



**UNIVERSITÉ
BORDEAUX
S E G A L E N**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME UNIVERSITAIRE D'ORTHODONTIE**

Présenté par

CAO THI HAI DIEM

09 SEPTEMBRE 2013

**COMPARAISON DE MODIFICATIONS DES TISSUS MOUS SELON 2
PROTOCOLES DE TRAITEMENT D'UNE CLASSE II SQUELETTIQUE
AVEC MULTIBAGUE AVEC OU SANS PROPULSEURS EN DEBUT
DE TRAITEMENT**

Directeur de mémoire : Monsieur le Docteur ETIENNE BARDINET

Cotuteur : Monsieur le Docteur MARTIAL RUIZ

MEMBRES DU JURY :

Professeur Dr MARIE-JOSE BOILEAU- Présidente du jury

Dr FRANCOIS DARQUE

Dr ETIENNE BARDINET

Dr CEDRIC BAZERT

Dr FRANCOIS DE BRONDEAU

Dr MAXIME ROTENBERG

COMPARAISON DE MODIFICATIONS DES TISSUS MOUS SELON 2 PROTOCOLES DE TRAITEMENT D'UNE CLASSE II SQUELETTIQUE AVEC MULTIBAGUE AVEC OU SANS PROPULSEURS EN DEBUT DE TRAITEMENT

Mémoire DUO- BORDEAUX (2013) par CAO THI HAI DIEM

Résumé :

Objectifs : Cette étude permet de :

- **Etudier l'évolution esthétique du profil après un traitement orthodontique pur avec les multi-attaches et après un traitement mixte (orthopédique avec PUL et orthodontique avec multi-attache dans la classe II, 1)**
- **Comparer les effets esthétiques de ces 2 stratégies thérapeutiques**
- **Evaluer l'intérêt d'une phase interceptive précédant un traitement multi-attaches sur l'esthétique du profil**

Résultats : L'étude confirme que la résolution de la classe 2 est davantage le fait de compensations alvéolaires dans le cas des traitements fixes accompagnés du port de FEO et de TIM 2. Les incisives maxillaires sont positionnées plus distalement dans le groupe FIXE.

Le protocole de traitement PUL suivit immédiatement d'un traitement fixe permet un positionnement plus antérieur de la denture et des lèvres du fait d'un positionnement légèrement plus antérieur du point B.

Les résultats sont conformes avec ceux de Tiziano Bacetti (Comparison of 2 comprehensive Class II treatment protocole including the bonded Hebst and headgear appliances. AJODO vol 135, 6, June 2009. 698-9.)

Mots-clés : *Tissus mous, Classe II, 1, Propulseurs, Esthétique*

REMERCIEMENTS

Les 4 ans d'étude en DUO à Bordeaux, pour moi, est le temps le plus beau et le plus dur de ma vie étudiante. Je tiens dans mon cœur les remerciements les plus profonds :

- A mes parents. Sans eux, je ne peux rien faire. Ils me donnent un support mental indispensable, et des conseils précieuses pour leur fille qui n'a pas assez de l'expérience et de la sagesse.

- A mon mari, qui partage avec moi les moments les plus difficiles et qui me motive quand j'étais pessimiste et me donne la raison pour avancer dans mes études tellement longues.

- Aux professeurs et aux enseignants de l'Université de Bordeaux II, qui me font découvrir le monde de l'Orthodontie et me guide pour devenir un bon orthodontiste. Je remercie Dr Etienne Bardin et Dr Martial Ruiz pour vos aides et vos disponibilités pendant la réalisation de ce mémoire.

- A mes amis et mes collègues, pour leur gentillesse, leur soutien et leur amitié qui embellissent et ensoleillent mes jours à Bordeaux, qui sont allés avec moi surmonter les difficultés et m'ont appris tellement de choses.

- A mes patients, je leur dois une gratitude infinie pour me permettre d'apprendre et de maîtriser la technique orthodontique. Leur beau sourire est une source d'inspiration importante pour moi à ne pas arrêter perfectionner ma dextérité et mon habilitation dans cette carrière.

- Aux personnels de l'université de Bordeaux II et de l'hôpital Pellegrin- Service d'ODF et du laboratoire Lalane pour vos sacrifices professionnels.

Ce mémoire, malgré un investissement du temps, contient inévitablement des erreurs. J'espère que les résultats de cette étude pourront participer à la décision thérapeutique lors d'un traitement de classe II, 1.

Table des matières

I.	INTRODUCTION	6
II.	RAPPELS FONDAMENTAUX	7
A.	RAPPEL DE CROISSANCE MAXILLAIRE	7
B.	RAPPEL DE CROISSANCE MANDIBULAIRE	14
C.	CORRELATION DE CROISSANCE MAXILLAIRE ET MANDIBULAIRE	20
D.	EVOLUTION DU PROFIL AU COURS DE LA CROISSANCE.....	21
1.	PROFIL NASAL	21
2.	PROFIL LABIAL	23
3.	ANGLE NASO-LABIAL	26
4.	OCCLUSION LABIALE :	27
5.	RELATIONS LABIALES ET CONSEQUENCES ORTHODONTIQUES	28
6.	PROFIL NASO-LABIAL.....	29
III.	THERAPEUTIQUE FONCTIONNELLE DANS LA CLASSE II, 1 ET LA PROPULSION MANDIBULAIRE	29
IV.	LE PROFIL, EVALUATION ESTHETIQUE ET VALEURS DE REFERENCE	31
A.	EVALUATION ESTHETIQUE	31
1.	ANALYSE DE HOLDAWAY	31
2.	ANALYSE DE RICKETTS	33
3.	ANALYSE DE BURSTONE.....	34
4.	ANALYSE DE STEINER	36
5.	ANALYSE DE MERRIFIELD.....	36
B.	MODIFICATION DU PROFIL AU COURS DE LA THERAPEUTIQUE.....	37
1.	SELON LE DEGRE DE REPOSITIONNEMENT INCISIF	37
2.	SELON LA PROPULSION MANDIBULAIRE	39
3.	SELON LA CROISSANCE FACIALE CHEZ LES CLASSE II	39
V.	ETUDE PERSONNELLE	41
A.	INTERET DE L'ETUDE	41
B.	CARACTERISTIQUES DE L'ETUDE, MATERIEL ET METHODE.....	41
C.	DETERMINATION DES GROUPES D'ETUDE	42
1.	ECHANTILLON.....	42
2.	CARACTERISTIQUES THERAPEUTIQUES	42
a)	PROPULSEURS	42
b)	THERAPEUTIQUE DE CLASSE II	45

3.	CRITERES D'INCLUSION	45
4.	CRITERE D'EXCLUSION	46
D.	METHODE DE MESURE	46
1.	POINTS UTILISES.....	48
2.	LIGNES UTILISEES.....	49
3.	MESURES LINEAIRES.....	49
4.	MESURES ANGULAIRES	50
VI.	METHODE D'ANALYSE STATISTIQUE	52
VII.	RESULTATS ET INTERPRETATIONS STATISTIQUES	52
A.	EVALUATION DE L'ERREUR DE MESURE	52
B.	CARACTERISTIQUES DES GROUPES AVANT TRAITEMENT.....	53
1.	ETIOLOGIE DE LA CLASSE II	53
2.	TYOLOGIE VERTICALE DES ECHANTILLONS	54
3.	ANALYSE DESCRIPTIVE DES VARIABLES ETUDIEES.....	55
C.	CARACTERISTIQUES DES GROUPES APRES TRAITEMENT.....	58
1.	RESULTATS SQUELETTIQUES.....	58
2.	RESULTATS DENTOALVEOLAIRES.....	59
3.	RESULTATS ESTHETIQUES.....	60
VIII.	DISCUSSION.....	62
IX.	CONCLUSION	63
X.	ANNEXE.....	64
A.	ANNEXE 1.....	64
B.	ANNEXE 2	65
C.	ANNEXE 3.....	65
D.	ANNEXE 4.....	70
	BIBLIOGRAPHIE	77

I. INTRODUCTION

Différentes études montrent une corrélation effective entre les modifications esthétiques des tissus mous et les changements squelettiques et dento-alvéolaires sous-jacents.

La plupart des travaux se sont intéressés au recul labial, à l'ouverture de l'angle naso-labial, à l'épaississement labial suite au recul incisif. Cependant, plusieurs auteurs comme Burstone, Garner, Rudée, Hershey, Neger constatent que les tissus mous ne répondent pas toujours favorablement à la rétraction incisive. Quant à Akinin, il observe une corrélation entre le mouvement des lèvres et la rotation mandibulaire.

La perception du profil et son respect au cours du traitement ont évolué et sont intégrés dans le choix d'extraire ou non dans les cas avec encombrement, les extractions étant de moins en moins fréquentes

Dans la classe II division 1, la correction de la rétrognathie mandibulaire change évidemment le profil cutané. Avec l'avancement mandibulaire au cours d'une période de croissance active (sans extraction), on obtient un profil plus harmonieux, plus esthétique. Toutefois l'efficacité des traitements en deux temps est controversée. Certaines études ont comparé l'efficacité entre le traitement orthodontique en 1 temps (multi-attaches) et le traitement en 2 temps (orthopédique de propulsion puis orthodontique avec multi-attache). Elles ne montrent pas de différence significative dans les résultats obtenus mais un traitement globalement plus courts lorsqu'il est en 1 phase.

Toutefois la comparaison des résultats sur l'esthétique du profil entre ces 2 options thérapeutiques n'a pas été étudiée à ce jour. C'est ce que nous nous proposons de faire dans notre étude. Avec une phase orthopédique dans le but d'une participation squelettique à la résolution de la classe 2, quel est le gain esthétique ?

II. RAPPELS FONDAMENTAUX

A. RAPPEL DE CROISSANCE MAXILLAIRE [2, 33]

Le complexe nasomaxillaire est composé de 13 os pairs et symétriques sauf le vomer impair et médian. Au tour du maxillaire s'organisent les autres éléments osseux : l'os lacrymal, l'os nasal, le palatin, l'os zygomatique, le cornet inférieur.

Les os d'origine membraneuse sont le maxillaire, le vomer, l'os nasal et lacrymal, l'os palatin et le malaire.

Les os d'origine cartilagineuse sont l'ethmoïde et les cornets inférieurs.

a) Les systèmes musculaires dans la morphogenèse faciale [2]

On distingue 3 systèmes musculo-aponévrotiques qui sont responsables de cette morphogenèse :

- Muscles cervicaux postérieurs et latéraux : responsable de l'hominisation crânienne. Leur action est étendue :

+ A la superficie de la voûte épicroânienne et du cuir chevelu

+ A la profondeur de celle-ci par les aponévroses méningées intracrâniennes

+ A la faux du cerveau, la faux du cervelet, la tente du cervelet qui participent à l'équilibre architectural du complexe craniofacial.

- Muscles profonds de la face : participent

+ Aux mouvements de la langue, du voile du palais, du plancher buccal et des parois latérales du pharynx. Les viscères thoraco-abdominaux sont majoritairement supportés par l'hyoïdien et renforcent le menton par une traction sur la symphyse mandibulaire. La langue exerce une aspiration endobuccale qui tend à reculer et abaisser les arcades alvéolodentaires et la partie inférieure des maxillaires supérieurs.

+ A la fonction de mastication

- Système musculoaponévrotique superficiel de la face : formé par les muscles peauciers de la face. Ces muscles forment les 3 anneaux qui se relient entre eux :

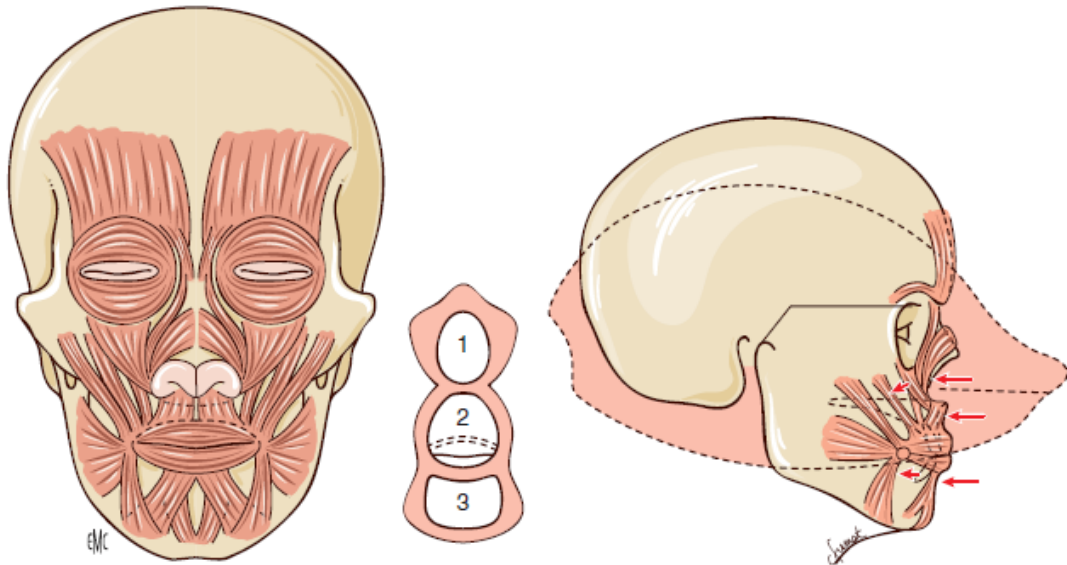


Figure 1 : Les anneaux du système musculaire aponévrotique superficiel de la face : anneau nasal (1), buccal (2) et mentonnier (3) (d'après Levignac) [2]

+ Anneau nasal : contribue à régler la situation de l'épine nasale antérieure

+ Anneau labial : joue un rôle dans la position antéro-postérieure des incisives. Lors de l'accroissement du septum nasal, cet anneau est attiré en bas et en avant et favorise la croissance pré-maxillaire sous-jacente.

+Anneau mentonnier : maintien la position verticale et transversale du menton.

Ces anneaux interviennent dans la résorption modelante des aires paranasales maxillaires et du corps mandibulaire.

b) Croissance cartilagineuse :

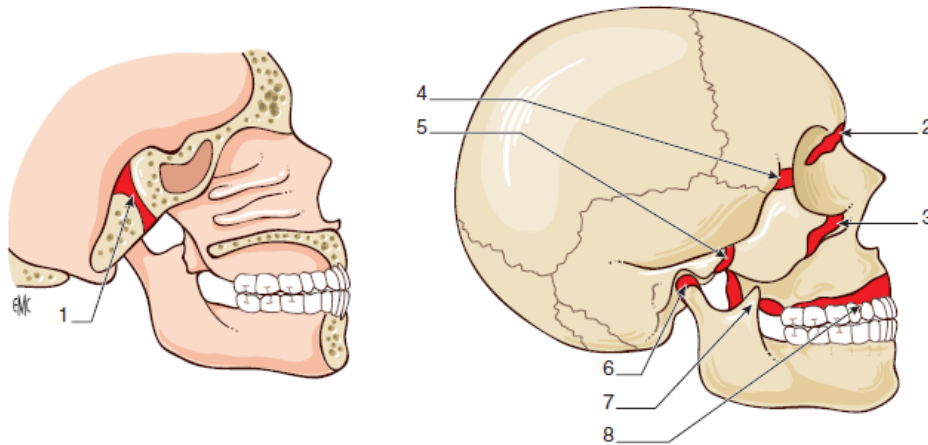


Figure 2 : Sites de croissance du maxillofacial supérieur (d'après Enlow, 1982) : ce sont les sutures craniofaciales (frontomaxillaire- 2, maxillomalaire-3, frontomalaire-4, temporomalaire-5, condyles mandibulaires-6, tubérosités maxillaires-7, procès alvéolaire-8 et les synchondroses de la base du crâne-1) [2]

La base du crâne est le premier point d'appui de la croissance faciale. Les autres points sont les apophyses ptérygoïdes, le septum nasal et les glènes.

- Synchondrose sphéno-occipitale : active jusqu'à l'âge adulte (Coben, Enlow)
- Synchondrose sphénoethmoidale : se forme vers l'âge de 6 mois et dure jusqu'à 7 ans, permet la croissance en longueur de la partie antérieure de la base du crâne.
- Synchondrose intra-occipitale postérieure : active jusqu'à 2 ans, permet la croissance sagittale postérieure de la base du crâne
- Synchondrose intrasphénoïdale : son rôle reste faible
- Capsule nasale : douée d'une prolifération cellulaire intense qui repousse en avant les branches montantes du maxillaire et les os propres du nez.
- Septum nasal : joue un rôle important dans la croissance antéropostérieure puis verticale de la face. Son activité dure jusqu'à la maturité (40 ans selon Baume). Selon Enlow, le septum n'a pas un rôle important dans la croissance postnatale. C'est plus l'effet porteur des tissus mous qui entraîne un déplacement osseux

sollicitant l'activité suturale. Ces conceptions rejoignent la théorie de Moss sur la matrice fonctionnelle. [1]

- Synchondrose septo-ethmoïdale : représente le centre de croissance le plus important du squelette facial. Selon Tallgren, l'étage moyen de la face pourrait s'allonger jusqu'à l'âge de 50 ans. [1]

c) Croissance suturale :

On distingue le système sutural périmaxillaire et le système sutural craniofacial.

- Système sutural périmaxillaire : sépare le maxillaire des os voisins de la face (os propres du nez, unguis, ethmoïde facial, palatin, malaire, vomer

+ Suture maxillo-malaire : important dans le sens d'élargissement de la face

+ 2 sutures maxillo-palatines : entre le maxillaire et l'apophyse pyramidale du palatin et entre le maxillaire et la lame verticale du palatin

+ Suture ptérygopalatine entre l'apophyse pyramidale du palatin et les 2 ailes internes et externes de l'apophyse ptérygoïde

+ Suture palatine transverse : très important dans la croissance antéropostérieure au niveau du palais. L'augmentation de la longueur du maxillaire résulte d'une apposition osseuse à la surface postérieure de la tubérosité.

+ Suture naso-maxillaire

+ Suture lacrumomaxillaire

- Système sutural craniofacial : sépare les os de l'étage antérieur de la base du crâne des os de la face.

+ Suture frontomaxillaire : responsable de la croissance en bas et en avant du maxillaire (Weinmann et Sicher)

+ Suture ptérygopalatine : un des points fixes de la face

+ Suture nasofrontale

+ Suture frontomalaire : un des principaux centre de croissance de la face (Weinmann et Sicher)

Pour Scott, la croissance des 2 systèmes suturaux est liée à la croissance du cartilage de la capsule nasale, du cartilage du septum nasal et , jusqu'à 3 ans, à la croissance des globes oculaires. [2]

d) Croissance par remodelage

- Pour Scott : la croissance par remodelage intervient après la croissance suturale
 - Pour Enlow : la croissance suturale et par remodelage sont synchrones. Ce mécanisme est continu, successif et simultané, s'effectuant d'un bout à l'autre de l'os, auquel il garde sa forme et ses proportions.
 - Le remodelage est secondaire au déplacement osseux :
 - + Au niveau de la tubérosité maxillaire : siège d'une apposition osseuse postérieure, verticale et externe. Cet accroissement postérieur répond au déplacement antérieur du maxillaire.
 - + Au niveau du prémaxillaire : déplacement de ENA en bas et en arrière, apposition au-dessus du point A, résorption au-dessous du point A, apposition sur le rebord alvéolaire
 - + Au niveau des procès alvéolaires : apposition sur les 3 faces interne, inférieure et postérieure de la région alvéolaire postérieure et sur les 2 faces interne et inférieure de la région prémaxillaire.
- « La croissance des procès alvéolaires est à l'origine des compensations dentoalvéolaires qui limitent et diminuent au niveau occlusal l'importance du décalage des bases. Ce rôle compensateur est vérifiable dans le sens antéropostérieur, vertical et transversal » (Aknin) [2]
- Pour étudier plus précisément les changements engendrés par la croissance, Bjork et Skieller utilisent des marqueurs radiographiques métalliques (implants) et font les superpositions sur des structures stables au niveau du maxillaire et mandibulaire. En superposant sur le contour antérieur de l'apophyse zygomatique, ils observent : le plancher orbitaire subit une apposition osseuse, le plancher des fosses nasales présente un remodelage résorptif d'une quantité de 2/3 de celle du

plancher orbitaire, la croissance en longueur s'exprime au niveau d'ENP ainsi que des mouvements dentaires et l'évolution au niveau du plan occlusal supérieur [33].

e) Croissance en 3 dimensions :

Croissance en largeur :

L'accroissement en largeur du complexe nasomaxillaire est dû au rôle adaptatif des sutures sagittales :

- Suture internasale
- Suture intermaxillaire et interpalatine
- Suture maxillomalaire
- Suture temporomalaire ou zygomatomalaire

Ces structures n'ont pas de potentiel de croissance propre mais se comportent comme «des joints de dilatation à rattrapage automatique » (Delaire).

Après 5 ans, ces sutures sont pratiquement inactives à l'exception de la suture interpalatine. Cette suture n'est pas synostosée avant 25 ans et provoque une augmentation de la distance intermolaire plus forte que celle intercanine. Le palais s'élargit en arrière par l'allongement divergent de l'arcade au cours de l'apparition dentaire.

Les fonctions influencent également cette croissance : la respiration nasale dans le développement oropharyngé, la mastication et la langue pendant la déglutition. Ces fonctions déterminent la notion de « matrice fonctionnelle » de Moss. Pour Moss, la croissance maxillaire n'est que des réponses à la croissance primaires de ses matrices fonctionnelles.

Croissance en hauteur et profondeur :

- Les sutures frontomaxillaire, maxillomalaire, zygomatomalaire et ptérygopalatine sont parallèles entre elles, obliques de bas en haut et d'avant en arrière qui entraînent une croissance faciale en bas et en avant. (Weinmann et Sicher). [2]
- La croissance au niveau des sutures ne peut pas produire la séparation des pièces osseuses mais dépend des éléments moteurs de la croissance (Scott):
 - + Le chondrocrâne : capsule nasale et septum nasal
 - + Les tissus mous : globes oculaires, la langue, les muscles masticateurs, les muscles des lèvres et du menton.
- La direction de croissance moyenne de la face suit un vecteur qui incline de 51° par rapport au plan sous-nasal. Cette inclinaison varie entre 0° et 82° . Ce déplacement est plus sagittal pendant la période juvénile et plus vertical pendant l'adolescence (Bjork). [2]
- Sous l'effet de l'expansion voisine, la croissance se produit sur les structures [2] :
 - + Sutures craniofaciales : frontonasale, frontomaxillaire et frontolacrurale, frontomalaire, temporomalaire et maxillomalaire
 - + Tubérosités maxillaires : apposition osseuse sur leurs faces postérieures
 - + Voûte palatine : descente par résorption du plancher des fosses nasales associée à une apposition sur la face buccale du palais
 - + Procès alvéolaires maxillaires : apposition osseuse importante
 - + Condyles mandibulaires
- L'activité de la suture palatine transverse persiste jusqu'à la fin de croissance et joue un rôle important dans la croissance antéropostérieure du maxillaire.

B. RAPPEL DE CROISSANCE MANDIBULAIRE

La mandibule possède 6 unités micro squelettiques de la mandibule (Moss, 1962) [1] :

- Le condyle
- Le coroné
- L'angle mandibulaire
- La zone alvéolaire
- La symphyse
- La zone basale

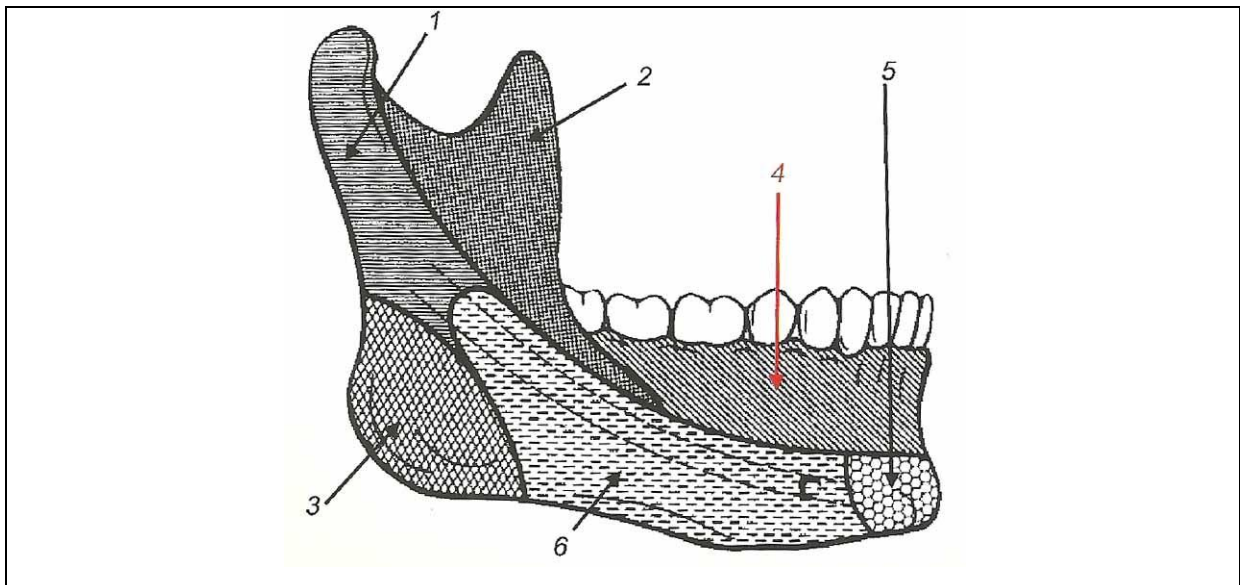


Figure 3 : Visualisation des 6 unités micro squelettiques de la mandibule (Moss, 1962) [1]

Ces 6 unités s'accroissent et participent à la croissance mandibulaire en largeur, en longueur et en hauteur.

Le développement de la mandibule va se faire :

- Par la croissance condylienne qui constitue un centre de croissance primaire, génétiquement déterminé et un centre de croissance adaptative, fonctionnellement influencé.

- Par la croissance d'origine mixte enchondrale limitée à la symphyse jusqu'à 1 an et membraneuse sous la dépendance des fonctions musculaires.

a) La croissance du condyle :

Histologiquement, on distingue 4 zones :

- Couche fibreuse : superficielle, avasculaire, contient des faisceaux de collagène
- Couche cellulaire : zone de prolifération active au sein du condyle
- Couche de cartilage hyalin : zone de transformation des préchondroblastes en chondroblastes pendant la croissance du condyle
- Couche d'ossification enchondrale : absence de groupes isogéniques axiaux de cellules chondroblastiques qui explique la croissance multidirectionnelle du condyle

La croissance enchondrale du condyle :

- En période de croissance, les cellules du périchondre augmentent de taille, se différencient en chondroblastes, s'hypertrophient et évoluent en chondrocytes.
- Fonction du cartilage condylien (Coprax) :
 - + Phase I : pendant la période fœtale et après la naissance, centre de croissance cartilagineuse primaire avec absence de la fonction articulaire masticatoire mais en présence d'une fonction articulaire de propulsion lors de la tétée.
 - + Phase II : la croissance cartilagineuse diminue avec l'âge avec une augmentation de fonction articulaire. Cette phase est marquée par un pic pubertaire pendant laquelle l'intervention orthopédique est souhaitable.
 - + Phase III : phase de fonction articulaire, la fonction de croissance est minime (presque nulle)

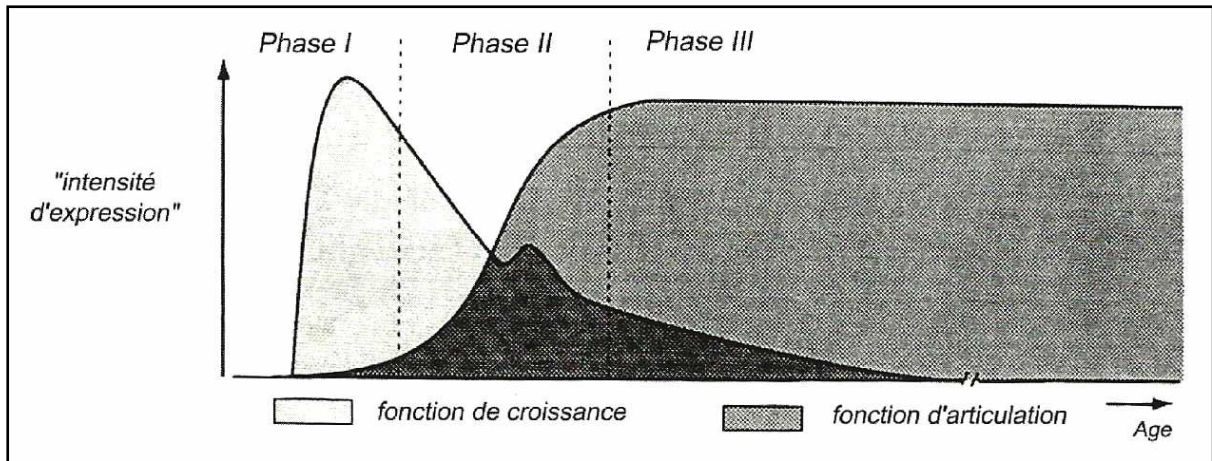


Figure 4 : L'évolution des fonctions du cartilage condylien lors de la croissance (Copray) [1]

- Direction de croissance condylienne :

Le condyle effectue en général une rotation antérieure modérée de -6° par rapport à la tangente au bord postérieur de la branche montante. Bjork a observé une grande variation individuelle de -26° à $+16^\circ$

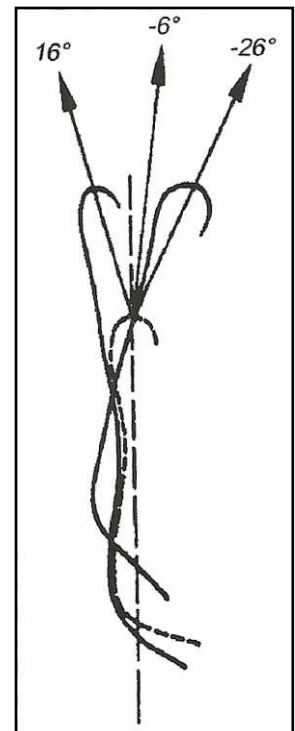
La croissance condylienne est déterminée d'une part par l'hérédité et les hormones de croissance et d'autre part par :

★ La réponse aux fonctions :

+ Suction : par la mise en jeu des sangles orbiculaires et de la langue, qui sollicitent la formation des travées osseuses sagittales au niveau du condyle.

+ Mastication : la propulsion mandibulaire (tétée) est remplacée par des mouvements de diduction dans le sens horizontal et surtout le sens vertical progressivement avec l'apparition de la denture lactéale.

Figure 5 : Direction de la croissance condylienne par rapport à la tangente postérieure à l'image de la première branche montante (Bjork) [1]



+ Déglutition : avec l'interposition linguale dans les cas de déglutition atypique, le condyle s'accroît souvent plus verticalement et plus postérieurement

+ Respiration : une respiration buccale avec ou sans SAHOS augmente sa croissance verticale antérieure mais diminue la croissance verticale postérieure.

★ Par la direction de sollicitation mandibulaire au cours de traitement

La croissance modelante du condyle :

- Principe du « V » d'Enlow : La morphogenèse de la structure condylienne montre une apposition endostée à l'intérieur du « V » et une résorption périostée à l'extérieur.

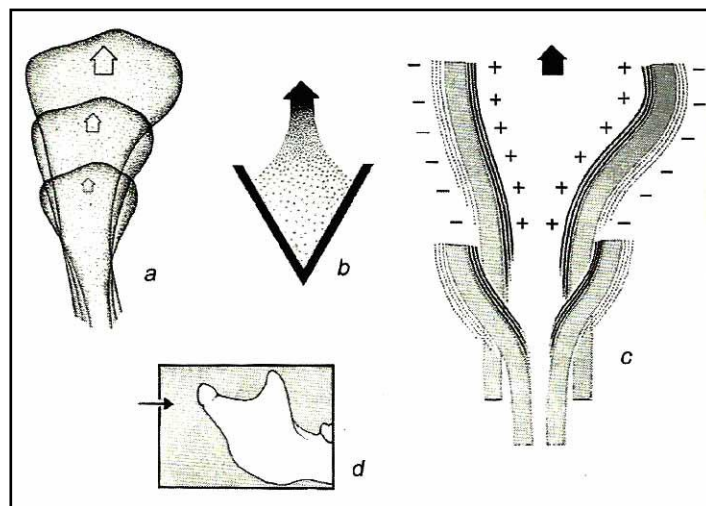


Figure 6 : Croissance du col du condyle (Enlow) [1]

- La croissance modelante du condyle comprend un accroissement en volume par apposition et un remodelage par apposition et résorption osseuse au niveau du col condylien.

b) La croissance de la mandibule (condyle exclue)

La croissance enchondrale : Les cartilages coronoidien, angulaire et symphysaire ont une croissance de courte durée et sont vite ossifiés (8e mois pour le coroné et 1^e année pour la symphyse).

La croissance modelante :

- + Le coroné est sollicité par la traction du muscle temporal
- + L'angle mandibulaire est influencé par le complexe massétero-ptérygoïdien médial et le ligament stylo-mandibulaire
- + La symphyse est tractée antérieurement par les muscles de la mimique (triangulaire labial et carré du menton)
- + Zone basale est modelée par les muscles hyoïdiens
- + Zone alvéolaire : dépend de l'éruption dentaire et la fonction dentaire

La croissance en largeur :

- Synchronose symphysaire n'est active que pendant la première année.
- Ramus : apposition périostée sur la face externe et la face interne vers le bas sur la tubérosité linguale
- Croissance de la composante transversale avec la structure en V (V d'Enlow) divergent vers l'arrière sous la dépendance de la distance intertemporale
- + Au niveau du coroné : apposition interne, résorption externe. Sa croissance se produit en 3 directions : supérieure, postérieure et interne (Enlow, Harris)
- + Au niveau basilaire : résorption sous la ligne mylo-hyoïdienne, apposition externe sauf le menton

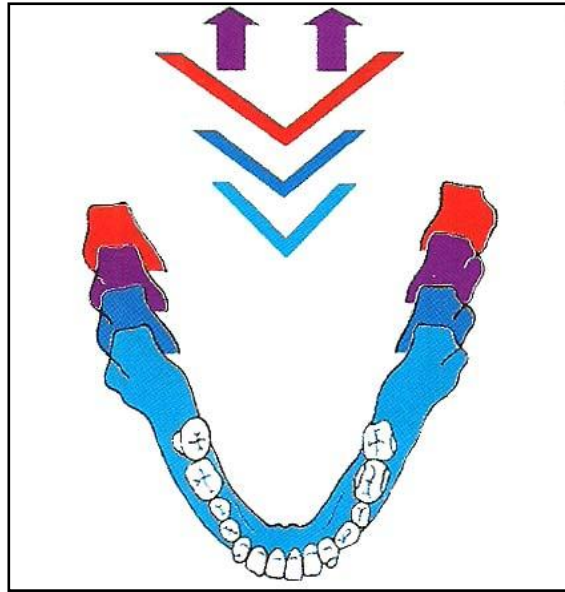


Figure 7 : Composante transversale de la croissance en longueur (Enlow), sous la dépendance de la distance inter-temporale [1]

La croissance en longueur :

« L'allongement du corps mandibulaire se fait sous l'effet modelant des matrices environnantes (musculature) et de la matrice pénétrante (paquet vasculo-nerveux) » (Aknin [1]).

Entre 5 et 14 ans, l'entité mandibulaire, entre le condyle occipital et le Pogonion, grandit de 23% (Caroll [36]).

- Symphyse : résorption sus-symphysaire due à la dérive verticale et à la linguo-version de l'incisive inférieure, apposition sur la protubérance mentonnière [1].
- Ramus : Apposition sur le bord postérieur et résorption sur le bord antérieur du ramus (Enlow). Delaire pense que le ligament sphéno-mandibulaire joue un rôle dans la croissance du ramus. D'après Moss, le canal mandibulaire intervient dans son processus de croissance.

La croissance en hauteur :

La dimension verticale de l'étage inférieur ne dépend pas de l'accroissement de la mandibule (Harvold [36]).

Le cartilage condylien détermine la dimension verticale et la longueur de la mandibule (Aknin [1]).

Sans considérer la quantité de croissance verticale mais sa direction, il y a une corrélation significative entre la hauteur faciale (NMe) et la direction de croissance du point Me, plus marqué à 16 ans que le jeune enfant (Bergersen).

+ Symphyse : faible croissance verticale, entre 7 et 18 ans, on observe une augmentation moyenne de 0.8mm/filles et 1.5mm/garçon [1]

+ Ramus : son accroissement dépend étroitement du cartilage condylien

+ Zone basilaire : apposition périostée depuis l'échancrure préangulaire

C. CORRELATION DE CROISSANCE MAXILLAIRE ET MANDIBULAIRE

« La faible corrélation entre la croissance maxillaire et la croissance mandibulaire démontre leur grande indépendance » (Harvold) [36].

Entre 6 et 9 ans, le maxillaire s'allonge de 1 à 9mm et la mandibule de 3 à 12 mm indépendamment de leur taille initiale (Harvold) [36].

Entre 12 et 20 ans, la mandibule (Ar-B) augmente en moyen de 4.5mm de plus que la base maxillaire (Ar-A) (Bjork) [36].

La croissance maxillaire se fait en avant et en bas selon un angle moyen de 51° par rapport à la base crânienne (Bjork) [36] mais la variation individuelle est très importante.

La croissance mandibulaire, comme nous l'avons vu, est très dépendante de l'hérédité, des fonctions musculaires ainsi que des parafunctions.

D. EVOLUTION DU PROFIL AU COURS DE LA CROISSANCE

1. PROFIL NASAL

La croissance nasale est dépendante de la croissance maxillaire, de la ventilation des sinus nasaux et de l'hérédité.

Le nez s'accroît en bas et en avant, jusqu'à 18 ans (SUBTELNY).

Dans toutes les dimensions, sa croissance est plus importante chez les garçons que chez les filles et se développe de façon irrégulière. Le pic de croissance nasale est précoce chez les filles (12 ans) et plus tardif chez les garçons (13-14 ans) [40].

a) *Anatomie nasale :*

Le nez possède une structure triple : cutanéomuqueuse, osseuse et cartilagineuse.

Les deux os propres du nez se situent à la proximité de la glabella et se soudent entre eux par leur face médiale et l'attache des cartilages triangulaires (cartilages latéraux supérieurs) se rattachent sur leur bord caudal [14].

La suture entre les os propres du nez est un site de croissance secondaire, adaptatif aux sollicitations mécaniques (DELAIRE) [17].



Figure 8 : Positionnement des cartilages alaires

Les cartilages nasaux comprennent les cartilages latéraux supérieurs (dits triangulaires), les cartilages alaires et le septum cartilagineux. Le septum nasal joue un rôle important dans la croissance du massif maxillo-facial et sur sa proéminence plus ou moins importante dans le profil. Plus le nez est marqué, plus les lèvres devraient être épaisses pour équilibrer l'harmonie de l'ensemble facial.

Le septum osseux est formé par la réunion de la lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut et du vomer en bas. Il s'insère en bas sur l'épine nasale par l'intermédiaire d'une synfibrose [14].

Le mésethmoïde cartilagineux détermine la distance intercanthale interne et propulse les os du nez et la partie inférieure de l'os frontal. Cet ensemble septo-ethmoïdal s'accroît jusqu'à l'âge adulte sous l'influence mécanique (mouvement d'expansion) au cours de la mastication et de l'occlusion dentaire.

Le cartilage septal est un site de croissance primaire, indépendant et devient un moteur de croissance du prémaxillaire et de croissance sagittale du nez.

Dans la partie supérieure du nez, la peau est fine, les téguments sont très mobiles et laxes. Au contraire, la partie inférieure du nez, nettement plus épaisse, est difficilement mobilisable. C'est la raison qui explique le changement négligeable du nez lors d'un traitement orthodontique avec ou sans extractions.

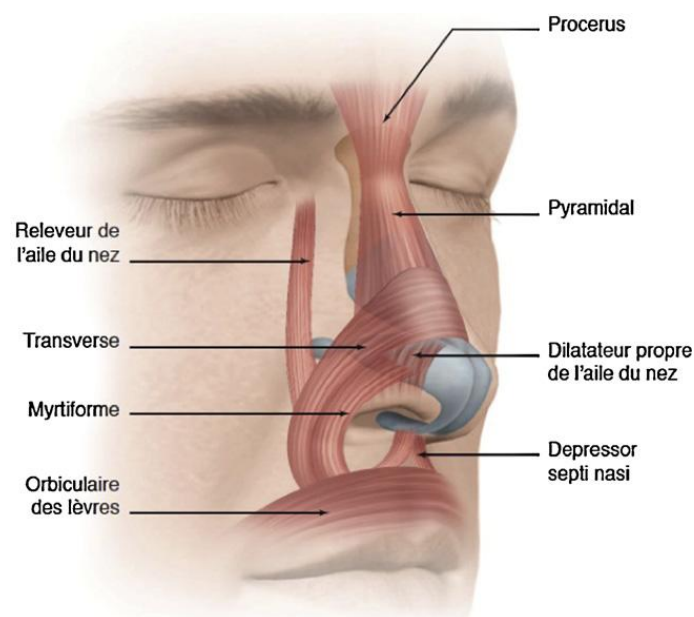


Figure 9 : Musculature nasale [14]

Les muscles nasaux ne sont sollicités que dans la respiration forcée et permettent l'ouverture des ailes narinaires en élevant la pointe du nez.

On retrouve de haut en bas : muscle pyramidal, muscle transverse, muscle myrtiforme, muscles releveurs superficiels de l'aile du nez, dilatateurs de l'aile du nez et les muscles abaisseurs du septum.

b) Développement dimensionnel du nez :

La longueur du nez, mesurée du Na osseux à la pointe nasale, augmente de la même manière dans les deux sexes [21].

L'allongement du nez est de 26 mm, en moyenne, de 1 ans à 18 ans (SUBTELNY) [38]. 80% de cette croissance est exprimée avant 13 ans. 95% des dimensions nasales sont atteintes avant 15 ans et une poussée tardive se fait parfois vers 17 ans (POSEN) [21], [37].

L'accroissement nasal dépend de l'augmentation verticale de la face. Le nez d'un brachyfacial se développe moins en hauteur que celui d'un dolichofacial (RICKETTS) [21], [37].

2. PROFIL LABIAL

a) Rappels d'anatomie labiale :

Les critères esthétiques labiaux changent selon les cultures avec des nuances concernant le modelé, l'aspect du philtrum, de l'arc de cupidon et du tubercule médian. Malgré tout, on retrouve la même anatomie et les mêmes principes thérapeutiques lors des traitements orthodontiques ou chirurgicaux dans la recherche d'une harmonie labiale dans un ensemble facial.

La région labiale est limitée par des replis :

- les sillons naso-labiaux, sous la columelle et les ailes du nez
- les sillons labio-géniens, qui se poursuivent en bas les sillons naso-géniens
- les sillons labio-mentonniers, en bas [13].

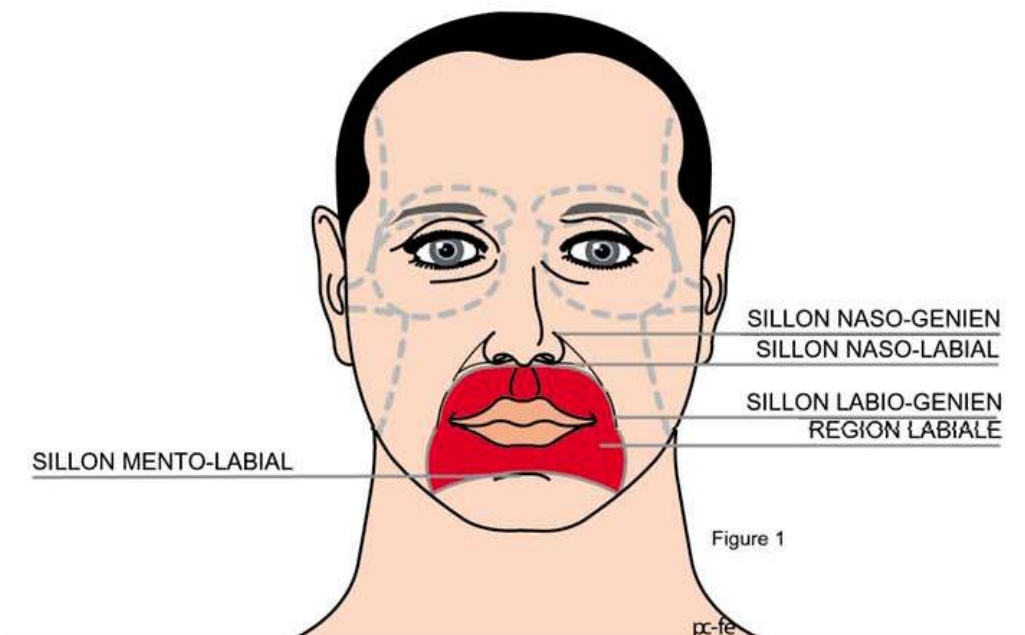
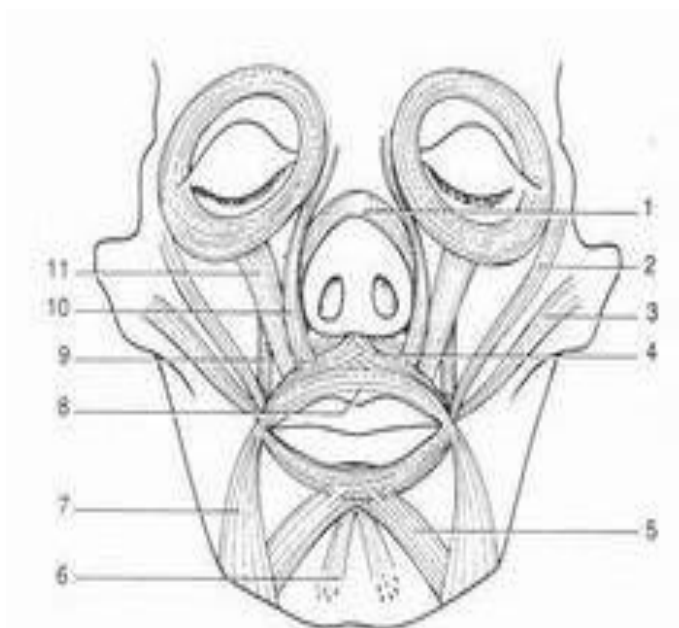


Figure 10 : Replis péri-buccaux [13]

Les muscles péri-buccaux comprennent l'orbiculaire externe et interne, le petit zygomatique, le grand zygomatique, le rizzorius, les releveurs superficiel et profond de l'aile du nez et de la lèvre supérieure, les carrés du menton, les muscles de la houppe, le triangulaire des lèvres, le muscle canin.

Figure 11 : Muscles péri-buccaux



1. muscle transverse du nez
2. petit zygomatique
3. grand zygomatique
4. orbiculaire des lèvres (externe)
5. carré du menton
6. muscles de la houppe
7. triangulaire des lèvres
8. orbiculaire des lèvres (interne)
9. muscle canin
10. releveur superficiel de l'aile du nez et de la lèvre supérieure
11. releveur profond de l'aile du nez et de la lèvre supérieure

La projection labiale dépend étroitement de la position des arcades dentaires et de l'os alvéolaire.

b) Croissance labiale supérieure :

La longueur de la lèvre supérieure, du point Na au point Stomion, augmente de 1.4mm (19.1 à 20.5mm) chez les filles et de 2.7mm (19.8- 22.5mm) chez les garçons de 7 ans à 18 ans (NANDA) [21].

Cette croissance verticale est rapide jusqu'à 3 ans, se ralentit jusqu'à 6 ans et retrouve son taux initial jusqu'à 15 ans. Après 15 ans, cet allongement labial est dû aux modifications des structures nasales (SUBTELNY) [21], [40].

L'épaisseur de la lèvre supérieure influence la convexité du profil et se mesure au niveau du point A et au niveau du vermillon.

- Au niveau du point A, la lèvre s'épaissit de 5 mm de 3 ans à 18 ans (SUBTELNY) [40].

L'épaisseur labiale supérieure augmente de 3.5mm (12.11%) entre 7 et 14 ans chez les filles et de 4.7mm (21.43%) entre 7 et 18 ans chez les garçons. La croissance labiale se termine à 14 ans chez les filles mais se poursuit après 18 ans chez les garçons (MENG) [21].

- Le vermillon supérieur augmente de 0.7mm chez la fille jusqu'à 14 ans contre 3.2mm chez le garçon jusqu'à 18 ans (MENG) [21].

La protrusion labiale dans le sens sagittal est mesurée par rapport au plan point sous-nasal- Po cutané (assez stable au cours de croissance). La lèvre supérieure est à 3mm±1 en avant de cette ligne dans un profil harmonieux chez l'adulte [21].

L'angle idéal entre le plan palatin et le plan Point Subnasal-Vermillon supérieur est de 97,5°.

3. ANGLE NASO-LABIAL

L'angle naso-labial est déterminé de profil par l'intersection de la verticale à la lèvre supérieure et la columelle. Il se situe aux alentours de 90° à 100°. Un angle trop fermé ou trop ouvert influence d'une façon importante l'harmonie faciale en vue de profil.

La norme de l'angle naso-labial varie selon les auteurs et il existe différentes mesures de cet angle : IZARD (1943), ROBINSON (1968), BAUD (1978), LO et HUNTER (1982), ROBELLAZ (1983) avec lèvre exclue et lèvre incluse, ARNAUDAU (1984).

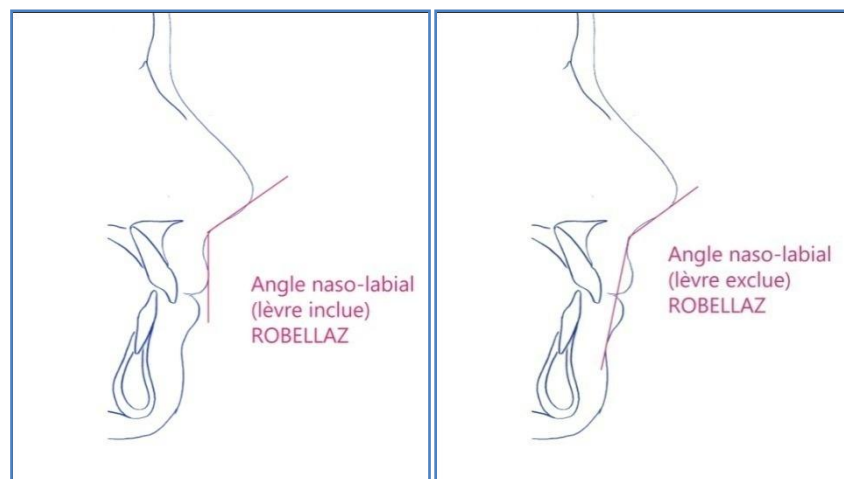


Figure 12 : Angle naso-labial selon Robellaz

Le plus souvent quand on parle d'angle naso-labial, c'est lèvre incluse.

Cet angle varie selon le sexe, l'ethnie, le typologie faciale et l'âge.

+ Femme ($107^{\circ} \pm 7$), Homme ($101^{\circ} \pm 11$) (population noire américaine) (Moshiri)

+ Femme (100°), Homme (95°) (Negrier et Hadjean)

+ Femme (110°), Homme (100°) (Benoist)

+ 18 ans : Fille (110.7 ± 10.9), Garçon ($105.8^{\circ} \pm 9$) (Nanda)

+ L'angle naso-labial est augmenté chez les hypodivergents et diminué chez les hyperdivergents.

La norme et la façon de mesure variant en fonction des auteurs, Holdaway préfère baser son analyse sur la profondeur de la courbure naso-labiale et la ligne verticale.

La version linguale des incisives entraîne plus ou moins l'ouverture de l'angle naso-labial. Cette ouverture de l'angle naso-labial (lèvre incluse) est d'autant plus marquée que les lèvres sont épaisses lors de la rétraction incisive (2-3° d'ouverture pour 1mm de recul/lèvres épaisses ; 1.4° contre 1mm/lèvres minces) [21].

4. OCCLUSION LABIALE :

Pour Burstone, dans les conditions normales, une béance interlabiale est de $1.8\text{mm}\pm 1.2$ en occlusion centrique et de $3.7\text{mm}\pm 1.6$ en position de repos de la mandibule.

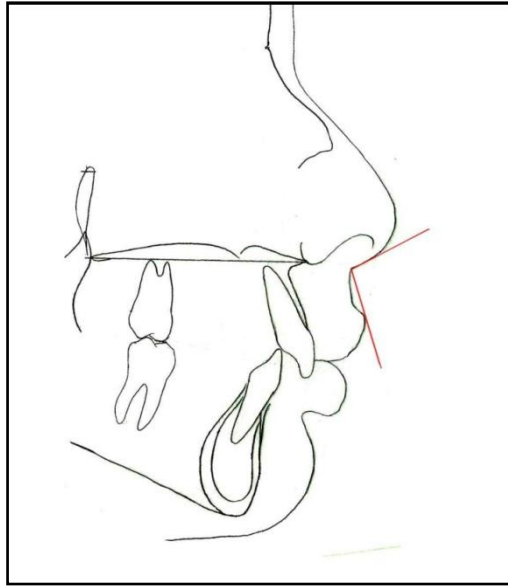
On observe chez les dysmorphiques des différences importantes :

- La béance inter-labiale peut être très augmentée
- Elle peut être nulle en absence de contraction des lèvres

Ces variations proviennent des différences de longueur d'une ou des 2 lèvres, des variations de hauteur de l'étage inférieur, de la protrusion des dents antérieures [3].

Burstone a observé :

- Pour les cas normaux, la lèvre supérieure est plus longue chez les garçons que chez les filles.
- Pour les cas classe II, 1, la lèvre supérieure n'est pas plus courte mais les incisives maxillaires sont plus extrusées et débordent la lèvre supérieure plus que la norme $2.3\text{mm}\pm 1.9$
- La lèvre inférieure et le menton ont une hauteur double de celle de la lèvre supérieure
- L'angle naso-labial déterminé par la ligne sous-nasal-labial supérieur et une tangente au bord inférieur du nez passant par le sous-nasal est de 74°.



La fermeture labiale se fait par un mouvement d'abaissement de la lèvre supérieure et d'élévation d'un degré plus important de la lèvre inférieure, un aplatissement labio-mentonnier léger.

5. RELATIONS LABIALES ET CONSEQUENCES ORTHODONTIQUES :

- En cas de béance interlabiale importante, lors de la fermeture labiale, les lèvres exercent une force sagittale importante sur les incisives, qui est souvent la cause de la récurrence si les dents sont vestibuloversées pendant le traitement.
- En cas de biprotrusion sans béance interlabiale avec les lèvres hypotoniques, c'est plus préférable de changer la position des incisives
- La lèvre inférieure devrait toucher l'incisive mandibulaire entre le tiers occlusal et le tiers moyen.

Selon Burstone, la position labiale tant dans le sens vertical que dans le sens horizontal est un facteur de choix entre un traitement avec ou sans extractions [3].

6. PROFIL NASO-LABIAL

La convexité faciale de Ricketts diminue entre 6 mois et 18 ans, expliquée par l'augmentation de l'angle (Na- A- Pog) chez le garçon, de 160° à 179°, et chez la fille, de 160° à 177°.

Pour certains auteurs, le profil cutané devrait être examiné nez « exclu », car l'importance nasale va atténuer les autres critères de jugement de profil.

III. THERAPEUTIQUE FONCTIONNELLE DANS LA CLASSE II, 1 ET LA PROPULSION MANDIBULAIRE

La classe II squelettique est due parfois à une promaxillie, le plus souvent à une rétromandibulie. Nous nous intéresserons dans ce mémoire qu'aux thérapeutiques de classe II par rétrognathie mandibulaire.

PRINCIPES D'ACTION

La thérapie fonctionnelle a pour but de :

- Modifier les comportements neuromusculaires néfastes
- Rétablir un environnement fonctionnel physiologique
- Solliciter les forces musculaires dans une direction favorable pour corriger les dysmorphoses soit directement par l'éducation neuromusculaire soit indirectement par appareillage.

Un appareil entraînant la propulsion mandibulaire dans le but de corriger une classe II squelettique produit des modifications au niveau de 3 composants : squelettique, musculaire et articulaire (Lautrou).

- La composante squelettique : les résultats sur la croissance varient en fonction de l'intensité de la propulsion, de la durée de portée, des particularités de l'appareil (fixe, amovible, avec ou sans plaque interdente, les accessoires, épaisseur) et de la typologie faciale du patient (hypodivergente ou hyperdivergente).

Une rotation postérieure est plus souvent observée lors du port d'un activateur qu'avec un propulseur comme le Hersbt ou les Forsus, une des raisons serait son épaisseur qui favoriserait cette rotation et une augmentation de hauteur faciale.

- La composante musculaire :

+ D'une part, la propulsion mandibulaire persistante sollicite la traction des muscles ptérygoïdiens latéraux. L'insertion de ces muscles au niveau condylien favorise une direction de croissance condylienne plus sagittale. Avec une longue durée de port de l'appareil, on observe une adaptation musculaire à la modification de position de la base squelettique sous-jacente et qui, par la suite, favorise l'apposition osseuse sur le bord postérieur du ramus et augmente la longueur de la mandibule.

+ D'autre part, la contraction des muscles abaisseurs et rétropulseurs lors de la propulsion mandibulaire se répercute au niveau maxillaire par l'intermédiaire de l'activateur par un freinage de la croissance maxillaire, au niveau du plan occlusal par une bascule horaire, au niveau de la mandibule par une légère rotation postérieure de la mandibule et une apposition osseuse sur le bord basilaire au niveau de l'insertion musculaire du génio-hyoïdien et du digastrique antérieur.

- La composante articulaire avec l'articulation temporo-mandibulaire et l'articulation dento-dentaire

+ L'articulation temporo-mandibulaire : L'ATM est sensible à l'environnement dynamique et elle est capable de répondre aux demandes spatiales fonctionnelles (Moss). Pétrovic propose des phases d'alternance avec et sans l'appareil pour permettre une adaptation des muscles et du cartilage condylien.

+ L'articulation dento-dentaire : Ahlgren conseille de procéder avant la propulsion mandibulaire à une expansion maxillaire afin d'éviter les contacts prématurés qui empêchent la stabilité de la mandibule avancée. Les effets dento-alvéolaires observés sont :

• Sens sagittal : au maxillaire, un glissement distal de l'arcade avec une linguoversion des incisives supérieures ; à la mandibule, un glissement mésial de l'arcade avec une vestibuloversion des incisives inférieures.

• Sens vertical : une égression molaire et une ingression incisive dans les cas traités par l'activateur avec meulage de la résine intermolaire. L'égression molaire diminue dans le cas avec propulseur sur plaque et les molaires maxillaires peuvent s'ingresser dans certains cas avec forsus.

IV. LE PROFIL, EVALUATION ESTHETIQUE ET VALEURS DE REFERENCE

A. EVALUATION ESTHETIQUE

Ces analyses se font à partir des téléradios de profil qui présentent une visibilité sur les structures osseuses ainsi que les tissus mous (nez, lèvres, menton)

1. ANALYSE DE HOLDAWAY [6]

Convexité squelettique du profil : distance entre point A et Na-Po

Ligne H : Po cutané- Point Labial supérieur

Concavité de la lèvre supérieure : distance entre le point le plus postérieur de la concavité naso-labiale et la ligne H ($5\text{mm}\pm 2$). Cette mesure augmente si les lèvres sont épaisses et diminue dans les cas de lèvres fines.

Epaisseur de la lèvre supérieure :

+ Distance entre le point osseux situé sur la concavité osseux 3mm au dessous du point A et la lèvre supérieure au niveau du vermillon (14-15mm)

+ Distance entre la face vestibulaire des incisives et le vermillon de la lèvre supérieure (13-14mm)

Angle H : l'intersection entre la ligne H et le plan osseux Na-B, valeur idéale $10^\circ\pm 4$. Cet angle varie avec l'angle ANB.

Concavité de la lèvre inférieure : distance entre le point le plus antérieur de la lèvre inférieure et le point le plus postérieur du sillon labio-mentonnier ($4\text{mm}\pm 1$).

Distance entre le vermillon de la lèvre inférieure et la ligne H : la lèvre inférieure devrait être au contact de la ligne H ou lui être antérieure de 0 à 0,5 mm ; l'écart acceptable est de 1 mm en avant et de 2 mm en arrière de la ligne H.

Épaisseur de la lèvre inférieure : distance entre la face labiale des incisives mandibulaires et le vermillon ($13\text{mm} \pm 2$).

Ouverture interlabiale qui est la distance verticale entre la lèvre supérieure (stms) et la lèvre inférieure (stmi), mesurée sur une téléradiographie sagittale ; pour des lèvres compétentes et au repos, elle devrait se situer entre 0 et $4\text{mm} \pm 2$.

Épaisseur du menton : distance entre Po osseux- intersection de la ligne parallèle au plan de Frankfort passant Po osseux et le contour cutané du menton.

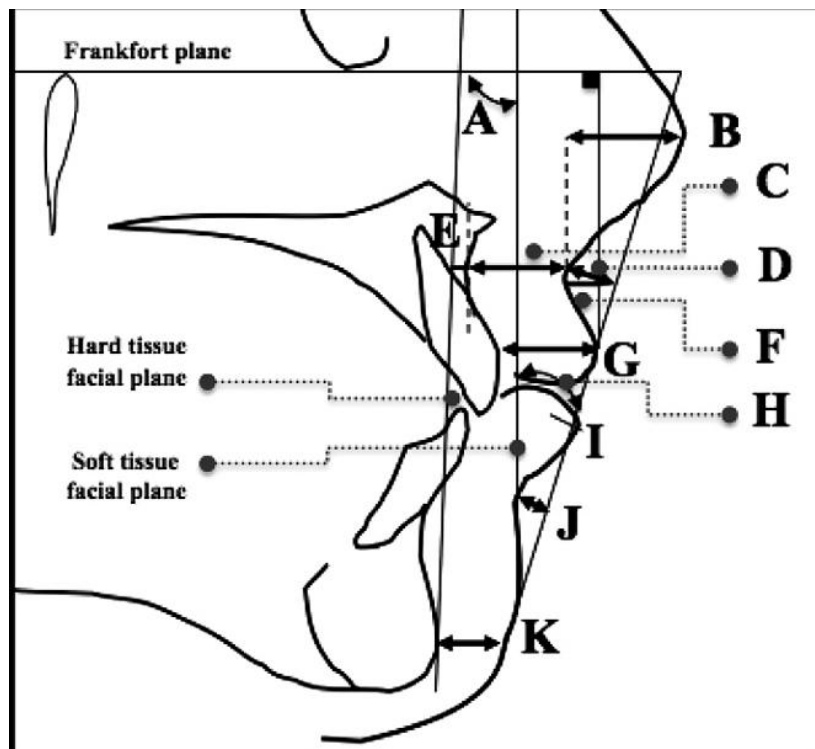


Figure 13: Le tracé céphalométrique qui utilise les mesures linéaires et angulaires

A : angle facial

G : épaisseur de la lèvre supérieure

B : prominence nasal

H : angle H

C : épaisseur de la lèvre supérieure au niveau basal

I : distance de la lèvre inférieure à la ligne H

D : distance Subnasal- Ligne H

J : distance du sulcus inférieur à la ligne H

E : convexité osseux du profil

F : profondeur du sulcus supérieur

K : épaisseur du menton

Le rapport d'Holdaway :

Distance Incisive Mandibulaire – NaB = Distance Po osseux- NaB

2. ANALYSE DE RICKETTS [19]

Ligne E : tangente à la pointe du nez et au Po cutané

→estimer la protrusion relative des lèvres par rapport à l'ensemble facial

Loi de Ricketts : « chez le sujet normal de race blanche, ayant atteint son développement complet, les lèvres se placent à l'intérieur de la ligne. Le contour des lèvres apparaît détendu, la lèvre supérieure est légèrement en arrière de l'inférieure par rapport à cette ligne et la bouche est fermée sans effort ».

Chez un enfant en denture mixte :

+ Lèvre inférieure : affleure ligne E

+ Lèvre supérieure : dépasse ligne E d'1mm

Chez un adulte :

+ Lèvre inférieure : en retrait de $2\text{mm} \pm 3$ par rapport à la ligne E

+ Lèvre supérieure : en retrait de 4 mm

Pour Ph.ALOE : Dans le profil normal, la lèvre supérieure se situe 1mm en avant de la ligne E à l'âge de la denture mixte et 1mm en arrière à l'âge de la denture définitive. La lèvre inférieure qui affleure cette ligne est considérée esthétique [3].

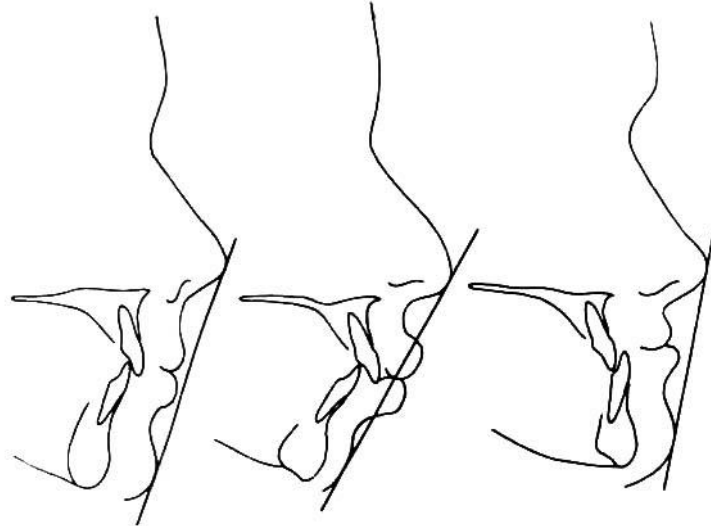


Figure 14 : Ligne E de Ricketts [3]

Ligne C : tangente au Po cutané et à la partie antérieure des joues

La distance entre la ligne C et E représente la longueur effective du nez

Selon Langlade, des joues pleines s'harmonisent avec des lèvres pulpeuses et les joues plates avec des lèvres fines.

La ligne esthétique de Ricketts n'est pas stable parce qu'elle est soumise aux variations du nez.

L'angle de convexité du profil squelettique de Ricketts (Na-A-Po) passe de 160° à 179° chez le garçon et de 160° à 177° chez la fille. Le profil tend à devenir plus rectiligne (SUBTELNY) [40].

3. ANALYSE DE BURSTONE

Ligne B : le point sous-nasal- point Po cutané

L'analyse de Burstone s'intéresse au profil sous naso-mentonnier :

+ Sagittalement : en mesurant la distance orthogonale des points les plus saillants des lèvres à la ligne B. Dans un profil sous nasal normal, la norme est (3.5mm±1.4) pour la lèvre supérieure et (2.2mm±1.6) pour la lèvre inférieure.

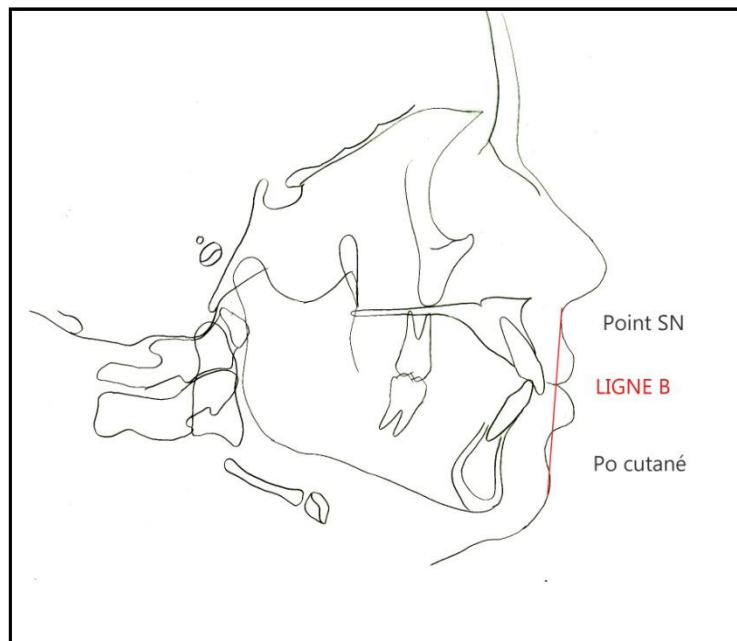


Figure 15 : Ligne esthétique de Burstone

+ Verticalement : son analyse aborde la différence entre la longueur des lèvres supérieure et inférieure et du menton pour les 2 sexes.

La profondeur du sulcus labio-mentonnier par rapport à la ligne Po cutané-lèvre inférieure est de $4\text{mm} \pm 2$

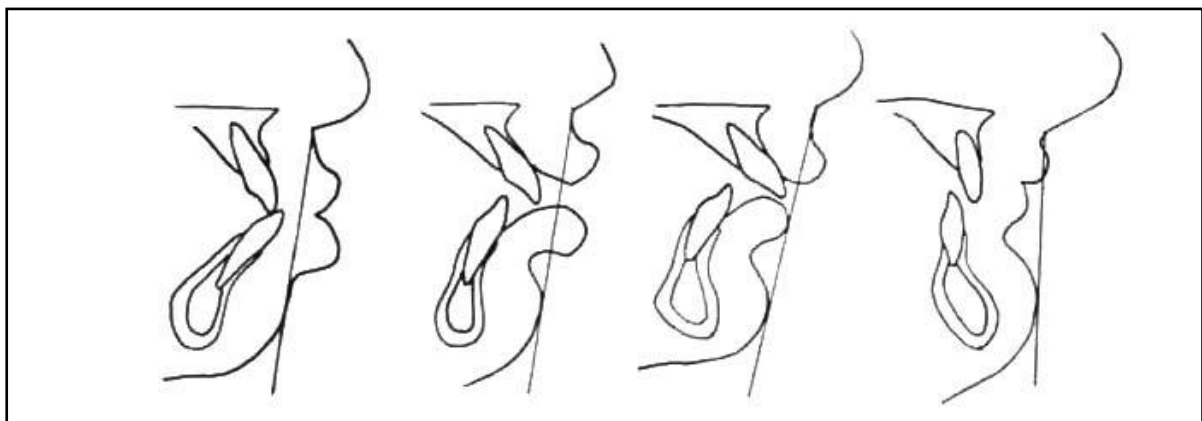


Figure 16 : Variations pathologiques (Burstone) [3]

4. ANALYSE DE STEINER

Ligne S : Po cutané au milieu du « S » nasal. Les lèvres devraient affleurer cette ligne dans un profil harmonieux

L'avantage de la ligne S par rapport à la ligne E : Les effets minimisés de variations de la longueur du nez (Muller)

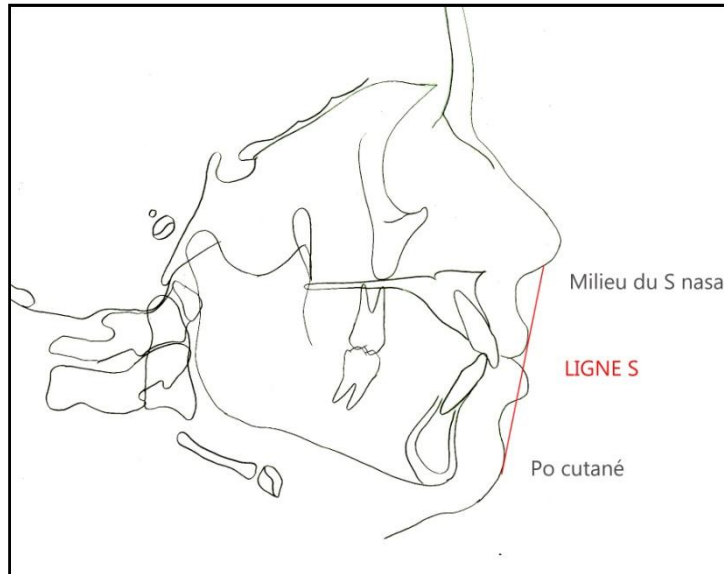


Figure 17 : Ligne esthétique de Steiner

5. ANALYSE DE MERRIFIELD

Ligne Z : tangente au Po cutané et à la lèvre la plus protrusive. La lèvre supérieure devrait être tangente à la ligne Z et la lèvre inférieure l'affleure ou un peu en arrière.

Analyse esthétique du profil cutané selon Merrifield :

Chez l'adulte, l'angle Z normal est de 80° et 78° chez l'enfant de 11 à 15 ans. Une variation de 5° en plus ou en moins peut être considérée comme normale [3].

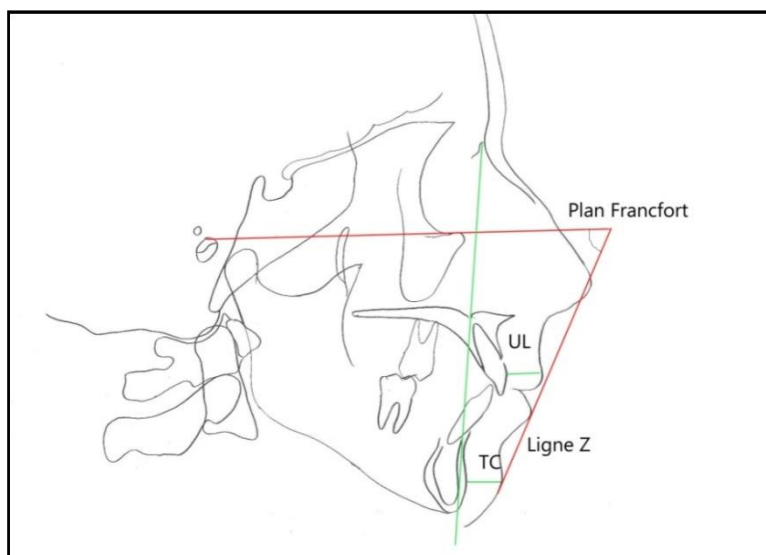


Figure 18 : Ligne Z de Merrifield

B. MODIFICATION DU PROFIL AU COURS DE LA THERAPEUTIQUE

De nombreux auteurs ont étudié la réponse des tissus mous à la rétraction incisive et les résultats montrent une variabilité considérable.

1. SELON LE DEGRE DE REPOSITIONNEMENT INCISIF

a) MAXILLAIRE

- L'ouverture de l'angle naso-labial (lèvre incluse) lors de rétraction incisive : 2-3° d'ouverture pour 1mm de recul/lèvres épaisses ; 1.4° contre 1mm/lèvres minces) [21], 1,6° d'augmentation pour 1mm de recul incisive (Lo&Hunter).
- Plus le nez s'accroît, moins le bord libre de la lèvre supérieure recule. (Subtelny, Aloe).
- Rapport moyen du recul de la lèvre supérieure sur la rétraction incisive est de 1/ 2.9 (Rudee), 1/3 (Ricketts), 1/2 (Philippe), 1/2.5 (Lo & Hunter, Roos), 1/1 pour les lèvres fines et 1/2 pour les lèvres épaisses (Alexander), 1/2.26 (Kazutaka Kasai).
- Pour chaque 3mm de rétraction labiale supérieure, Ricketts observe 2mm d'épaississement labial.
- 1mm d'épaississement labial supérieur pour 1,5mm de rétraction incisive maxillaire (Anderson).

- Rétrusion de la lèvre supérieure de 2.1mm par rapport à la ligne Sn-Pog' dans les cas de classe II, 1 traités avec l'extraction des prémolaires maxillaires (Janson et al), 1,90 mm (Conley et Jernigan).
- La relation entre les modifications osseuses et les tissus mous n'est significative que chez les sujets présentant des lèvres fines (Oliver).
- Pas de corrélation entre la rétraction des incisives maxillaires et le point labial supérieur (Rains et Nanda).

Différents travaux (Burstone, Garner, Rudée, Hershey, Neger) montrent que les tissus mous ne répondent pas toujours favorablement à la rétraction des incisives.

« Pour des raisons esthétiques, la décision thérapeutique doit être prise après l'examen minutieux du profil cutané et non en fonction des valeurs céphalométriques qui ne sont pas toujours le reflet esthétique d'un profil cutané qui a des propres références relatives à la croissance, à la longueur et à l'épaisseur des tissus mous ainsi qu'à l'hérédité » (Burstone, 1973).

b) MANDIBULAIRE

Plusieurs études observent une corrélation étroite entre le recul labial inférieur avec la rétraction incisive mandibulaire.

+ 2.4 mm de rétraction incisive correspond à 3.1mm du recul labial soit rapport 1/1.3 (Kazutaka Kasai)

+ Epaisseur de la lèvre inférieure est plus réduite dans le cas avec rétraction incisive maxillaire et mandibulaire que ceux avec un recul incisif mandibulaire seul [25]

+ La corrélation entre la rétraction incisive mandibulaire et la diminution de la hauteur vertical de la lèvre inférieure est très significative ($r=0.45$) [25]

La réduction de la distance entre Ls (point labial supérieur) et Li (point labial inférieur) avec la quantité de rétraction est de ratio $\frac{1}{2}$ (Jacobs), 1/1.16 (Kazutaka Kasai) [25].

Certaines études ne trouvent pas de différence significative des tissus mous entre les traitements de classe II avec ou sans l'extraction de prémolaires comme celle de Guiherme Janson [24].

2. SELON LA PROPULSION MANDIBULAIRE

En cas de classe II squelettique, une propulsion mandibulaire est souhaitable.

Le sexe n'influence pas le choix du profil, seul l'esthétique du profil (typologie verticale, la convexité) détermine une propulsion intermédiaire (modéré) de la mandibule dans la classe II, 1 [28].

Selon Akinin, il y a une corrélation entre le mouvement des lèvres et la rotation mandibulaire.

Il est difficile de prédire les modifications des tissus mous en se basant sur les changements squelettiques suite à un traitement orthodontique.

Dans l'étude de Bacetti, on trouve un avancement du menton cutané plus important chez les patients de classe II, 1 traités avec HERSBT+MULTIBAGUE que chez les patients non-traités pendant la période de croissance près du pic pubertaire (différence de 2.5mm) [6].

3. SELON LA CROISSANCE FACIALE CHEZ LES CLASSE II

Les contours faciaux sont déterminés par les tissus mous, qui peuvent être modifiés par la croissance et le traitement orthodontique. Il y a une grande variation individuelle en fonction de la période, de l'amplitude, de la typologie verticale. 25% de la population orthodontique est en classe II. Si le traitement orthodontique n'influence que la position labiale, la croissance faciale touche à la fois le nez, les lèvres et le menton. En plus, l'accroissement nasal jusqu'à 18 ans doit être pris en compte dans le plan de traitement.

La plupart de changements commencent et finissent plus tôt chez les filles et plus tard chez les garçons. Hoffelder observe un développement complet vers 12 ans pour les filles et vers 17 ans pour les garçons qui présentent une différence 4 fois plus grande pour plusieurs variables [22].

Une étude de Hoffelder [22] montre que c'est entre 6 ans et 16 ans que le nez effectue la plus grande partie de sa croissance. Sa longueur augmente de 8.65mm et son épaisseur s'accroît de 13.71mm. En longueur, la lèvre supérieure s'allonge de

2.6mm. Son épaisseur au niveau de la base nasale augmente plus que son épaisseur propre au niveau du vermillon (4.85mm par rapport à 4.67mm). La lèvre inférieure a une augmentation similaire en épaisseur au niveau du vermillon, de la base et en longueur (3.14 / 3.42/ 3.46mm). Les garçons possèdent un nez plus proéminent. Les lèvres des filles sont plus fines vers 16 ans (alors que vers 12 ans, aucune différence significative entre les 2 sexes). Le menton augmente en moyenne 2.38mm sans dimorphisme sexuel.

Par contre, les études qui mesurent l'évolution du profil après 18 ans montrent une diminution en épaisseur des lèvres. Ce phénomène est expliqué par la perte des tissus subcutanés reliée à une altération du tonus musculaire.

Les modifications des tissus mous au cours de traitement sont des éléments importants dont on doit tenir compte pour optimiser les résultats de nos traitements.

V. ETUDE PERSONNELLE

A. INTERET DE L'ETUDE

Dans les cas de classe II division 1, la mise en œuvre d'un traitement orthopédique d'avancée mandibulaire est motivée par la présence fréquente dans ces types de dysmorphoses d'un déficit de la longueur mandibulaire. Les propulseurs mandibulaires pendant la période de croissance active, permettront d'obtenir une correction de classe II squelettique par une accélération de la croissance mandibulaire et un ralentissement de la croissance maxillaire. Ainsi une étude de Nelson et Al, (Class II correction in patients treated with Class II elastics and with fixed functional appliances: A comparative study, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118:142-9) comparant l'action des appareillages de propulsion (Hebst) aux élastiques de classe II montre à court terme une correction du décalage sagittal pour 50% d'origine squelettique dans les cas de propulsion et pour 4% dans les cas traités par élastiques.

Du fait de ces modifications squelettiques, l'intérêt d'une phase de propulsion avant un traitement fixe peut être posé en termes de gain esthétique sur le profil.

Peu d'études se sont intéressées aux répercussions sur le profil de ces deux stratégies de traitement. De ce fait, notre étude a pour but de comparer deux échantillons de patients en cours de croissance présentant une classe 2 division 1 et traités pour le premier groupe par une phase initiale de propulsion (PUL) suivie d'une phase de traitement multi-attaches et pour le second groupe par une phase unique de traitement fixe.

B. CARACTERISTIQUES DE L'ETUDE, MATERIEL ET METHODE

Nous comparerons les résultats de traitement de 2 groupes de patients présentant une classe II division 1, en cours de croissance, traités sans extractions et selon 2 modalités de traitement différentes :

Groupe 1 : Propulsion mandibulaire puis multi-attaches sans extraction

Groupe 2 : Multi-attaches sans extraction (groupe de référence)

L'objectif de l'étude est :

- **Etudier l'évolution esthétique du profil après chacune des modalités de traitement.**
- **Comparer les effets esthétiques de ces 2 stratégies thérapeutiques.**
- **Evaluer l'intérêt d'une phase interceptive précédant un traitement multi-attaches sur l'esthétique du profil**

C. DETERMINATION DES GROUPES D'ETUDE

1. ECHANTILLON

Deux échantillons de 20 patients consécutifs dont le traitement est achevé et présentant les caractéristiques initiales suivantes sont sélectionnés :

- Une classe II squelettique et une occlusion de classe II division 1
- En période de croissance

Le groupe 1 : Le patient est traité dans un 1^e temps avec un propulseur (PUL), puis avec multi-attaches sans extraction

Le groupe 2 : Le patient est traité en 1 phase unique multi-attaches sans extraction

2. CARACTERISTIQUES THERAPEUTIQUES :

a) PROPULSEURS :

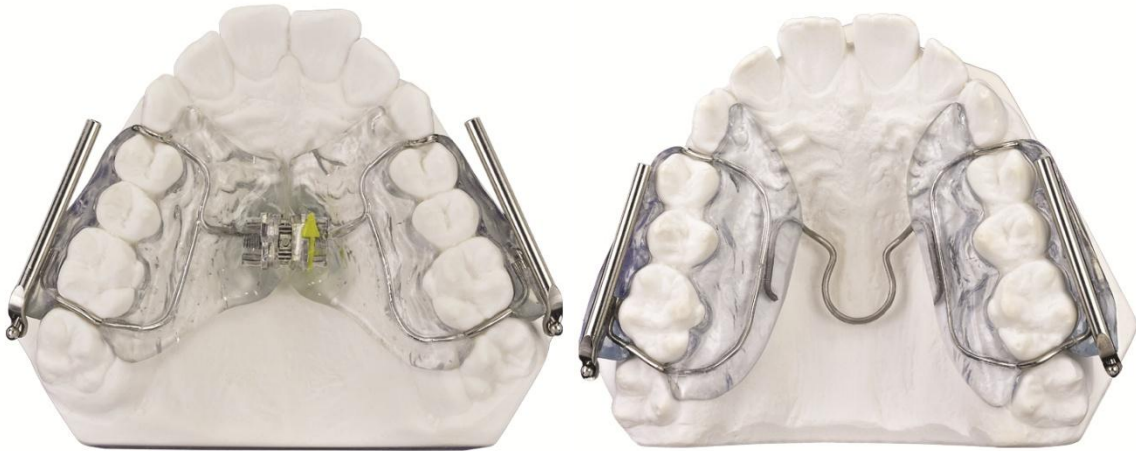
Le Pul qu'on utilise dans l'étude est le propulseur Universel Light de l'association INNOVORTHO France.

Description des propulseurs de classe II utilisés dans l'étude :

- Propulseur sur plaque sans une bande vestibulaire sur les incisives maxillaires afin de ne pas provoquer une précoce linguoversion qui empêche la libération totale de la croissance mandibulaire.



- Gouttière maxillaire simple et sa variation permettant une expansion transversale:



- Gouttière mandibulaire simple et sa variation :



En général, le propulseur de classe II est composée d'une gouttière maxillaire simple sans le bandeau vestibulaire avec ou sans vérin en fonction de la présence de

l'endognathie ou de l'endoalvéolie maxillaire qui s'observent souvent en classe II, 1, d'une gouttière mandibulaire simple sans ou avec le bandeau vestibulaire en fonction de la version linguo-labial initiale des incisives mandibulaires. Les deux gouttières sont reliées par des bielles dont la longueur est déterminée en laboratoire pour obtenir une classe I molaire et canine à la pose de l'appareillage. La propulsion peut être augmentée par adjonction de ressorts de propulsion à l'intérieur du tube de la bielle.

- La durée de la portée des propulseurs dans l'étude est de 10.63 mois en moyenne. Le traitement fixe débute immédiatement après la phase de propulsion.

b) THERAPEUTIQUE DE CLASSE II :

- Le traitement avec le multibague se fait avec les brackets 18x25 de Roth

Ordre		1	2	3	4	5	6	7
Anti-rotation	Maxillaire	0	0	4	2	2	14	14
	Mandibulaire	0	0	2	4	4	4	4
Torque	Maxillaire	12	8	-2	-7	-7	-14	-14
	Mandibulaire	0	-1	-11	-17	-22	-30	-30
Angulation	Maxillaire	5	9	13	0	0	0	0
	Mandibulaire	0	2	7	-1	0	-1	-1

- Utilisation de FEO pendant environ 8 mois.

- Finition avec TIM de Classe II

3. CRITERES D'INCLUSION :

- Patients ayant une classe II squelettique et une occlusion (molaire et canine) en classe II,1 sans ou avec un léger encombrement dentaire et traité en suivant les particularités thérapeutiques du protocole.
- Les clichés radiographiques qui présentent suffisamment la visibilité du squelette sous jacent et des tissus mous avant la mise des propulseurs et en fin de traitement multi-attaches.
- Les patients suivis régulièrement et présentant une bonne coopération.

4. CRITERE D'EXCLUSION

- Patients ayant une classe II, 2, classe I ou classe III
- La qualité des clichés radiographiques est médiocre (invisibilité)
- Le patient qui rate plus de 2 rendez-vous consécutifs et qui change du praticien en cas de perte contact ou de déménagement.
- Le patient est traité avec une Pul avec une bande vestibulaire maxillaire

D. METHODE DE MESURE

Des téléradiographies de profil avant traitement et après la fin du traitement fixe sont réalisées.

Les analyses céphalométriques sont faites pour tous les tracés de 2 échantillons. Les mesures angulaires sont réalisées par le logiciel Odrade et les mesures millimétrées sont calculées directement sur les radios des patients.

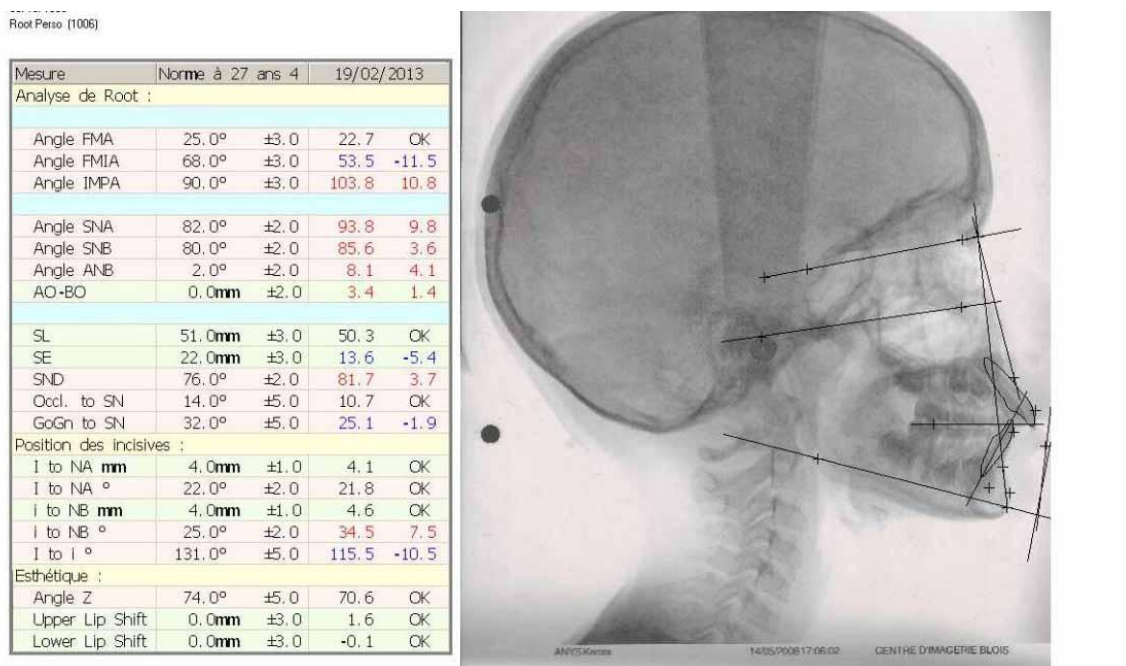


Figure 19 : Logiciel Odrade

Odrade est un logiciel dédié à l'analyse céphalométrique dans un traitement orthopédico-orthodontique. Odrade contient plus de 100 critères de mesure pour faciliter la réalisation d'une analyse personnalisée en fonction des besoins cliniques des praticiens. Ce logiciel est développé par la société d'ARAKIS.

Avec le logiciel Odrade, les mesures suivantes seront évaluées en début et en fin de traitement ainsi que leur différence :

- Correction squelettique:

+ SNA

+ SNB

+ ANB

+ SN/GoGn

- Correction de l'axe incisive :

+ I/NA (° et mm)

+ I/ ENA-ENB

+ i/NB (° et mm)

+i/ Plan mandibulaire de Downs IMPA

- Modifications des tissus mous :

+ Hauteur du nez (Point nasal le plus antérieur sur le plan Nasion cutané- Subnasal)

+ Angle naso-labial

+ Epaisseur de la lèvre supérieure au niveau du vermillon

+ Epaisseur de la lèvre inférieure au niveau du vermillon

+ Epaisseur de menton (Pog osseux, Pog cutané)

+ Position des lèvres par rapport à la ligne Steiner UL, LL

Nous chercherons à évaluer:

- Relations entre les modifications de ANB et la position labial par rapport à :

+ A la ligne de Steiner (UL, LL)

+ A la hauteur nasale

+ A l'angle naso- labial

- Relation entre le changement d'ANB et le tonus musculaire (épaisseur de menton (Pog osseux, Pog cutané)

- Relation entre les modifications des incisives et l'épaisseur labiale

+ Changement de I/NA et changement de l'épaisseur labiale supérieur

+Changement de I/ ENA-ENP et changement de l'épaisseur labial inférieure

1. POINTS UTILISES

a) POINTS SQUELETTIQUES

- Point S : au centre de la selle turcique
- Point Na : le plus antérieur de la suture fronto-nasale sur le film de profil
- Point A : le plus postérieur sur la ligne médiane de la concavité alvéolaire du maxillaire entre l'épine nasale antérieure et le prosthion
- Point ENA : épine nasale antérieure, point situé à l'extrémité antérieure du maxillaire
- Point ENP : épine nasale postérieure, point situé à l'extrémité postérieure du palais dur
- Point B : le plus postérieur sur la ligne médiane de la concavité alvéolaire antérieure de la mandibule
- Point Pog : le plus antérieur de la symphyse mentonnière
- Point Me : le plus inférieur de l'image de la symphyse
- Point Gn : point du contour symphysaire situé à l'égale distance du Pog et du Me
- Point Go : point situé à l'égale distance du point le plus postérieur et le plus inférieur de l'angle goniale
- Point Or : orbital, point le plus déclive du rebord de l'orifice orbitaire
- Point Po : porion, point le plus élevé du conduit auditif externe

b) POINTS DENTAIRES

- Point Is : incisive supérieure, point le plus antérieur de l'incisive supérieure par rapport du plan Francfort
- Point Ii : incisive inférieure, point le plus antérieur de l'incisive inférieure par rapport du plan Francfort

c) POINTS ESTHETIQUES :

- Point Na' : nasion cutané
- Point N (nasal antérieur) : le plus antérieur du nez
- Point Sn (subnasal) : le point d'intersection de la lèvre supérieure avec le bord inférieur de la columelle
- Point Ls : labial supérieur, point situé sur le vermillon le plus antérieur de la lèvre supérieure par rapport au plan Francfort
- Point Li : labial inférieur, point situé sur le vermillon le plus antérieur de la lèvre inférieure par rapport au plan Francfort
- Point Pog' : point pogonion cutané
- Point Me' : point menton cutané

2. LIGNES UTILISEES

- SNa
- NA, NB
- Na-Sn
- Plan de Francfort
- ENA-ENB
- Plan mandibulaire GoGn
- Ligne de Steiner : Pog'- milieu de l'aile du nez

3. MESURES LINEAIRES

- N/NaSn : hauteur du nez, distance du point nasal antérieur à NaSn
- IsLs : épaisseur labial supérieur au niveau du vermillon supérieur, distance de Ls à Is en projection sur le plan Francfort

- liLi : épaisseur labial supérieur au niveau du vermillon supérieur, distance de Li à li en sur le plan Francfort
- Pog-Pog' : épaisseur du menton au niveau Pogonion
- UL/S : lèvre supérieur par rapport à la ligne de Steiner
- LL/S : lèvre inférieur par rapport à la ligne de Steiner

4. MESURES ANGULAIRES

- SNaA : position du maxillaire dans le profil
- SNaB : position de la mandibule dans le profil
- ANaB : décalage squelettique entre le maxillaire et la mandibule
- SNa/Plan mandibulaire= SNa/GoGn : la convergence entre le bord basilaire par rapport à la base du crâne
- I/NaA en degré et en mm
- I/ENA-ENB : inclinaison de l'axe incisif maxillaire par rapport au plan palatin
- i/NaB en degré et en mm
- i/PM : inclinaison de l'axe incisif par rapport au plan mandibulaire
- Angle naso-labial : angle formé entre la tangente du bord inférieur du columelle et Sn-Ls

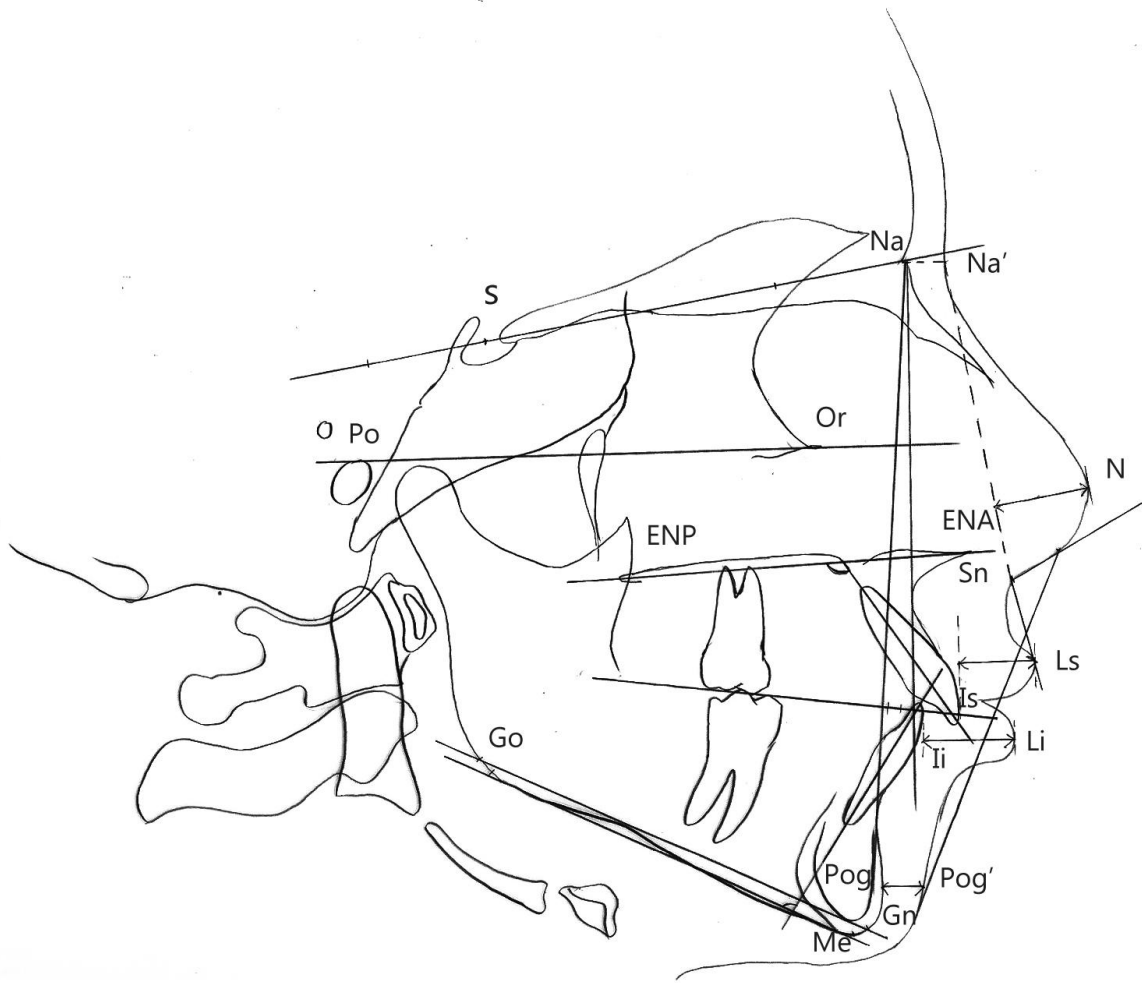


Figure 20 : Illustration des points, des lignes et des angles utilisés dans l'étude

VI. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUE :

Les données recueillies seront analysées à l'aide du logiciel SPSS 20.0. Une analyse préalable de la distribution des valeurs au sein de chaque variable sera effectuée à l'aide d'un test de Kolmogorov Smirnov puis nous comparerons les 2 groupes traités à l'aide de tests t pour échantillons indépendants.

VII. RESULTATS ET INTERPRETATIONS STATISTIQUES

A. EVALUATION DE L'ERREUR DE MESURE

Le calcul des erreurs de mesure (calcul d'incertitude) permet d'évaluer correctement les erreurs qui se produisent lors de mesures.

N radios de N patients sont sélectionnés et mesurés une 2^{ème} fois (dans ce cas, N=10). Toutes les variables sont notées V1 (SNA1, SNB1, ANB1,...) pour la première fois et V2 (SNA2, SNB2, ANB2,...) pour la deuxième fois.

Les différences de mesure pour chaque variable sont notées ΔV (ΔSNA , ΔSNB , ΔANB ,...). L'erreur de mesure pour chaque variable sont égal à :

SNA	0.74933304
SNB	0.50695167
ANB	0.92574294
SN/PM	0.988686
I/NA °	0.73722452
I/NA mm	0.36124784
I/ENA-ENB	1.2349089
i/NB °	0.9884331
i/NB mm	0.33166248
i/PM	0.91978258
HAUTEUR DU NEZ	0.55226805
ANGLE NASO-LABIAL	1.24458829
EPAISSEUR LEVRE SUP	0.26362853

EPAISSEUR LEVRE INF	0.26172505
EPAISSEUR MENTON	0.39560081
LEVRE SUP/ LIGNE S	0.2236068
LEVRE INF/LIGNE S	0.18439089

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Delta V_i^2}{2N}}$$

B. CARACTERISTIQUES DES GROUPES AVANT TRAITEMENT

1. ETIOLOGIE DES CLASSES II

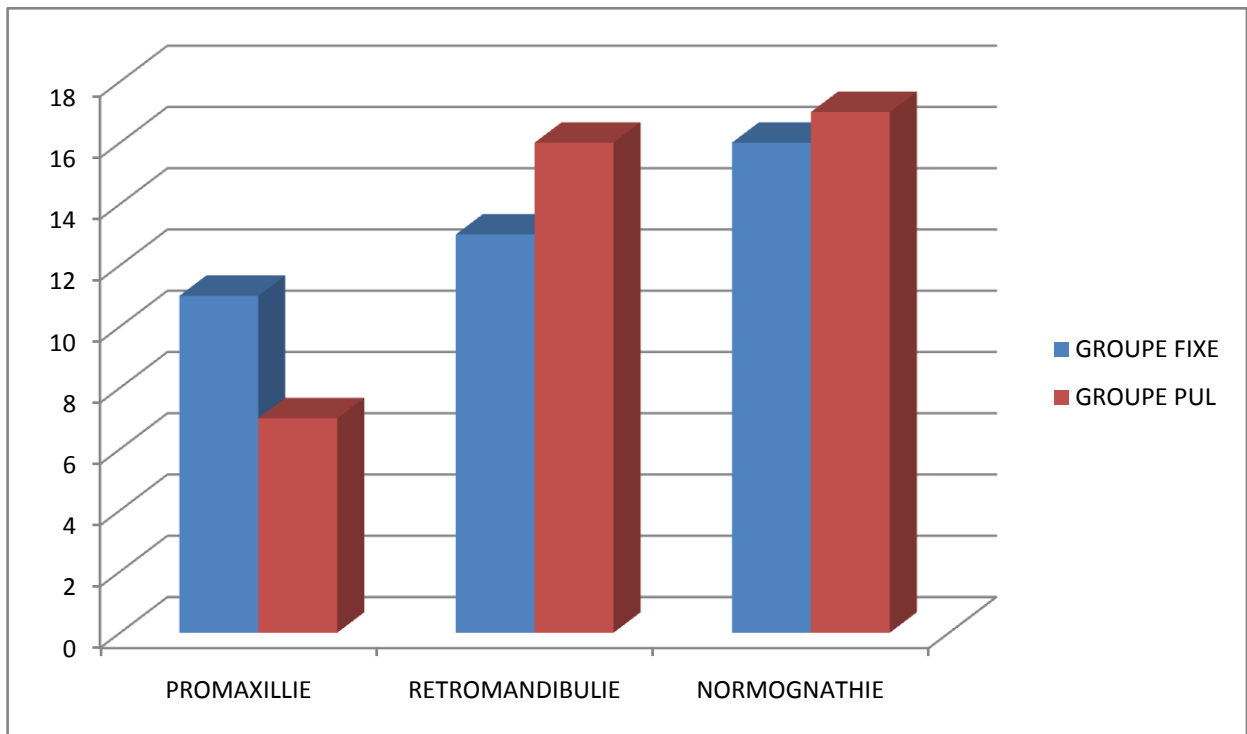
La classe II squelettique est d'origine soit d'une prognathie maxillaire soit d'une rétrognathie mandibulaire ou d'une combinaison de ces 2 causes.

La classe II squelettique est déterminée si l'angle ANB est supérieur à 4°

La promaxillie est déterminée si l'angle SNA est supérieur à 82°

La rétrognathie est déterminée si l'angle SNB est inférieur à 78°

	GRUPE FIXE	GRUPE PUL
PROMAXILLIE	11	7
RETROMANDIBULIE	13	16
NORMOGNATHIE	16	17

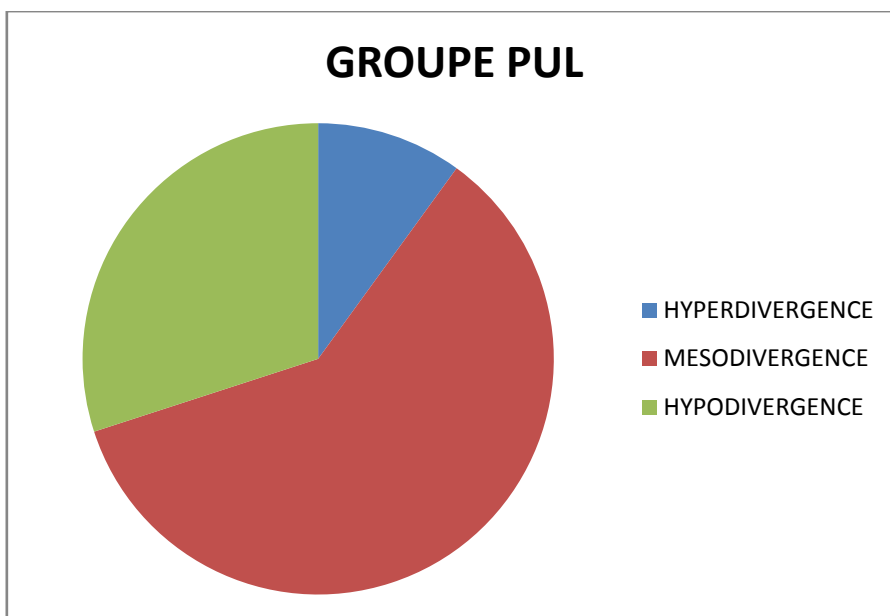
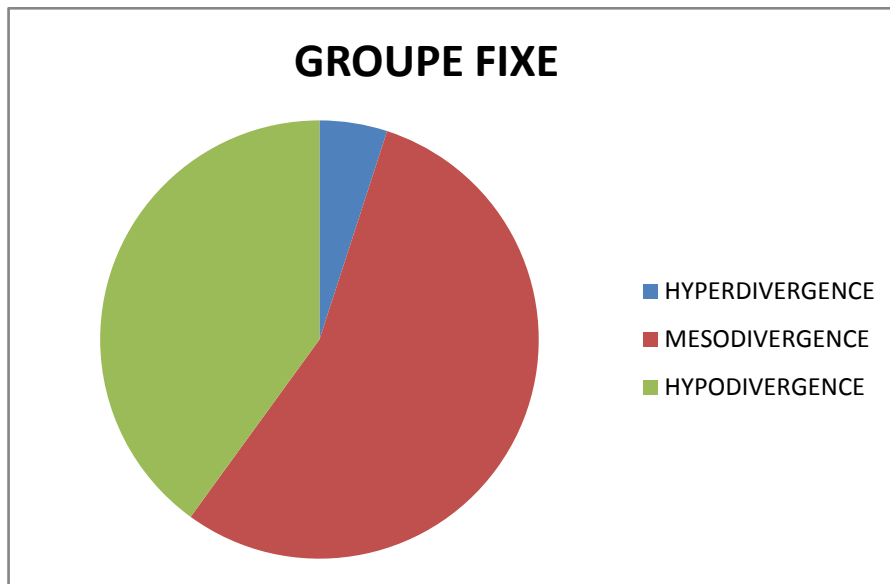


2. TYPOLOGIE VERTICALE DES ECHANTILLONS :

L'angle SN/PM et FMA détermine la typologie verticale du patient. Dans cette étude, on utilise l'angle SN/PM :

- Hyperdivergence : $SN/PM > 37^\circ$
- Hypodivergence : $SN/PM > 27^\circ$
- Mésodivergence : $27^\circ \leq SN/PM \leq 37^\circ$

	GROUPE PUL	GROUPE FIXE	
HYPERDIVERGENCE	2	1	3
MESODIVERGENCE	12	11	23
HYPODIVERGENCE	6	8	14
	20	20	40



3. ANALYSE DESCRIPTIVE DES VARIABLES ETUDIEES

- Le test Kolmogorov-Smirnov permet de vérifier la normalité de la distribution des valeurs dans chaque variable. L'hypothèse nulle étant retenue pour toutes les variables étudiées

- La comparaison des Ages de début de traitement et des durées de traitement entre les groupes montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes. Nous retiendrons l'hypothèse nulle : les groupes ne diffèrent pas pour l'âge de début de

traitement et la durée de traitement (entre les temps des radios de To – avant le traitement à T1- après le traitement)

Statistiques de groupe

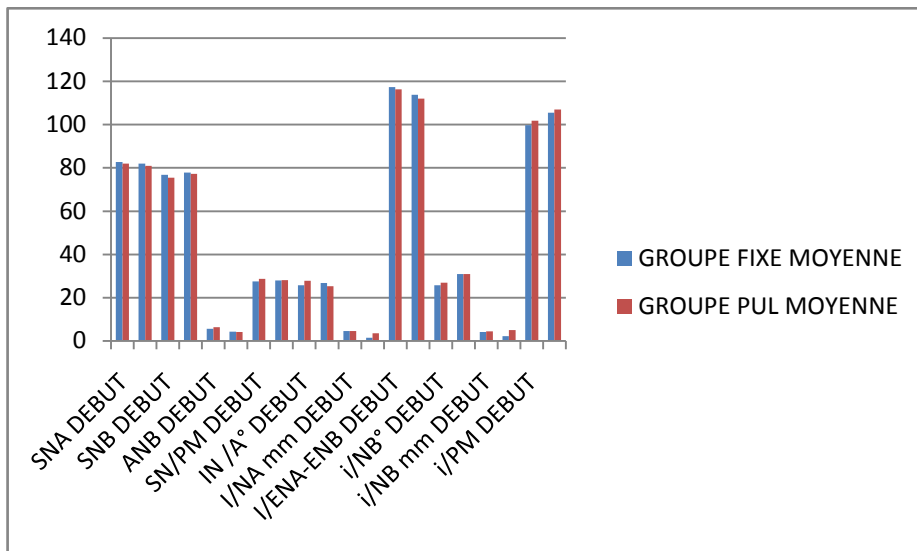
	GROUP	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
AgeDebut	1	20	147,450	14,0243	3,1359
	2	20	140,500	14,7273	3,2931
Durée	1	20	36,350	4,4988	1,0060
	2	20	34,000	5,7216	1,2794

1 : Groupe Fixe ; 2 : Groupe Pul

a) Les mesures squelettiques et dento-squelettiques :

VARIABLES	GROUPE FIXE		GROUPE PUL	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
SNA DEBUT	82,710	3,0690	81,930	3,9720
SNB DEBUT	76,845	2,8031	75,435	3,2040
ANB DEBUT	5,665	1,3539	6,345	2,1520
SN/PM DEBUT	27,520	6,0001	28,730	5,3039
I/NA° DEBUT	25,775	9,0836	27,800	11,0539
I/NA mm DEBUT	4,530	1,9074	4,625	2,5169
I/ENA-ENB DEBUT	117,285	14,4872	116,395	12,3695
i/NB° DEBUT *	25,790	4,7215	27,005	7,6593
i/NB mm DEBUT *	4,100	1,1526	4,430	2,3090
i/PM DEBUT	99,790	5,2979	101,815	7,3886

* différence significative à 0,05 ** différence significative à 0,001 *** différence sign > 0,001



b) Les mesures des tissus mous :

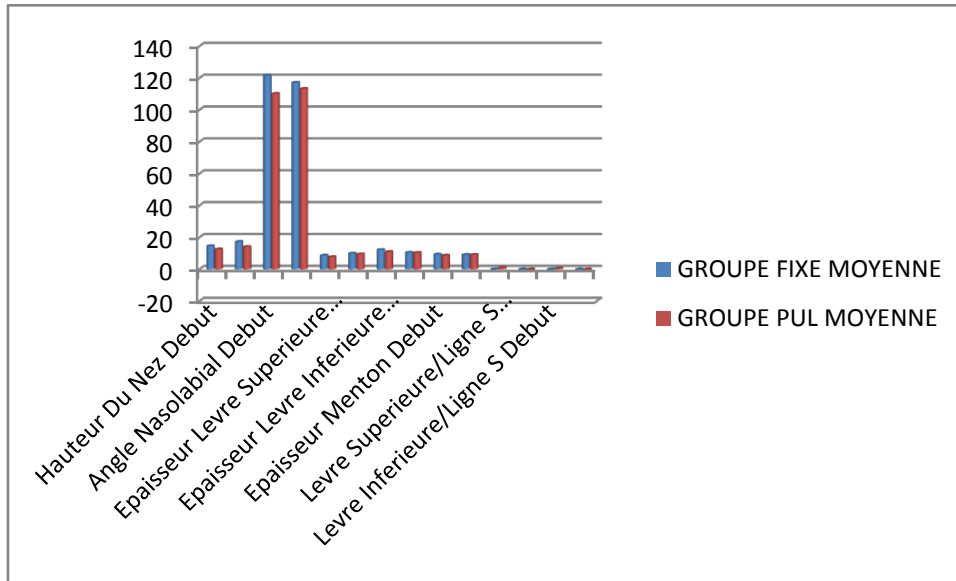
VALEURS	GROUPE FIXE		GROUPE PUL	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
Hauteur Du Nez Début***	14,560	1,7055	12,555	1,4641
Angle Nasolabial Début***	121,600	7,5918	110,155	7,4485
Epaisseur Lèvre Supérieure Début	8,655	1,5473	7,680	1,7010
Epaisseur Lèvre Inférieure Début	12,165	1,9885	10,875	2,1742
Epaisseur Menton Début	9,280	1,7757	8,615	1,5766
Lèvre Supérieure/Ligne S Début*	-0,340	2,0395	1,075	2,2525
Lèvre Inférieure/Ligne S Début	-0,605	2,7826	0,565	3,5326

* différence significative à 0,05 ** différence significative à 0,001 *** différence sign > 0,001

Pour les variables suivantes, les moyennes diffèrent significativement :

+ i/NB° début, i/NBmm début

+ Angle naso-labial début, distance de la lèvre supérieure/ligne S, Hauteur du nez : l'hypothèse nulle est rejetée (car la valeur de signification bilatéral est inférieure à 0.05). De ce fait, l'interprétation de la comparaison entre les groupes Fixe et Pul pour ces variables est délicate et peut être erronée.



C. CARACTERISTIQUES DES GROUPES APRES TRAITEMENT

1. RESULTATS SQUELETTIQUES

VARIABLES	GROUPE FIXE		GROUPE PUL	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
SNA FIN	81,970	3,1337	80,895	3,3926
SNB FIN	77,835	3,0198	77,205	3,1617
ANB FIN	4,260	1,5686	4,125	1,8020
SN/PM FIN	27,990	6,2514	28,140	5,1578
DIF SNA	-0,740	1,8280	-1,035	2,1345
DIF SNB*	0,990	1,0944	1,770	1,2724
DIF ANB*	-1,405	1,2215	-2,220	1,3277
DIF SNPM	0,470	2,3360	-0,590	1,8410

* différence significative à 0,05 ** différence sig. à 0,001 *** différence sig. > 0,001

Au niveau squelettique, le tableau ci-dessus montre une diminution de SNA, ANB, une augmentation de SNB dans les 2 groupes. Cet avancement mandibulaire est plus important chez les PUL. Chez le groupe Fixe, on observe une légère ouverture du sens vertical par rapport à une légère fermeture du compas mandibulaire chez le

groupe PUL mais ces variations sont en moyenne de -0,4° à 0.6° et s'inscrivent dans les valeurs de l'erreur de mesure (cf tableau erreur de mesure)

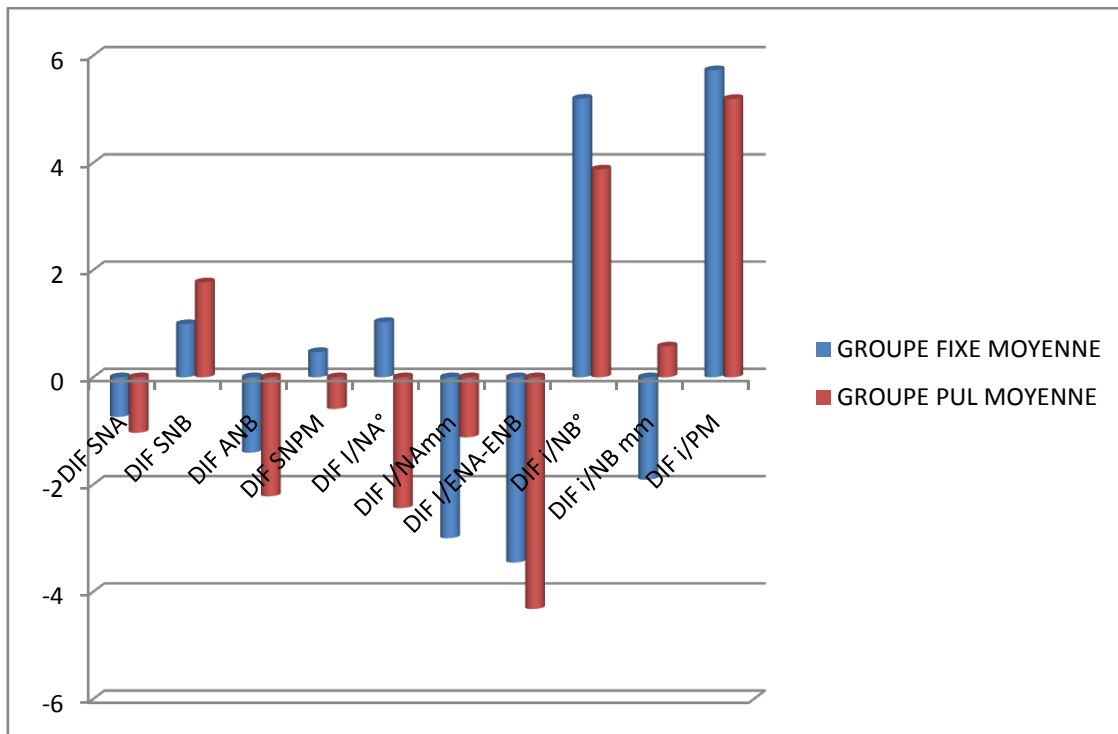
2) RESULTATS DENTO-ALVEOLAIRES

VARIABLES	GROUPE FIXE		GROUPE PUL	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
I/NA° FIN	26,805	6,2035	25,360	5,1079
I/NA mm FIN	1,530	1,0998	3,505	1,2547
I/ENA-ENB FIN	113,830	6,7692	112,075	7,1906
i/NB° FIN	30,985	5,0688	30,880	5,8214
i/NB mm FIN	2,190	0,6537	5,005	1,9110
i/PM FIN	105,515	6,6630	107,005	7,8467
DIF I/NA°	1,030	7,4680	-2,440	9,6406
DIF I/NAmm**	-3,000	1,5868	-1,120	2,2258
DIF I/ENA-ENB	-3,455	15,5017	-4,320	12,2707
DIF i/NB°	5,195	6,3448	3,875	7,1262
DIF i/NB mm***	-1,910	0,9781	0,575	1,4003
DIF i/PM	5,725	5,3520	5,190	5,6293

* différence significative à 0,05 ** différence significative à 0,001 *** différence sign > 0,001

Au niveau dento-alvéolaire :

- Les incisives maxillaires sont beaucoup plus palato-repositionnées chez le groupe Fixe que chez le groupe PUL. En plus, les incisives mandibulaires sont vestibulo-versées chez le groupe Pul et positionnées plus lingualemment par rapport à NB dans le groupe Fixe (i/NB).
- En revanche, les valeurs angulaires de i/PM, montrent une vestibulo-version des incisives mandibulaires dans les 2 échantillons.



3) RESULTATS ESTHETIQUES

VALEURS	GROUPE FIXE		GROUPE PUL	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
Hauteur Du Nez Fin	17,230	1,8522	14,060	1,4986
Angle Nasolabial Fin	117,145	8,3838	113,280	7,3155
Epaisseur Lèvre Supérieure Fin	9,870	2,2391	9,435	1,9222
Epaisseur Lèvre Inférieure Fin	10,400	1,4301	10,345	1,1874
Epaisseur Menton Fin	9,100	1,5684	9,055	1,5133
Lèvre Supérieure/Ligne S Fin	-0,955	0,6692	-1,440	2,3520
Lèvre Inférieure/Ligne S Fin	-0,615	0,8100	-0,800	2,7815
DIFHAUTEURNEZ**	2,670	1,1957	1,505	1,2288
DIFANGLENASOLABIAL**	-4,455	7,6400	3,125	8,7751
DIFEPLEVRESUP	1,215	1,9060	1,755	1,1578
DIFEPLEVREINF*	-1,765	1,9505	-,530	1,8192
DIFEPME	-,180	1,1687	,440	1,2454
DIFLEVRESUPS	-,615	1,7205	-2,515	1,5055
DIFLEVREINFS	-,010	2,3058	-1,365	1,7649

- Une évolution des tissus mous pendant le temps de traitement.
- + La hauteur du nez s'accroît chez les 2 échantillons.
- + L'angle naso-labial est diminué dans le groupe Fixe et augmenté dans le groupe PUL.
- + On observe un épaississement de la lèvre supérieure plus important chez le groupe PUL. Ce phénomène est expliqué par un palato-repositionnement plus important des incisives maxillaires chez le groupe Fixe.
- + La lèvre inférieure, lors de la correction du surplomb exagéré, se trouve affleurant les incisives maxillaires. Dans le groupe fixe, avec une position plus distale des incisives maxillaires, sa position est plus rétrusive dans le profil par rapport à celle dans le groupe Pul. Elle ne change pas sa position grâce à l'avancement de la mandibule.
- + Dans cette étude, on mesure l'épaisseur du menton pour évaluer la variation du tonus mentonnier dans les 2 protocoles de traitement. Le tonus mentonnier ne change pas dans le groupe fixe mais diminue chez le groupe PUL (avec une épaisseur plus marquée du menton) sans pour autant que cette différence soit significative entre les deux groupes.
- + Les lèvres sont plus rétrusives par rapport à la ligne esthétique de Steiner dans les 2 groupes, ce qui est expliqué par la croissance de la hauteur du nez qui entraîne un éloignement de cette ligne des lèvres. Cette tendance est plus marquée dans le groupe fixe pour la lèvre inférieure.

VIII. DISCUSSION

Notre objectif dans cette étude était d'évaluer les changements des tissus mous en fonction des modifications squelettiques suite à 2 protocoles de traitement : 1 phase traitement en multibague versus 2 phases traitement Pul- Multibague chez des patients situés près du pic de croissance. L'échantillon a été constitué de patients consécutifs pour lesquels le traitement était achevé et qui présentaient en début de traitement les caractéristiques des critères d'inclusion.

Les 2 échantillons sont similaires pour la typologie verticale (GoGn/SN), l'âge, la sévérité de la malocclusion (ANB) mais peuvent différer par certaines données d'entrée diagnostique (le degré du surplomb, du recouvrement,)

Une autre limite de l'étude est liée la faiblesse de la taille de l'échantillon qui ne permet pas de mettre en évidence des différences plus nettes.

Malgré ces limites les 2 protocoles sont prouvés efficaces sur les paramètres occlusaux (surplomb, recouvrement, classe canine et molaire) et met en évidence un certain nombre de points

- Une augmentation significative de la longueur mandibulaire qui diminue la classe II squelettique chez le groupe PUL par rapport au groupe Fixe.
- Une effet alvéolaire plus marqué dans le groupe Fixe du fait d'un recul des incisives maxillaires plus important et d'une vestibulo-version des incisives mandibulaires, effet classique des TIM sur les incisives mais également du fait d'un moindre avancement mandibulaire dans le sens d'une correction de classe II squelettique.
- Des changements dans le positionnement des lèvres et notamment de l'angle naso-labial sont le fait d'une adaptation plus rétrusive des lèvres à une position plus palatine des incisives maxillaires dans le groupe Fixe et à une position plus antérieure de ces incisives dans le profil dans le groupe PUL liée à l'avancée du point B.
- Les modifications de l'épaisseur des lèvres sont très variables, principalement pour la lèvre inférieure. Initialement, dans une importante classe II 1, la position de la

lèvre inférieure est plus protrusive avant traitement que celle après la correction de la classe II. La raison en est que les incisives maxillaires prennent appui sur la lèvre inférieure et la rend ourlée, ce qui augmente la distance entre la face vestibulaire des incisives mandibulaires et le vermillon de la lèvre inférieure et rend cette dernière plus protrusive. En fin de traitement, elle trouve une position plus harmonieuse mais plus rétrusive en affleurant les incisives maxillaires dans les 2 échantillons.

IX. CONCLUSION

En conclusion, les analyses montrent que les deux techniques permettent de résoudre la classe II dans une durée de traitement similaire. L'étude confirme que la résolution de la classe 2 est davantage le fait de compensations alvéolaires dans le cas des traitements fixes accompagnés du port de FEO et de TIM 2. Les incisives maxillaires sont positionnées plus distalement dans le groupe FIXE.

Le protocole de traitement PUL suivi immédiatement d'un traitement fixe permet un positionnement plus antérieur de la denture et des lèvres du fait d'un positionnement légèrement plus antérieur du point B.

Les résultats sont conformes avec ceux de Tiziano Bacetti (Comparison of 2 comprehensive Class II treatment protocols including the bonded Herbst and headgear appliances. AJODO vol 135, 6, June 2009. 698-9.)

X. ANNEXE

A. ANNEXE 1

Récapitulatif du test d'hypothèse

	Hypothèse nulle	Test	Sig.	Décision
12	La distribution de ANGLNASOLABIALDEBUT est normale avec une moyenne de 115,88 et un écart-type de 9,42.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,847	Retenir l'hypothèse nulle.
13	La distribution de EPAISSEURLEVRESUPDEBUT est normale avec une moyenne de 8,17 et un écart-type de 1,68.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,457	Retenir l'hypothèse nulle.
14	La distribution de EPAISSEURLEVREINFDEBUT est normale avec une moyenne de 11,52 et un écart-type de 2,16.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,470	Retenir l'hypothèse nulle.
15	La distribution de EPAISSEURMENTONDEBUT est normale avec une moyenne de 8,95 et un écart-type de 1,69.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,422	Retenir l'hypothèse nulle.
16	La distribution de LEVRESUPLIGNESDEBUT est normale avec une moyenne de 0,37 et un écart-type de 2,24.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,473	Retenir l'hypothèse nulle.
17	La distribution de LEVREINFLIGNESDEBUT est normale avec une moyenne de -0,02 et un écart-type de 3,19.	Test de Kolmogorov-Smirnov à échantillon unique	,994	Retenir l'hypothèse nulle.

Les significations asymptotiques sont affichées. Le niveau de signification est ,05.

B. ANNEXE 2 :

Test d'échantillons indépendants						
		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes		
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)
AgeDebut	Hypothèse de variances égales	,016	,899	1,528	38	,135
	Hypothèse de variances inégales			1,528	37,909	,135
Dureetraitt	Hypothèse de variances égales	,947	,337	1,444	38	,157
	Hypothèse de variances inégales			1,444	35,997	,157

C. ANNEXE 3

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes		
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)
SNADEBUT	Hypothèse de variances égales	,153	,698	,695	38	,491
	Hypothèse de variances inégales			,695	35,725	,492

SNBDEBUT	Hypothèse de variances égales	,083	,774	1,481	38	,147
	Hypothèse de variances inégales			1,481	37,341	,147
ANBDEBUT	Hypothèse de variances égales	1,856	,181	-1,196	38	,239
	Hypothèse de variances inégales			-1,196	32,003	,240
SNPMDEBUT	Hypothèse de variances égales	,038	,846	-,676	38	,503
	Hypothèse de variances inégales			-,676	37,436	,503
INADEBUT	Hypothèse de variances égales	1,790	,189	-,633	38	,531
	Hypothèse de variances inégales			-,633	36,624	,531
INAmDEBUT	Hypothèse de variances égales	,631	,432	-,135	38	,894
	Hypothèse de variances inégales			-,135	35,411	,894
IENAENBDEBUT	Hypothèse de variances égales	,150	,700	,209	38	,836
	Hypothèse de variances inégales			,209	37,089	,836
iNBDEBUT	Hypothèse de variances égales	6,372	,016	-,604	38	,550

	Hypothèse de variances inégales				-,604	31,618	,550
iNBmmDEBUT	Hypothèse de variances égales	8,079	,007		-,572	38	,571
	Hypothèse de variances inégales				-,572	27,915	,572
iPMDEBUT	Hypothèse de variances égales	1,029	,317		-,996	38	,326
	Hypothèse de variances inégales				-,996	34,452	,326
HAUTEURDUNEZDE BUT	Hypothèse de variances égales	,943	,338		3,989	38	,000
	Hypothèse de variances inégales				3,989	37,148	,000
Anglenaso-Labial Debut	Hypothèse De Variances Egales	,012	,915		4,813	38	,000
	Hypothèse De Variances Inégales				4,813	37,986	,000
Epaisseur Levre Sup Debut	Hypothèse De Variances Egales	,328	,570		1,896	38	,066
	Hypothèse De Variances Inégales				1,896	37,664	,066
Epaisseur levre inf debut	Hypothèse De Variances Egales	,080	,779		1,958	38	,058
	Hypothèse De Variances Inégales				1,958	37,701	,058

Levre sup/ligne S debut	Hypothèse De Variances Egales	1,310	,260	-2,083	38	,044
	Hypothèse De Variances Inégales			-2,083	37,631	,044
Levre inf/ligneS debut	Hypothèse De Variances Egales	1,360	,251	-1,164	38	,252
	Hypothèse De Variances Inégales			-1,164	36,024	,252
DIFSNA	Hypothèse de variances égales	,725	,400	,469	38	,641
	Hypothèse de variances inégales			,469	37,122	,641
DIFSNB	Hypothèse de variances égales	1,602	,213	-2,078	38	,044
	Hypothèse de variances inégales			-2,078	37,169	,045
DIFANB	Hypothèse de variances égales	,008	,930	2,020	38	,050
	Hypothèse de variances inégales			2,020	37,739	,050
DIFSNPM	Hypothèse de variances égales	1,380	,247	1,594	38	,119
	Hypothèse de variances inégales			1,594	36,032	,120
DIFINA	Hypothèse de variances égales	2,925	,095	1,273	38	,211

	Hypothèse de variances inégales			1,273	35,766	,211
DIFINAm	Hypothèse de variances égales	4,162	,048	-3,076	38	,004
	Hypothèse de variances inégales			-3,076	34,348	,004
DIFIENAENB	Hypothèse de variances égales	,145	,705	,196	38	,846
	Hypothèse de variances inégales			,196	36,098	,846
DIFiNB	Hypothèse de variances égales	,387	,538	,619	38	,540
	Hypothèse de variances inégales			,619	37,499	,540
DIFiNBmm	Hypothèse de variances égales	2,038	,162	-6,506	38	,000
	Hypothèse de variances inégales			-6,506	33,975	,000
DIFiPM	Hypothèse de variances égales	,029	,867	,308	38	,760
	Hypothèse de variances inégales			,308	37,903	,760
DIFHAUTEURNEZ	Hypothèse de variances égales	,314	,578	3,039	38	,004
	Hypothèse de variances inégales			3,039	37,972	,004

DIFANGLENASO-LABIAL	Hypothèse de variances égales	,142	,708	-2,914	38	,006
	Hypothèse de variances inégales			-2,914	37,293	,006
DIFEPLEVRESUP	Hypothèse de variances égales	1,549	,221	-1,083	38	,286
	Hypothèse de variances inégales			-1,083	31,341	,287
DIFEPLEVREINF	Hypothèse de variances égales	,007	,932	-2,071	38	,045
	Hypothèse de variances inégales			-2,071	37,817	,045
DIFEPME	Hypothèse de variances égales	,361	,552	-1,623	38	,113
	Hypothèse de variances inégales			-1,623	37,848	,113
DIFLEVRESUPS	Hypothèse de variances égales	,024	,877	3,717	38	,001
	Hypothèse de variances inégales			3,717	37,342	,001
DIFLEVREINFS	Hypothèse de variances égales	1,618	,211	2,087	38	,044
	Hypothèse de variances inégales			2,087	35,574	,044

D. ANNEXE 4

		Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
				Inférieure	Supérieure
SNADEBUT	Hypothèse de variances égales	,7800	1,1224	-1,4922	3,0522
	Hypothèse de variances inégales	,7800	1,1224	-1,4969	3,0569
SNBDEBUT	Hypothèse de variances égales	1,4100	,9519	-,5171	3,3371
	Hypothèse de variances inégales	1,4100	,9519	-,5182	3,3382
ANBDEBUT	Hypothèse de variances égales	-,6800	,5685	-1,8309	,4709
	Hypothèse de variances inégales	-,6800	,5685	-1,8380	,4780
SNPMDEBUT	Hypothèse de variances égales	-1,2100	1,7907	-4,8351	2,4151
	Hypothèse de variances inégales	-1,2100	1,7907	-4,8369	2,4169
INADEBUT	Hypothèse de variances égales	-2,0250	3,1992	-8,5015	4,4515
	Hypothèse de variances inégales	-2,0250	3,1992	-8,5095	4,4595
INAmMDEBUT	Hypothèse de variances égales	-,0950	,7061	-1,5245	1,3345

	Hypothèse de variances inégales	-,0950	,7061	-1,5279	1,3379
IENAENBDEBUT	Hypothèse de variances égales	,8900	4,2596	-7,7331	9,5131
	Hypothèse de variances inégales	,8900	4,2596	-7,7401	9,5201
iNBDEBUT	Hypothèse de variances égales	-1,2150	2,0119	-5,2879	2,8579
	Hypothèse de variances inégales	-1,2150	2,0119	-5,3151	2,8851
iNBmmDEBUT	Hypothèse de variances égales	-,3300	,5771	-1,4982	,8382
	Hypothèse de variances inégales	-,3300	,5771	-1,5122	,8522
iPMDEBUT	Hypothèse de variances égales	-2,0250	2,0330	-6,1405	2,0905
	Hypothèse de variances inégales	-2,0250	2,0330	-6,1545	2,1045
HAUTEURDUNEZ DEBUT	Hypothèse de variances égales	2,0050	,5026	,9875	3,0225
	Hypothèse de variances inégales	2,0050	,5026	,9867	3,0233
Angle nasolabial debut	Hypothèse de variances égales	11,4450	2,3782	6,6306	16,2594
	Hypothèse de variances inégales	11,4450	2,3782	6,6306	16,2594

Epaisseur levre sup debut	Hypothèse de variances égales	,9750	,5142	-,0659	2,0159
	Hypothèse de variances inégales	,9750	,5142	-,0662	2,0162
Epaisseur levre inf debut	Hypothèse de variances égales	1,2900	,6588	-,0437	2,6237
	Hypothèse de variances inégales	1,2900	,6588	-,0441	2,6241
Levre sup/ ligneS debut	Hypothèse de variances égales	-1,4150	,6794	-2,7905	-,0395
	Hypothèse de variances inégales	-1,4150	,6794	-2,7909	-,0391
Levre inf/ ligneS debut	Hypothèse de variances égales	-1,1700	1,0055	-3,2056	,8656
	Hypothèse de variances inégales	-1,1700	1,0055	-3,2093	,8693
DIFSNA	Hypothèse de variances égales	,2950	,6284	-,9771	1,5671
	Hypothèse de variances inégales	,2950	,6284	-,9781	1,5681
DIFSNB	Hypothèse de variances égales	-,7800	,3753	-1,5397	-,0203
	Hypothèse de variances inégales	-,7800	,3753	-1,5403	-,0197
DIFANB	Hypothèse de variances égales	,8150	,4034	-,0017	1,6317

	Hypothèse de variances inégales	,8150	,4034	-,0018	1,6318
DIFSNPM	Hypothèse de variances égales	1,0600	,6651	-,2864	2,4064
	Hypothèse de variances inégales	1,0600	,6651	-,2888	2,4088
DIFINA	Hypothèse de variances égales	3,4700	2,7268	-2,0502	8,9902
	Hypothèse de variances inégales	3,4700	2,7268	-2,0615	9,0015
DIFINAm	Hypothèse de variances égales	-1,8800	,6112	-3,1174	-,6426
	Hypothèse de variances inégales	-1,8800	,6112	-3,1217	-,6383
DIFIENAENB	Hypothèse de variances égales	,8650	4,4208	-8,0845	9,8145
	Hypothèse de variances inégales	,8650	4,4208	-8,1000	9,8300
DIFiNB	Hypothèse de variances égales	1,3200	2,1335	-2,9991	5,6391
	Hypothèse de variances inégales	1,3200	2,1335	-3,0010	5,6410
DIFiNBmm	Hypothèse de variances égales	-2,4850	,3819	-3,2582	-1,7118
	Hypothèse de variances inégales	-2,4850	,3819	-3,2612	-1,7088

DIFiPM	Hypothèse de variances égales	,5350	1,7369	-2,9811	4,0511
	Hypothèse de variances inégales	,5350	1,7369	-2,9814	4,0514
DIFHAUTEURNEZ	Hypothèse de variances égales	1,1650	,3834	,3889	1,9411
	Hypothèse de variances inégales	1,1650	,3834	,3889	1,9411

DIFANGLNASOL ABIAL	Hypothèse de variances égales	-7,5800	2,6017	-12,8468	-2,3132
	Hypothèse de variances inégales	-7,5800	2,6017	-12,8501	-2,3099
DIFEPLEVRESUP	Hypothèse de variances égales	-,5400	,4987	-1,5495	,4695
	Hypothèse de variances inégales	-,5400	,4987	-1,5566	,4766
DIFEPLEVREINF	Hypothèse de variances égales	-1,2350	,5964	-2,4424	-,0276
	Hypothèse de variances inégales	-1,2350	,5964	-2,4426	-,0274

DIFEPME	Hypothèse de variances égales	-,6200	,3819	-1,3931	,1531
	Hypothèse de variances inégales	-,6200	,3819	-1,3932	,1532
DIFLEVRESUPS	Hypothèse de variances égales	1,9000	,5112	,8651	2,9349
	Hypothèse de variances inégales	1,9000	,5112	,8645	2,9355
DIFLEVREINFS	Hypothèse de variances égales	1,3550	,6493	,0406	2,6694
	Hypothèse de variances inégales	1,3550	,6493	,0376	2,6724

BIBLIOGRAPHIE

1. AKNIN J.J. : La croissance cranio-faciale. Edition SID, 2007, Chap 10 : 189-210
2. AKNIN J.J : Croissance craniofaciale. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie/ Orthopédie dento-faciale, 23-455-C-10, 2008
3. ALOE P. : L'évaluation céphalométrique du profil cutané – Rev ODF, 1967, vol 1, N°4 : 194-210
4. AMORIC M. : Stratégies de traitement de Classe II faisant intervenir un appareil à bielles de Herbst – Rev ODF, 1999, vol 33 : 393-418
5. ANIQ H. : Etude des répercussions esthétiques du repositionnement incisif sur le profil sous nasomentonnier dans le sens sagittal – Mémoire DUO, 2006
6. BACCETTI T., FRANCHI L., STAHL F. : Comparaison of 2 comprehensive class II treatment protocols including the bonded Herbst and headgear appliances : A double-blind study of consecutively treated patients at puperty- Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009 ; 135 :698.e1-698.e10
7. BECCARI S., SFONDRINI G., GANDINI P. : L'appareil de Herbst et le Jasper Jumper au cours du traitement orthodontique fixe – Rev ODF, 1994, vol 28 : 281-295
8. BIECQ M., DEGUILHEN J.L., FENART R. : Variabilité comparée, des points des profils faciaux de la classe II avant et après traitement : Ellipses de tolérance et fonctions discriminantes – Int Orthod, 2007, vol 5 : 115-127
9. BISHARA S.E et al : Dentofacial and Soft tissue changes in Class II, 1 cases treated with and without extractions- Am J Orthod Dentofac Orthop 1995 ; 107 :28-37
10. BJORK A., SKIELLER V. : Développement de la face et éruption des dents : Etude réalisée au moyen d'implants à l'âge de la puberté- Rev ODF, 1977, vol 11, N° 4 : 357-402
11. BOES M. : Influence esthétique de la position sagittale des lèvres dans le profil de Classe II squelettique – Thèse de chirurgie dentaire, 2007
12. BONNEFONT R., CHARRON C. : La propulsion mandibulaire dans le traitement des Classe II, division 1, par activateurs : confrontation avec la prévision de croissance – Rev ODF, 1979, vol 13 : 39-48
13. CAIX P. : Anatomie de la région labiale. Ann Chir Pla Est, 2002, 47 :332-345
14. CHAPUT B. et al. : L'anatomie chirurgicale du nez en six sous-unités esthétiques. Ann Chir Plast Esthet, 2012, 874 :14-28
15. COZZA P. et al. : Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion : A systematic review – Am J Orthod, 2006, vol 129, N°5 : 599 e1-e11
16. DE BRONDEAU F., BOILEAU M.J., DUHART A.M. : Impact esthétique des extractions – Rev ODF, 2001, vol 35 : 251-273

17. DELAIRE J. : Les mécanismes de la croissance du squelette facial, in CHATEAU M. : Orthopédie dento-faciale- Bases fondamentales- Ed Prélat, 1975, Tome 1
18. FILHO D.I., TAKEMATSU N.M., MIYAGI N., BORELLA L. : La technique de l'arc segmenté. Contrôle de l'ancrage et modification significative du profil facial : une étude de cas – Int Orthod, 2008, vol 7 : 375-383
19. FOSATTO L., ZANARDI A. : Répercussion de l'orthodontie sur l'esthétique faciale de l'adulte. Int Orthod, 2004, 2 :39-73
20. GENY C. : L'esthétique du profil cutané en orthodontie – Thèse de chirurgie dentaire, 1997
21. HERVE B. : Incidences de la rétraction incisive maxillaire sur l'angle nasolabial – Mémoire CECSMO, 2006.
22. HOFFELDER L.B et al: Soft tissue changes during facial growth in skeletal Classe II individuals – Am J Orthod, 2007, vol 131, N°4: 490-495
23. HOLDAWAY R.A.: A soft tissue cephalometric analysis and its uses in orthodontic treatment planning, Part 1. Am J Orthod, 1983, 84: 1-28
24. JANSON G., FUZIY A.: Soft tissue treatment changes in Class II, 1 malocclusion with and without extraction of maxillary premolars- Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132:729.e1-729.e2
25. KAZUTAKA K. : Soft tissue adaptability to hard tissues in facial profiles- Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998 ;113 :674-84
26. LE BRUSQ Y. : Utilisation des activateurs-propulseurs mandibulaires- Thèse de chirurgie dentaire, 1977
27. LE GOFF C., LAUTROU A. : Modifications dento-squelettiques après traitement par activateur monobloc associé à une force extra-orale – Rev ODF, 2003, vol 37 : 407-427
28. LHOTELLIER J., LEBRAZIDEC C., SOREL O. : Evaluation esthétique d'un profil cutané selon la position mandibulaire – Rev ODF, 2009, vol 43 : 401-416
29. MALKI M., ZAOUI F., BOUKLOUZ A. : Impact des extractions sur le profil esthétique : étude statistique – Int Orthod, 2009, vol 4 : 31-54
30. MARSICO E. et al. : Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term- Am J Orthod, 2011, vol 139 : 24-36
31. MIRABELLA D. et al. : Evaluation des changements à la lèvre inférieure suite au déplacement orthodontique des incisives chez 92 patients – Int Orthod, 2012, vol 10 :289-310
32. MOVAGHAR R., MOVAGHAR A.S., LAUTROU A., KULIK J.F., BARALLE M.M., FERRI J. : Traitement orthopédique des classe II squelettiques de l'enfant et de l'adolescent- Etude rétrospective à propos de 86 cas- Int Orthod, 2008, vol 6 :181-198
33. NIELSEN I.B : Analyse de croissance faciale globale, de la croissance maxillaire et mandibulaire et des modifications de traitement (« Analyse structurale »), International Orthodontics, 9 :388-409, 2011

34. PFEIFFER J.P., GROBETY D. : La malocclusion de Classe II, diagnostic différentiel et application clinique des activateurs, forces extra-orales et appareillages fixes- Rev ODF, 1980, vol 14 : 297-342
35. PHILIPPE J. : L'évolution du traitement orthodontique des malocclusions de la classe II, division 1- Rev ODF, 2006, vol 40 : 245-257
36. PHILIPPE J. : Le développement de la face- Rev ODF, 1968, Vol 2, N°1 : 47-57
37. POSEN J.M. : A longitudinal study of the growth of the nose- Am J Orthod, 1967, 53 : 746-756
38. RICKETTS R.M. : In DARQUE J., DORIGNAC D. : Canons et règles esthétiques – Enc Med Chir (odontologie), 1987, 23455, C20.
39. SALVADORI A. : Interception des malocclusions de Classe II d'Angle- Rev ODF, 1987, vol 21 : 217-233
40. SUBTELNY J.D. : A longitudinal study in soft tissue facial structures and their profil characteristics defined in relation to underlying skeletal structures- Am J Orthod, 1959, 45 :481-507
41. TULLOCH J.F.C, PROFFIT W.R., PHILLIPS C. : Outcomes in a 2-Phase randomized clinical trial of early Class II treatment- Am J Orthod, 2004, vol 125, N°6: 657-659