLE ET DE LA FOSSE GLÉNOÏDE.....	68
<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>74</b>
ANALYSES STATISTIQUES .....	74
FIABILITÉ .....	75
<i>Variables nominales (CoX et CoY).....</i>	75
<i>Variables numériques.....</i>	76
COMPARAISON ENTRE LES DEUX GROUPES AVANT TRAITEMENT .....	77

COMPARAISON ENTRE LES VARIABLES DES TEMPS INITIAL ET FINAL POUR CHACUN DES GROUPES.....	80
COMPARAISON DES DIFFÉRENCES AUX TEMPS INITIAL ET FINAL ENTRE LES DEUX GROUPES.....	86
<i>Effets squelettiques</i> .....	86
Positions antéro-postérieure et verticale des maxillaires .....	86
Longueurs maxillaire et mandibulaire .....	87
Position du condyle .....	87
Remodelage de la fosse glénoïde.....	89
<i>Effets dentaires</i> .....	89
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>94</b>
FACTEURS SQUELETTIQUES .....	94
FACTEURS DENTAIREs .....	105
DIMINUTION DU SURPLOMB HORIZONTAL DURANT LE TRAITEMENT .....	107
ÉVALUATION DE LA CONTRIBUTION DU CHANGEMENT DE L'ANGLE DES INCISIVES DANS LA RÉDUCTION DU SURPLOMB HORIZONTAL DURANT LE TRAITEMENT .....	108
ÉVALUATION DE LA CONTRIBUTION RELATIVE DE CHACUN DES FACTEURS CONNUS DANS LA RÉDUCTION DU SURPLOMB HORIZONTAL .....	111
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>119</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

TABLEAU I : MESURES IDENTIFIÉES SUR LES CÉPHALOGRAMMES LATÉRAUX (EXCEPTÉ RM QUI EST OBTENUE CLINIQUEMENT).....	60
TABLEAU II : COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES $\pm$ UN ÉCART-TYPE (ET) AU TEMPS INITIAL ENTRE LES DEUX GROUPES. ....	78
TABLEAU III : DIFFÉRENCES MOYENNES ENTRE LES TEMPS INITIAL ET FINAL DES VARIABLES DU GROUPE-TRAITEMENT $\pm$ UN ÉCART-TYPE (ET). POUR COX ET COY, LA MÉDIANE, AVEC L'INTERVALLE ENTRE PARENTHÈSES, EST INDIQUÉE. ....	83
TABLEAU IV : DIFFÉRENCES ENTRE LES TEMPS INITIAL ET FINAL DES VARIABLES DU GROUPE-CONTRÔLE $\pm$ UN ÉCART-TYPE (ET).....	84
TABLEAU V : NOMBRE DE PATIENTS DANS CHACUNE DES CATÉGORIES EN FONCTION DU GROUPE .....	88
TABLEAU VI : POURCENTAGE DE PATIENTS DANS CHACUNE DES CATÉGORIES EN FONCTION DU GROUPE .....	88
TABLEAU VII : COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENCES MOYENNES $\pm$ UN ÉCART-TYPE AUX TEMPS INITIAL ET FINAL POUR CHACUN DES GROUPES. ....	90
TABLEAU VIII : LONGUEUR MANDIBULAIRE (Co-PG, EN MM) POUR CHACUN DES PATIENTS DE L'ÉTUDE .....	92
TABLEAU IX : CONTRIBUTION RELATIVE DE LA RÉDUCTION TOTALE MOYENNE DU SURPLOMB HORIZONTAL DE 6,81 MM. ....	112



## LISTE DES FIGURES

---

FIGURE 1 : SCHÉMA ILLUSTRANT LES POINTS CÉPHALOMÉTRIQUES .....	xiii
FIGURE 2 : POINTS DU MENTON .....	xiii
FIGURE 2.1 : LE BIONATOR, VUE FRONTALE .....	5
FIGURE 2. 2 : LE BIONATOR, VUE LATÉRALE .....	6
FIGURE 2. 3 : LE BIONATOR EN BOUCHE .....	6
FIGURE 2. 4 : L'APPAREIL FRÄNKEL, VUE FRONTALE.....	13
FIGURE 2. 5 : L'APPAREIL FRÄNKEL, VUE LATÉRALE .....	14
FIGURE 2. 6 : L'APPAREIL FRÄNKEL, VUE FRONTALE INTRA-BUCCALE .....	14
FIGURE 2. 7 : ILLUSTRATION DU <i>TWIN BLOCK</i> .....	27
FIGURE 2. 7 : ILLUSTRATION DU <i>TWIN BLOCK</i> .....	28
FIGURE 2. 9 : APPAREIL HERBST, POSITION FERMÉE DE LA MANDIBULE .....	32
FIGURE 2. 10 : APPAREIL HERBST, ILLUSTRÉ SUR MODÈLES (NON-MONTÉS SUR ARTICULATEUR) .....	33
FIGURE 2. 11: ILLUSTRATION DE L'ACTIVATEUR SUR UN MODÈLE.....	44
FIGURE 2. 12 : VUE FRONTALE DE L'ACTIVATEUR EN BOUCHE.....	45
FIGURE 2. 13 : VUE LATÉRALE DE L'ACTIVATEUR EN BOUCHE .....	45
FIGURE 2. 14 : ACTIVATEUR UTILISÉ AVEC UN <i>HEADGEAR</i> .....	46
FIGURE 3. 1 : EXEMPLE DE RADIOGRAPHIE OBTENUE À L'AIDE DE LA CASSETTE CÉPHALOMÉTRIQUE <i>P.O.C.</i> ™ ILLUSTRANT UNE MEILLEURE VISUALISATION DE LA ZONE DE L'ARTICULATION TEMPOROMANDIBULAIRE, AINSI QU'UN CONTRASTE ACCRU DE LA ZONE DES TISSUS MOUS. ....	59
FIGURE 3. 2 : ILLUSTRATION DES ANGLES ET DES MESURES : LMX, /1, 1/ ET PO .....	63
FIGURE 3. 3 : ILLUSTRATION DES ANGLES ET DES MESURES : N-A, N-B, N-PG, LMD ET IS .....	64
FIGURE 3. 4 : ILLUSTRATION DES ANGLES ET DES MESURES : N-A-PG ET FMA .....	65
FIGURE 3. 5 : ILLUSTRATION DES ANGLES ET DES MESURES : 1/-/1, RM, LFH, OJ ET OB .....	66
FIGURE 3. 6 : ILLUSTRATION DES ANGLES ET DES MESURES : SNA, SNB, ANB ET G'-SN-PG'67	
FIGURE 3. 7 : TRACÉ ET IDENTIFICATION DES CENTRES GÉOMÉTRIQUES DU CONDYLE ET DE LA FOSSE GLÉNOÏDE .....	70

FIGURE 3. 8 : PLAN CARTÉSIEN ADAPTÉ AUX MESURES UTILISÉES INDIQUANT LE SIGNE DE CoX ET DE CoY, SELON LEURS POSITIONS PAR RAPPORT À CGFG.....	72
FIGURE 3. 9 : SUPERPOSITION SUR SELLA ANTÉRIEUR ILLUSTRANT LE DÉPLACEMENT DE LA FOSSE GLÉNOÏDE, DÉTERMINÉ PAR LA DISTANCE ENTRE LE CGFG AU TEMPS T1 (EN BLEU) ET CGFG AU TEMPS T0 (EN ROUGE).....	72
FIGURE 5. 1 : SUPERPOSITION SUR LE MAXILLAIRE ILLUSTRANT LA CONTRIBUTION HORIZONTALE DU CHANGEMENT DE L'ANGLE DE L'INCISIVE SUPÉRIEURE. LE TRACÉ CONTINU REPRÉSENTE LES STRUCTURES AU TEMPS INITIAL ET LE TRACÉ POINTILLÉ REPRÉSENTE LES STRUCTURES AU TEMPS FINAL. ....	109
FIGURE 5. 2 : SUPERPOSITION SUR LA MANDIBULE ILLUSTRANT LA CONTRIBUTION HORIZONTALE DU CHANGEMENT DE L'INCLINAISON DE L'INCISIVE INFÉRIEURE. LE TRACÉ CONTINU REPRÉSENTE LES STRUCTURES AU TEMPS INITIAL ET LE TRACÉ POINTILLÉ REPRÉSENTE LES STRUCTURES AU TEMPS FINAL. ....	110

## DESCRIPTION DES POINTS, PLANS ET ABRÉVIATIONS

---

Dans le présent travail, les points et plans céphalométriques sont définis comme suit (figures 1 et 2):

*Po (Porion anatomique)*: point supérieur du méat auditif externe

*Or (Orbitale)* : point le plus inférieur du rebord orbital

*FH (Plan de Frankfort anatomique)*: plan passant par Po et Or

*N (Nasion)* : point le plus antérieur de la suture fronto-nasale

*A (Subspinale)* : point le plus profond de la concavité antérieure du procès alvéolaire maxillaire

*B (Supramentale)* : point le plus profond de la concavité antérieure du procès alvéolaire mandibulaire

*Pg (Pogonion)* : point le plus antérieur de l'os du menton

*S (Sella)* : point central de la selle turcique

*G' (Glabelle tissus mous)* : point le plus antérieur de l'os frontal sur les tissus mous

*Sn (Subnasale)* : jonction entre le contour du nez et de la lèvre supérieure sur les tissus mous

*Pg' (Pogonion tissus mous)* : point le plus antérieur de l'os du menton sur les tissus mous

*Go (Gonion)* : point obtenu par les lignes tangentes aux bords postérieur et inférieur de la mandibule

- Me (Menton)* : point le plus inférieur de la symphyse mentonnière
- Gn (Gnathion)* : point central entre Pg et Me sur la symphyse mentonnière
- PM (Promentale)* : point entre B et Pg où la concavité devient convexité
- Ar (Articulare)* : intersection entre la base crânienne et la surface postérieure du col du condyle
- ANS (Anterior Nasal Spine)* : point le plus antérieur de l'épine nasale antérieure
- PNS (Posterior Nasal Spine)* : point le plus postérieur du palais dur
- PP (Palatal plane)* : plan reliant ANS et PNS
- I/* : incisive supérieure
- /I* : incisive inférieure
- Co (Condylion)* : point le plus postérieur et supérieur de la tête du condyle
- Stm S (Stomion supérieur)* : point le plus inférieur de la lèvre supérieure
- SNA (°)* : Mesure de l'angle formé par les points S-N-A
- SNB (°)* : Mesure de l'angle formé par les points S-N-B
- ANB (°)* : Différence entre les angles SNA et SNB
- G'-Sn-Pg' (°)* : Mesure de l'angle formé entre les points G-Sn-Pg' ou mesure de la convexité faciale des tissus mous
- FMA (°)* : Angle du plan Go-Me par rapport à FH : angle du plan mandibulaire
- LFH (mm)* : Distance perpendiculaire à FH de ANS-Me : mesure de l'étage facial inférieur
- LMd (mm)* : Distance entre les points Co-Pg
- LMx (mm)* : Distance parallèle à FH entre les points ANS et PNS

*OJ (mm)* : Distance parallèle à FH entre les surfaces labiales les plus antérieures des incisives supérieure et inférieure : surplomb horizontal

*OB (mm)* : Distance perpendiculaire à FH entre les bouts incisifs supérieur et inférieur des incisives les plus extrudées : surplomb vertical

*PO (°)* : Angle formé par la bissectrice du surplomb vertical des molaires et celui des incisives (le plan occlusal anatomique) et FH

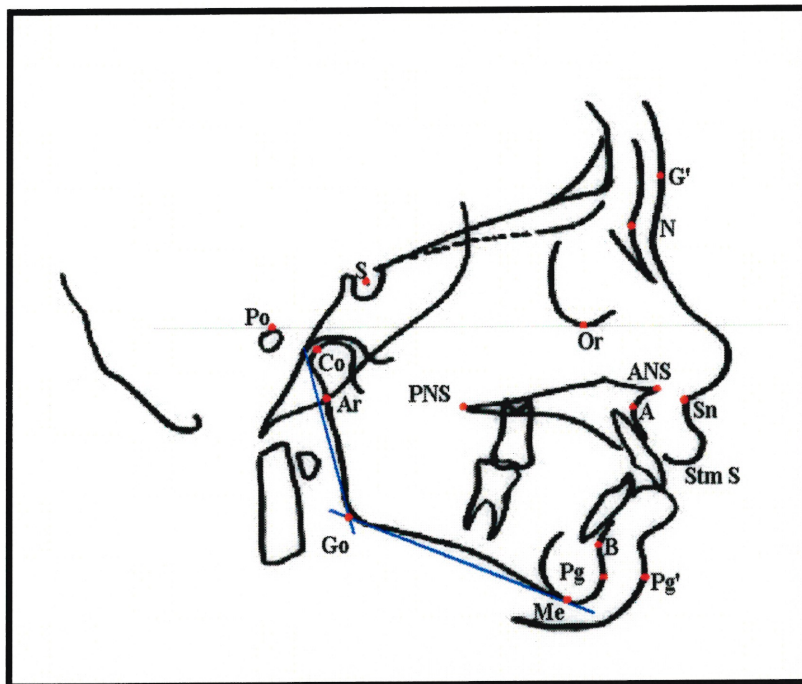
*I/(°)* : Angle de l'incisive supérieure par rapport à FH

*/I (°)* : Angle de l'incisive inférieure par rapport au plan mandibulaire

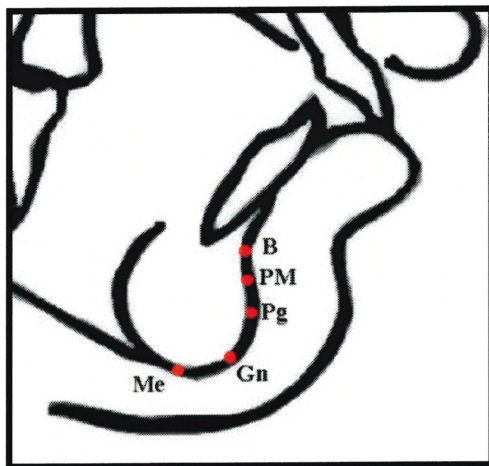
*I/-I (°)* : Angle interincisif ou angle entre les deux axes longitudinaux des incisives supérieure et inférieure

*IS (mm)* : Distance perpendiculaire à FH entre le stomion supérieur (Stm S) et le bout incisif de l'incisive supérieure la plus extrudée. Représente la mesure du montant d'incisive visible

**Figure 1 : Schéma illustrant les points céphalométriques**



**Figure 2 : Points du menton**



## REMERCIEMENTS

---

Je voudrais remercier tout d'abord mon directeur de recherche, le Dr Claude Remise qui, dès le début, a démontré un dévouement exemplaire pour le présent projet que je lui ai proposé.

Je tiens à remercier également les autres membres du jury, les Drs Morris Wechsler, Jean-Charles Létourneau et Hélène Lemay pour leur évaluation de ce travail. Je suis convaincu que le temps qu'ils y ont consacré est considérable et qu'ils ont su me faire réaliser un travail qui soit à la fois spécialisé dans le domaine de l'orthodontie et en même temps accessible à tout lecteur.

De plus, je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. Pierre Rompré, qui m'a procuré une aide indispensable dans l'analyse statistique des résultats.

Finalement, je voudrais exprimer ma reconnaissance à l'association canadienne des orthodontistes ainsi qu'au fonds Paul-Geoffrion pour le support financier qu'ils ont procuré.

**CHAPITRE PREMIER :**

**INTRODUCTION**



## INTRODUCTION

---

Il existe plusieurs appareils qui, selon certains auteurs, permettent une adaptation squelettique (remodelage et croissance) suite à un positionnement musculaire et fonctionnel de la mandibule. Pourtant, selon d'autres chercheurs, ces appareils ne causent aucun effet significatif sur la croissance de la mandibule.

Ces appareils, appelés "appareils myofonctionnels" ou "fonctionnels" ont pris naissance dans l'Ouest européen et ont été initiés par Andresen (1936), Eschler (1952), Andresen et al. (1956), Herren (1959), Balters (1964), Bimler (1964), Fränkel (1969) et Stockfisch (1971). Ils ont été considérés pour de nombreuses années comme une approche valable pour la correction des malocclusions squelettiques de Classe II division 1, avant de gagner une plus grande popularité géographique : Schulhof et Engel (1982), Gianelli et al. (1983), Righellis (1983), McNamara et al. (1985). Les résultats des études ainsi que les opinions des auteurs diffèrent considérablement quant aux effets thérapeutiques des appareils fonctionnels et à leurs modes d'action.

Cependant, les effets des forces extra-orales (headgears) ont été démontrés par d'innombrables recherches, particulièrement celles de Baumrind et al. (1979), Baumrind et al. (1983), Cangialosi et al. (1988), Boecler et al. (1989), Firouz et al. (1992) et Ngan et al. (1996). Ce mode

de traitement est donc incontestablement significatif et efficace dans la modification de la croissance du maxillaire.

L'effet des appareils myofonctionnels sur la position et sur l'inclinaison des incisives a été démontré dans la majorité des études. Certains auteurs ont même conclu que les effets de traitement sont limités à la composante dento-alvéolaire : Björk (1951), Harvold et Vargervik (1971), Janson (1977), Creekmore et Radney (1983), Robertson (1983). Ils maintiennent également que la correction de l'occlusion est due à une augmentation de la hauteur alvéolaire dans la région molaire : Harvold et Vargervik (1971), Ahlgren et Lauren (1976).

Des études animales sur des singes en croissance ont démontré que le déplacement antérieur de la mandibule peut stimuler la croissance du cartilage condylien (Baume et al., 1961; Stöckli et al., 1971; McNamara, 1972; McNamara, 1975).

Quant aux appareils myofonctionnels appliqués sur les humains, peuvent-ils vraiment stimuler la croissance mandibulaire? C'est la question qui a donné naissance au débat qui perdure encore de nos jours dans la littérature.

**CHAPITRE DEUXIÈME :**

**REVUE DE LA LITTÉRATURE**

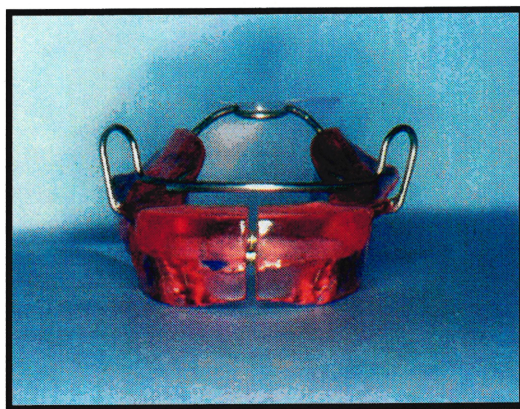
## REVUE DE LA LITTÉRATURE

---

### *Bionator*

Le bionator, introduit par Balters en 1960, sert à amener la mandibule dans une position avancée pour corriger les cas de classe II avec rétrusion mandibulaire. Balters croit que la mandibule va croître harmonieusement si l'appareil est porté 24 heures par jour. Les figures 2.1 et 2.2 illustrent la configuration du bionator conventionnel. La figure 2.3 représente le bionator en bouche.

**Figure 2.1 : Le bionator, vue frontale**



**Figure 2. 2 : Le bionator, vue latérale**



**Figure 2. 3 : Le bionator en bouche**



Une étude de Op Heij et al. (1989) a tenté d'évaluer, par examen sur clichés céphalométriques, l'influence possible du traitement avec bionator où furent incorporés divers degrés de propulsion. Vingt-sept patients (27) ont participé à l'étude et ont été subdivisés en deux groupes: le groupe *Be* (14 patients, protrusion en bout-à-bout) et le groupe *Bmax* (13 patients, protrusion maximale physiologique, c'est-à-dire confortable). Les données étudiées pour la mandibule sont, entre autres, Co-Go (la hauteur du ramus), Go-Me (longueur du corps mandibulaire), S-Cohor (distance horizontale entre S et une perpendiculaire à SN à travers Co) et S-Covert (distance verticale entre SN et Co). Les résultats ont été analysés et comparés à l'intérieur des groupes et entre les groupes, sans comparaison avec un groupe contrôle.

On note une augmentation significative de SNB seulement dans le groupe *Bmax* et une diminution significative de SNA (donc une diminution significative de ANB) dans les deux cas de protrusion mandibulaire. La réduction des surplombs horizontal et vertical ainsi que l'augmentation de la distance Go-Me et de l'angle  $\angle 1/$  (SN), étaient significatives dans les deux cas. Le changement de la distance horizontale de Co à S n'est pas significatif dans les deux cas, tandis que l'augmentation de la distance verticale de Co à S est significative dans le groupe *Bmax* et non dans le groupe *Be*. Les changements de l'angle interincisif et de  $\angle 1$  par rapport au plan mandibulaire étaient significatifs dans le groupe *Bmax* seulement. Dans cette étude, l'auteur mentionne que le déplacement condylien trouvé dans le groupe *Bmax* n'est pas accompagné par une luxation de l'articulation temporomandibulaire. Le

condyle était toujours positionné dans la fosse glénoïde tel que représenté sur les céphalogrammes latéraux avant et après traitement. Il apparaît donc que, dans ce groupe, une relocalisation antérieure de la fosse glénoïde serait un facteur important.

Les résultats de cette étude, selon les investigateurs, suggèrent que la nature et la magnitude des effets de traitement diffèrent significativement selon le montant de protrusion incorporée dans le bionator. L'augmentation de la protrusion semble aider à la correction de la relation sagittale, tel qu'examiné par l'augmentation de l'angle SNB chez le groupe *Bmax*. Ceci peut être relié à un remplacement condylien dans une position plus inférieure du condyle.

Dans une étude de Kumar et al. (1996), où l'échantillonnage est de 24 filles âgées de 9 à 12 ans, les effets d'un traitement avec le bionator utilisant des positions protrusives successives ont été étudiés. Trois groupes de huit patientes étaient formés comme suit: (I) traitement avec trois protrusions successives; (II) traitement avec une seule position protrusive et (III) sans traitement (contrôle). Le traitement était d'une durée de 9 mois. Les données diagnostiques observées consistaient en modèles d'étude, photos et radiographies céphalométriques en bouche fermée (occlusion centrée) et ouverte pour visualiser clairement le condyle.

On observe :

- (1) que la diminution de l'angle ANB n'est pas significative entre les groupes I et II; c'est cependant le contraire entre les groupes I et III et II et III;
- (2) que les diminutions des surplombs horizontal et vertical ne sont pas significatives entre les groupes I et II et le sont entre les groupes I et III et II et III;
- (3) que l'augmentation de l'angle SNB n'est pas significative en comparant les trois groupes ensemble;
- (4) que le déplacement du point A n'est pas significatif;
- (5) qu'il y a déplacement significatif du point B et augmentation significative de ANS-Me entre I et III et non entre I et II et II et III;
- (6) qu'il n'y a pas de changements significatifs pour FMA, la distance Go-Pg et l'angle  $\angle 1$  (SN);
- (7) qu'il y a augmentation significative de l'angle  $\angle 1$  (MP) entre II et III et I et II;
- (8) qu'il n'y avait aucune différence significative dans le changement des positions sagittale et verticale du condyle en examinant la position relative du point condylion.

Livieratos et al. (1995) ont mené une étude pour comparer les bénéfices d'un traitement qui se déroule soit en deux phases (*bionator/edgewise*), soit en une phase (*edgewise*). De 96 patients examinés rétrospectivement, 28 ont été retenus pour faire partie du traitement en une phase et 25 pour le traitement en deux phases sur la base des



similarités des paramètres céphalométriques et des patients choisis, incluant entre autres des changements squelettiques essentiellement indistincts. Le taux des changements, par contre, était significativement différent d'un groupe à l'autre. En effet, le traitement en deux phases a été commencé plus tôt et terminé plus tard. Bien que les résultats de l'étude ne parlent pas de l'impact relatif des deux modes de traitements sur les 10% à 15% des patients se retrouvant à chaque extrémité de la distribution, la phase myofonctionnelle n'a montré aucun avantage pour les 75% des patients situés entre ces deux extrêmes. Par conséquent, pour la plupart des patients de Classe II traités sans extraction, le choix des traitements peut constituer une modalité de gestion de la pratique plutôt qu'une décision biologique.

Voyons maintenant le volet croissance mandibulaire; les auteurs mentionnent clairement, en utilisant les termes *avancement mandibulaire* et non *croissance mandibulaire*, que les méthodes de superposition régionale utilisées ne permettent pas de distinguer entre croissance mandibulaire réelle et posture fonctionnelle de la mandibule, communément appelée *shift* en anglais. En examinant les différences de longueurs mandibulaires (Co-Gn) en termes de taux de changement et longueurs finales, on n'observe aucune différence significative entre les deux groupes. Cependant, le taux de changement de la longueur mandibulaire chez le groupe traité en deux phases présentait une différence significative: 2,9 mm par année durant la phase fonctionnelle et 1,6 mm par année durant la phase fixe. L'hypothèse suivante peut donc être postulée: la phase avec bionator a produit une posture

antérieure fonctionnelle quantifiable et la croissance condylienne de la deuxième phase (à un taux relativement constant) a servi à rétablir graduellement la relation "condyle/fosse glénoïde" sans contribuer à un avancement comparable de la position du menton.

Mamandras et Allen (1990) ont examiné l'effet thérapeutique du bionator sur la mandibule. Quarante patients, traités et divisés en deux groupes selon le changement horizontal squelettique de pogonion, ont été sélectionnés pour cette étude. Les sujets démontrant 3,0 mm ou moins d'avancement du point pogonion ont été placés dans le groupe "avancement mandibulaire moindre" (groupe 1) et ceux avec 3,5 mm et plus, dans le groupe "avancement mandibulaire marqué" (groupe 2). Les points et plans de référence ont été mesurés à partir de céphalogrammes latéraux et ont été analysés par rapport à des axes de référence donnés par: l'axe horizontal (X) = S-N + 8° et l'axe vertical (Y) perpendiculaire à l'axe X. Les radiographies latérales ont été prises en "occlusion habituelle". La longueur mandibulaire était mesurée de condylion à gnathion. Les résultats démontrent que la longueur mandibulaire et la croissance mandibulaire horizontale du groupe 2 ont surpassé les mêmes mesures pour le groupe 1.

Les différences de changements horizontaux et angulaires du condyle entre les deux groupes n'étaient pas statistiquement significatives. Cependant, elles représentent une tendance selon laquelle une plus grande croissance de la mandibule résulte en une diminution du déplacement du condyle. Les plus fortes corrélations semblent exister

entre la croissance horizontale mandibulaire et le déplacement horizontal condylien.

Étant donné la relation qui peut apparemment exister entre la croissance mandibulaire et une réduction du déplacement antérieur du condyle, la croissance mandibulaire joue un rôle important dans la stabilité du traitement fonctionnel.

L'étude de Carels et co-chercheurs, en 1997, comparant 49 patients traités par bionator pour une période moyenne de 1 an 7 mois à des patients non-traités, indique les changements suivants :

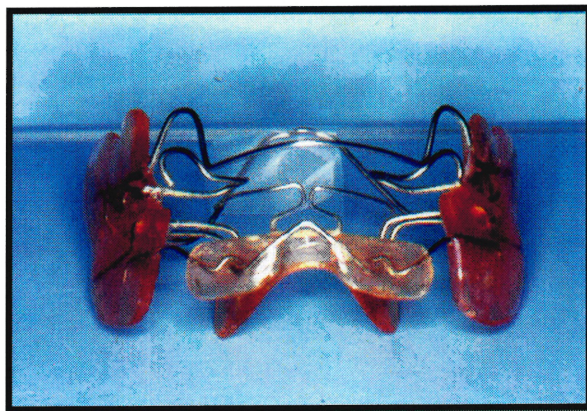
- Différences significatives des changements de ANS-Me, SNB, Co-Gn, N-Pg, 1/, /1, 1/-/1
- Différences non-significatives des changements de SNA et FMA

L'étude de Tulloch et al. (1997) a comparé trois groupes distincts assignés aux modes de traitement suivants : *headgear* (groupe 1), bionator (Groupe 2) et contrôle (Groupe 3). La période d'observation était de 15 mois. Le nombre de patients dans chacun des groupes était de 52, 53 et 61 respectivement. Les changements suivants étaient significatifs entre les groupes 2 et 3 : SNB, longueur mandibulaire unitaire (Co-Pg), ANB, OJ, OB. Les changements non-significatifs entre les deux mêmes groupes étaient les suivants : SNA, Pg (N perpendiculaire), 1/-/1.

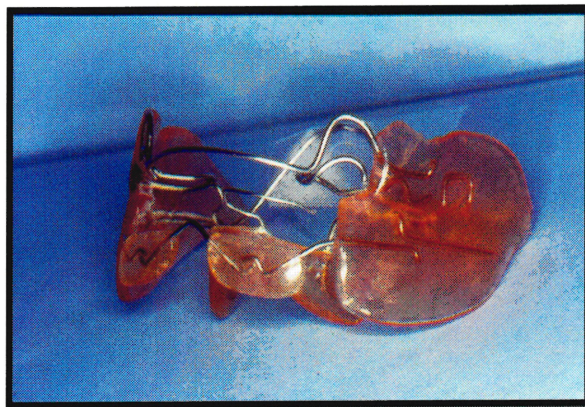
### *Fränkel*

L'appareil de Fränkel utilise le vestibule buccal comme base de son mécanisme fonctionnel (figures 2.4 à 2.6). Les écrans vestibulaires et les tablettes inférieures restreignent la musculature et empêchent les forces d'agir sur la dentition. Il y a peu de doute sur le fait que cet appareil puisse être utilisé pour corriger les malocclusions de Classe II, mais il existe une considérable incertitude quant au mécanisme de cette correction. Le fait que cet appareil puisse ou non altérer la forme squelettique craniofaciale reste matière à litiges.

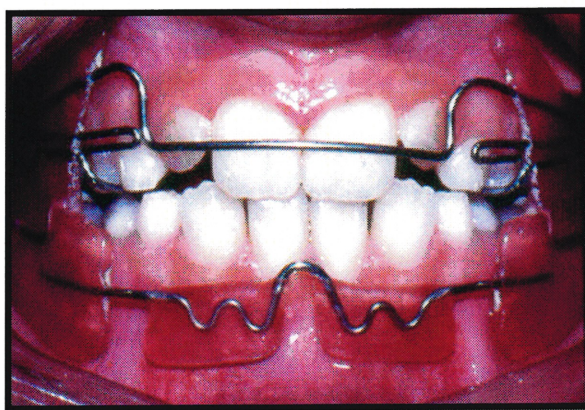
**Figure 2. 4 : L'appareil Fränkel, vue frontale**



**Figure 2. 5 : L'appareil Fränkel, vue latérale**



**Figure 2. 6 : L'appareil Fränkel, vue frontale intra-buccale**



Des mouvements dentaires maxillaires ont été rapportés par les équipes de Creekmore et Radney (1983), de Schulhof et Engel (1982) et par Robertson (1983) lors du traitement avec appareil de Fränkel. Ce mouvement se traduit constamment par une “rétroclinaison” des incisives supérieures. Cependant, la présence d'un mouvement des molaires supérieures est beaucoup moins souvent décrit dans la littérature.

Schulhof et co-chercheurs, dans l'étude ci-dessus, ont constaté un mouvement mésial des molaires inférieures comparativement au groupe contrôle. Par comparaison, Creekmore et Radney (1983) et Righellis (1983) ont rapporté des mouvements verticaux significatifs des molaires inférieures.

L'effet de l'appareil sur les incisives inférieures (“proclinaison”) par rapport à un groupe contrôle est souvent rapporté dans la littérature, entre autres par Adams (1969), Schulhof et Engel (1982), Creekmore et Radney (1983) et Robertson (1983).

Jusqu'à présent, peu d'études ont démontré l'effet du régulateur fonctionnel sur la croissance mandibulaire: l'appareil peut-il engendrer une stimulation de la croissance mandibulaire qui n'aurait pu exister sans traitement. Righellis (1983) a trouvé une augmentation de la croissance mandibulaire tandis que Schulhof et Engel (1982), Creekmore et Radney (1983) et Robertson (1983), n'ont trouvé aucune stimulation notable. Voyons maintenant de façon plus détaillée quelques-uns de ces écrits.

Certaines des mesures prises en considération par Schulhof et Engel (1982) comprennent l'axe condylien et l'axe du corps mandibulaire comme paramètres squelettiques et les positions des incisives supérieures et inférieures comme paramètres dentaires.

Toutes ces mesures ont été prises à partir de radiographies céphalométriques latérales. Quatre types d'appareils ont été examinés : le Bioonator, le Bimler, l'activator et le Fränkel. Le groupe contrôle consistait en 20 cas traités par mécaniques multibagues fixes. Pour le Fränkel, l'axe condylien a augmenté de 1,1 mm en moyenne et le corps mandibulaire de 3,4 mm en moyenne. D'après les auteurs, il n'y a eu aucune différence statistiquement significative entre le groupe traitement et une prédiction de croissance obtenue pour un cas non traité. Cependant, des changements significatifs ont été obtenus dans l'inclinaison des incisives supérieures et inférieures.

Il est intéressant de noter que, dans le groupe bioonator, des différences significatives ont été obtenues en comparant les résultats post-traitement (l'axe condylien et la longueur du corps mandibulaire) et les changements prédits dans les cas où aucun traitement n'avait été effectué. Au niveau dentaire, les changements d'inclinaison de l'incisive supérieure ont été significatifs tandis que ceux de l'incisive inférieure ont été minimes.

Dans l'étude de Robertson (1983) une comparaison a été effectuée entre un groupe de patients avec malocclusions de Classe 2 division 1 et un groupe de patients avec malocclusions de Classe 3; les deux groupes étaient traités avec un régulateur de Fränkel. Le but était de déterminer si l'amélioration au niveau de l'occlusion était principalement due aux relations des bases dentoalvéolaires, aux changements de positions dentaires ou à une combinaison des changements squelettiques et dentoalvéolaires. Les données comprenaient: radiographies céphalométriques latérales avec dents en occlusion (avant et après traitement), photos, modèles d'étude. Les mesures étudiées sont notamment: SNA, SNB, ANB, angle du plan mandibulaire, LFH, OJ, OB, angles des incisives supérieure et inférieure.

Les résultats démontrent:

- (1) Une réduction du surplomb horizontal (OJ) dans les cas de Classe 2 et, à un degré moindre, du surplomb vertical (OB). Ceci serait dû à une bascule linguale des incisives supérieures et à une bascule labiale des incisives inférieures. Ces résultats correspondent à ceux de Schulhof et Engel (1982).
- (2) Les changements purement squelettiques étaient minimes.

Bien que les mesures directes des longueurs mandibulaire et maxillaire n'aient pas été employées, les superpositions des tracés de la mandibule



avant et après traitement sur le corps mandibulaire en PM (Ricketts) montrent une croissance mandibulaire selon l'axe facial qui était bien en dedans d'un écart type de la moyenne donnée par le *Michigan Study* (1974), rapportée dans la littérature par Riolo et al. (1974) et Moyers et al. (1976) .

Une étude rétrospective de McNamara et al. (1985) a examiné 100 cas de Classe 2 division 1 traités avec un Fränkel et les a comparés avec l'échantillon du *Michigan Study* . Les patients étaient divisés en deux groupes: le groupe des plus jeunes (moins de 10,5 ans) et le groupe des plus vieux (10,5 ans et plus). L'analyse des résultats a été faite de deux façons différentes: l'une conventionnelle, l'autre non. La première consiste à utiliser une extension de l'analyse céphalométrique telle que décrite par McNamara (1984). L'autre implique la construction de formes géométriques à partir de la même base de données, c'est-à-dire les mesures céphalométriques qui serviront à l'analyse des résultats. Dans le cadre de notre travail, seule la première méthode d'analyse sera décrite. Le nombre de patients était, respectivement, de 21 et 49 pour les groupes "contrôle" et "traitement" chez les plus vieux et de 36 et 51 chez les plus jeunes.

Les résultats de traitement indiquent les changements suivants:

1. Recul significatif des incisives supérieures donné par la position de l'incisive supérieure au point A et par la position horizontale de l'incisive supérieure.

2. Avancement significatif des incisives inférieures, noté par la position de l'incisive inférieure par rapport à A-Pg et par la position horizontale de l'incisive inférieure.
3. Augmentation significative de la longueur mandibulaire, notée par Co-Gn.
4. Diminution significative de l'angle ANB.
5. Changements significatifs de SNA, de SNB, d'ANB, du point A (N perpendiculaire) et de ANS-Me.
6. Changements non-significatifs de Pg (N perpendiculaire) et du FMA.

Remmer et al. (1985) ont comparé rétrospectivement les effets de trois différents modes de traitement sans extraction: 1) *activator* de Harvold, 2) "régulateur fonctionnel" de Fränkel, 3) appareillage fixe combiné ou non avec traction extra-orale et "élastiques de Classe II". Les résultats indiquent notamment les changements statistiquement significatifs suivants: (1) un recul des incisives supérieures plus important pour le groupe traité avec appareils fixes comparativement aux deux autres groupes; cette mesure était quantifiée par le recul de l'incisive supérieure et d'Incisus Superius (le bout incisif de 1/); (2) un avancement de pogonion et du point B plus grand pour le groupe activateur que pour le groupe traité par appareils fixes; (3) une augmentation de la longueur S-Gn pour les trois groupes mais dont la différence entre les groupes n'est pas significative; (4) un avancement du point A pour le groupe traité avec activateur et un recul de ce point pour le groupe traité par appareils fixes.

Nous pouvons donc en déduire qu'aucun appareil ne cause entièrement tous les changements étudiés. Les auteurs ont conclu, d'après les résultats obtenus et malgré les différences significatives présentes dans certaines analyses de mesures céphalométriques, que les groupes étaient cliniquement très similaires après traitement (tissus mous) et que les changements observés étaient très similaires à ceux inhérents à la croissance (Popovich et Thompson, 1977). Cela voudrait donc dire que la croissance mandibulaire n'est pas altérée par les appareils fonctionnels ou fixes.

Dans la présente étude, les paramètres céphalométriques considérés n'incluaient pas de mesures directes de la longueur mandibulaire ni de la position du condyle par rapport à la fosse glénoïde.

Perillo et al. (1996), comparèrent un groupe de 14 patients traités par appareil de Fränkel à un groupe contrôle de 14 patients non traités; la période d'observation moyenne fut d'un an et demi. Ils rapportèrent les résultats suivants:

- Différences significatives des changements de ANB et de Ar-Gn.
- Différences non-significatives des changements de SNA, de SNB et de SN/plan mandibulaire.

Les auteurs concluent que le traitement produit une augmentation statistiquement significative de la longueur mandibulaire telle que mesurée par Ar-Pg.

Nielsen et ses coéquipiers, en 1984, ont mené une étude sans groupe contrôle sur l'effet, chez dix patients, d'un traitement par appareil "Fränkel". Pour la moyenne des patients, les résultats obtenus sont les suivants: une réduction de SNA, une grande variabilité pour l'angle SNPg, une augmentation de l'angle mandibulaire par rapport à SN, aucune indication de la stimulation de la croissance mandibulaire.

Hamilton et al. (1987), ont comparé les résultats obtenus chez 25 patients traités par appareil Fränkel avec un groupe contrôle non traité dont les sujets étaient normaux (University of Michigan Elementary School Growth Study, Riolo et al., 1974). Les résultats des changements, entre les groupes traité et non-traité, se résument ainsi :

- Différences non-significatives de SNA, de SNB, d'Ar-B, du LFH (ANS-Me) et de la position du condyle dans la fosse glénoïde (mesurée sur tomogrammes).
- Différences significatives de la position horizontale de Pg (Pg-NB), d'ANB, de FMA, de l'angle entre les incisives supérieure et inférieure avec un plan de référence.

Les auteurs concluent que la stimulation de la croissance mandibulaire n'est pas significative pour ce groupe ayant subi le traitement par Fränkel.

Dans une étude de Ghafari et al. (1998), des mesures occlusales et céphalométriques ont été prises pour analyser les effets de traitements avec appareil Fränkel versus Headgear (HG) combiné. Pour les changements occlusaux, mesurés sur modèles d'étude, l'analyse a été effectuée chez 14 patients pour le groupe Fränkel et 12 pour le groupe *headgear*; pour les changements céphalométriques, 28 patients pour le groupe Fränkel et 33 pour le groupe HG ont été retenus. Les céphalogrammes et les modèles d'étude ont été pris après la mise en place du *leaf gauge* (qui sera défini dans le chapitre "Matériels et méthodes") pour retrouver la relation centrée et éviter le plus possible d'enregistrer une relation posturale. Les auteurs mentionnent que bien que cette procédure ne soit pas garantie, elle constitue une méthode acceptable pour minimiser l'effet de la "réponse ptérygoïde" (des muscles ptérygoïdiens).

Les résultats venant des mesures prises sur les modèles indiquent des différences significatives entre les deux groupes:

- Une plus grande correction des relations molaires et canines pour le groupe HG.
- Une plus grande correction du surplomb horizontal pour le groupe Fränkel.

Il en est de même pour les résultats venant de l'analyse céphalométrique:

1. Dans le plan sagittal:

- Une plus grande correction des angles SNA et ANB pour le groupe HG.
- Une plus grande correction de SNB et de l'angle des incisives supérieures pour le groupe Fränkel.
- Une différence non significative pour Co-Pg, pour l'analyse de Wits (A à B par rapport au PO) et pour l'angle des incisives inférieures.

2. Dans le plan vertical:

- Une augmentation de l'angle PO/PP et une diminution des angles SN/MP, PP/MP et PO/MP pour le groupe Fränkel; une augmentation de SN/MP et PO/PP et une diminution de PP/MP et PO/PP pour le groupe HG.
- Des différences significatives entre les deux groupes pour SN/MP, PP/MP et PO/PP et une différence non significative pour PO/MP.

On remarque donc que la différence dans l'augmentation de la longueur mandibulaire (Co-Pg) entre les deux groupes ne supporte pas l'hypothèse que le Fränkel stimule la croissance mandibulaire.

Dans l'étude de Righellis (1983), 16 patients traités avec un Fränkel pour une période de 1,37 an ont été analysés et comparés céphalométriquement avec un groupe contrôle de 50 patients de Baumrind et Korn (1981). Les résultats indiquent, pour une comparaison entre les groupes "traitement" et "contrôle":

- Pas de différences significatives pour SNA, pour la position horizontale de A (sur superpositions) et pour LFH (ANS-Me).
- Une différence significative pour Co-Pg.

L'auteur conclut que la stimulation de la croissance mandibulaire est significative avec un appareil de Fränkel.

Gianelly et al. (1983) ont mené une étude comprenant un groupe de 10 patients entre 9 et 13 ans traités avec un Fränkel et un groupe de 15 patients entre 10 et 13 ans traités avec traction cervicale et appareils orthodontiques fixes conventionnels sans force intermaxillaire. L'analyse était faite par radiographie céphalométrique conventionnelle et par clichés laminographiques après que les patients aient été repositionnés en RC à l'aide d'un "gabarit". Il n'y avait aucune différence significative entre les deux groupes dans la croissance mandibulaire mesurée par Ar-Pg. Par contre, il y avait une différence significative entre le début et la fin de la période de traitement (environ 1 an) pour la position du condyle dans la fosse glénoïde du groupe traité par appareil myofonctionnel. Chez certains de ces patients, le condyle était retourné dans sa position initiale après le repositionnement en RC avec le "gabarit" et la relation molaire était redevenue comme avant le traitement; aucun changement significatif de l'angle SNB n'était alors noté. Les auteurs ont conclu que : 1) après un an de traitement, les condyles ont été repositionnés inférieurement chez un nombre

significatif (40%) de patients en occlusion centrée et que 2) durant cette période, la croissance mandibulaire n'a pas été stimulée.

Une étude (Nelson et al., 1993) comparant deux groupes, l'un traité par un Fränkel (F) et l'autre par un activateur (A), à un groupe contrôle (C) a analysé les changements d'Ar-Po et de Co-Pg. Le nombre de patients inclus dans chaque groupe était respectivement de 13, 12 et 17 et la période moyenne d'observation de 18 mois. Les changements suivants ont été observés :

- Différences significatives pour :
  - 1) SN-Go-Me : entre les groupes C et A; entre F et A (augmentation de l'angle pour A et diminution pour F).
  - 2) Ar-Pg entre les groupes C et A; entre C et F.
  - 3) /1 entre les groupes C et A; entre F et A (augmentation plus grande pour A).
  
- Différence non-significative pour :  
SNB, Co-Pg, position horizontale de Pg (parallèle au plan mandibulaire).

Ils concluent qu'il n'y a pas d'évidence que l'appareil de Fränkel et l'activateur soient capables de stimuler la croissance mandibulaire. Dans le groupe A, l'augmentation significative de Ar-Pg est attribuée à un déplacement antérieur et inférieur du condyle.



### ***Twin Block***

Les débats sont continus en ce qui concerne la stimulation de la croissance de la mandibule par les appareils fonctionnels; ceci est dû à la quantité limitée des études publiées dans la littérature. Dans beaucoup de cas, la réduction des surplombs horizontal et vertical n'est due qu'à des changements dento-alvéolaires (Mills, 1982).

Il y a parfois de petites augmentations dans la croissance mandibulaire, bien que celles-ci soient verticales plutôt qu'horizontales, comme on peut l'espérer (Wieslander et Lagerstrom, 1979). D'autres auteurs ont trouvé une légère restriction de la croissance maxillaire (Harvold et Vargervik, 1971).

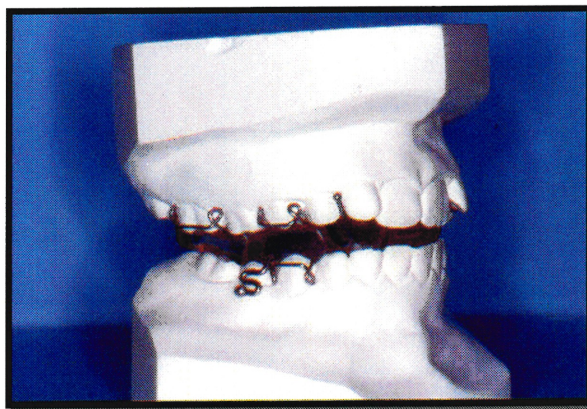
Quelques effets possibles sur le remodelage de l'ATM et sur la croissance condylienne peuvent être responsables de la correction antéropostérieure (Birkebaek et al., 1984).

Des plans inclinés fixes ont été utilisés pour altérer la distribution des forces occlusales lors d'expériences chez des animaux. Les effets du déplacement fonctionnel mandibulaire sur la croissance de la mandibule et les changements au niveau de l'ATM ont été étudiés (Charlier et al., 1969; McNamara, 1980). Les études de ces effets sur les humains sont, cependant, très limitées.

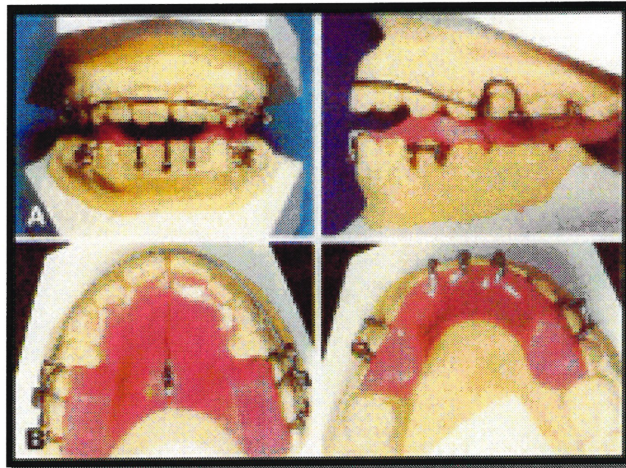
Les *twin blocks*, introduits par Clark en 1988, sont des appareils amovibles avec plans inclinés qui induisent favorablement des forces occlusales en causant un déplacement fonctionnel de la mandibule (figures 2.7 et 2.8).

Les plans inclinés sont à 45° l'un par rapport à l'autre et sont faits pour un port de 24 heures par jour. Les patients mangent confortablement avec ces appareils. En comparaison avec les autres appareils fonctionnels, plus de liberté de mouvements (antérieurs et latéraux) et moins d'interférence avec la fonction normale sont présentes. De plus, une traction maxillaire postérieure combinée à une propulsion mandibulaire antérieure particulière est aussi possible.

**Figure 2. 7 : Illustration du *twin block***



**Figure 2. 7 : Illustration du *twin block***



Le *headgear* est porté seulement la nuit et des élastiques intermaxillaires relient l'arc facial à l'appareil inférieur. De plus, le traitement fixe peut être initié simultanément pour raccourcir la deuxième phase.

L'auteur rapporte avoir étudié 70 cas consécutifs (non publiés) et les avoir comparés avec deux séries de données contrôles sur les changements reliés à la croissance chez des patients qui n'ont eu aucun traitement. Ces quelques changements ont été statistiquement significatifs ( $p < 0,001$ ): réduction de l'angle ANB, augmentation de la longueur mandibulaire donnée par Ar-Gn, réduction de la convexité faciale, augmentation de l'angle des incisives inférieures (qui ont par la

suite reculé dans la phase de rétention). Une autre étude non publiée, entreprise 18 mois après traitement sur 60 des 70 cas, a révélé une stabilité des résultats obtenus après traitement.

Lund et Sandler (1998) ont étudié les effets du *twin block* chez 36 patients et ont comparé ces derniers avec un groupe contrôle de 27 patients. Des différences significatives ont été trouvées pour les variables suivantes entre les deux groupes:

- Rétroclinaison de l'incisive supérieure (bien que SNA ne soit pas diminué significativement).
- Proclinaison de l'incisive inférieure.
- Augmentation de Ar-Pg et de SNB.
- Diminution de ANB et des surplombs horizontal et vertical.
- Dans le plan vertical, une augmentation de la hauteur faciale inférieure (ANS-Me).

Les auteurs mentionnent qu'il est impossible de déterminer si l'augmentation de Ar-Pg est due à une augmentation de la longueur mandibulaire ou à un repositionnement de la mandibule. Des changements similaires de Ar-Pg ont été obtenus par Baumrind et Korn (1981) et Haynes (1986). De plus, une grande partie de la correction de l'OJ est due à la bascule dentaire. Ils concluent que le *twin block* est un appareil très efficace pour réduire l'OJ.

Un appareil similaire au *twin block*, puisqu'il contient deux plans de morsure postérieurs, a été utilisé pour traiter des patients de Classe II et comparer les résultats obtenus avec un groupe contrôle (DeVincenzo et al., 1987). Les patients étaient au nombre de 35 dans chacun des groupes (contrôle et traitement) et la période de traitement moyenne de 9,4 mois. En comparant les différences entre les deux groupes, les résultats suivants ont été rapportés:

- Différences significatives pour les changements de SNB, d'Ar-Pg, des positions de A, B, Pg (mesurés perpendiculairement à Go-Gn), OJ, OB,  $\angle$ (SN),  $\angle$ (A-Pg),
- Différences non-significatives pour les changements de l'angle interincisif, du LFH (Gn-S, perpendiculaire à Go-Gn).

Les auteurs concluent que la stimulation de la croissance a été efficace.

Le même appareil a été utilisé dans une étude subséquente (DeVincenzo et Winn, 1989) chez 50 patients pour lesquels trois différents niveaux d'avancement ont été comparés à trois groupes de contrôle distincts. Les résultats indiquent :

(1) Pour le groupe dont l'avancement était de 1mm:

- Des différences significatives pour les changements de position du point B, de Pg, de la distance Ar-Pg, de l'OJ, de l'OB, et de  $\angle$ A-Pg;

- Des différences non-significatives pour: SNA, SNB, position du point A, LFH, /1(SN);

(2) Pour le groupe dont l'avancement était de 3mm:

- Des différences significatives pour les changements des mêmes variables que le groupe précédent, sauf pour l'OB;
- Des différences non-significatives pour les mêmes variables que le groupe précédent, sauf pour SNB et 1/(SN).

(3) Pour le groupe dont l'avancement était maximal, afin d'obtenir une correction complète de la relation molaire:

- Des différences significatives pour les changements des mêmes variables que le premier groupe, auxquels il faut ajouter 1/(SN) et SNB;
- Des différences non-significatives pour les mêmes variables que le premier groupe, sauf pour SNB.

Les auteurs concluent que les changements entre les trois groupes de traitement sont comparables, même à différents niveaux d'avancement.

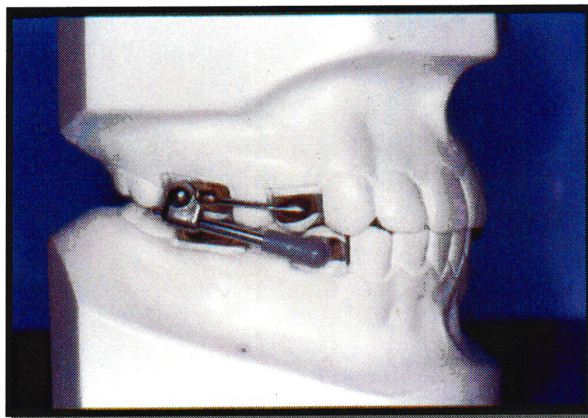
Une autre étude de DeVincenzo, en 1991, a comparé un groupe de 47 patients traités avec un groupe de 47 patients faisant partie d'un groupe contrôle sélectionné du *Burlington Growth Study* (Popovich et Thompson, 1977). Une différence significative de la longueur mandibulaire, Ar-Pg, a été trouvée en comparant ces deux groupes dans

la période de traitement et même post-traitement d'approximativement 7 mois.

### *Herbst*

En 1905, Herbst a introduit un appareil fixe pour traiter les malocclusions de Classe II; celui-ci ne requiert pas de coopération de la part du patient. L'appareil maintient la mandibule dans une position antérieure, et ce en occlusion ainsi qu'en ouverture, par exemple lors de diverses fonctions telle la déglutition, la parole et la mastication (figures 2.9 et 2.10). L'auteur maintient que la croissance mandibulaire peut être stimulée de cette façon mais aucune preuve ne pouvait être présentée.

**Figure 2. 9 : Appareil Herbst, position fermée de la mandibule**



**Figure 2. 10 : Appareil Herbst, illustré sur modèles (non-montés sur articulateur)**



En 1979, dans une étude de Pancherz, l'appareil de Herbst était utilisé pour traiter, pendant une période de 6 mois, dix garçons en croissance. Dix autres garçons servaient de contrôle. Les modèles d'études, céphalogrammes latéraux et radiographies de l'ATM avant et après traitement étaient analysés.

L'appareil était de type fixe et possédait un mécanisme télescopique attaché de chaque côté à des bagues sur les premières molaires supérieures et sur les premières prémolaires inférieures. Des



mouvements latéraux limités étaient également possibles. Tous les appareils étaient construits en occlusion bout-à-bout.

Dans huit cas sur dix, une relation molaire de Classe I était obtenue (tous les cas, avant traitement, présentaient une distocclusion d'une unité ou *full-cusp*). Les surplombs horizontal et vertical étaient réduits significativement ( $P < 0,001$ ). Après traitement, la distance entre la relation centrée et l'occlusion centrée n'excédait en aucun cas 1,5 mm.

Dans le groupe traitement, l'angle ANB est réduit significativement ( $p < 0,001$ ). Ceci serait dû à une réduction significative des angles SNA et SNB ( $p < 0,01$  et  $p < 0,001$  respectivement). En comparaison avec le groupe contrôle, les changements de ces angles étaient également significatifs. L'inclinaison de l'incisive supérieure est demeurée inchangée dans les deux groupes tandis que celle de l'incisive inférieure a augmenté significativement dans le groupe traitement mais non dans le groupe contrôle.

La différence notée pour l'augmentation de la longueur mandibulaire, mesurée de condylion à pogonion, était statistiquement significative entre les deux groupes. L'examen post-traitement des radiographies de l'articulation temporomandibulaire révèle que les condyles étaient retournés à leur relation initiale avec les fosses glénoïdes dans tous les cas.

L'examen de ces patients a été effectué de nouveau 6 mois et 12 mois après traitement pour évaluer la stabilité des résultats (Pancherz, 1981). Pour le groupe au complet, la récurrence moyenne des surplombs horizontal et vertical était de 0,9 mm et de 0,8 mm respectivement ( $p < 0,05$  dans les deux cas). La récurrence était plus prononcée pour les six premiers mois. À 12 mois post-traitement, la relation molaire sagittale de Classe I était encore stable pour sept cas sur huit. La stabilité de l'occlusion était déterminée en mesurant la différence entre l'occlusion centrée et la relation centrée qui, dans aucun des cas, n'a dépassé 1,5 mm. À 12 mois post-traitement, ceci demeurait encore valable, sauf chez un patient où la distance était de 2,5 mm.

Durant la période de 12 mois post-traitement, une récurrence de l'angle SNA était notée dans sept cas sur dix. Par contre, l'angle SNB est demeuré, en moyenne, inchangé ou a même augmenté. Pour la période totale de suivi (18 mois), la longueur mandibulaire a augmenté, en moyenne, de 5,8 mm pour le groupe traitement et de 4.0 mm pour le groupe contrôle. Ceci constitue une différence significative ( $p < 0,01$ ).

Une étude subséquente du même auteur (Pancherz, 1982) a utilisé deux céphalogrammes latéraux, l'un en occlusion centrée et l'autre en position bouche ouverte, pour identifier le point condylion plus clairement par superposition. La durée de traitement était la même (6 mois). La longueur mandibulaire est mesurée en additionnant  $Pg-OL_p$  et  $Co-OL_p$  où  $OL_p$  représente une perpendiculaire à une ligne reliant Is (le bout incisif de l'incisive supérieure la plus buccale) et le bout de la cuspide

disto-buccale de la première molaire supérieure. Le nombre de patients était de 22 pour le groupe traitement et de 20 pour le groupe contrôle.

Les changements du surplomb horizontal, de la relation molaire, de la longueur mandibulaire et de la position de l'incisive inférieure entre les deux groupes se sont avérés significatifs ( $p < 0,001$ ). Par contre, il n'y a pas eu de différence significative pour les changements de la position de l'incisive supérieure entre les deux groupes. Le glissement fonctionnel entre la relation centrée et l'occlusion centrée n'a dépassé, en aucun cas, 1,5 mm. La relation condyle/fosse glénoïde a été étudiée pour 10 cas (sur 22) et est demeurée inchangée pour tous les cas étudiés. Ces études suggèrent donc que: (1) la croissance mandibulaire peut être stimulée par l'utilisation d'un appareil de Herbst; (2) la relation sagittale de traitement (Classe I) était obtenue dans 8 cas sur 10; (3) à 12 mois post-traitement, cette occlusion est restée stable dans 7 de ces 8 cas; (4) pour l'un de ces derniers 8 cas, une double occlusion ou *dual bite* était créée; (5) pour tous les cas traités, aucune autre double occlusion ne dépassait 1,5 mm.

L'appareil Herbst tend généralement à avancer les incisives inférieures (buccalisation par bascule). Une configuration suggérée par White dans une publication de Valant et Sinclair (1989) et de White (1994) permet apparemment un déplacement antérieur moins important des incisives inférieures grâce à une plaque d'acrylique amovible. Cependant, lorsque le patient l'enlève de la bouche, le tube maxillaire se penche inconfortablement dans le vestibule inférieur. En cimentant la matrice

d'acrylique, la difficulté et le danger lors de la décimentation rend la procédure à proscrire.

Dans une étude de Pancherz et al. (1998), 98 sujets ont été sélectionnés pour analyser leur “croissance condylienne réelle”; les résultats furent comparés avec ceux de l'échantillon *Bolton Standards* (Broadbent et al., 1975) utilisé comme groupe contrôle. Ces standards étaient composés de données longitudinales de croissance et de tracés céphalométriques annuels de 32 sujets non traités (16 filles et 16 garçons) ayant une occlusion idéale suivis de 6 à 18 ans. Dans la comparaison, les données de Bolton étaient adaptées pour faire concorder l'âge et l'intervalle d'examen avec ceux du groupe traitement.

Grâce à des techniques de superposition, les auteurs ont déterminé que la “croissance condylienne réelle” (définie par la somme de la croissance réelle condylienne, le remodelage de la fosse glénoïde et le changement de position du condyle dans la fosse) était la suivante:

- 4,3 mm et 1,5 mm dans une direction postérieure pour les groupes traitement et Bolton respectivement;
- 8,5 mm et 9,3 mm dans une direction supérieure pour les groupes traitement et Bolton respectivement.

Quant à la position de Pg, les résultats s'affichaient comme suit:

- 4,8 mm et 5,7 mm dans une direction antérieure pour les groupes traitement et Bolton respectivement;
- 8,1 mm et 5,7 mm dans une direction inférieure pour les groupes traitement et Bolton respectivement.

Finalement, en mesurant l'autorotation mandibulaire, ils ont observé:

- Une rotation antihoraire de 0,2 et 1,1 degrés pour les groupes traitement et Bolton respectivement.

Les auteurs précisent que, dans l'interprétation des résultats, il faut considérer les points suivants:

1. Les sujets dans le groupe contrôle peuvent démontrer un patron de croissance différent car ce sont des sujets avec occlusion normale.
2. La mesure de la "croissance condylienne réelle" peut être une combinaison de l'effet stimulateur de l'appareil, du remodelage de la fosse glénoïde et de la posture mandibulaire.

Franchi et al. (1999) ont utilisé un Herbst recouvert d'un *Bite Block* (*splint*) en acrylique au maxillaire et à la mandibule pour en étudier les effets comparés à deux groupes de contrôle: l'un démontrant une malocclusion de Classe II et l'autre une occlusion de Classe I. Une période active d'environ un an était suivie d'une période post-traitement; le tout constituait un laps de temps total de 28 mois. Cinquante-cinq (55)

sujets étaient sélectionnés pour participer au groupe traitement; trente (30) et trente-trois (33) dans les groupes de contrôle de Classe II et de Classe I respectivement. Les résultats obtenus pour la période active de traitement ainsi que pour la période de vingt-huit (28) mois, comparés au groupe contrôle de Classe II se résument ainsi:

- Différences significatives:

Diminution de l'OJ, amélioration de la relation molaire, proclinaison de l'incisive inférieure (qui était recouverte par l'appareil), avancement de Pg et augmentation de la distance Co-Pg.

- Différences non significatives:

La position sagittale du point A (qu'il définit comme la base maxillaire), l'incisive supérieure (qui n'était pas recouverte par l'appareil), **la position sagittale de Condylion** (mesurée par la distance horizontale entre Co et un plan de référence vertical) et le plan mandibulaire (par rapport à une ligne de référence T-FMN, où T=le point le plus supérieur de la paroi antérieure de Sella et FMN=la jonction des sutures frontomaxillaire et nasale). Selon Melsen (1974), ces régions anatomiques ne subissent plus de remodelage après l'enfance contrairement au point S qui se déplace postérieurement et inférieurement et au point N qui se déplace verticalement et sagittalement suite à un développement et à une expansion possible du sinus frontal.

Dans cette étude, le changement de position verticale du condyle n'a pas été étudié. De plus, la position sagittale a seulement été mesurée relativement à un plan de référence et non en relation avec la fosse glénoïde.

Ruf et Pancherz (1999) ont publié un article très intéressant car il impliquait le traitement myofonctionnel avec un appareil de Herbst chez des jeunes adultes (âge moyen de 16,5 ans). Dans cette étude, 25 adolescents (âge moyen de 12,8 ans) et 14 jeunes adultes ont été inclus dans le groupe traitement. Le groupe contrôle utilisé était encore une fois celui de Bolton (Broadbent et al., 1975). Les résultats étaient obtenus grâce à l'examen visuel de clichés de résonance magnétique (MRI) et à des analyses radiographiques. Les données étaient obtenues à T0 (66 jours en moyenne avant le traitement), T1 (au début du traitement), T2 (durant le traitement, 6 à 12 semaines après T1), et T3 (6 jours après l'enlèvement de l'appareil). Le temps moyen de traitement était de 7,1 mois pour le groupe adolescent et 8,5 mois pour le groupe adulte.

Les résultats étaient les suivants:

1. Examen visuel des clichés MRI:

- De T1 à T2 : signes de remodelage du condyle chez quarante-huit (48) des cinquante (50) patients analysés pour le groupe adolescent et

vingt-six (26) des vingt-huit (28) articulations observées chez le groupe adulte.

- Chez un adulte, les premiers signes de remodelage se sont présentés seulement en T3; les autres démontrant une position originale du condyle avec la fosse
  - La dimension et la visibilité des zones dont l'intensité était augmentée variaient d'un individu à l'autre
  - De T1 à T3 : signes de remodelage de la fosse glénoïde visualisés chez trente-six (36) des cinquante (50) articulations observées du groupe adolescent et vingt-deux (22) des vingt-huit (28) articulations observées du groupe adulte
  - Chez les sujets du groupe adulte seulement, un double contour autour du condyle était distinguable à la fin du traitement
  - Ce double contour était aussi retrouvé à la surface antérieure de l'épine post-glénoïde dans quelques cas
2. Tracés céphalométriques: mesure des "changements réels de l'ATM", définis comme la somme du remodelage de la fosse glénoïde et du condyle et de la posture mandibulaire:
- Différence significative entre les groupes traitement et contrôle (Bolton) du changement de position d'un point arbitraire Co avant et après traitement.
  - Ces changements sont deux fois plus grands pour le groupe adolescent que pour le groupe adulte



On doit retenir que:

- Cette étude ne permet pas une comparaison avec un groupe contrôle ayant une malocclusion
- Elle ne permet pas une comparaison du remodelage de la fosse glénoïde et du condyle avec un groupe contrôle
- Elle n'analyse pas la stabilité des résultats à plus long terme

Trente-sept (37) patients, dont l'âge moyen était de 9,4 ans, sont examinés à l'aide de céphalogrammes et de tomogrammes dans une étude de Croft et al. (1999) dans laquelle le Herbst était utilisé pour corriger la malocclusion de Classe II. Le groupe contrôle d'individus de Classe II non traités était tiré des données du centre de recherche sur la croissance humaine de l'université de Montréal. Une période de traitement actif de 11 mois était suivie d'une période de rétention de 17 mois avec un positionneur dentaire (*TP*).

Les résultats céphalométriques se résument ainsi:

1. Différences significatives entre les groupes traitement et contrôle:
  - Diminution de: SNA, ANB, NAPg, relation molaire, OJ et OB
2. Différences non significatives entre les groupes traitement et contrôle:
  - MPA, SNB, angle de l'incisive inférieure, Co-Pg, Ar-Pg.

Cependant, la mesure de la croissance condylienne obtenue par superposition mandibulaire indique une différence significative entre les deux groupes (8,5 mm versus 8,0 mm de croissance totale).

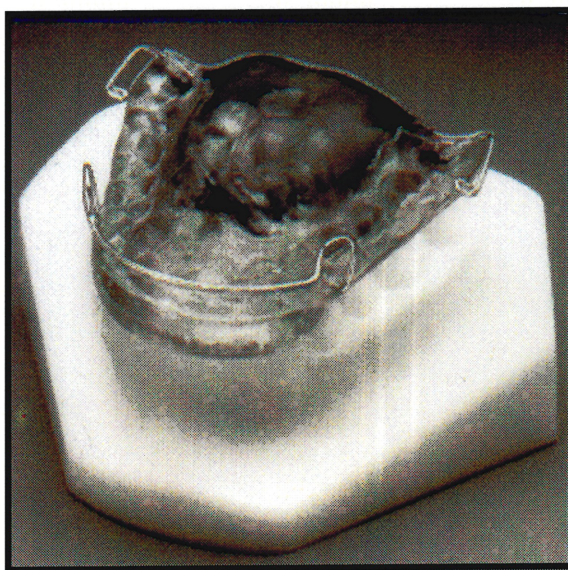
Le déplacement total statistiquement significatif de la fosse glénoïde était dans une direction postéro-inférieure: il semble que le déplacement de la fosse ne soit pas responsable de la correction de la Classe II.

Les résultats des tracés obtenus sur tomogrammes indiquent seulement des changements non-significatifs dans les mesures des espaces articulaires.

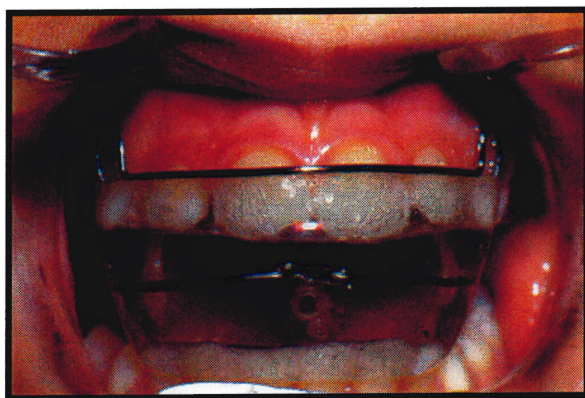
### *Activateur*

L'activateur est un appareil semblable au bionator car il consiste également en un recouvrement des incisives inférieures, tout en incorporant une position avancée de la mandibule (figure 2.11). Il peut être utilisé seul (figures 2.12 et 2.13) ou de concert avec un *headgear* (figure 2.14).

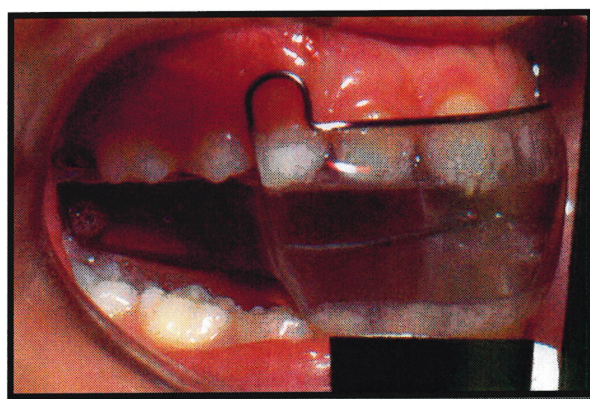
**Figure 2. 11: Illustration de l'activateur sur un modèle**



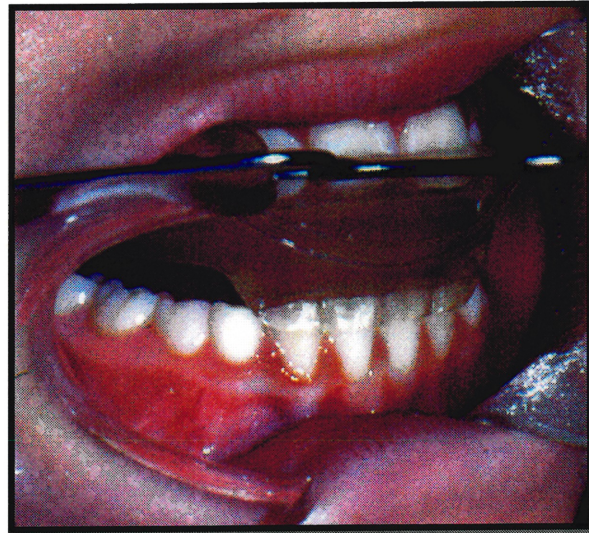
**Figure 2. 12 : Vue frontale de l'activateur en bouche**



**Figure 2. 13 : Vue latérale de l'activateur en bouche**



**Figure 2. 14 : Activateur utilisé avec un *headgear***



Une étude de Vargervik et Harvold (1985) porte sur l'effet de l'activateur sur les structures dentaires et squelettiques par analyses céphalométriques. La particularité de cette étude réside dans le choix des sujets qui composent les groupes de contrôle: ces groupes sont constitués de patients observés durant la période précédant le traitement. Le nombre de sujets était de trente-six (36), vingt-neuf (29) et trente-trois (33), pour chacun des groupes de contrôle et sous traitement, pour des périodes d'observation de 6 mois, 1 an et 2 ans respectivement. Les résultats statistiquement significatifs se résument ainsi:

1. Inhibition de la croissance du maxillaire, telle que mesurée avec ANS-Perpendiculaire à SN passant par S (SNP) et ANS-Condylion.

2. Augmentation de la longueur mandibulaire telle que mesurée par Co-Pg. Les changements de l'âge et le pic de croissance ont possiblement contribué à la différence entre le groupe traitement et le groupe contrôle dans ces analyses longitudinales (rappelons que les groupes contrôle sont constitués de patients dans la période prétraitement). Les auteurs mentionnent que ces résultats ne démontrent pas de façon conclusive que la longueur mandibulaire peut être augmentée grâce à cet appareil.
3. Une relocalisation antérieure de Co (par rapport à SNP) avec seulement un patient ayant développé une double occlusion (un *dual bite*). Une relocalisation antérieure des structures mandibulaires incluant Pg, molaires et incisives mandibulaires, menton mou, lèvre inférieure, sulcus labio-mentonnier. Les auteurs attribuent ceci à une relocalisation antérieure de la fosse glénoïde.
4. Mouvement mésial des molaires et incisives mandibulaires.
5. Réductions de l'OJ et de l'OB mesurées par rapport au plan occlusal fonctionnel.
6. Augmentation de LFH.

Une autre étude (Jakobsson, 1967) compare les résultats de traitement par HG et par activateur à un groupe contrôle, chacun des groupes incluant 20 patients. Les résultats obtenus par analyses céphalométriques comparatives groupe activateur / groupe contrôle se résument ainsi:

1. Mouvement postérieur statistiquement significatif du maxillaire par la relocalisation des points ANS, A et PNS.

2. Mouvements non significatifs des points B, Pg et Ar.
3. Réductions significative de l'OJ et non significative de l'OB.
4. Bascules significatives antérieures des incisives inférieures et postérieure des incisives supérieures.
5. Augmentations significatives de la longueur mandibulaire mesurées par Ar-Pg et non significatives mesurées par Co-Pg.
6. Augmentation significative du plan mandibulaire.

L'auteur conclut qu'il y a toujours un risque de créer un *dual bite* qui peut influencer l'analyse des résultats et que cette étude ne supporte pas l'hypothèse que le traitement avec l'activateur peut affecter la croissance mandibulaire.

Wieslander et Lagerstrom (1979) ont analysé, à l'aide de radiographies céphalométriques, soixante (60) patients, dont trente (30) ont été traités par Activator et trente (30) non-traités, pendant une période moyenne de 3 ans et 3 mois. Les résultats se résument comme suit pour les périodes avant versus après traitement:

- Différences significatives: changement de l'angle et de la position antéropostérieure de l'incisive supérieure et éruption de l'incisive inférieure.
- Augmentation significative de LFH, diminution significative de l'angle ANB, changement significatif de la relation molaire.
- Aucune différence significative pour: position de Pg et de A, longueur mandibulaire (Co-Gn), FMA et angle du plan palatin.

Les conclusions qu'ils ont avancées sont: l'effet de traitement est d'origine dentoalvéolaire, l'amélioration de la relation molaire est causée par des mouvements dentaires .

L'étude de Meach (1966) porte sur l'effet de l'activateur chez 30 patients traités pour une période moyenne de 2 ans et 4 mois. Les résultats céphalométriques indiquent qu'il y a une diminution de l'angle du plan mandibulaire de 0,60 degré, de la convexité faciale de 2,89 degrés et de l'angle de l'incisive supérieure de 9,67 degrés. La longueur mandibulaire ainsi que la posture mandibulaire n'ont pas été mesurées.

Harvold et Vargervik (1971) ont comparé l'effet de traitement chez vingt (20) patients formant le groupe contrôle à vingt (20) autres sous traitement pendant un an. L'analyse du groupe contrôle par rapport au groupe traitement par radiographies céphalométriques indique :

- Des changements significatifs de: OJ, LFH (ANS-Gn), la relation molaire.
- Une différence non-significative de la longueur mandibulaire (Co-Symphyse) mesurée sur radiographies latérales obliques.

De nombreux auteurs dont les articles nommés ci-après ne sont que des présentations de cas, croient, d'après leur expérience clinique, que la stimulation de la mandibule est possible (Hotz, 1970; Jorgensen, 1974;



Owen, 1981) et d'autres, non possible (Björk, 1951; Tulley, 1972; Valinoti, 1973; Hirzel et Grove, 1974).

De nombreuses études (Schulhof et Engel, 1982; Robertson, 1983; Remmer et al., 1985; DeVincenzo et al., 1987; DeVincenzo et Winn, 1989; DeVincenzo, 1991) mesurent le résultat de la thérapie fonctionnelle en ne considérant que les changements associés au profil et aux structures antérieures à l'ATM. Si l'avancement postural mandibulaire possible n'est pas pris en considération, la relation intermaxillaire véritable risque d'être masquée. Par exemple, en mesurant la longueur mandibulaire par Ar-Pg (Baumrind et Korn 1981; Haynes, 1986; Lund et Sandler, 1998), cette donnée risque d'être modifiée par la posture antérieure de la mandibule, puisque le point Ar est un point construit et qui bouge en fonction de la position antéropostérieure et verticale de la mandibule. De plus, les mesures telles SNA, SNB, NAPg, N-B(FH), surplombs horizontal et vertical, etc., sont aussi influencées par la position posturale de la mandibule. C'est pourquoi dans notre étude, les mesures sélectionnées comprennent d'une part celles situées antérieurement aux structures de l'ATM, et d'autre part celles servant à déterminer la relation du condyle dans la fosse glénoïde. Ainsi, il devient plus facile d'apprécier l'influence des unes par rapport aux autres dans l'interprétation des résultats

Dans ce travail, nous allons tenter de :

1. Déterminer la contribution réelle du déplacement condylien dans la fosse glénoïde lors de la correction de la Classe II squelettique obtenue par approche myofonctionnelle.
2. D'évaluer les changements des éléments clés, dentaires et squelettiques, (ils seront élaborés en détails dans les chapitres "matériels et méthodes" et "discussion") qui contribuent à la correction de la malocclusion observée cliniquement.
3. D'estimer la stabilité des résultats observés.

L'hypothèse nulle de départ peut être définie comme suit: "le traitement myofonctionnel ne cause aucun changement significatif sur le plan clinique".

**CHAPITRE TROISIÈME :**  
**MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

---

### *Description de l'échantillon expérimental et du protocole de recherche*

Un groupe de vingt-cinq (25) patients, d'origine canadienne-française, a été recruté pour ce projet. Chaque patient devait satisfaire les critères suivants : 1) occlusion de Classe II division 1 avec peu ou pas de chevauchement dentaire, 2) patron de croissance favorable (un patient avec patron de croissance vertical était exclu dès le départ), 3) rétrognathisme mandibulaire qui, sur une base clinique, bénéficierait d'un avancement mandibulaire, 4) taux de croissance staturale dans la portion ascendante de la courbe de vélocité de croissance, tel que déterminé par une radiographie du poignet.

Les données diagnostiques de départ incluent : 1) examen clinique détaillé, 2) radiographie panoramique, 3) céphalogramme latéral, 4) radiographie du poignet gauche, 5) modèles d'étude et 6) photographies extra-orales et intra-orales. La radiographie du poignet était analysée avec la technique de Tanner-Whitehouse modifiée, telle que présentée par Fishman (1982). L'évaluation de la maturation (fusion de l'épiphyse avec la diaphyse pour les os longs et l'ossification pour l'os pisiforme, l'os *hook of hamate* et l'os sésamoïde) des os suivants a permis

d'estimer le stade de la vélocité de croissance faciale de chaque patient : la phalange proximale du 1er et 2e doigt, la phalange médiane du 3e doigt, le radius, l'os pisiforme, l'os *hook of hamate* et l'os sésamoïde.

Les patients sont ensuite assignés à un groupe de traitement (n=13 : 9 filles et 4 garçons) et à un groupe de contrôle (n=12 : 8 filles et 4 garçons) par un processus de randomisation qui permet un nombre comparable de patients du même sexe dans chacun des groupes. Bien que l'âge chronologique n'ait qu'une faible corrélation avec l'âge squelettique, nous avons tout de même déterminé l'âge chronologique moyen des deux groupes afin d'avoir une base de référence par rapport aux études publiées. L'âge moyen pour le "groupe- traitement" est de 10,9 ans avec un intervalle de 8,6 à 13 ans; la moyenne d'âge est de 10,7 ans pour les filles et de 11,1 ans pour les garçons. Pour le "groupe-contrôle", l'âge moyen est de 10,9 ans; l'intervalle va de 9,1 à 12,8 ans; la moyenne d'âge est de 10,6 ans pour les filles et de 11,5 ans pour les garçons. Sur le plan de l'âge chronologique, les deux groupes sont très comparables et similaires.

Les patients du groupe-contrôle ne reçoivent aucun traitement; un appareil bionator est fabriqué pour les patients du groupe-traitement. Pour les patients de ce groupe, la prise de l'articulé en cire pour fabrication de l'appareil fut effectuée dans une position protrusive mandibulaire qui équivaut au  $\frac{3}{4}$  de la distance nécessaire pour obtenir une relation de bout-à-bout des incisives. Par exemple, si pour un cas donné, le montant d'avancement nécessaire pour que le bout des

incisives inférieures soient au même niveau antéropostérieurement que celui des incisives supérieures équivaut à 12 mm, l'articulé de cire sera pris à une position de protrusion mandibulaire de 9 mm (3/4 de 12 mm). Le montant d'avancement ne dépassait en aucun cas 9 mm, même si, pour trois cas, le surplomb horizontal excessif (11, 11 et 15 mm) n'a pas été complètement corrigé. Bien qu'on propose une panoplie d'avancements mandibulaires dans la littérature, il n'existe pas de limite précise pour laquelle les résultats sont optimisés. Certains préconisent l'imposition d'une limite soit pour augmenter la rétention de l'appareil lorsque le patient dort (Bimler, 1983), soit pour éviter les problèmes potentiels à l'ATM (Haynes, 1986), soit pour diminuer la composante dentoalvéolaire lors des changements (Teuscher, 1978; Levin, 1985). Cette limite a donc été instituée dans le but de maximiser la rétention de l'appareil et de favoriser la coopération. Les instructions de port de 24 heures par jour (sauf pour manger et brosser les dents) sont données aux patients. Un recouvrement des dents postérieures était présent dans tous les cas sauf quatre, où l'occlusion fermée excessive a requis un dégagement dans cette région pour permettre une éruption de ces dents.

Les patients sont suivis toutes les 6 semaines et les données post-traitement (qui incluent exactement les mêmes étapes que la prise des données initiales) ont été prises 12 mois après la mise en bouche de l'appareil pour le groupe traitement (le port de l'appareil est discontinué après cette période). Pour le groupe-contrôle, les patients sont revus pour la prise des données diagnostiques finales 12 mois après la prise des données initiales.

La radiographie céphalométrique est toujours prise en relation centrée **déterminée cliniquement**. Sans traitement, il a été suggéré que la relation centrée obtenue par manipulation de la mandibule avec et sans déprogrammation par gabarit à feuilles de plastique ou *leaf gauge* (\*) révèle une variété de positions du condyle par rapport à la fosse glénoïde, peu importe la méthode de repositionnement mandibulaire (Braun et al., 1997). Il est à noter qu'à la fin du traitement, la radiographie est prise aussi à la suite d'une tentative de repositionner la mandibule en relation centrée. Cette tentative de manipulation mandibulaire manuelle ne reproduit pas nécessairement la même position du condyle dans la fosse glénoïde que celle obtenue initialement. En effet, un des buts de la présente étude constitue la mesure de ce déplacement.

Les structures de l'ATM sont généralement plus difficiles à visualiser sur les céphalogrammes latéraux étant donné la superposition de la portion pétreuse de l'os temporal (Baumrind et Frantz, 1971). Dans le but de permettre une meilleure identification des structures de cette

\* La technique utilisant le *leaf gauge* consiste à faire mordre le patient sur des feuilles de plastique entre les dents antérieures pendant une période déterminée dans le but de déprogrammer les muscles masticateurs.

région, les céphalogrammes ont été obtenus avec une cassette radiographique spéciale, *P.O.C.*<sup>TM</sup> (Profile-Ortho-Ceph, AMD Corp., Anaheim, CA.), conçue originalement pour les clichés céphalométriques obliques et qui a été modifiée pour la radiographie céphalométrique latérale conventionnelle. Cette cassette incorpore des écrans intensificateurs au phosphore dans la région de l'ATM et des structures environnantes. Ces écrans produisent trois à quatre fois plus de photons lumineux pour chaque photon de rayons-X absorbé, permettant ainsi une conversion d'énergie plus considérable. De cette façon, une meilleure visualisation est obtenue sans exposer les patients à des radiations supplémentaires. Ceci nous permet de mesurer la longueur mandibulaire à partir du point Co, plutôt que du point Ar, et d'évaluer si le traitement cause des changements de position du condyle dans la fosse glénoïde. De plus, un filtre antérieur est également utilisé pour permettre un meilleur contraste des tissus mous. Les points N, A, B, ANS, Co et le contour des tissus mous deviennent donc plus facile à repérer. Les clichés étaient pris avec un appareil radiographique de marque Picker GX-300 et les paramètres d'exposition s'établissaient ainsi : 200mA, 80kV à 92kV, et 1/30s à 1/20s. Le (kilo) voltage ainsi que le temps d'exposition variait en fonction de la corpulence du patient tandis que le (milli) ampérage restait stable. Un exemple de radiographie prise de cette façon est présenté à la figure 3.1.

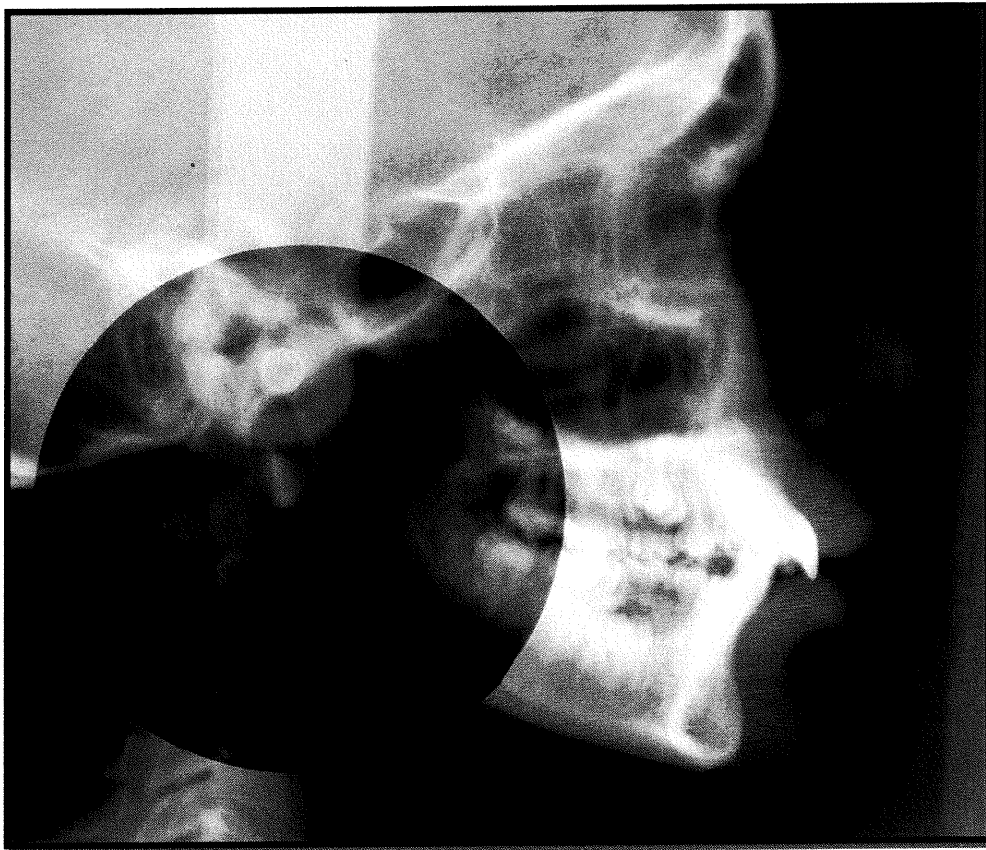
Pour évaluer la précision relative de la lecture de ces radiographies, dix (10) céphalogrammes latéraux initiaux, sélectionnés aléatoirement, ont été tracés et les structures anatomiques identifiées par deux opérateurs



différents. Pour les distances CoX et CoY (voir définitions de ces mesures au tableau I) vingt (20) radiographies ont été sélectionnées étant donné la faible variabilité de ces deux distances et leur nature non-paramétrique (cf. Section Résultats – Fiabilité). La précision des mesures a été établie à 0,5 mm près. L'opérateur principal effectue cette opération une deuxième fois quatre semaines après la première fois tandis que l'opérateur secondaire ne l'effectue qu'une seule fois. Les résultats ont alors été analysés statistiquement pour déterminer la fiabilité inter-opérateurs et intra-opérateur. Évidemment, les noms des patients n'apparaissent sur aucune radiographie dans le but de réduire l'effet de biais qui peut exister lors du deuxième tracé. Cette étape précède la prise des mesures proprement dites et sert à évaluer la fiabilité de la lecture radiographique.

Pour les mesures servant à l'analyse céphalométrique de l'étude, seul l'opérateur principal est impliqué dans le tracé et la mesure des angles et distances. Les radiographies sont tracées dans un ordre aléatoire et les structures anatomiques identifiées également en aveugle, c'est-à-dire sans que l'opérateur ne connaisse l'identité ni l'appartenance du patient dans son groupe (groupe-contrôle versus groupe-traitement; temps initial versus temps final). Les paramètres identifiés sont présentés au tableau I et illustrés aux figures 3.2 à 3.6.

**Figure 3. 1 : Exemple de radiographie obtenue à l'aide de la cassette céphalométrique P.O.C.<sup>TM</sup> illustrant une meilleure visualisation de la zone de l'articulation temporomandibulaire, ainsi qu'un contraste accru de la zone des tissus mous.**



**Tableau I : Mesures identifiées sur les céphalogrammes latéraux  
(excepté RM qui est obtenue cliniquement)**

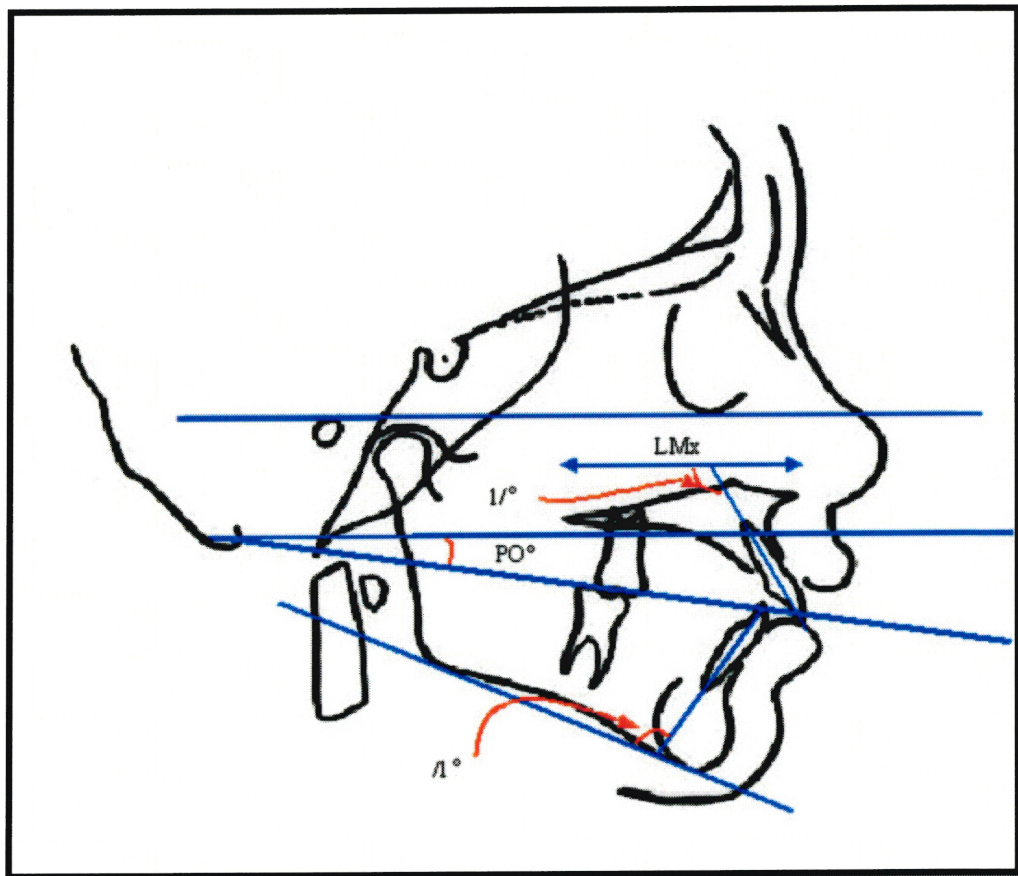
<b>MESURE</b>	<b>DESCRIPTION</b>
N-A-Pg (°)	Angle de convexité faciale formé par les points N-A-Pg
N-A (FH) (mm)	Distance parallèle à FH entre les points N et A
N-B (FH) (mm)	Distance parallèle à FH entre les points N et B
N-Pg (FH) (mm)	Distance parallèle à FH entre les points N et Pg
SNA (°)	Mesure de l'angle formé par les points S-N-A
SNB (°)	Mesure de l'angle formé par les points S-N-B
ANB (°)	Différence entre les angles SNA et SNB
G'-Sn-Pg' (°)	Mesure de l'angle formé entre les points G-Sn-Pg' : mesure de la convexité faciale des tissus mous
FMA (°)	Angle du plan Go-Me par rapport à FH : angle du plan mandibulaire
LFH (mm)	Distance perpendiculaire à FH de ANS-Me : mesure de l'étage facial inférieur
LMd (mm)	Distance entre les points Co-Pg
LMx (mm)	Distance parallèle à FH entre les points ANS et

PNS	
PO (°)	Angle formé par le plan occlusal anatomique et FH
1/ (°)	Angle de l'incisive supérieure par rapport à FH
/1 (°)	Angle de l'incisive inférieure par rapport au plan mandibulaire
1/-/1 (°)	Angle interincisif
RM (mm)	Distance entre le bout de la cuspide mésio-buccale de la première molaire supérieure et le sillon buccal de la première molaire inférieure. Une valeur positive indique une relation de Classe II et une valeur négative une relation de Classe III. Cette mesure est obtenue cliniquement (la superposition réduisant la précision de la mesure sur la radiographie) et représente la moyenne entre les relations molaires gauche et droite.
OJ (mm)	Distance parallèle à FH entre les surfaces labiales les plus antérieures des incisives supérieure et inférieure : surplomb horizontal
OB (mm)	Distance perpendiculaire à FH entre les bouts incisifs supérieur et inférieur des incisives les plus extrudées : surplomb vertical
IS (mm)	Distance perpendiculaire à FH entre le stomion supérieur (Stm S) et le bout incisif de l'incisive supérieure la plus extrudée : mesure du montant d'incisive visible

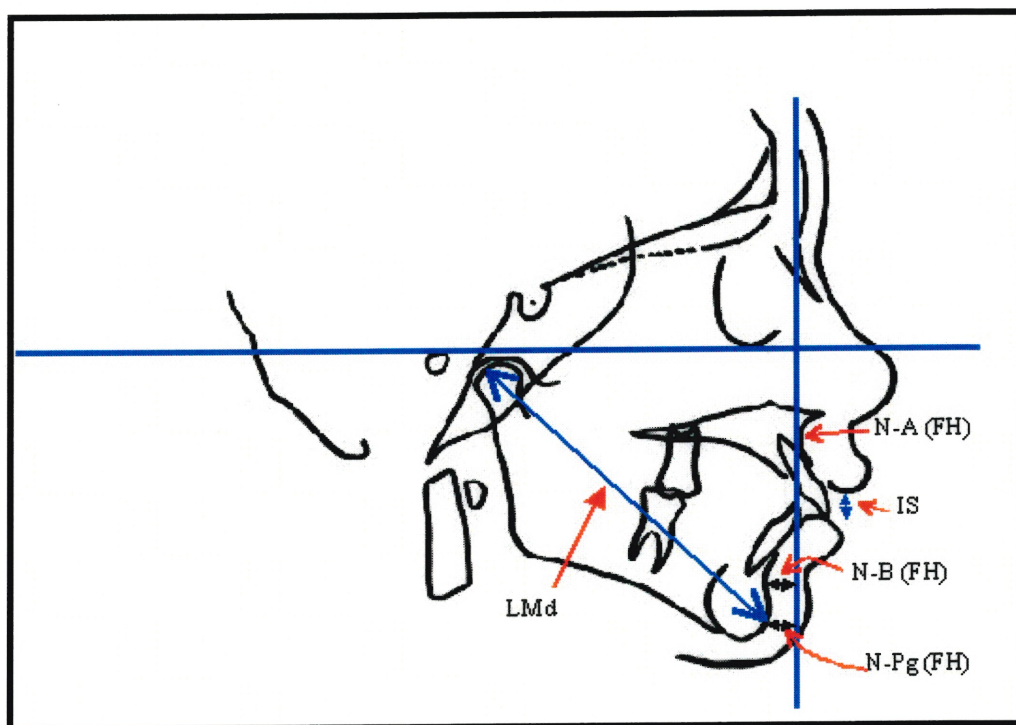
CoX (mm)	Distance parallèle à FH entre le centre géométrique du condyle et celui de la fosse glénoïde (figure 3.7)
CoY (mm)	Distance perpendiculaire à FH entre le centre géométrique du condyle et celui de la fosse glénoïde (figure 3. 7)
$\Delta$ CoX et $\Delta$ CoY (mm)	$CoX_{T1} - CoX_{T0}$ et $CoY_{T1} - CoY_{T0}$ respectivement; représente le déplacement du condyle dans la fosse glénoïde entre le temps initial et final
FG (mm)	Mesure du remodelage de la fosse glénoïde; équivaut à la distance parallèle à FH entre le centre géométrique de la fosse glénoïde pris au temps final et au temps initial, obtenue à partir de la superposition sur le point le plus supérieur de la paroi antérieure de Sella. Une valeur positive indique un déplacement antérieur de la fosse glénoïde entre le temps initial et final et une valeur négative, un déplacement postérieur (figure 3.9).

Lorsque nécessaire, ces paramètres peuvent être qualifiés de *T0 (temps initial)* : signifie que cette donnée ou cette variable se rapporte au temps initial; *T1 (temps final)* : signifie que cette donnée ou cette variable appartient au temps final (12 mois après le temps initial).

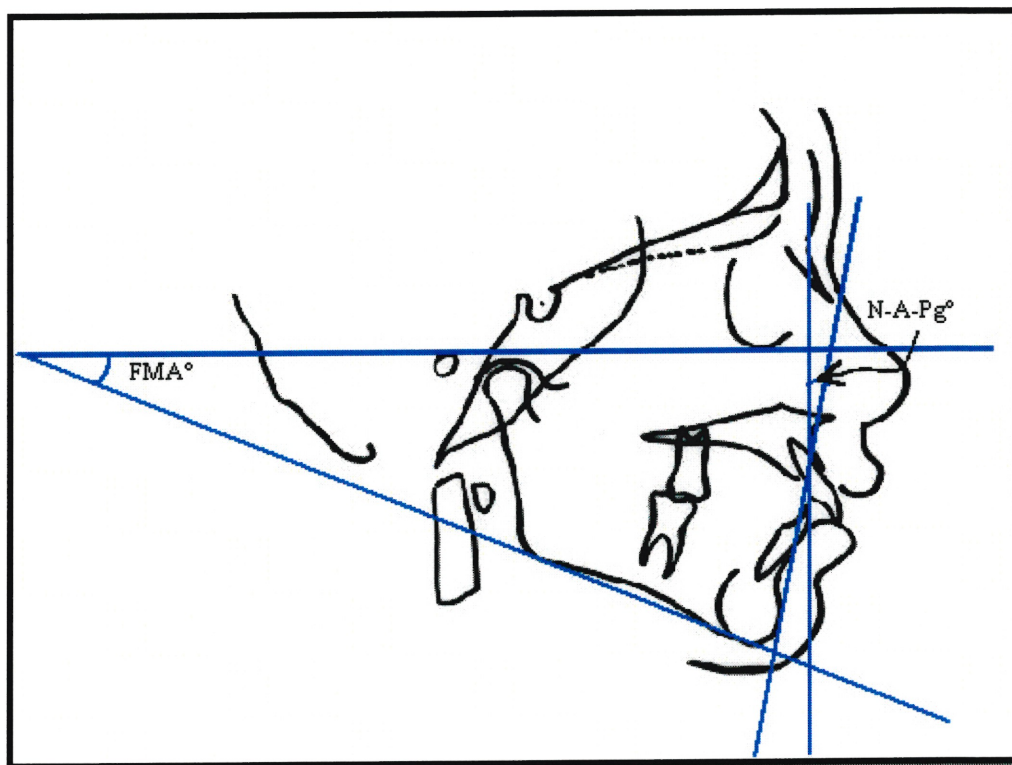
**Figure 3. 2 : Illustration des angles et des mesures : LMx, /1, 1/ et PO**



**Figure 3. 3 : Illustration des angles et des mesures : N-A, N-B, N-Pg, LMd et IS**

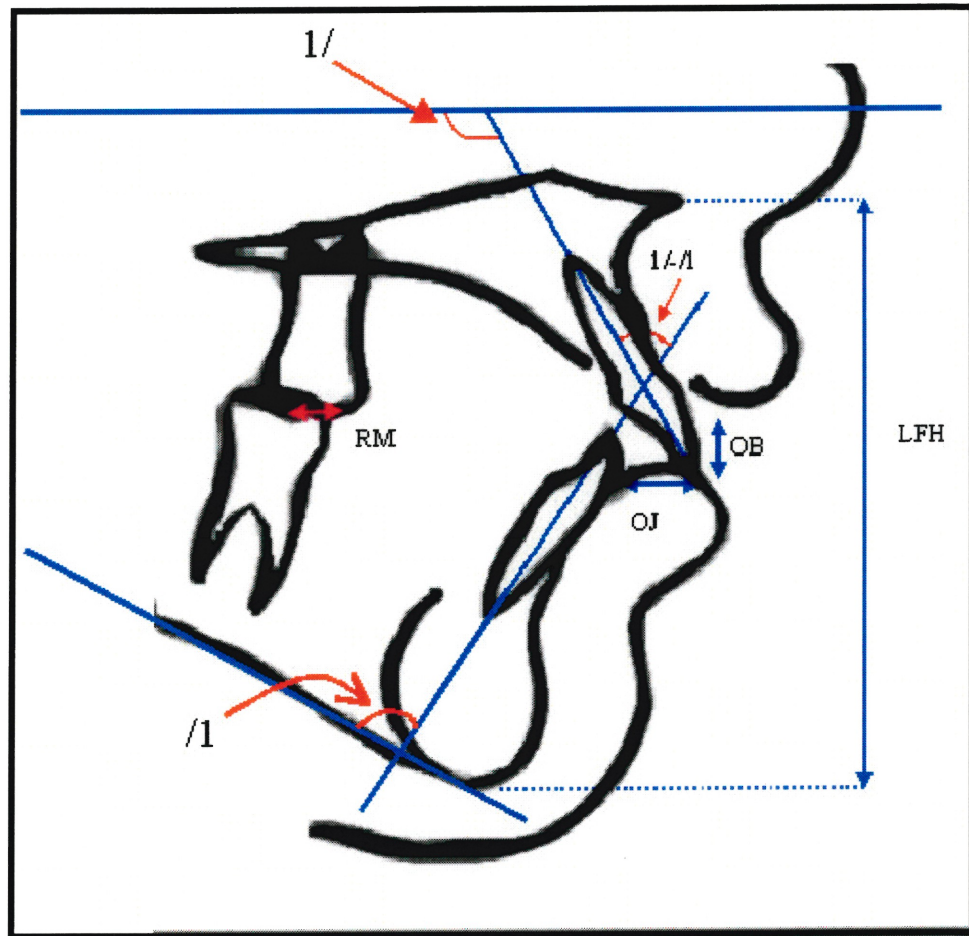


**Figure 3. 4 : Illustration des angles et des mesures : N-A-Pg et FMA**

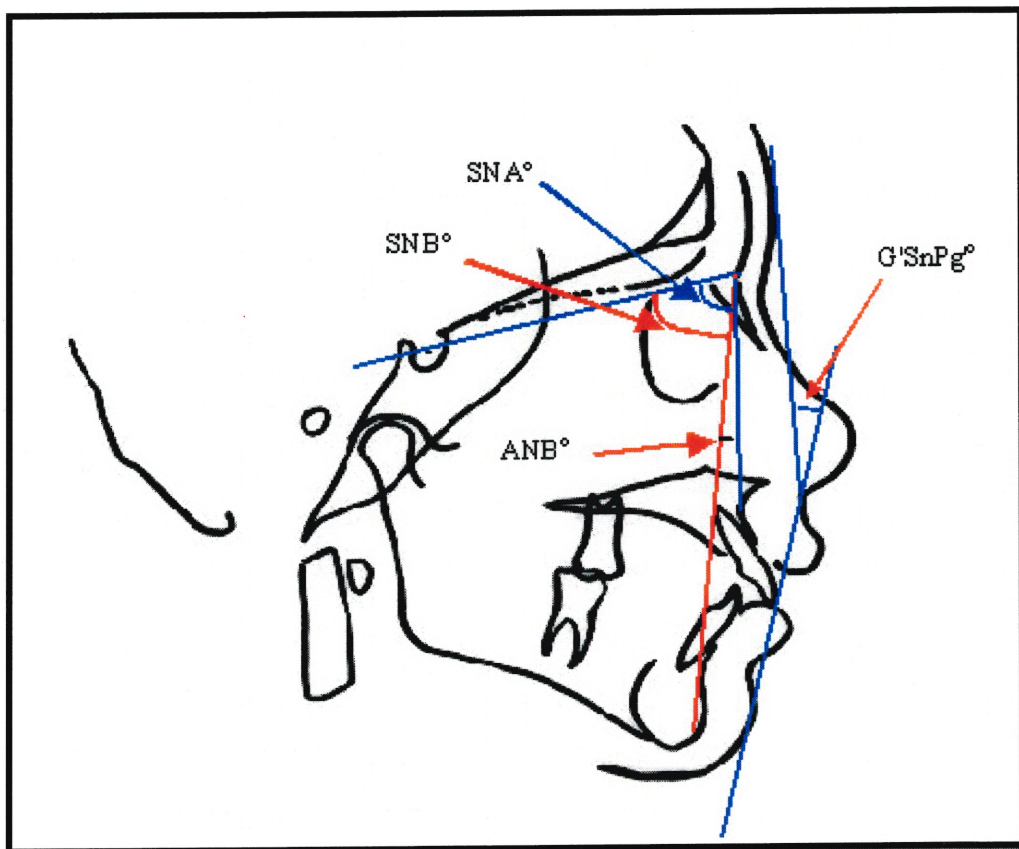




**Figure 3. 5 : Illustration des angles et des mesures : 1/-/1, RM, LFH, OJ et OB**



**Figure 3. 6 : Illustration des angles et des mesures : SNA, SNB, ANB et G'-Sn-Pg'**



### ***Détermination du centre géométrique du condyle et de la fosse glénoïde***

Pour évaluer la position du condyle dans la fosse glénoïde, le modèle choisi est celui décrit par Braun (1996) et utilisé ensuite par Braun et al. (1997). Ces chercheurs ont utilisé une version antérieure de la même cassette céphalométrique pour analyser la position du condyle dans la fosse glénoïde en relation centrée. Le contour de la tête du condyle et celui de la fosse glénoïde sont tracés (figure 3.7a).

Ensuite, un cercle tangent à au moins trois points de ces deux contours est établi pour chacune de ces deux structures grâce à un gabarit *STÄDTLER* dont les cercles possèdent des diamètres successifs de 0,3 mm de différence d'un cercle à l'autre. Le centre géométrique de chacun de ces deux cercles est alors identifié à l'aide du bout d'un compas à pointes sèches (figure 3.7b). CoX et CoY désignent respectivement les distances parallèle et perpendiculaire à FH du centre géométrique du condyle (CGC) au centre géométrique de la fosse glénoïde (CGFG) (figure 3.7c). De cette façon, les changements associés au remodelage de la fosse glénoïde ou du condyle sont pris en considération dans l'évaluation du changement de la position du condyle dans la fosse glénoïde du temps initial (T0) au temps final (T1).

Ainsi, la distance entre les centres géométriques du condyle et de la fosse glénoïde peut être déterminée avant et après la période d'observation pour le groupe-contrôle, et avant et après traitement pour

le groupe expérimental. Alors,  $CoXT1$  (composante horizontale de la distance entre le centre géométrique du condyle et de la fosse glénoïde au temps  $T1$ ) moins  $CoXT0$  (composante horizontale de la distance entre le centre géométrique du condyle et de la fosse glénoïde au temps  $T0$ ) représente le changement de la position horizontale du condyle dans la fosse glénoïde durant la période  $T0$  à  $T1$  qui est, dans le cas actuel, de douze mois. La même équation s'applique aussi à  $CoYT1$  et  $CoYT0$ , et ce pour les deux groupes (expérimental et contrôle).

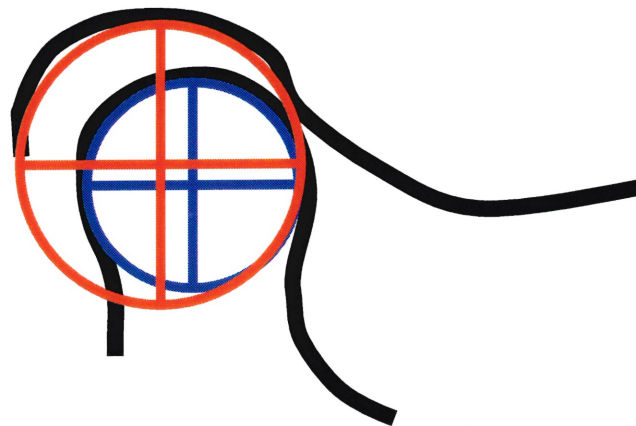
La valeur positive ou négative (le signe) de  $CoX$  et  $CoY$  est déterminée selon la position du CGC par rapport au CGFG sur un plan cartésien défini à la figure 3.8, où l'origine représente le CGFG. Par exemple, si le CGC se situe dans le quadrant IV,  $CoX$  et  $CoY$  seraient positifs; si le CGC est dans le quadrant I,  $CoX$  serait positif et  $CoY$  négatif, et ainsi de suite. La figure 3.9 illustre la mesure du déplacement de la fosse glénoïde horizontal (FGX) et vertical (FGY). Dans le cadre du présent travail, seul la mesure horizontale est considérée, c'est-à-dire FGX, qui sera identifiée comme "FG" pour alléger le texte. Le signe de FG est défini de la même façon, mais seulement dans l'axe des X (horizontal) par rapport au CGFG au temps initial.

**Figure 3. 7 : Tracé et identification des centres géométriques du condyle et de la fosse glénoïde**

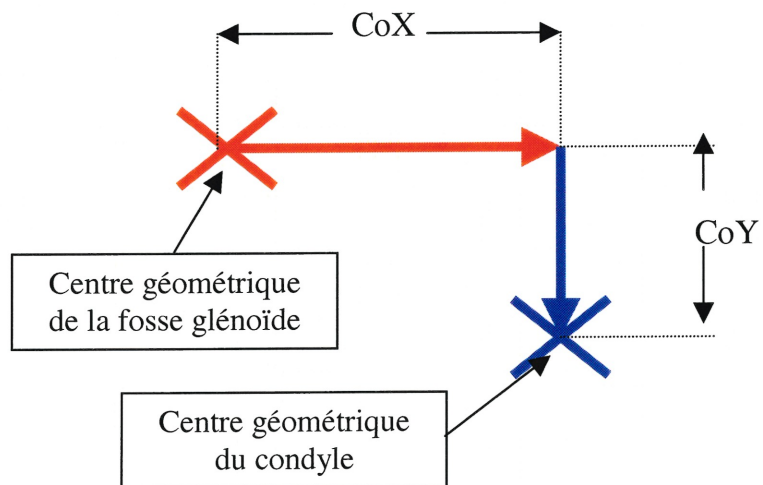
a) Tracé du condyle et de la fosse glénoïde.



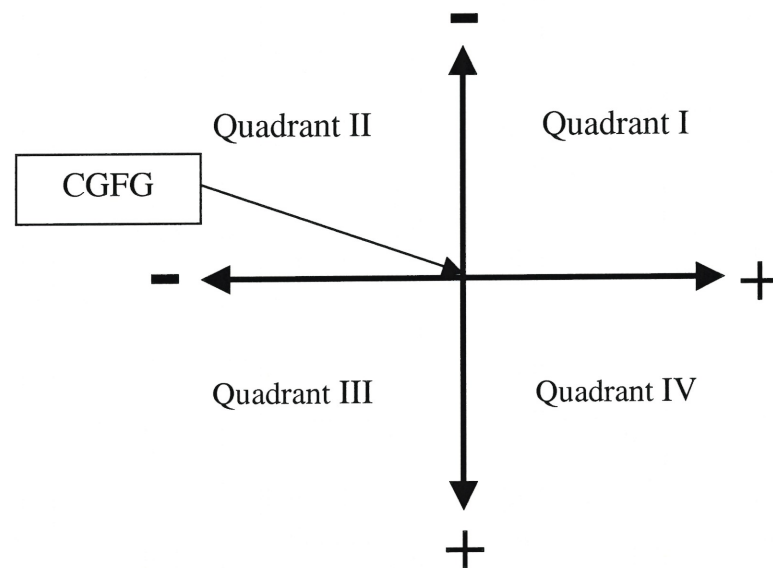
b) Tracé des cercles tangents au contour de chacune des structures en a)



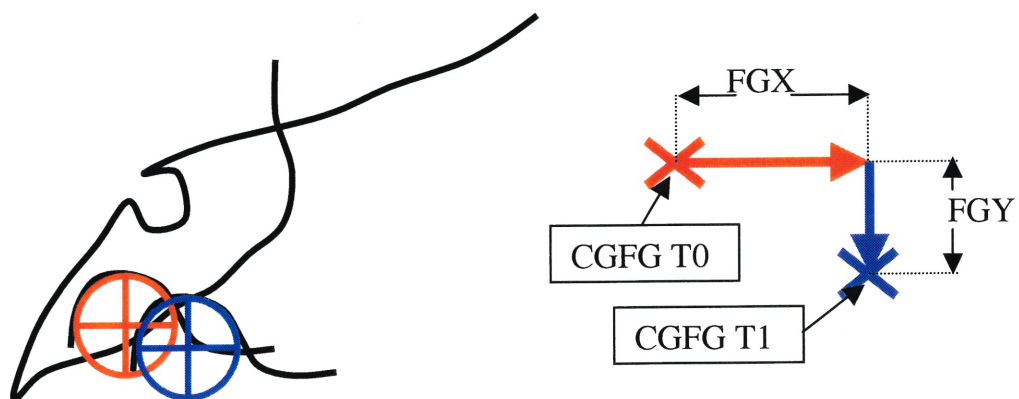
c) Illustration des composantes horizontale et verticale de la distance entre le centre géométrique du condyle et celui de la fosse glénoïde où la flèche horizontale représente la distance CoX et la flèche verticale la distance CoY (Agrandissement du centre de la figure b).



**Figure 3. 8 : Plan cartésien adapté aux mesures utilisées indiquant le signe de CoX et de CoY, selon leurs positions par rapport à CGFG.**



**Figure 3. 9 : Superposition sur Sella antérieur illustrant le déplacement de la fosse glénoïde, déterminé par la distance entre le CGFG au temps T1 (en bleu) et CGFG au temps T0 (en rouge)**



**CHAPITRE QUATRIÈME :**

**RÉSULTATS**



## RÉSULTATS

---

### *Analyses statistiques*

D'après les résultats obtenus, chaque variable CoX et CoY a un intervalle restreint variant entre  $-1,0$  et  $3,0$  mm. Étant donné que la précision de la lecture radiographique ne peut être meilleure qu'au  $0,5$  mm près, on n'obtient que neuf valeurs possibles pour chacune de ces deux variables. Par conséquent, elles ont été traitées comme des variables non-paramétriques nominales (qui se rapportent à une classe ou une catégorie et qui ne constituent pas des nombres proprement dits). Les autres variables présentaient une distribution normale et ont donc été traitées comme des variables numériques. Trois comparaisons ont été effectuées grâce aux tests statistiques suivants :

1. Comparaison des variables avant traitement entre les deux groupes : t-tests pour groupes parallèles et test exact de Fisher pour les variables nominales.
2. Comparaison avant-après la période d'observation pour chaque groupe : t-tests pour mesures répétées et test du signe pour les variables nominales.

3. Comparaison de la différence (“après moins avant” le traitement ou la période d’observation) entre les deux groupes : t-tests pour groupes parallèles et test exact de Fisher pour les variables nominales.

### ***Fiabilité***

#### **Variables nominales (CoX et CoY)**

Le Kappa pondéré (*weighted Kappa, K<sub>w</sub>*) a été établi pour les variables nominales (CoX et CoY) pour estimer la fiabilité intra et inter classes sur la mesure. L’échelle de pondération pour ce résultat s’établit ainsi (Cohen, 1968):

<0.21: pauvre (*poor*)

0.21-0.40: acceptable (*fair*)

0.41-0.60: modéré (*moderate*)

0.61-0.80 : substantiel (*substantial*)

0.81-1.0 : presque parfait (*almost perfect*)

Une valeur de 1,0 a été obtenue pour la variabilité intraclasse pour les deux distances CoX et CoY. Ceci signifie que toutes les valeurs mesurées à deux occasions différentes, séparées de quatre semaines, par le même opérateur étaient les mêmes. Entre deux opérateurs différents,

une valeur de 0,38 et 0,62 a été obtenue pour CoX et CoY respectivement. Bien que ces résultats ne soient pas situés dans l'intervalle "presque parfait", ils sont respectivement dans "acceptable" et "substantiel". Une observation de chacune des valeurs de CoX et CoY révèle que plus de la moitié (11 valeurs sur 20) concordait à 100% (la même valeur obtenue) entre les données des deux opérateurs et que sur les 9 restantes, 100% des différences entre les données de l'opérateur 1 et de l'opérateur 2 étaient en-dedans de 0,5 mm pour CoX et 89% pour CoY. Étant donné que la précision d'une lecture manuelle radiographique peut être difficilement plus grande que 0,5 mm (c'est-à-dire que l'erreur sur la lecture peut être difficilement plus petite que 0,5 mm), la fiabilité des mesures nominales dans cette étude permet une interprétation valable des résultats obtenus.

### **Variables numériques**

Pour les variables numériques (toutes les autres mesures), le coefficient de corrélation intra-classe a été utilisé pour estimer la variabilité intra et inter examineurs. La fiabilité moyenne avec son étendue (minimum - maximum) s'est établie ainsi :

- Fiabilité intra-opérateur : 0,99 (0,98 – 1,0)
- Fiabilité inter-opérateurs : 0,93 (0,81 – 1,0)

Le coefficient de corrélation pour les variables numériques est interprété suivant une échelle autre que celle définie précédemment : une valeur

entre 0,80 et 0,90 indique une très bonne fiabilité et de 0,91 et plus, une excellente fiabilité.

Par conséquent, le coefficient de corrélation tel que calculé entre le même examinateur à deux temps différents et entre deux examinateurs différents permet de conclure que la reproductibilité des mesures est excellente et que la lecture radiographique est d'une validité qui varie de "acceptable" à "excellente".

### ***Comparaison entre les deux groupes avant traitement***

Afin d'évaluer la similarité entre les deux groupes, une comparaison a été faite pour chacune des mesures analysées au temps initial, par l'application du t-test pour groupes parallèles. Une différence dont la valeur  $p \leq 0.01$  a été considérée significative. Le tableau II présente les résultats obtenus. Notons que la mesure FG n'est pas incluse dans ce tableau car les données au temps final sont nécessaires pour l'évaluer.

**Tableau II : Comparaison des valeurs moyennes  $\pm$  un écart-type (ET) au temps initial entre les deux groupes.**

Une valeur  $p \leq 0.01$  est considérée significative (ces valeurs sont marquées d'un \*). Groupe 1: groupe-traitement; groupe 2: groupe-contrôle. Pour CoX et CoY, la médiane avec l'étendue entre parenthèses est indiquée.

<b>Mesures</b>	<b>Moyenne <math>\pm</math> ET (groupe 1)</b>	<b>Moyenne <math>\pm</math> ET (groupe 2)</b>	<b>Valeur <math>p</math></b>
N-A-Pg (°)	11,61 $\pm$ 3,54	10,08 $\pm$ 2,99	0,26
N-A (FH) (mm)	1,57 $\pm$ 1,26	1,41 $\pm$ 2,04	0,81
N-B (FH) (mm)	-7,27 $\pm$ 3,75	-6,71 $\pm$ 3,00	0,68
N-Pg (FH) (mm)	-6,31 $\pm$ 4,81	-5,33 $\pm$ 2,99	0,55
SNA (°)	80,88 $\pm$ 2,79	78,04 $\pm$ 2,12	0,009 *
SNB (°)	74,19 $\pm$ 3,51	73,00 $\pm$ 2,98	0,37
ANB (°)	6,62 $\pm$ 1,77	5,88 $\pm$ 1,19	0,24
G'-Sn-Pg' (°)	20,42 $\pm$ 5,02	18,54 $\pm$ 3,28	0,28
FMA (°)	23,08 $\pm$ 5,58	23,42 $\pm$ 4,16	0,87
LFH (mm)	61,38 $\pm$ 4,67	63,93 $\pm$ 3,65	0,14
LMd (mm)	105,96 $\pm$ 5,13	105,50 $\pm$ 3,95	0,80
LMx (mm)	52,88 $\pm$ 3,12	53,21 $\pm$ 2,55	0,78
PO (°)	6,19 $\pm$ 3,2	6,21 $\pm$ 1,90	0,99
I/ (°)	120,38 $\pm$ 5,22	120,00 $\pm$ 4,30	0,84

/I (°)	95,92±4,58	94,29±6,04	0,45
I/-I (°)	121,04±5,72	122,33±5,75	0,58
RM (mm)	4,96±0,92	4,88±0,71	0,80
OJ (mm)	9,50±2,13	9,46±1,14	0,95
OB (mm)	6,31±2,95	5,46±1,72	0,39
IS (mm)	6,35±1,55	5,67±0,96	0,20
CoX (mm)	0,00 (0,0 – 1,0)	0,50 (0,0 – 1,0)	0,27
CoY (mm)	1,00 (0,0 – 1,0)	0,50 (-1,0 – 2,0)	0,49

Toutes les variables au temps initial, sauf une (SNA), étaient statistiquement comparables car aucune différence significative n'a été révélée par les tests statistiques. En ce qui concerne la variable "angle SNA" dont une différence significative existe entre les deux groupes au temps initial, les tests statistiques qui suivent indiquent que cette différence n'affecte aucunement les résultats de l'étude car il n'existe aucune différence significative entre le temps initial et le final, ni à l'intérieur d'aucun groupe, ni entre les deux groupes (se référer aux sections suivantes et aux tableaux III, IV, et VII). On peut donc conclure qu'au temps initial, les patients appartenant aux deux groupes présentent une grande homogénéité déterminée par analyse céphalométrique : au niveau du patron de croissance squelettique et de la position dentaire, au niveau des mesures linéaires et angulaires. Ceci permet alors de réduire au minimum l'effet de biais associé à la comparaison de groupes non-semblables au départ.

***Comparaison entre les variables des temps initial et final pour chacun des groupes***

La comparaison des variables entre les temps initial et final pour chacun des groupes (tableaux III et IV) montre que 7 variables sur 22 (32%) sont significatives pour le groupe-contrôle et 18 sur 22 (82%) sont significatives pour le groupe-traitement. Pour le groupe-contrôle, les variables dont la différence entre les temps initial et final est significative sont : N-A, N-B, N-Pg, LFH, LMd, LMx, et PO. Pour le groupe-traitement, ces valeurs sont : N-A-Pg, N-B, N-Pg, SNB, ANB, G'-Sn-Pg, FMA, LFH, LMd, LMx, PO, 1/, /1, RM, OJ, OB, CoX, CoY.

Par conséquent, on constate que, comparées aux mesures initiales, les positions des points A, B et Pg ont avancé pour le groupe d'observation tandis que seuls B et Pg ont avancé dans le groupe expérimental. Malgré ceci, l'angle SNB a augmenté et l'angle ANB a diminué lors du traitement. Selon le changement de l'angle SNB, en assumant que les points S et N ne bougent pas significativement, le point B a avancé pour le groupe-traitement et non pour le groupe-contrôle. La convexité faciale des tissus mous (G'-Sn-Pg') et des tissus durs (N-A-Pg) est améliorée pour le groupe-traitement et non pour le groupe-contrôle. Dans le sens vertical, il y a eu une augmentation significative du FMA pour le groupe traité et non pour le groupe d'observation qui, en moyenne, a même subi une diminution de l'angle, bien que la différence ne soit pas significative. Par contraste, la valeur de LFH a augmenté chez les deux groupes étudiés. Les longueurs mandibulaire et maxillaire ont augmenté

significativement pour les deux groupes. Le changement du plan occlusal s'est avéré significatif pour les deux groupes, mais en sens opposés. Effectivement, il y a eu bascule significative du plan occlusal chez le groupe traité (de  $2,61^\circ$ ); par contre, le plan occlusal est devenu plus horizontal avec le temps, sans traitement (de  $2,50^\circ$ ). De façon globale, le plan occlusal est en moyenne de  $5,11^\circ$  ( $2,61^\circ + 2,50^\circ$ ) plus incliné chez le groupe traité que chez le groupe d'observation.

Au niveau dentaire, le développement seul, sans traitement, n'a changé aucune des inclinaisons incisives de façon significative. Cependant, le groupe traité présente une rétroclinaison significative des incisives supérieures et une bascule antérieure marquée des incisives inférieures. Les surplombs horizontal et vertical sont restés statistiquement inchangés pour le groupe non-traité tandis que le groupe expérimental a montré une diminution significative des valeurs OJ et OB. Le montant d'incisive visible (IS) est resté pratiquement inchangé pour les deux groupes.

La position du condyle dans la fosse glénoïde n'a pas changé entre le temps initial et le temps final chez le groupe-contrôle; par contre, elle a changé d'une distance de 2,00 mm (déterminée par la moyenne et la médiane) horizontalement (antérieurement) et de 1,50 mm verticalement (inférieurement). De plus, l'examen de chacun des patients révèle que 100% des sujets traités ont subi un déplacement antérieur et inférieur du condyle par rapport à leur position initiale (avec comme médiane 2,0 mm et comme intervalle de 0,5 mm à 3,0 mm).



Par ailleurs, 100% des patients du groupe d'observation ont soit une position horizontale inchangée du condyle, soit un déplacement postérieur; 58% (7 patients sur 12) ont montré soit un déplacement supérieur, soit une position inchangée verticalement tandis que les autres ont subi un déplacement inférieur non significatif.

Les variables FG n'ont pas été incluses dans les tableaux III et IV car il s'agit d'une seule valeur déterminée avec la superposition des tracés initiaux et finaux (et non d'une valeur pour le tracé initial et d'une autre pour le tracé final). Par conséquent, seule la différence entre les deux groupes a été évaluée statistiquement. Les résultats pour les groupes traitement et contrôle étaient respectivement de  $-0,62 \text{ mm} \pm 1,24$  et  $-0,96 \text{ mm} \pm 1,33$ . Le déplacement de la fosse glénoïde par rapport au point le plus supérieur de la paroi antérieure de Sella a été en moyenne moins grand pour le groupe-traitement que pour le groupe-contrôle. La différence statistique entre les deux groupes sera évaluée plus loin.

**Tableau III : Différences moyennes entre les temps initial et final des variables du groupe-traitement  $\pm$  un écart-type (ET). Pour CoX et CoY, la médiane, avec l'intervalle entre parenthèses, est indiquée. Une valeur  $p \leq 0,01$  est considérée significative (ces valeurs sont marquées d'un \*).**

Mesure	Différence moyenne T1-T0 $\pm$ une ET	Valeur $p$
N-A-Pg (°)	-4,23 $\pm$ 2,17	0,00001 *
N-A (FH) (mm)	0,23 $\pm$ 0,78	0,3
N-B (FH) (mm)	3,27 $\pm$ 2,55	0,0006 *
N-Pg (FH) (mm)	2,92 $\pm$ 2,83	0,003 *
SNA (°)	-0,69 $\pm$ 1,27	0,07
SNB (°)	2,08 $\pm$ 1,15	0,00003 *
ANB (°)	-2,69 $\pm$ 1,07	0,00000 *
G'-Sn-Pg' (°)	5,11 $\pm$ 2,79	0,00003 *
FMA (°)	1,65 $\pm$ 1,59	0,003 *
LFH (mm)	4,88 $\pm$ 1,65	0,00000 *
LMd (mm)	4,42 $\pm$ 2,02	0,00000 *
LMx (mm)	2,31 $\pm$ 1,76	0,0005 *
PO (°)	2,61 $\pm$ 1,58	0,00007 *
1/ (°)	-8,31 $\pm$ 3,79	0,00000 *
/1 (°)	3,54 $\pm$ 3,58	0,004 *
1/-1 (°)	2,04 $\pm$ 5,36	0,2

RM (mm)	-4,71±1,41	0,00000 *
OJ (mm)	-6,81±2,02	0,00000 *
OB (mm)	-4,96±2,59	0,00002 *
IS (mm)	-0,77±0,95	0,013
Δ CoX (mm)	2,00 (0,5 – 3,0)	0,0002 *
Δ CoY (mm)	1,50 (0,5 – 3,0)	0,0002 *

**Tableau IV : Différences entre les temps initial et final des variables du groupe-contrôle ± un écart-type (ET).**

Pour CoX et CoY, la médiane, avec l'intervalle entre parenthèses, est indiquée. Une valeur  $p \leq 0,01$  est considérée significative (ces valeurs sont marquées d'un \*).

Mesures	Différence moyenne T1-T0 ± une ET	Valeur $p$
N-A-Pg (°)	0,67±1,71	0,20
N-A (FH) (mm)	1,08±1,10	0,006 *
N-B (FH) (mm)	1,25±0,89	0,0005 *
N-Pg (FH) (mm)	1,75±1,25	0,0005 *
SNA (°)	0,92±1,86	0,10
SNB (°)	0,21±1,84	0,70
ANB (°)	-0,13±1,30	0,75

G'-Sn-Pg' (°)	-0,29±3,03	0,75
FMA (°)	-0,46±1,95	0,43
LFH (mm)	1,29±0,94	0,0006 *
LMd (mm)	4,00±1,85	0,00001 *
LMx (mm)	2,46±1,44	0,0001 *
PO (°)	-2,50±1,11	0,00001 *
1/ (°)	1,25±2,65	0,13
/1 (°)	0,21±1,83	0,70
1/-1 (°)	-1,83±3,44	0,09
RM (mm)	-0,87±1,60	0,08
OJ (mm)	0,13±0,80	0,60
OB (mm)	-0,38±0,52	0,03
IS (mm)	0,04±0,75	0,85
Δ CoX (mm)	0,00 (-0,50 – 0,00)	0,25
Δ CoY (mm)	0,00 (-1,00 – 1,50)	1,00

### ***Comparaison des différences aux temps initial et final entre les deux groupes***

Les résultats obtenus en comparant les différences moyennes aux temps initial et final entre chacun des groupes révèlent que 14 mesures sur 23 (61%) sont significatives: N-A-Pg, SNB, ANB, G-Sn-Pg, FMA, LFH, PO, I/, /1, RM, OJ, OB, CoX et CoY (Tableau VII).

### **Effets squelettiques**

#### **Positions antéro-postérieure et verticale des maxillaires**

Premièrement, les convexités faciales des tissus durs et des tissus mous ont été réduites. Les positions horizontales des points A, B et Pg n'ont pas changé significativement chez le groupe-traitement par rapport au groupe-contrôle. L'angle SNA a, en moyenne, diminué chez le groupe expérimental et augmenté chez le groupe d'observation, mais la différence n'est pas significative. Le traitement a eu un effet significatif sur les angles SNB (qui a augmenté) et ANB (qui a diminué). Sur le plan vertical, l'angle FMA a augmenté avec le traitement et diminué chez le groupe d'observation; les différences entre les changements des deux groupes sont significatives. La hauteur faciale inférieure a aussi augmenté significativement chez le groupe-traitement par rapport au groupe-contrôle.

## Longueurs maxillaire et mandibulaire

Les distances LMx et LMd ont augmenté dans les deux groupes mais il n'y a pas de différences significatives entre les changements du groupe-traitement par rapport à ceux du groupe-contrôle. Le tableau VIII présente la longueur mandibulaire pour chacun des patient de l'étude.

## Position du condyle

Le changement de position du condyle par rapport à la fosse glénoïde était significativement plus marqué chez le groupe-traitement que chez le groupe-contrôle, et ce, dans les deux directions (antérieure et inférieure).

Comme mentionné dans une section précédente (Résultats – Analyse statistique), le test exact de Fisher a été utilisé pour comparer les variables  $\Delta$  CoX et  $\Delta$  CoY entre les deux groupes. Pour ce faire, une catégorisation a été nécessaire : les différences entre le temps final et le temps initial, plus petites ou égales à 0,5 mm, ont été classées dans la catégorie "0" et celles supérieures à 0,5 mm sont classées dans la catégorie "1". Ceci constitue une limite arbitraire qui permet de grouper les données en deux classes, condition nécessaire au test statistique. Ainsi, une comparaison statistique peut être effectuée entre ces deux

“classes” (catégories). Le tableau V montre les résultats selon la classe obtenue en nombres et le tableau VI en pourcentages.

**Tableau V : Nombre de patients dans chacune des catégories en fonction du groupe**

		<u>Groupe</u>		<u>Total</u>
		1	2	
<u>Catégorie</u>	0	1	12	13
	1	12	0	12
<u>Total</u>		13	12	25

**Tableau VI : Pourcentage de patients dans chacune des catégories en fonction du groupe**

		<u>Groupe</u>		<u>Total</u>
		1	2	
<u>Catégorie</u>	0	7,7	100	52
	1	92,3	0	48
<u>Total</u>		100	100	100

Il devient donc évident que la différence entre les deux groupes est extrêmement significative puisque dans le groupe 1, 12 patients sur 13 (92,3%) font partie de la catégorie "1" et que tous les patients du groupe 2 (100%) se trouvent dans la catégorie "0".

### **Remodelage de la fosse glénoïde**

Le déplacement du centre de la fosse glénoïde (CGFG) entre les temps T1 et T0 dans le groupe-traitement a été mesuré à  $-0,62 \text{ mm} \pm 1,24$  en moyenne pour le groupe traitement et  $-0,96 \text{ mm} \pm 1,33$  pour le groupe-contrôle. Dans les deux cas, la fosse glénoïde s'est déplacée postérieurement. Bien qu'en moyenne, ce déplacement se soit avéré plus grand dans le groupe contrôle, il n'y a aucune différence significative avec son déplacement dans le groupe traitement.

### **Effets dentaires**

L'effet du traitement a été significatif pour toutes les variables dentaires mesurées, sauf l'angle interincisif et le dégagement incisif supérieur. L'angle de l'incisive supérieure (1/) est réduit et celui de l'incisive inférieure (/1) augmenté de façon significative chez les sujets traités en comparaison avec les changements observés chez les patients du groupe d'observation.



La variation du plan occlusal a été dans le sens opposé pour les deux groupes : une bascule du plan occlusal dans le sens horaire a été observée chez les sujets traités et un aplatissement du plan occlusal (bascule anti-horaire) est mesuré chez les sujets sous observation. La différence entre les deux variations est très significative.

Les surplombs horizontal et vertical ont diminués significativement avec le traitement en comparaison avec les sujets du groupe-contrôle qui sont pratiquement restés inchangés.

**Tableau VII : Comparaison entre les différences moyennes  $\pm$  un écart-type aux temps initial et final pour chacun des groupes.**

Pour CoX et CoY, la médiane, avec l'intervalle entre parenthèses, est indiquée. Groupe 1 : groupe-traitement; groupe 2 : groupe-contrôle. Une valeur  $p \leq 0,01$  est considérée significative (ces valeurs sont marquées d'un \*).

Mesure	Différence moyenne T1-T0 $\pm$ une ET, groupe 1	Différence moyenne T1-T0 $\pm$ une ET, groupe 2	Valeur $p$
N-A-Pg (°)	-4,23 $\pm$ 2,17	0,67 $\pm$ 1,71	0,0002 *
N-A (FH) (mm)	0,23 $\pm$ 0,78	1,08 $\pm$ 1,10	0,03
N-B (FH) (mm)	3,27 $\pm$ 2,55	1,25 $\pm$ 0,89	0,016
N-Pg (FH) (mm)	2,92 $\pm$ 2,83	1,75 $\pm$ 1,25	0,2

SNA (°)	-0,69±1,27	0,92±1,86	0,018
SNB (°)	2,08±1,15	0,21±1,84	0,005 *
ANB (°)	-2,69±1,07	-0,13±1,30	0,00002 *
G <sup>2</sup> -Sn-Pg' (°)	5,11±2,79	-0,29±3,03	0,0004 *
FMA (°)	1,65±1,59	-0,46±1,95	0,007 *
LFH (mm)	4,88±1,65	1,29±0,94	0,00000 *
LMd (mm)	4,42±2,02	4,00±1,85	0,6
LMx (mm)	2,31±1,76	2,46±1,44	0,8
PO (°)	2,61±1,58	-2,50±1,11	0,00000 *
I/ (°)	-8,31±3,79	1,25±2,65	0,00000 *
/I (°)	3,54±3,58	0,21±1,83	0,008 *
I/-I (°)	2,04±5,36	-1,83±3,44	0,04
RM (mm)	-4,71±1,41	-0,87±1,60	0,00000 *
OJ (mm)	-6,81±2,02	0,13±0,80	0,00000 *
OB (mm)	-4,96±2,59	-0,38±0,52	0,00000 *
IS (mm)	-0,77±0,95	0,04±0,75	0,05
Δ CoX (mm)	2,00 (0,5 – 3,0)	0,00 (-0,50 – 0,00)	0,0000 *
Δ CoY (mm)	1,50 (0,5 – 3,0)	0,00 (-1,00 – 1,50)	0,0036 *
FG (mm)	-0,62±1,24	-0,96±1,33	1,0000

**Tableau VIII : Longueur mandibulaire (Co-Pg, en mm) pour chacun des patients de l'étude**

(Groupe 1 : groupe-traitement; groupe 2 : groupe-contrôle)

<b>Patient</b>	<b>Groupe</b>	<b>LMd T0</b>	<b>LMd T1</b>	<b>Patient</b>	<b>Groupe</b>	<b>LMd T0</b>	<b>LMd T1</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	110,5	110,5	<b>1</b>	<b>2</b>	101	103
<b>2</b>	<b>1</b>	100	105,5	<b>2</b>	<b>2</b>	103	106,5
<b>3</b>	<b>1</b>	107	114	<b>3</b>	<b>2</b>	108	109
<b>4</b>	<b>1</b>	103	106,5	<b>4</b>	<b>2</b>	101	104
<b>5</b>	<b>1</b>	100,5	104	<b>5</b>	<b>2</b>	105,5	109
<b>6</b>	<b>1</b>	114,5	118	<b>6</b>	<b>2</b>	103,5	108,5
<b>7</b>	<b>1</b>	108	113	<b>7</b>	<b>2</b>	106	109
<b>8</b>	<b>1</b>	99,5	104	<b>8</b>	<b>2</b>	107	113
<b>9</b>	<b>1</b>	104	112,5	<b>9</b>	<b>2</b>	111,5	118
<b>10</b>	<b>1</b>	106,5	110	<b>10</b>	<b>2</b>	113	119,5
<b>11</b>	<b>1</b>	111,5	116	<b>11</b>	<b>2</b>	105,5	111
<b>12</b>	<b>1</b>	112	117	<b>12</b>	<b>2</b>	101	103,5
<b>13</b>	<b>1</b>	100,5	104				

**CHAPITRE CINQUIÈME :**

**DISCUSSION**

## DISCUSSION

---

### *Facteurs squelettiques*

Premièrement, la convexité faciale a été diminuée de façon significative pour les sujets de cette étude, ce qui est en accord avec l'étude de Meach (1966), Croft et al. (1999) et avec les résultats non publiés de Clark (1988). Bien que ce ne soit pas une variable mesurée fréquemment dans la plupart des publications, la convexité faciale demeure une indication importante de la dysplasie entre les maxillaires.

D'autres variables, telles SNA, SNB et ANB, malgré les nombreuses failles inhérentes, sont beaucoup plus communément employées. Les angles SNB et ANB ont subi des changements significatifs, tandis que l'angle SNA est resté presque inchangé. Les auteurs suivants n'ont également rapporté aucun changement significatif de l'angle SNA : Righellis (1983), Hamilton et al. (1987), Perillo et al. (1996), Tulloch et al. (1997) et Lund et Sandler (1998). En comparaison, les changements significatifs de SNA ont été rapportés par Pancherz (1979), Nielsen (1984), McNamara et al. (1985), Op Heij et al. (1989), et Croft et al. (1999). Comme dans la présente étude, l'augmentation de SNB s'est avérée significative selon les résultats obtenus par Pancherz (1979), McNamara et al. (1985), De Vincenzo et al. (1987), De Vincenzo et Winn (1989) (pour le groupe d'avancement de 3 mm et plus), Op Heij et

al. (1989), Carels et al. (1997), Tulloch et al. (1997), et Lund et Sandler (1998), et non dans les études de Hamilton et al. (1987), Nelson et al. (1993), Kumar et al. (1996), Perillo et al. (1996), Ghafari et al. (1998), et Croft et al. (1999).

Il y a eu réduction significative de l'angle ANB (en moyenne de  $2,69^\circ$ ) avant et après traitement ainsi qu'entre le groupe-traitement et le groupe-contrôle (qui a montré une réduction non significative de seulement  $0,13^\circ$ ). La plupart des études portant sur le traitement myofonctionnel sont en accord avec la réduction de l'angle ANB, notamment : Pancherz (1979), Wieslander et Lagerstrom (1979), McNamara et al. (1985), Hamilton et al. (1987), Op Heij et al. (1989), Kumar et al. (1996), Perillo et al. (1996), Tulloch et al. (1997), Ghafari et al. (1998), Lund et Sandler (1998) et Croft et al. (1999).

Dans la présente étude, le groupe-traitement a subi un déplacement non significatif du point A et un déplacement antérieur significatif des points B et Pg, tandis que chez le groupe d'observation, ces trois points se sont déplacés antérieurement en comparant les résultats du temps final au temps initial. Par contre, en comparant les changements entre les deux groupes, il n'y a aucune différence significative. Ceci signifie que les points B et Pg ont subi un déplacement antérieur par rapport à leur position initiale chez les deux groupes mais de façon comparable. Le point A a bougé significativement chez le groupe-contrôle et non chez le groupe-traitement. Cependant, le déplacement de ces trois points est comparable entre les deux groupes.

En comparaison avec l'étude de Jakobsson (1967) et McNamara et al. (1985) qui ont obtenu un déplacement significatif du point A, Wieslander et Lagerstrom (1979), Righellis (1983), Kumar et al. (1996) et Franchi et al. (1999), comme dans notre étude, n'ont également pas rapporté de mouvement significatif du point A; par contre, le point B a subi un déplacement antérieur significatif dans l'étude de Kumar et al. (1996).

Contrairement à plusieurs études (Wieslander et Lagerstrom (1979), McNamara et al. (1985), et Tulloch et al. (1997)), Hamilton et al. (1987), Carels et al. (1997), et Franchi et al. (1999) ont rapporté un déplacement significatif du point Pogonion. Remmer et al. (1985) ainsi que DeVincenzo et al. (1987) ont rapporté un déplacement antérieur significatif des points A, B et Pg chez le groupe traité par activateur, en comparaison avec un groupe traité par appareils fixes et à un groupe-contrôle respectivement. Notons que, pour l'étude de DeVincenzo et al. (1987), la position de chacun de ces points a été mesurée relativement au plan Go-Gn. Un déplacement significatif des points B et Pg a aussi été rapporté par DeVincenzo et Winn (1989); aucun déplacement significatif de ces points n'a été obtenu dans l'étude de Jakobsson (1967).

Dans le plan vertical, d'après nos résultats, le traitement a fait augmenter l'angle FMA et le montant de LFH de façon significative comparativement aux changements observés chez le groupe-contrôle. De

nombreux auteurs ont également rapporté une ouverture de l'angle mandibulaire ou de l'étage facial inférieur : Jacobsson (1967) (augmentation de FMA); Harvold et Vargervik (1971); Wieslander et Lagerstrom (1979); Nelson et al. (1993); Nielsen (1984); Vargervik et Harvold (1985) (augmentation du LFH); Hamilton et al. (1987) (augmentation de FMA et non de LFH); et Lund et Sandler (1998). Cependant, d'autres n'ont enregistré aucun changement vertical significatif : Righellis (1983), McNamara et al. (1985), DeVincenzo et al. (1987 et 1989), Kumar et al. (1996), Carels et al. (1997), Pancherz et al. (1998) et Croft et al. (1999). Meach (1966) et Ghafari et al. (1998) ont même obtenu une diminution de l'angle mandibulaire pour le groupe traité par l'appareil de Fränkel et par l'activateur respectivement.

La longueur du maxillaire, représentée par la distance ANS-PNS, a augmenté significativement chez les deux groupes dans l'intervalle de douze mois. Cependant, il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre le groupe-traitement et le groupe-contrôle. Ceci signifie que le traitement n'a pas eu d'influence sur la croissance antéropostérieure du maxillaire.

De façon similaire, la longueur de la mandibule, telle que mesurée par la distance Co-Pg, a augmenté de façon significative dans les deux groupes du temps initial au temps final, mais cette augmentation était comparable entre les deux groupes. Il y a eu une croissance comparable de la mandibule chez le groupe-traitement et chez le groupe-contrôle, et **la croissance de la mandibule du groupe-traitement n'a pas surpassé**



**de façon significative celle du groupe-contrôle.** Dû aux multiples mesures utilisées pour évaluer la stimulation de la croissance mandibulaire, ce facteur constitue le point le plus controversé dans la littérature. De plus, lors de la comparaison avec les résultats d'autres études, il devient très important de considérer chaque facteur qui peut influencer l'interprétation des résultats.

Par exemple, Op Heij et al. (1989) ont rapporté une augmentation significative de la distance Go-Me (longueur du corps de la mandibule) comparativement aux valeurs initiales à l'intérieur des mêmes groupes. Dans la présente étude, la distance Co-Pg a aussi augmenté de façon significative à l'intérieur des deux groupes et non entre les deux groupes. Righellis (1983) a conclu qu'en comparant aussi la même mesure (Co-Pg) entre un groupe traité par appareil Fränkel et un groupe contrôle de Baumrind et al. (1978), la stimulation de la mandibule était significative avec le Fränkel. Pancherz (1979) et Franchi et al. (1999) ont obtenu des résultats similaires aussi en mesurant Co-Pg avec un appareil de Herbst ainsi que Vargervik et Harvold (1985) avec l'activateur. En comparant deux groupes de protrusions différentes, Mamandras et Allen (1990) ont observé que la distance Co-Gn a augmenté significativement plus dans le groupe où le degré d'avancement était supérieur. McNamara et al. (1985) a aussi obtenu les mêmes résultats en mesurant la même distance pour des patients traités par appareil Fränkel, comparés avec l'échantillon du *Michigan Study*. Carels et al. (1997) et Tulloch et al. (1997) ont obtenu les mêmes résultats en comparant des patients traités avec un bionator à des valeurs

normales de sujets non-traités (Carels et al., 1997) et à un groupe-contrôle (Tulloch et al., 1997). En utilisant comme longueur mandibulaire la distance Ar-Pg, DeVincenzo (1991), Perillo et al. (1996), et Lund et Sandler (1998) ont rapporté une augmentation significative du groupe-traitement en comparaison avec un groupe-contrôle. Lund et Sandler (1998) ont toutefois précisé qu'il est impossible de déterminer si l'augmentation de Ar-Pg est due à une augmentation de la longueur mandibulaire ou à un repositionnement de la mandibule. Il est intéressant de noter que les résultats de Jakobsson (1967) et Nelson et al. (1993) sont différents selon de la distance mesurée. En utilisant Ar-Pg, ces auteurs ont obtenu une différence significative entre les groupes traités et non-traités. Par contre, si la distance Co-Pg est mesurée, aucune différence significative n'existe. Nelson et al. (1993) en concluent que l'augmentation significative de Ar-Pg est attribuée à un déplacement antérieur et inférieur du condyle. Jakobsson (1967) précise que les résultats de son étude ne supportent pas l'hypothèse que le traitement peut affecter la croissance mandibulaire. Il devient évident que, malgré les conclusions controversées, la mesure utilisée pour comparer les résultats est d'une importance cruciale pour leur interprétation.

Par contraste, les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux d'autres publications. Kumar et al. (1996) ont rapporté un changement non significatif de la mesure Go-Pg parmi les trois groupes de comparaison impliqués, incluant un groupe-contrôle. Livieratos et Johnson (1995) n'ont également observé aucun changement significatif

de la distance Co-Gn entre un groupe traité par bionator/*edgewise* et un groupe traité uniquement par *edgewise*. Wieslander et Lagerstrom (1979) ont conclu que l'effet de traitement est d'origine dentaire et non squelettique, en comparant la distance Co-Gn. En utilisant la distance Co-Symphyse, Harvold et Vargervik (1971) en sont venus à la même conclusion. En comparant avec un groupe-contrôle, Schulhof et Engel (1982) n'ont trouvé aucune augmentation significative du corps mandibulaire chez des patients traités par appareil Fränkel. Robertson (1983) n'a obtenu aucun changement squelettique supérieur à un écart-type en effectuant la superposition des tracés de patients traités par appareil Fränkel sur la moyenne du *Michigan Study*. D'autres mesures de la dimension mandibulaire, comme S-Gn, Ar-Pg, Ar-Gn, etc. ont comme origine un point qui ne fait pas partie de la mandibule. Ces mesures incluent alors la posture mandibulaire possible. Remmer et al. (1985) ont mesuré la distance S-Gn et n'ont quand même trouvé aucune différence significative entre les groupes traités par thérapie myofonctionnelle et par appareillages fixes. Ar-B constitue une autre mesure possible et elle fut utilisée par Hamilton et al. (1987) pour évaluer la croissance mandibulaire. Ils ont conclu que la stimulation de la croissance mandibulaire n'est pas significative dans un groupe de traitement en comparaison avec des sujets non traités. Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux de Ghafari et al. (1998) et de Croft et al. (1999), qui n'ont également trouvé aucune différence significative de la distance Co-Pg en comparant un groupe traité par appareil Fränkel et un groupe traité par *Headgear* (Ghafari et al., 1998)

et un groupe traité par appareil Herbst comparé avec un groupe non-traité (Croft et al., 1999).

Le déplacement du condyle dans la fosse glénoïde a été significatif chez le groupe-traitement et non chez le groupe-contrôle, tel que démontré par les variables CoX et CoY. De plus, une différence statistiquement significative existe lors de la comparaison entre les deux groupes. Par conséquent, la position du condyle dans la fosse glénoïde a significativement changé suite au traitement, et ce, malgré les tentatives de repositionnement manuel de la mandibule en position centrée, avant la prise de la radiographie au temps final. Notons que ce changement de position du condyle s'est exprimé chez 100% des individus et qu'il varie de 0,5 mm (négligeable) à 3,0 mm (déplacement important). Ceci est en accord avec les résultats de Gianelly et al. (1983) qui ont conclu que le condyle s'est déplacé chez un nombre significatif de patients après un an de traitement avec l'appareil de Fränkel et qu'après repositionnement en relation centrée, la relation molaire est redevenue comme avant le traitement et aucun changement significatif de l'angle SNB n'a été noté. Par contre, d'autres auteurs n'ont mesuré aucun déplacement significatif du condyle dans la fosse glénoïde : Hamilton et al. (1987) et Kumar et al. (1996) qui n'ont d'ailleurs pas obtenu des résultats démontrant que la stimulation de la croissance mandibulaire a été significative; et Pancherz (1979 et 1982) qui, quant à lui, a trouvé une différence significative dans la mesure Co-Pg sur dix patients. Franchi et al. (1999) n'ont également pas trouvé de déplacement significatif du point Co mesuré par rapport à un plan de référence et non par rapport à la fosse glénoïde.

Enfin, en ce qui a trait au repositionnement de la fosse glénoïde, les résultats indiquent qu'il n'existe aucune différence significative entre les groupes "contrôle" et "traitement". De plus, dans chacun des groupes, le déplacement s'est fait dans une direction postérieure et donc non favorable cliniquement pour la correction de la dysharmonie sagittale. Par conséquent, ceci suggère qu'il n'y a pas eu de remodelage significatif dans une direction antérieure, pas plus chez le groupe-traitement que chez le groupe-contrôle. Le traitement n'a donc eu aucun effet significatif sur le déplacement de la fosse glénoïde en direction postérieure qui se serait produit sans traitement, probablement par la croissance normale de la base crânienne et de l'os temporal. Concernant le groupe-contrôle, les résultats obtenus sont en accord avec ceux de Baumrind et al. (1983), Agronin et Kokich (1987), Popovich et Thompson (1977) et Buschang et Santos-Pinto (1998) qui ont aussi rapporté un déplacement postérieur de la fosse glénoïde dans la croissance normale. De plus, les études de Birkebaek et al. (1984), Vargervik et al. (1985) et Croft et al. (1999) n'ont également pas obtenu de remodelage cliniquement significatif avec le traitement fonctionnel. Cependant, Op Heij et al. (1989) ont rapporté un remodelage de la fosse glénoïde chez le groupe d'avancement maximal et Ruf et Panchez (1999) ont visualisé des signes de remodelage de la fosse glénoïde chez 72% et 79% des adolescents et adultes observés respectivement. Par contre, concernant la dernière étude, les constatations faites à l'examen des clichés de MRI se rapportant au condyle et à la fosse glénoïde n'ont pas été comparées avec un groupe-contrôle.

Le traitement a donc provoqué, dans le cas présent, une posture neuromusculaire antérieure et inférieure du condyle. Cette posture ne s'est pas éliminée après un an de traitement, malgré le remodelage de la fosse glénoïde qui a possiblement eu lieu durant ce temps de traitement, bien que les résultats ne l'aient pas confirmé. On peut argumenter qu'en maintenant plus longtemps le port de l'appareil, soit le remodelage de la fosse glénoïde, soit la croissance de la mandibule, soit une combinaison des deux rétablira la relation "condyle-fosse glénoïde" initiale. Cette hypothèse est-elle valable? Si tel était le cas, est-ce que tous les adolescents ayant une malocclusion de Classe II avec rétrusion mandibulaire qui maintiennent constamment la mandibule dans une position avancée (*Sunday bite*) deviendraient tous orthognatiques à l'âge adulte? Ceci représente évidemment une extrapolation de l'hypothèse initiale, mais qui, à la limite, devient très semblable à la situation de départ.

Si cette hypothèse pouvait être vérifiée, prolonger le temps de port de l'appareil myofonctionnel pour plus d'un an deviendrait une nécessité. Mais à ce prix, la coopération du patient est-elle assurée? Et est-ce que les effets secondaires sur la position dentaire, qui risquent d'empirer, demeureront toujours acceptables? On constate alors que beaucoup de recherche est encore nécessaire pour répondre à ces questions.

Dans l'éventualité où le traitement myofonctionnel est discontinué (comme c'est le cas dans la présente étude), on peut s'attendre à un haut taux de récurrence sur la posture acquise de la mandibule.

### ***Facteurs dentaires***

Sur ce point, les résultats ne sont pas aussi variés dans la littérature. La relation molaire a été corrigée de façon significative, comme ont obtenu Meach (1966), Pancherz (1979 et 1982), Wieslander et Lagerstrom (1979), Gianelly et al. (1983) (avant le repositionnement en relation centrée), et Franchi et al. (1999). Ghafari et al. (1998) ont cependant trouvé une plus grande correction des relations molaire et canine pour le groupe traité par *Headgear* en comparaison avec le groupe traité par appareil Fränkel.

Les surplombs horizontal (OJ) et vertical (OB) ont été réduits significativement, comparativement au groupe-contrôle où ces valeurs n'ont pas changé. Ceci correspond aux résultats rapportés par Jacobsson (1967) (pour l'OJ et non l'OB), Harvold et Vargervik (1971) (pour l'OJ), Pancherz (1979 et 1982), Robertson (1983), Vargervik et Harvold (1985), DeVincenzo et al. (1987) DeVincenzo et Winn (1989), Op Heij et al. (1989), Kumar et al. (1996), Tulloch et al. (1997), Ghafari et al. (1998) (pour l'OJ, en comparaison avec un groupe traité par *Headgear*), Croft et al. (1999) et Franchi et al. (1999) (pour l'OJ).

Le traitement a causé une bascule significative du plan occlusal de  $2,61^{\circ}$  en moyenne par rapport à l'inclinaison initiale et une bascule de  $5,11^{\circ}$  en moyenne de plus que le changement du plan occlusal du groupe-contrôle, car ce dernier s'est fait dans le sens anti-horaire. Ceci est en



accord avec les résultats de Ghafari et al. (1998), qui ont mesuré le plan occlusal par rapport au plan palatin. Il est incontestable qu'une bascule du plan occlusal provoque une correction de la relation sagittale de Classe II. Mais il est aussi connu que la stabilité à long terme d'une telle correction est pauvre, surtout chez les adultes. Chez les sujets en croissance, comme c'est le cas dans la présente étude, on peut anticiper de meilleurs résultats en terme de stabilité. Mais à long terme, ceci reste à documenter. Dans la présente étude, le montant d'incisive visible n'a pas augmenté durant le traitement, probablement grâce à la croissance de la lèvre supérieure. Une telle bascule du plan occlusal, que peuvent aussi causer les élastiques intermaxillaires, risque d'augmenter le montant d'incisive visible en causant une extrusion (vraie et relative par la bascule linguale) des antérieures supérieures et constitue donc une contre-indication chez les patients avec une tendance à la croissance verticale et surtout chez ceux dont le sourire dégage beaucoup de gencive. Il apparaît donc que, chez les enfants, ceci devient une considération moins importante.

Il est évident que, d'après les résultats obtenus, le traitement myofonctionnel a causé une bascule labiale (*flaring*) considérable des incisives inférieures et une bascule linguale aussi importante des incisives supérieures. La majorité des études rapportent les mêmes changements dans l'angle des incisives : Meach (1966) (pour 1/), Jacobsson (1967), Pancherz (1979 et 1982) (pour /1 et non 1/), Schulhof et Engel (1982), Robertson (1983), McNamara et al. (1985), Vargervik et Harvold (1985) (pour /1), DeVincenzo et al. (1987), Hamilton et al

(1987), Op Heij et al. (1989), Nelson et al. (1993) (pour /1), Kumar et al. (1996) (pour /1 et non 1/), Carels et al. (1997), Ghafari et al. (1998) (pour 1/ et non /1), Lund et Sandler (1998) et Franchi et al. (1999) (pour /1 et non 1/).

Finalement, le traitement n'a pas affecté l'angle interincisif de façon significative comparativement au groupe d'observation. Ceci concorde avec les résultats de DeVincenzo et al. (1987) et ceux de Tulloch et al. (1997). Cependant, Carels et al. (1997) ont rapporté un changement significatif de cet angle.

### ***Diminution du surplomb horizontal durant le traitement***

Durant le traitement myofonctionnel, le surplomb horizontal (OJ) a diminué de façon significative chez 100% des patients. En analysant les facteurs qui peuvent contribuer à ce changement de l'OJ, on notera que les composantes sont multiples. Parmi les principales, on retrouve :

- Le changement d'angle des incisives;
- Les changements inhérents au maxillaire et à la mandibule : la rotation des maxillaires et leur croissance dans une direction antérieure et inférieure (Björk et Skieller, 1972), le déplacement passif par croissance de la base crânienne, le tout contribuant à la bascule anti-horaire du plan occlusal;
- Le remodelage de la fosse glénoïde;

- Et la posture antérieure de la mandibule dont le condyle n'est pas en relation centrée dans la fosse glénoïde.

***Évaluation de la contribution du changement de l'angle des incisives dans la réduction du surplomb horizontal durant le traitement***

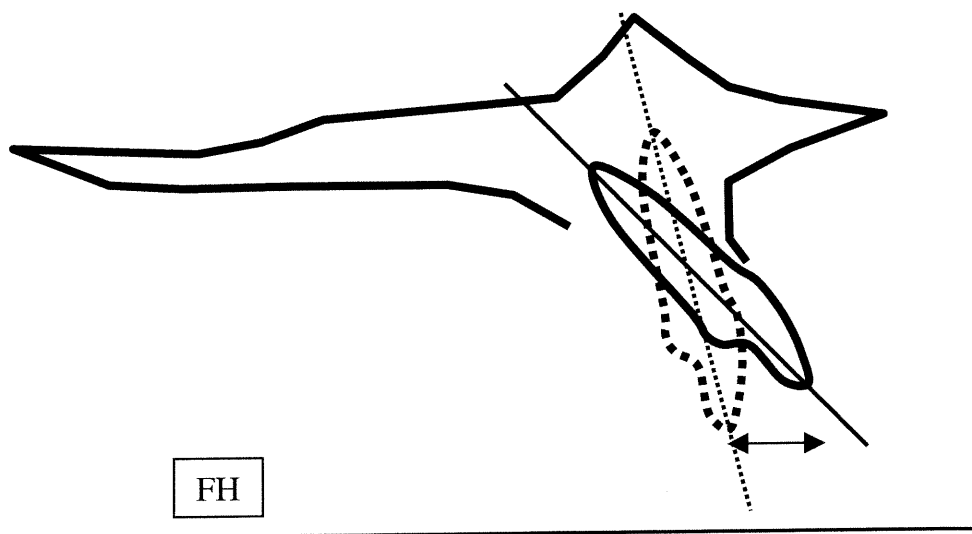
Il serait intéressant de pouvoir déterminer la contribution du changement de l'angle des incisives (causé par le traitement) dans la réduction du surplomb horizontal sans inclure la contribution des autres facteurs. On pourrait ainsi apprécier le montant de réduction de l'OJ qui est apporté uniquement par l'effet de l'appareil fonctionnel sur les incisives dans un plan horizontal, c'est-à-dire parallèle à FH.

La mesure de ce changement peut être obtenue par superposition sur les structures stables des bases osseuses (maxillaire et mandibulaire) des tracés aux temps initial et final. Ainsi, la distance horizontale (parallèle à FH) qu'aura parcourue le bout incisif, donnée uniquement par le changement de l'angle des incisives, peut être isolée des autres facteurs (figures 5.1 et 5.2). Cette mesure donne les résultats suivants (moyenne  $\pm$  un écart-type) :

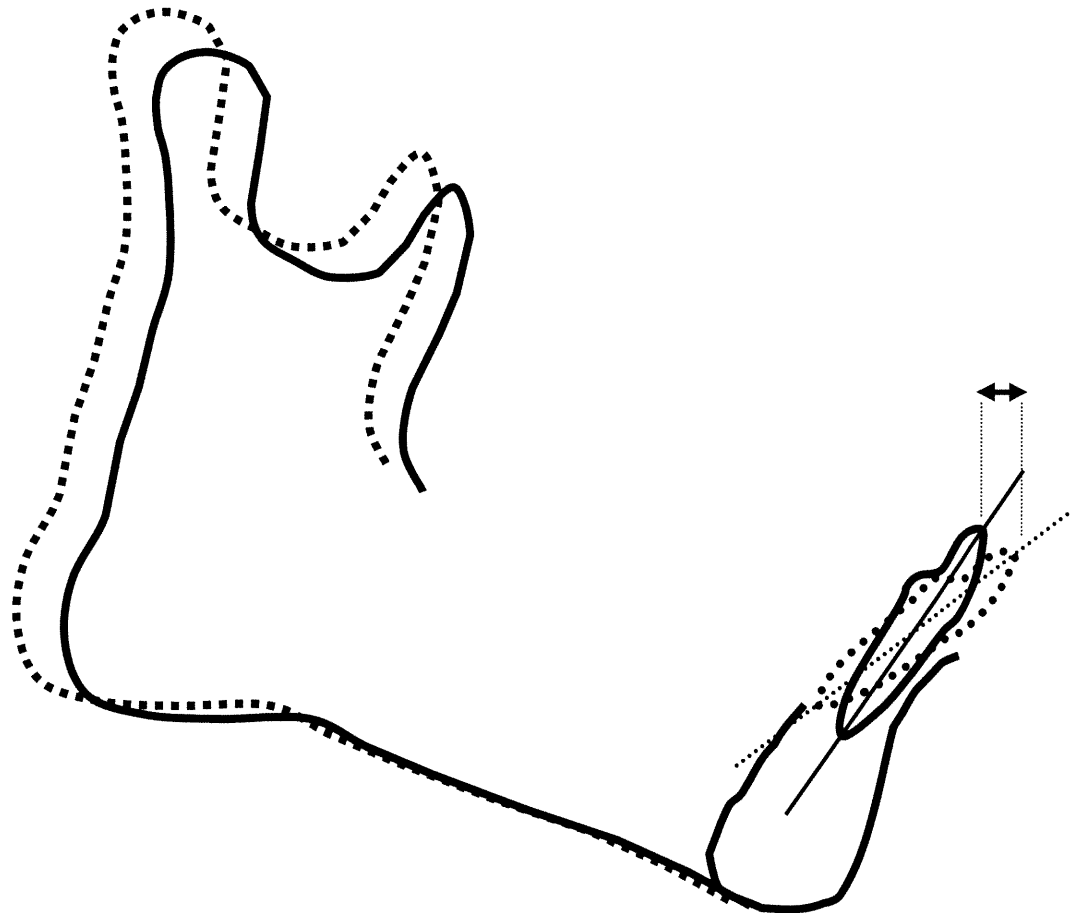
- Contribution horizontale du changement d'angle des incisives supérieures : **2,31 mm  $\pm$  1,03.**

- Contribution horizontale du changement d'angle des incisives inférieures :  $1,37 \text{ mm} \pm 1,03$ .
- Contribution moyenne totale :  $3,68 \text{ mm}$ .

**Figure 5. 1 : Superposition sur le maxillaire illustrant la contribution horizontale du changement de l'angle de l'incisive supérieure. Le tracé continu représente les structures au temps initial et le tracé pointillé représente les structures au temps final.**



**Figure 5. 2: Superposition sur la mandibule illustrant la contribution horizontale du changement de l'inclinaison de l'incisive inférieure. Le tracé continu représente les structures au temps initial et le tracé pointillé représente les structures au temps final.**



***Évaluation de la contribution relative de chacun des facteurs connus dans la réduction du surplomb horizontal***

D'après les résultats, le surplomb horizontal a diminué en moyenne de **6,81 mm ± 2,02**. En ayant évalué certains facteurs qui ont contribué à cette correction de l'OJ, l'influence relative, en pourcentages, de ces facteurs peut être estimée : tableau IX. Il est important de noter que les facteurs ci-après nommés "autres facteurs" ont également eu une certaine influence sur le changement du surplomb horizontal. Par exemple, une rotation totale anti-horaire de la mandibule contribuerait à diminuer l'OJ.

Parmi les autres facteurs se trouvent principalement la croissance horizontale, la rotation de la mandibule, la rotation du maxillaire et la bascule du plan occlusal. La contribution totale de ces facteurs a été estimée à 1,75 mm, ou 25% de la diminution du surplomb horizontal.

**Tableau IX : Contribution relative de la réduction totale moyenne du surplomb horizontal de 6,81 mm.**

<b>Facteurs</b>	<b>Valeur moyenne de la contribution</b>	<b>Pourcentage de la contribution</b>
Changement d'angle des incisives supérieures	2,31 mm	33,92%
Changement d'angle des incisives inférieures	1,37 mm	20,12%
Changement d'angle des incisives (total)	3,68 mm (2,31 mm + 1,37 mm)	54,04% (33,92% + 20,12%)
Changement de position du condyle dans la fosse glénoïde	2,00 mm	29,37%
Repositionnement de la fosse glénoïde	-0,62 mm	-9,1%
Autres facteurs	1,75 mm	25,7%

**CHAPITRE SIXIÈME :**

**CONCLUSION**



## CONCLUSION

---

De façon évidente, cette étude a démontré que le port du “bionator” pendant un an chez des enfants en croissance a amené d’une part la correction du surplomb horizontal, du surplomb vertical et de la relation molaire et, d’autre part, la réduction significative de l’angle ANB et de la convexité faciale. Cependant, l’examen plus détaillé des changements obtenus suggère que la grande partie de cette correction se limite à la composante dento-alvéolaire et que l’effet est aussi significatif dans l’augmentation de la dimension verticale. En assumant que la stimulation de la croissance mandibulaire constitue l’objectif des changements dits “cliniques”, l’hypothèse de départ (“le traitement myofonctionnel ne cause aucun changement significatif sur le plan clinique”) a été vérifiée. En effet, l’analyse statistique des résultats comparant le groupe traité au groupe d’observation révèle qu’il y a :

- Augmentation significative de l’angle du plan mandibulaire et de la hauteur faciale inférieure;
- Amélioration de la position des points B et Pg;
- Bascule significative du plan occlusal;
- Changement significatif des angles des incisives supérieures et inférieures;

- Déplacement significatif dans une direction antérieure et inférieure du condyle dans la fosse glénoïde dû à une posture neuromusculaire de la mandibule.

De plus, les résultats montrent qu'il y a pas de:

- Remodelage significatif de la fosse glénoïde;
- Stimulation de la croissance mandibulaire;
- Restriction de la croissance maxillaire

De plus, la compilation des facteurs responsables de la correction du surplomb horizontal suggère que la grande partie provient du changement d'angle des incisives et qu'en deuxième lieu se trouve le changement de position du condyle dans la fosse glénoïde.

Cette étude ne prouve pas l'inefficacité des appareils myofonctionnels. Les résultats obtenus suggèrent plutôt que leur effets se limitent à la composante dentoalvéolaire et qu'ils peuvent potentiellement causer une posture considérable de la mandibule qui, dans certains cas peut amener une fausse interprétation des résultats obtenus. Si le clinicien se fixe comme objectif de changer l'inclinaison des incisives supérieures et inférieures, par exemple dans un cas de Classe II, division 1 où les incisives supérieures sont excessivement avancées (et où l'espace nécessaire pour les reculer est présent) et où les incisives inférieures peuvent être avancées considérant l'esthétique, la stabilité ainsi que la présence d'une bande adéquate de gencive attachée, la thérapie

myofonctionnelle peut constituer une alternative valable s'il reste conscient que ce traitement risque de causer un *dual bite* et qu'il planifie une autre étape pour y remédier. Mais si le but fixé est la stimulation de la croissance mandibulaire et/ou le remodelage de la fosse glénoïde, le clinicien doit non seulement être conscient que l'effet principal est dentoalvéolaire, mais aussi que l'interprétation des résultats risque d'être faussée par une posture acquise de la mandibule.

En examinant les résultats de la présente étude et l'analyse des publications passées, quelques questions demeurent ouvertes à des discussions et investigations futures :

- 1) Quels sont les effets néfastes d'un *dual bite*? Quels qu'ils soient, il est de notre avis que le *dual bite* ne doit pas représenter un objectif de traitement.
- 2) Comment obtenir un protocole de recherche qui soit consistant pour les études à venir? Les appareils qui ont été abordés dans la revue de la littérature possèdent un point commun : l'avancement de la mandibule. Cependant, leur mode d'action peut être tout-à-fait différent : le montant d'avancement peut être différent, la coopération des patients peut varier d'une étude à l'autre, l'âge de début du traitement n'est pas la même, etc. Dans toutes études, la revue de la littérature procure seulement une base de comparaison avec les recherches passées.
- 3) Dans l'éventualité où le nombre de patients dans le groupe expérimental de la présente étude était beaucoup plus élevé, est-ce

que l'effet squelettique serait statistiquement significatif? Si oui, est-ce que cliniquement ceci justifierait le traitement?

Dans le cas présent, étant donné la nature des résultats obtenus, il faut garder à l'esprit que la stabilité à long terme des résultats n'est pas assurée et que des recherches futures en cette matière sont essentielles pour arriver à une généralisation en ce qui concerne la thérapie myofonctionnelle.

**CHAPITRE SEPTIÈME :**

**BIBLIOGRAPHIE**

## BIBLIOGRAPHIE

---

1. ADAMS, C.P. : An investigation into indications for and effects of the functional regulator. *Trans Eur Orthod Soc*, 45: 293, 1969.
2. AGRONIN, K.J., KOKICH, V.G.: Displacement of the glenoid fossa: A cephalometric evaluation of growth during treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 91: 42, 1987.
3. AHLGREN, J., LAURIN, C.: Late results of activator treatment : a cephalometric study. *British Journal of Orthodontics*, 3 :181, 1976.
4. ANDRESEN, V., HAUPL, K., PETRIC, L.: *Funktionskieferorthopadie* 1956. (ed. J. A. Barth), Verlag, Munchen.
5. ANDRESEN, V.: The Norwegian system of functional gnatho-orthopedics. *Acta Gnatologica* , 1: 5, 1936.
6. BALTERS, W.: *Die technik und ubung der allgemeinen und speziellen bionator therapie*. *Die Quintessenz*, 1: 77, 1964.
7. BAUME, L. J., DERICHSWEILER, H.: Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study in *Macaca Mulatta*. *Oral Surg*, 14: 347, 1961.

8. BAUMRIND, S., FRANTZ, R. C.: The reliability of head film measurements and landmark identification. *Am J Orthod*, 60 (29): 111, 1971.
9. BAUMRIND, S., KORN, E. L.: Patterns of change in mandibular and facial shape associated with the use of forces to retract the maxilla. *Am J Orthod*, 80:31, 1981.
10. BAUMRIND, S., KORN, E. L., ISAACSON, R. J., WEST, E. E., MOLTHEN, R. : Quantitative analysis of the orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am J Orthod*, 84(5) : 384, 1983.
11. BAUMRIND, S., KORN, E. L., ISAACSON, R. J., WEST, E. E., MOLTHEN, R. : Superimpositional assessment of treatment-associated changes in the temporomandibular joint and the mandibular symphysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 84: 443, 1983.
12. BAUMRIND, S., MOLTHEN, R., WEST, E., MILLER, D.: Mandibular plane changes during maxillary retraction - Part I. *Am J Orthod*, 74: 32, 1978.
13. BAUMRIND, S., MOLTHEN, R., WEST, E., MILLER, D.: Distal displacement of the maxilla and the upper first molar. *Am J Orthod*, 75(6) : 630, 1979.

14. BIMLER, H. P. Dr H.P.: Bimler on functional appliances. J Clin Orthod, 17: 39, 1983.
15. BIMLER, H. P.: *Indikation der Gebissformer*. Fortschritte der Kieferorthopädie, 25: 121, 1964.
16. BIRKEBAEK, L., MELSEN, B., TERP, S.: A laminagraphic study of the alterations in the temporomandibular joint following activator treatment. Eur J Orthod, 6 : 257, 1984.
17. BJÖRK, A., SKIELLER, V.: Facial development and tooth eruption. Am J Orthod, 62:339, 1972.
18. BJÖRK, A.: The principle of the Andresen method of orthodontic treatment, a discussion based on cephalometric X-Ray analysis of treated cases. Am J Orthod, 37: 437, 1951.
19. BOECLER, P. R., RIOLO, M. L., KEELING, S. D. : : Skeletal changes associated with extraoral appliance therapy: an evaluation of 200 consecutively treated cases. Angle Orthod, 59(4) : 263, 1989.
20. BRAUN, S., MARCOTTE, M., FREUDENTHALER, J., HÖNIGLE, K.: An evaluation of condyle position in centric relation obtained by manipulation of the mandible with and without leaf gauge deprogramming. Am J Orthod Dentofac Orthop, 111: 34, 1997.



21. BRAUN, S.: Achieving improved visualization of the temporomandibular joint condyle and fossa in the sagittal cephalogram and a pilot study of their relationships in habitual occlusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 109: 635, 1996.
22. BROADBENT, B. H. SR, BROADBENT, B. H. JR., GOLDEN, W. H.: *Bolton Standards of Dentofacial Development*. St-Louis: CV Mosby; 1975.
23. BUSCHANG, P. H., SANTOS-PINTO, A.: Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 113(4):437, 1998.
24. CANGIALOSI, T. J., MEISTRELL, M. E. JR., LEUNG, M. A., KO, J. Y. :A cephalometric appraisal of edgewise Class II nonextraction treatment with extraoral force. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 93(4) : 315, 1988.
25. CARELS, C., REYCHLER, A., VAN DER LINDEN, F. P. G. M.: Cephalometric evaluation of dento-skeletal changes during treatment with the Bionator Type 1. *J Oral Rehabilitation*, 24: 841, 1997.
26. CHARLIER, J. P., PETROVIC, A., HERMAN-STUTZMAN, J.: Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of rat condyles. *Am J Orthod*, 55: 71, 1969.

27. CLARK, W. J.: The twin block technique A functional orthopedic appliance system. *Am J Orthod*, 93(1): 1, 1988.
28. COHEN, J.: Weighted Kappa. *Psychological Bulletin*, 70(4): 213, 1968.
29. CREEKMORE, T. D., RADNEY, L. J.: Fränkel appliance therapy: orthopedic or orthodontic? *Am J Orthod*, 53: 107, 1983.
30. CROFT, R. S., BUSCHANG, P. H., ENGLISH, J. D., MEYER, R.: A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116: 435, 1999.
31. DEVINCENZO, J. P., HUFFER, R. A., WINN, M. W.: A study in human subjects using a new device designed to mimic the protrusive functional appliances used previously in monkeys. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 91: 213, 1987.
32. DEVINCENZO, J. P., WINN, M. W.: Orthopedic and orthodontic appliance with different amounts of protrusive activation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 96: 181, 1989.
33. DEVINCENZO, J. P.: Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions,

using a functional appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 99: 241, 1991.

34. ESCHLER, J.: *Die funktionelle Orthopadie des Kausystems*. (ed. C. Hauser). Munchen, 1952.

35. FIROUZ, M., ZERNIK, J., NANDA, R. : Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 102(3) : 197, 1992.

36. FISHMAN, L. S.: Radiographic evaluation of skeletal maturation. *Angle Orthodontist*, 52 (2): 88, 1982

37. FRANCHI, L., BACCETTI, T., MCNAMARA, J. A. : Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 115: 429, 1999.

38. FRÄNKEL, R.: The treatment of Class II, Division 1 malocclusion with functional correctors. *Am J Orthod*, 55: 265, 1969.

39. GHAFARI, J., SHOFRER, F. S., JACOBSSON-HUNT, U., MARKOWITZ, D. L., LASTER, L. L.: Headgear versus function regulator in the early treatment of Class II, Division 1 malocclusion: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 113: 51, 1998.

40. GIANELLY, A. A., BROSNAN, P., MARTIGNOTI, M., BERSTEIN, L.: Mandibular growth, condyle position and Fränkel appliance therapy. *Angle Orthodontist*, 53(2): 131, 1983.
41. HAMILTON, S. D., SINCLAIR, P. M., HAMILTON, R. H.: A cephalometric, tomographic and dental casts evaluation of Fränkel therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 92: 427, 1987.
42. HARVOLD, E., VARGERVIK, K.: Morphogenetic response to activator treatment. *Am J Orthod*, 60: 478, 1971.
43. HAYNES, S.: A cephalometric study of mandibular changes in modified function regulator (Fränkel) treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 90: 308, 1986.
44. HAYNES, S.: Profile changes in modified functional regulator therapy. *Angle Orthod*, 56: 309, 1986.
45. HERREN, P.: The activator's mode of action. *Am J Orthod*, 45: 512, 1959.
46. HIRZEL, H. C., GREWE, J. M.: Activators: a practical approach. *Am J Orthod*, 66(5): 557, 1974.
47. HOTZ, R. P.: Application and appliance manipulation of functional forces. *Am J Orthod*, 58(5): 459, 1970.

48. JAKOBSSON, S. O.: Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division 1 malocclusions. *Am J Orthod*, 53(6): 446, 1967.
49. JANSON, I.: A cephalometric study of the efficiency of the Bionator. *Transactions of the European Orthodontic Society*, 53: 283, 1977.
50. JORGENSEN, S. E.: Activators in orthodontic treatment: Indications and advantages. *Am J Orthod*, 65(3): 260, 1974.
51. KUMAR, S., SIDHU, S. S., KHARBANDA, O. P.: A cephalometric evaluation of the dental and facial-skeletal effects using the Bionator with stepwise protrusion activations. *J Clin Pediatr Dent*, 20(2): 101, 1996.
52. LEVIN, R. I.: Activator headgear therapy. *Am J Orthod*, 87: 91, 1985.
53. LIVIERATOS, F. A., JOHNSTON, L. E.: A comparison of one stage and two-stage nonextraction alternatives in matched Class II samples. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 108: 118, 1995.
54. LUND, D. I., SANDLER, P. J.: The effects of Twin Blocks: A prospective controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 113: 104, 1998.

55. MAMANDRAS, A. H., ALLEN, L. P. : Mandibular response to orthodontic treatment with the Bionator appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 97: 113, 1990.
56. MCNAMARA, J. A., JR. : A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*, 86:449, 1984.
57. MCNAMARA, J. A., JR. : Functional adaptation in the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am*, 19: 457, 1975.
58. MCNAMARA, J. A., JR. : Functional determinants of craniofacial size and shape. *Eur J Orthod*, 2 : 131, 1980.
59. MCNAMARA, J. A., JR., BOOKSTEIN, F. L., SHAUGHNESSY, T. G.: Skeletal and dental changes following function regulator therapy on Class II patients. *Am J Orthod*, 88(2): 91, 1985.
60. MCNAMARA, J. A. JR. : Neuromuscular and skeletal adaptation to altered orofacial function. Monograph. Craniofacial growth series. Ann Arbor, Center of Human Growth and Development, The University of Michigan, 1972.
61. MEACH, C. L.: A cephalometric comparison of bony profile changes in Class II, Division 1 patients treated with extraoral force and functional jaw orthopedics. *Am J Orthod*, 52(5): 353, 1966.

62. MELSEN, B.: The cranial base. *Acta Odontol Scand*, Suppl. 62:32, 1974.
63. MILLS, J. R. E.: The effect of functional appliances on the skeletal pattern. *Br J Orthod*, 18: 267, 1982.
64. MOYERS, R. E., VAN DER LINDEN, F. P. G. M., RIOLO, ML, MCNAMARA, J. A. Jr.: Standards of human occlusal development. Monograph 5, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, University of Michigan. Ann Arbor, 1976.
65. NELSON, C., HARKNESS, M., HERBISON, P.: Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 104: 153, 1993.
66. NGAN, P., HAGG, U., YIU, C., MERWIN, D., WEI, S. H. : Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 109 : 38, 1996.
67. NIELSEN, I. L.: Facial growth during treatment with the function regulator appliance. *Am J Orthod*, 85(5): 401, 1984.
68. OP HEIJ, D. G., CALLAERT, H., OPDEBEECK, H. M.: The effect of the amount of protrusion built into the Bionator on condylar

- growth and displacement : A clinical study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 95: 401, 1989.
69. OWEN, A. H.: Morphologic changes in the sagittal dimension using the Fränkel appliance. *Am J Orthod*, 80(6): 573, 1981.
70. PANCHERZ, H., RUF, S., KOHLHAS, P.: "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: A cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114: 437, 1998.
71. 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*, 3: 49, 1981.
72. PANCHERZ, H.: The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment - A cephalometric investigation. *Am J Orthod*, 82(2): 104, 1982.
73. PANCHERZ, H.: Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance - A cephalometric investigation. *Am J Orthod*, 76: 423, 1979.
74. PERILLO, L., JOHNSTON, L., FERRO, A.: Permanence of skeletal changes after function regulator (FR-2) treatment of patients with



- retrusive Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 109: 132, 1996.
75. POPOVICH, F., THOMPSON, G. W.: Craniofacial templates for orthodontic case analysis. *Am J Orthod*, 71: 406, 1977.
76. REMMER, K. R., MAMANDRAS, A. H., HUNTER, W. S., WAY, D. C.: Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Fränkel appliance, and fixed appliance. *Am J Orthod*, 88(5): 363, 1985.
77. RIGHELLIS, E. G.: Treatment effects of Fränkel activator and extra-oral traction appliances. *Angle Orthod*, 53: 107, 1983.
78. RIOLO, M. L., MOYERS, R. E., MC NAMARA, J. A., JR., HUNTER, W. S.: An atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the University School Growth Study, Ann Arbor, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, 1974.
79. ROBERTSON, N. R. E.: An examination of treatment changes in children treated with the function regulator of Fränkel. *Am J Orthod*, 83: 299, 1983.
80. RUF, S., PANCHERZ, H.: Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective

longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 155: 607, 1999.

81. SANDLER, J., DIBIASE, D.: The inclined biteplane - a useful tool. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 110(4): 339, 1996.

82. SCHULHOF, R. J., ENGEL, G. A.: Results of Class II functional appliance treatment. *J Clin Orthod*, 16: 587, 1982.

83. STOCKFISCH, H.: Possibilities and limitations of the Kinetor bimaxillary appliance. *Transactions of the European Orthodontic Society*, 47: 317, 1971.

84. STÖCKLI, P. W., WILLERT, H. G.: Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am J Orthod*, 60: 142, 1971.

85. TEUSCHER, U.: A growth-related concept for skeletal Class II treatment. *Am J Orthod*, 74: 258, 1978.

86. TULLEY, W. J.: The scope and limitations of treatment with the activator. *Am J Orthod*, 61(6): 562, 1972.

87. TULLOCH, J. F., PHILLIPS, C., KOCH, G., PROFFIT, W. R.: The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II

malocclusion : A randomized clinical trial. Am J Orthod Dentofac Orthop, 111: 391, 1997.

88. VALANT, J. R., SINCLAIR, P. M.: Treatment effects of Herbst appliance. Am J Orthod, 95: 138, 1989.

89. VALINOTI, J. R.: The European activator: its basis and use. Am J Orthod, 63(6): 561, 1973.

90. VARGERVIK, K., HARVOLD, E. P.: Response to activator treatment in Class II malocclusions. Am J Orthod, 88: 242, 1985.

91. WHITE, L. W.: Current Herbst appliance therapy. J Clin Ortho, 28(5): 296, 1994.

92. WIESLANDER, L., LAGERSTROM, L.: The effect of activator treatment on Class II malocclusions. Am J Orthod, 75: 20, 1979.