

**UNIVERSITE DE NANTES  
FACULTE DE MEDECINE**

Année 2010

N° 107

**THESE**

Pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**DES de CHIRURGIE GENERALE**

**DESC de CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE et STOMATOLOGIE**

Par

**Antoine Videlaine**

Né le 24 décembre 1981 à Paris XIVème

Présentée et soutenue publiquement le 20 octobre 2010

**Les Classes II hyperdivergentes :  
Définitions et problèmes thérapeutiques  
Etude rétrospective à propos de 48 cas**

**Président du Jury :** Monsieur le Professeur Mercier

**Directeur de thèse :** Monsieur le Docteur Corre

**Membres du jury :** Monsieur le Professeur Goga

Monsieur le Professeur Duteille

# TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DEFINITIONS DE L'HYPERDIVERGENCE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. L'HYPERDIVERGENCE : FACTEUR DE MAUVAIS PRONOSTIC THERAPEUTIQUE.....</b>	<b>10</b>
<b>4. PROBLEMES THERAPEUTIQUES .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. PROBLEMES THERAPEUTIQUES ORTHOPEDICO-ORTHODONTIQUES .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. PROBLEMES THERAPEUTIQUES CHIRURGICAUX .....</b>	<b>17</b>
<b>5. MATERIEL ET METHODE .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1. POPULATION ETUDIEE .....</b>	<b>23</b>
<b>5.2. DONNEES CLINIQUES .....</b>	<b>23</b>
<b>5.3. DONNEES RADIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>24</b>
<b>5.4. EXPLOITATION DES DONNEES RADIOGRAPHIQUES : .....</b>	<b>30</b>
<b>5.5. EVALUATION DE LA STABILITE DU TRAITEMENT CHIRURGICAL REALISE.....</b>	<b>30</b>
<b>6. RESULTATS.....</b>	<b>35</b>
<b>6.1. POPULATION ETUDIEE .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2. DONNEES CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES : .....</b>	<b>35</b>
<b>6.3. CLASSIFICATION.....</b>	<b>41</b>
<b>6.4. RESULTATS DU GROUPE « INSUFFISANCE VERTICALE POSTERIEURE ».....</b>	<b>42</b>
<b>7. DISCUSSION .....</b>	<b>68</b>
<b>7.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>68</b>
<b>7.2 CHOIX DE LA METHODE.....</b>	<b>68</b>
<b>7.2.1 Sélection des patients :.....</b>	<b>68</b>
<b>7.2.2 Méthode de repérage des points : .....</b>	<b>69</b>
<b>7.2.3 Méthode de superpositions des calques radiologiques : .....</b>	<b>70</b>
<b>7.2.4 Choix du repère orthonormé :.....</b>	<b>71</b>
<b>7.3. RESULTATS .....</b>	<b>71</b>
<b>7.3.1. Caractérisation de la population: .....</b>	<b>71</b>
<b>7.3.2 Correction chirurgicale de l'insuffisance verticale postérieure : .....</b>	<b>73</b>
<b>7.3.3 Stabilité des résultats de l'ostéotomie de CL .....</b>	<b>74</b>
<b>7.3.4 Récidives cliniques et radiologiques.....</b>	<b>75</b>
<b>8. CONCLUSION .....</b>	<b>77</b>
<b>9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>78</b>
<b>10. ANNEXE .....</b>	<b>81</b>

# **1. INTRODUCTION**

Le terme de divergence faciale a été introduit par Schudy en 1964 [1] pour qualifier les variations de hauteur du visage vu de profil. Dès lors, de nombreuses définitions en ont été données par les orthodontistes et les chirurgiens, contribuant à diffuser ce terme dans la littérature scientifique. Actuellement, la notion d'hyperdivergence faciale recouvre à la fois des diagnostics cliniques comme « le syndrome de face longue »[2], mais aussi des diagnostics radiologiques multiples, comme en témoigne la grande variabilité des points et lignes céphalométriques utilisés pour la définir. De fait, la confusion entre diagnostic clinique et radiologique d'hyperdivergence tend à diminuer sa compréhension et son intérêt en thérapeutique orthodontique et chirurgicale.

La définition radiologique la plus couramment utilisée est une ouverture de l'angle formé par le plan de Francfort et le plan mandibulaire (angle FMA). Or l'ouverture de cet angle peut aussi bien être la conséquence d'une augmentation de la hauteur antérieure de la face, que d'une diminution de sa hauteur postérieure, correspondant chacune à des étiologies et parfois à des traitements différents.

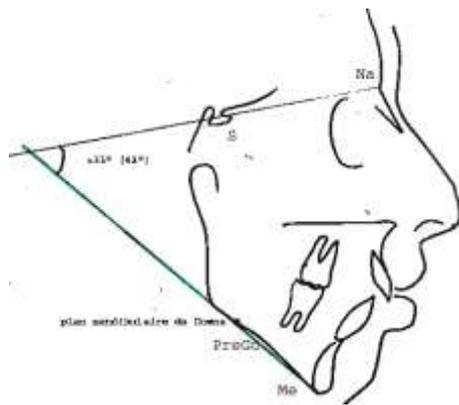
Les orthodontistes et chirurgiens connaissent par ailleurs les difficultés de traitement des patients hyperdivergents. La classe II dento-squelettique associée à l'hyperdivergence, beaucoup plus fréquente que la classe III, est particulièrement difficile à prendre en charge orthodontiquement. En effet, la correction isolée de l'anomalie de croissance sagittale du visage sans prendre en compte le sens vertical expose à un risque de récurrence de la dysmorphose voire à une aggravation de l'excès vertical antérieur de la face.

De même, les traitements de l'hyperdivergence faciale par les techniques chirurgicales classiques (chirurgie maxillo-mandibulaire) sans prise en compte de la hauteur faciale sont sujets à récurrence. Les travaux du Pr. Delaire sur la croissance verticale de la face ont conduit progressivement certains chirurgiens à porter leur indication thérapeutique en se basant sur des critères cliniques mais aussi céphalométriques qui permettent alors, en mettant en évidence les causes de l'ouverture de l'angle FMA, de proposer un traitement étiologique.

L'objectif de ce travail était dans un premier temps d'exposer les différentes définitions de la divergence faciale, de comprendre les difficultés thérapeutiques rencontrées particulièrement lors de l'association avec une classe II dentosquelettique, et d'en classer les différentes formes. Dans un deuxième temps, à travers une étude rétrospective de 48 dossiers de patients opérés d'une classe II hyperdivergente au CHU de Nantes, nous avons tenté de valider une méthode de repérage de points céphalométriques permettant d'évaluer les résultats radiologiques de la prise en charge chirurgicale et tenter de dégager des critères d'aide au diagnostic, permettant d'orienter la thérapeutique.

## **2. DEFINITIONS DE L'HYPERDIVERGENCE**

Ce terme est apparu pour la première fois dans un article de Schudy publié en 1964.[1] Cet orthodontiste a étudié chez plusieurs centaines de patients le rapport entre hauteur et profondeur faciale. Alors que les classifications des dysmorphoses faciales utilisées jusqu'alors ne prenaient en considération que le sens sagittal du visage, il a apporté la notion nouvelle de divergence faciale qui tenait compte à la fois du sens sagittal mais aussi du sens vertical de la face. Il a étudié sur la téléradiographie de profil l'angle formé par la droite SNa, reliant le centre de la selle turcique (S) et le point Nasion (Na), et le plan mandibulaire (MP), tangent au bord inférieur de la branche horizontale passant par Me comme décrit par Downs[3](Fig.1). Cet angle était supérieur à 33° dans le groupe de patients présentant une hyperdivergence, avec une moyenne à 42°.

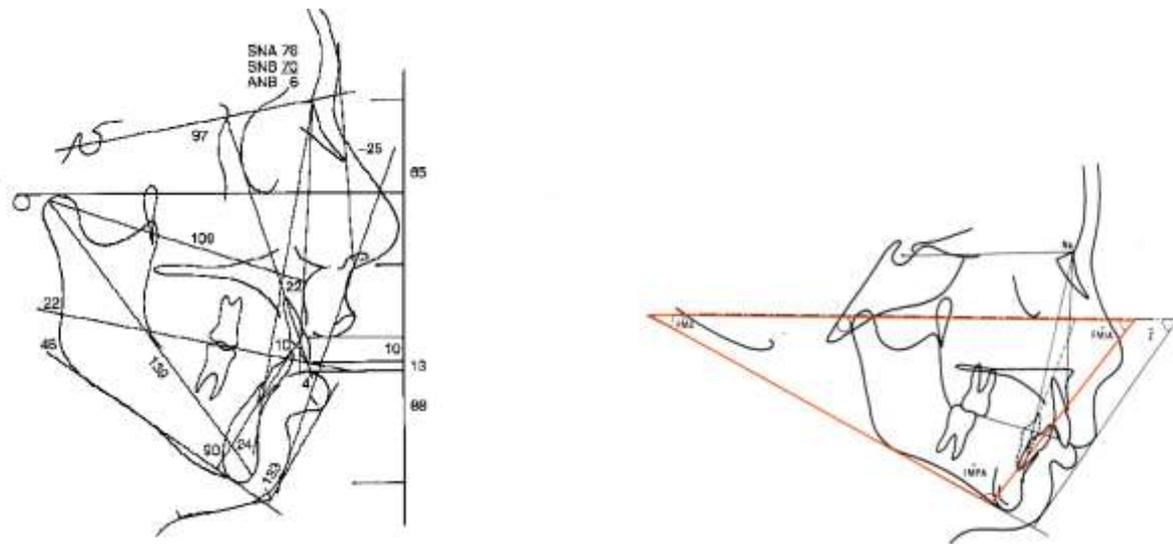


*Figure 1 : Angle de Schudy (SNa-MePreGo)*

Cet auteur a utilisé par ailleurs les angles formés par les droites reliant SNa et MP et OM (angle entre plan occlusal mandibulaire et plan mandibulaire) comme indicateurs de la hauteur faciale. Ces angles lui permettaient de relier l'hypodivergence à la prognathie mandibulaire et l'hyperdivergence à la retrognathie, cette typologie faciale étant pour lui un facteur d'échec des traitements orthodontiques.

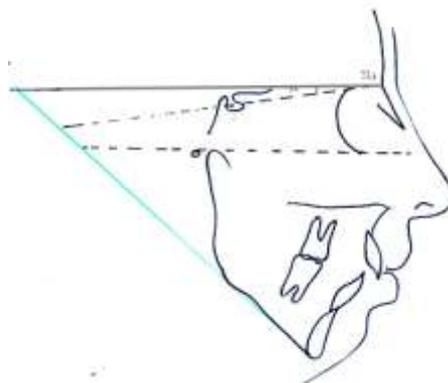
Plusieurs auteurs à la suite de Schudy ont publié des études sur des séries de patients hyperdivergents en prenant comme référence le plan de Francfort plus communément admis [4]. Ainsi l'hyperdivergence faciale a été définie par un angle FMA reliant le plan de Francfort (point porion (Po) au point orbital (Or)) et le plan mandibulaire. La limite inférieure pour définir l'hyperdivergence faciale est pour Vaden de 30° [5], 31° selon Downs , 32° (+ou-6°)

pour Riedel [6], 33 ° selon Joseph, et 35° selon Ricketts[7]. Ce même angle apparaît dans le triangle de Tweed avec une norme à 25°, une limite inférieure à 16° et supérieure à 35°[8] [9]. L'ouverture de l'angle FMA est la définition de la divergence faciale la plus courante puisqu'elle apparaît dans les analyses céphalométriques de Tweed et Ricketts, qui sont largement tracées par les orthodontistes (Fig. 2).



**Figure 2 :** exemple d'analyse de Ricketts avec un FMA à 46° (à gauche) et triangle de Tweed (à droite).

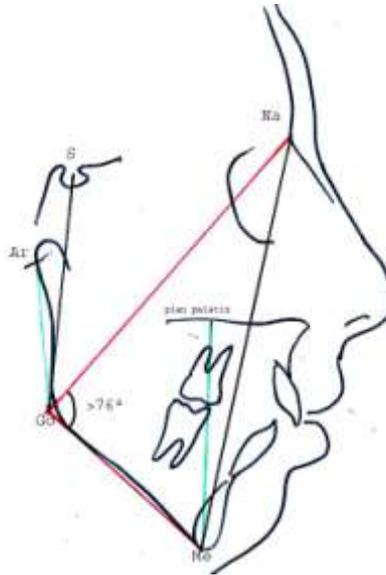
Le plan de Francfort utilisé comme référence d'orientation de la face présentant un degré d'imprécision dans son tracé sur une téléradiographie de profil, Burstone a proposé en 1978 d'utiliser une ligne S'Na tracée avec 7 degrés de rotation horaire par rapport à SNa comme approximation du plan de Francfort [4] (Fig. 3).



**Figure 3 :** ligne de Burstone : ligne tracée avec 7° de rotation horaire par rapport à NaS, approximation du plan de Francfort.

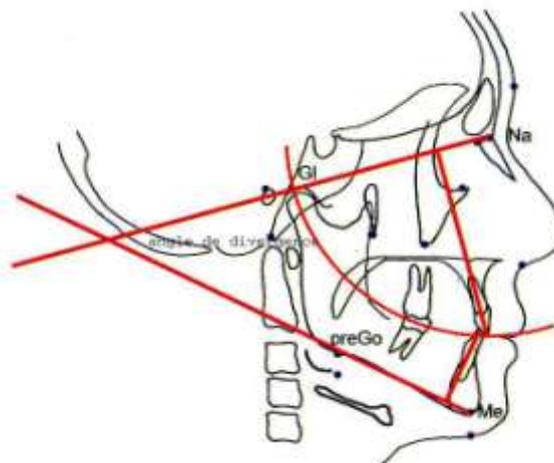


- Girardot qui définit un rapport entre les lignes [S Go] et [NaMe] inférieur à 0.59 et un angle Na Go Me supérieur à  $76^\circ$  à partir de l'analyse de Jarabak pour classer ses patients ayant un schéma facial hyperdivergent [13] (Fig.5).



*Figure 5* : mesures utilisées par Horn (en vert) et par Girardot (en noir et rouge)

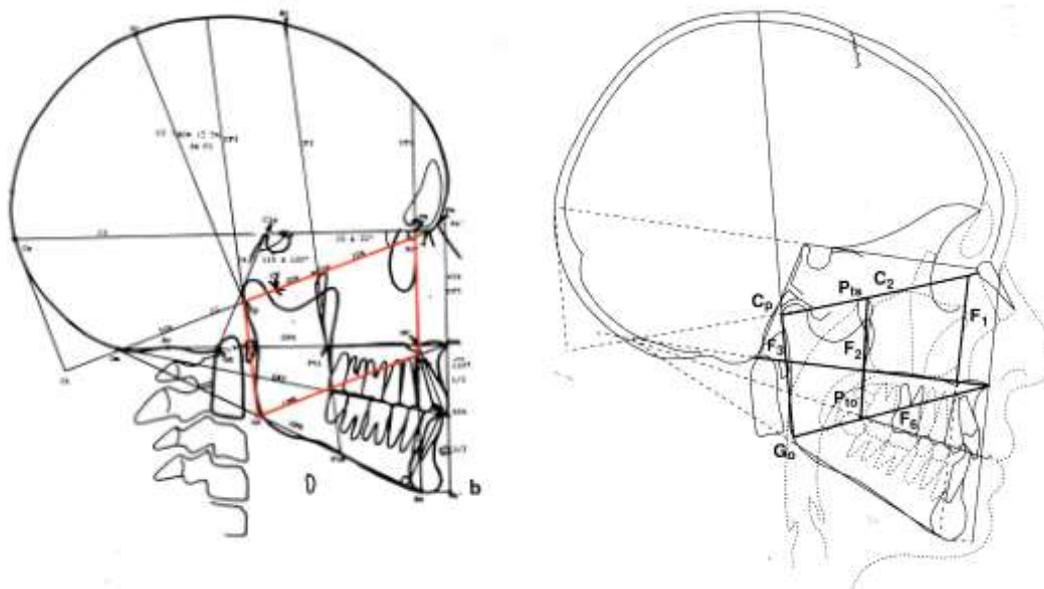
- Gola qui définit dans son analyse publiée en 2004 [14] un angle de divergence faciale mesuré par les lignes Na-Glénion (Gl : fond de la fosse glénoïde) et plan mandibulaire (preGo-Me), dont la valeur normale est de  $40^\circ$  (Fig.6).



*Figure 6* : analyse céphalométrique de Gola

Les modifications successives du concept d'hyperdivergence ont progressivement rendu sa définition confuse et son utilisation peu reproductible en thérapeutique orthodontique ou chirurgicale. De plus, les auteurs définissant l'hyperdivergence par une variation angulaire seule n'ont pas pris en compte l'origine de l'ouverture de cet angle. Les travaux de Delaire [15, 16] sur la croissance mandibulaire et plus particulièrement sur celle du condyle mandibulaire ont permis de mieux appréhender les anomalies de la dimension verticale postérieure de la face pouvant entraîner une ouverture du FMA.

Son analyse céphalométrique[17] permet de visualiser cette insuffisance verticale postérieure grâce au quadrilatère délimité par les lignes par C2F6F1 et F3. La hauteur de la branche montante de la mandibule [Cp Go] superposable à la ligne F3 est normalement égale à la hauteur maxillaire postérieure [Pts-Pto] et à la hauteur antérieure moyenne [Fm-NP] moins 3 millimètres (Fig.7) car ces différentes hauteurs sont physiologiquement corrélées [18].



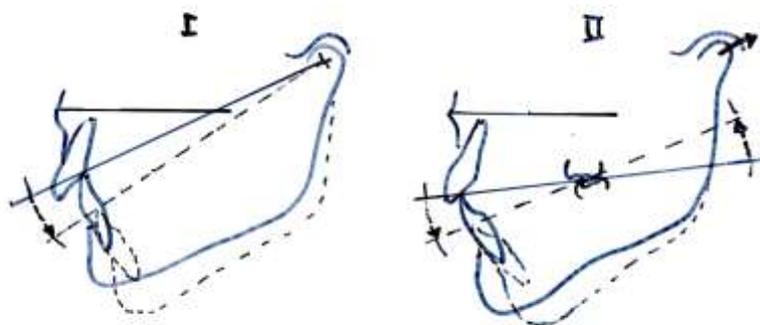
**Figure 7 : quadrilatère C2F1F7F3 de l'analyse de Delaire permettant de visualiser la hauteur postérieure de la mandibule et de la comparer à la hauteur maxillaire postérieure et à la hauteur faciale antérieure moyenne.**

### **3. L'HYPERDIVERGENCE : FACTEUR DE MAUVAIS PRONOSTIC THERAPEUTIQUE**

Björk, au cours de travaux publiés en 1969 [19] a étudié la croissance mandibulaire grâce à la mise en place et au suivi radiologique d'implants faciaux chez plus de 100 enfants suivis jusqu'à l'âge adulte. Il a classé ainsi la croissance mandibulaire pathologique en rotation antérieure et rotation postérieure. Le centre de rotation postérieure de la mandibule a été observé en 2 points anatomiques distincts (Fig.8) :

Type I : un centre de rotation situé au milieu de l'articulation temporo-mandibulaire relié selon l'auteur à une croissance de la base du crâne.

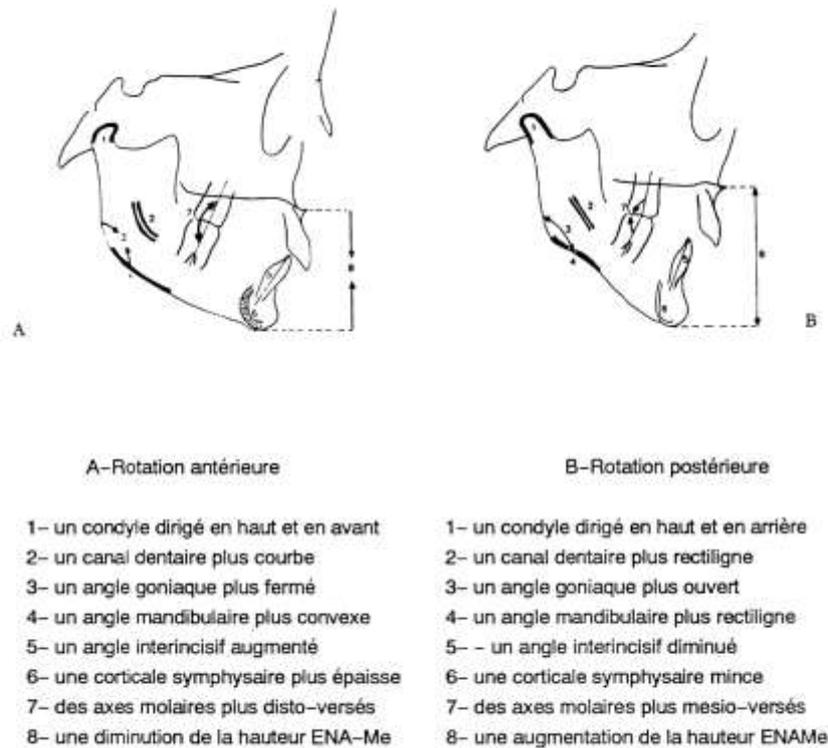
Type II : un centre de rotation situé au niveau des deuxièmes molaires qui serait observé dans certaines pathologies comme les hypocondyliés.



*Figure 8* : Les 2 types de rotations postérieures de la mandibule d'après Björk et Skieller (1977)

Cette tendance à la rotation postérieure apparaît pour Björk et Skieller comme un facteur de risque de croissance faible et de réponse insuffisante à la thérapeutique. Ces auteurs ont ainsi décrit une méthode céphalométrique de prédiction de croissance pathologique en rotation postérieure. Ils ont pu établir une corrélation entre la structure de la mandibule et le degré de croissance pathologique selon 7 critères (inclinaison de la tête condylienne vers le

haut et l'arrière, trajet du canal mandibulaire rectiligne, encoche pré angulaire marquée, inclinaison antérieure de la symphyse, ouverture de l'angle interincisif, ouverture de l'angle intermolaire, et augmentation de la hauteur faciale antérieure) [20] (Fig.9).



*Figure 9* : facteurs de prédiction des 2 types de rotation mandibulaire selon Björk

Ces travaux ont incités plusieurs auteurs à étudier la prédiction de croissance faciale :

- Ricketts définit des critères prédictifs de croissance hyperdivergente proches de ceux de Bjork comme l'inclinaison du plan mandibulaire, la valeur de l'angle goniale, l'échancrure pré goniale, la largeur de la branche montante, l'épaisseur de la tête condylienne, la largeur de la symphyse, la direction du col condylien, la longueur de la branche horizontale, la distance condyle-coroné, ou la valeur de l'angle entre plan mandibulaire et plan occlusal.

- Plus récemment :
  - Horn [10] considère qu'un index facial (Ar-Go/Me-plan palatin) inférieur à 0.65 (corrélé à une augmentation du FMA) est un facteur de mauvaise réponse à la thérapeutique.
  - Gramling [21] a établi en 1995 un score de prédiction de réponses thérapeutiques des classes II. Cet « index de probabilité » repose sur 5 éléments céphalométriques : le FMA, l'angle ANB, l'angle formé par le plan de Francfort et l'axe incisif mandibulaire (troisième angle du triangle de Tweed) et l'angle SNB.
- Delaire et Salagnac [22] ont analysé le développement des unités anatomiques et fonctionnelles de la mandibule et ont observé que la taille, la forme, l'orientation, et la position du condyle par rapport à l'ensemble crânio-rachidien et facial pouvaient apporter des renseignements utiles pour la compréhension et la prévision de la croissance mandibulaire pathologique.
- Schudy [1] a appliqué le terme d'hyperdivergence pour désigner un schéma facial défavorable pour la croissance et la thérapeutique : La croissance pathologique serait due à une croissance condylienne proportionnellement plus faible que la croissance maxillaire, et les difficultés thérapeutiques à des problèmes verticaux, sagittaux et souvent transversaux fréquemment intriqués. Schudy, repris par Rubin en 1972 [23], a par ailleurs observé que l'ouverture de l'angle de divergence faciale était souvent accompagné de troubles des fonctions bucco faciales constituant *in fine* un « syndrome d'hyperdivergence » .

Le rôle des dysfonctions dans la genèse du « syndrome d'hyperdivergence » est multiple :

- **Rôle du système neuromusculaire facial et masticatoire** : chez les patients hyperdivergents, les muscles élévateurs de la mandibule seraient insérés plus en arrière que dans la population générale, en raison de dysfonctions masticatoires anciennes. Cette caractéristique anatomique expliquerait en partie la croissance mandibulaire plus vers le bas que vers l'avant et le défaut de réponse à la croissance maxillaire. Cette idée a été émise par Sassouni [24] puis confirmée par d'autres auteurs [25] au moyen d'enregistrements électromyographiques [26]. Par ailleurs, les études sur les pathologies musculaires [23] portant sur les patients myopathes, ou présentant des séquelles neurologiques de paralysies des paires crâniennes V et VII ont retrouvé des profils très hyperdivergents confirmant le lien entre forces masticatoires et valeur de l'angle de divergence faciale.
- **Rôle de l'obstruction nasale chronique** : elle peut entraîner une respiration buccale quasi exclusive. L'absence de contact dentaire entraînerait une égression dento-alvéolaire maxillaire. L'obstruction nasale entraînerait une dysfonction linguale (langue en position basse) responsable d'un déficit de croissance transversale du maxillaire et d'une infraclusion antérieure [27, 28]. Des expériences réalisées par Macnamara sur des primates, rendus respirateurs buccaux et développant progressivement un profil hyperdivergent, ont par ailleurs confirmé les observations cliniques [28, 29].

Ces dysfonctions expliquent l'apparition d'excès verticaux antérieurs (ou « syndrome de Face longue »). Le tableau clinique syndromique est polymorphe associant plus ou moins un excès vertical postérieur maxillaire, une rétrusion maxillaire et mandibulaire, une augmentation de l'angle goniale, une distance os hyoïde - rachis cervical faible, une étroitesse des voies aériennes supérieures, une insuffisance transversale maxillaire, et une position haute de la cavité glénoïde au niveau du crâne [30].

Ces considérations concernent donc surtout les augmentations de l'angle FMA par excès vertical antérieur de la face. L'hyperdivergence faciale par insuffisance verticale postérieure (IVP) est moins connue et peu décrite. Elle s'accompagne pourtant, comme pour l'EVA, d'une augmentation de la valeur de l'angle FMA.

Delaire et ses élèves ont étudié la croissance faciale normale et pathologique, et plus particulièrement la croissance verticale postérieure. Les insuffisances de croissance postérieure de la face sont plutôt liées à des troubles de croissance mandibulaire en particulier condylienne acquis (traumatique, infectieux ou inflammatoire) ou constitutionnels. Ceci entraîne un déficit de la croissance primaire du condyle. Les dysfonctions oro-faciales entrent aussi en compte dans ce syndrome pouvant inhiber la croissance secondaire adaptative de la mandibule. Mercier a décrit en 1985 ce véritable syndrome d'IVP.

## **4. PROBLEMES THERAPEUTIQUES**

### **4.1. PROBLEMES THERAPEUTHIQUES ORTHOPEDICO-ORTHODONTIQUES**

Le problème essentiel du traitement de l'hyperdivergence réside dans le fait que les techniques habituelles de correction de classe 2, par élastiques intermaxillaires ou activateurs, ont tendance à égresser le secteur dento-alvéolaire molaire maxillaire et sont donc à éviter car la musculature faible de l'hyperdivergent ne s'y oppose pas, entraînant une aggravation du schéma facial [5, 7, 21, 31]. De même, l'expansion maxillaire entraîne une égression molaire avec ouverture de l'angle mandibulaire [32].

Certains auteurs ont cependant présenté des protocoles de traitement orthopédique et orthodontique des classes II hyperdivergentes, en insistant sur l'intérêt de la prise en charge en denture mixte [33] pour profiter de la croissance en la réorientant. Le but de l'orthopédie verticale, basée sur les travaux de Petrovic et Moss, est l'augmentation de la hauteur postérieure c'est-à-dire l'activation de la croissance condylienne pour qu'elle soit plus antérieure en contrôlant voire diminuant la hauteur antérieure de la face. L'effet attendu est donc opposé aux traitements orthodontiques classiques de nivellement et de correction de classe II qui auraient tendance à diriger la croissance du condyle vers l'arrière, entraîner une rotation mandibulaire postérieure, et augmenter ainsi la dimension verticale antérieure.

Les moyens proposés pour favoriser la croissance condylienne, diminuer la hauteur antérieure, modifier l'occlusion postérieure et stopper la rotation postérieure de la mandibule sont nombreux mais les résultats sont difficiles à comparer d'une étude à l'autre :

- Les **extractions de molaires** sont citées par plusieurs auteurs. Schudy puis Vaden [5] ont proposé l'extraction de la première molaire puis la mésialisation de la deuxième pour permettre d'avancer le contact dentaire mandibulo-maxillaire et réduire l'ouverture du « compas facial ». La troisième molaire est mise en place une fois la croissance mandibulaire réorientée.

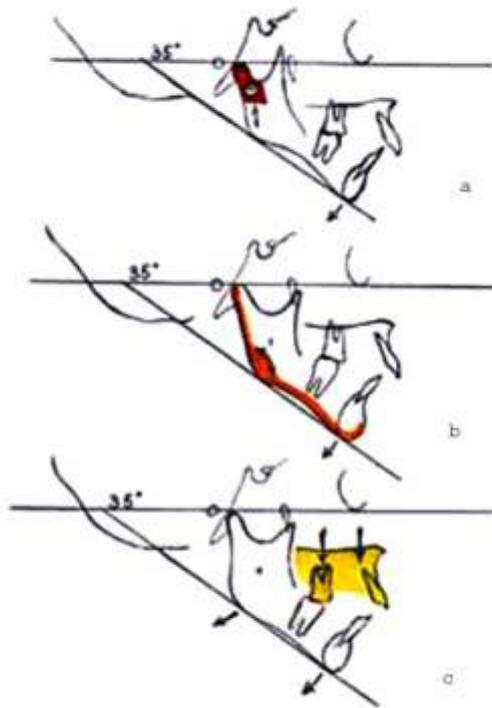
- L'utilisation des **forces extra orales** (FEO) dans le traitement de l'hyperdivergence a montré des résultats contradictoires et suscitent encore des controverses : l'ingression des molaires maxillaires par des forces extra orales à vecteur antéropostérieur semble efficace pour réorienter le plan d'occlusion [34, 35]. Caldwell a montré que l'intrusion molaire par FEO s'accompagnait d'un déplacement maxillaire vers le haut [36].
- Pearson et Majourau [37] ont montré l'efficacité de la **fronde mentonnière** dans la fermeture du FMA lorsqu'elle a une composante très verticale. Sankey recommande son port au moins 14 heures par jour pendant plusieurs mois [33]. Le port de la fronde serait particulièrement déterminant lors de la phase d'expansion maxillaire [32, 38].
- Les **cales postérieures** (ou bites blocks) laissant libre les secteurs dentaires antérieurs ont été utilisées pour provoquer une distraction condylienne et une intrusion molaire permettant une réorientation de la croissance mandibulaire vers l'avant [33, 39].
- Les procédés de tractions sur **ancrages orthodontiques osseux** peuvent permettre des ingressions molaires et des déplacements de secteurs dentoalvéolaires jusque là impossible à réaliser. Ces techniques sont encore trop récentes pour en évaluer les effets à long terme mais semblent prometteuses [40].

Compte tenu des troubles fonctionnels impliqués dans l'étiologie de l'hyperdivergence faciale, ces plans de traitement doivent toujours être accompagnés précocement d'une rééducation labiale (à l'aide d'un disque labial par exemple [33]), linguale, masticatoire et de la correction de l'obstruction nasale si elle existe. Chez l'adulte cependant, l'importance de la déformation faciale et le faible potentiel de croissance limitent les possibilités orthopédiques et orthodontiques. L'utilisation de l'orthopédie verticale est souvent limitée [41] et le recours à la chirurgie est alors indispensable.

## 4.2. PROBLEMES THERAPEUTHIQUES CHIRURGICAUX

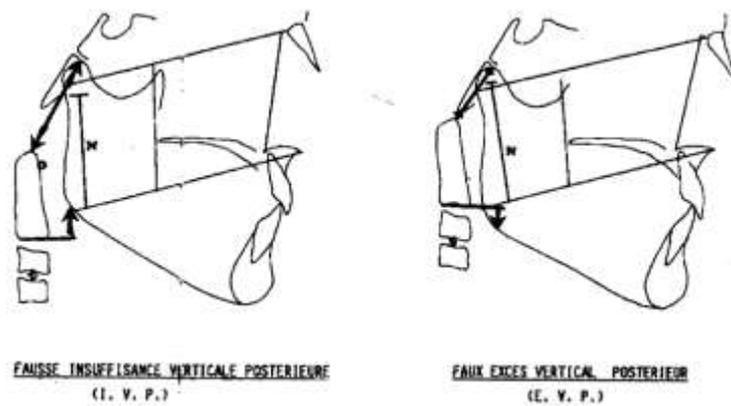
Si les protocoles de traitements orthodontiques des classes II hyperdivergentes sont richement développés dans la littérature, le traitement chirurgical est rarement abordé et évalué de façon spécifique. L'essentiel des publications évoquant l'hyperdivergence faciale portent en effet sur la fermeture des béances antérieures d'origine squelettique [42, 43]. Mercier a développé un protocole de prise en charge chirurgicale de l'hyperdivergence par IVP [44], en insistant sur des critères cliniques et radiologiques qui lui semblent essentiels dans la prise de décision chirurgicale. Le diagnostic étiologique de l'hyperdivergence est déterminant dans l'indication chirurgicale, en particulier dans le choix du site anatomique à opérer et des mouvements chirurgicaux à réaliser [39, 45]. Les principales étiologies sont résumées figure 10. L'augmentation de la divergence faciale peut avoir une origine [46]:

- mandibulaire par **insuffisance verticale postérieure**. C'est le cas dans les hypocondylies (d'origine arthritique, traumatique ou constitutionnelle) ou dans la microramie.
- mandibulaire par **ouverture de l'angle goniale**. Ce schéma de croissance correspond à la rotation postérieure de type 1 décrite par Björk [19]. Cette déformation s'accompagne souvent d'un excès maxillaire antérieur de « rattrapage occlusal », et d'un excès symphysaire.
- maxillaire par **excès vertical maxillaire** entraînant une rotation mandibulaire



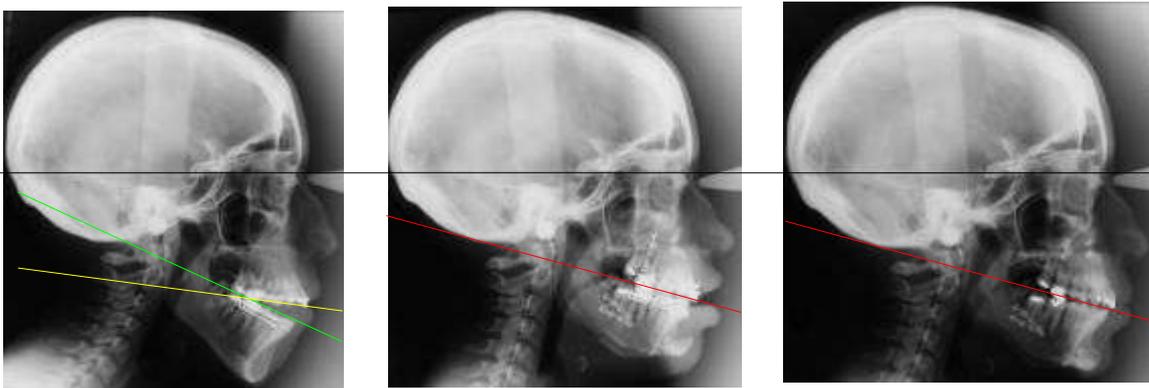
**Figure 10** : les différentes formes d'ouverture du FMA. a : insuffisance verticale postérieure mandibulaire, b : ouverture de l'angle goniale, c : excès vertical postérieur maxillaire (d'après Mercier et Delaire)

Delaire a pu appréhender grâce à son analyse ces différentes formes, en examinant systématiquement tous les constituants mandibulaires de façon isolée et par rapport aux éléments juxta-mandibulaires [17, 39]. Ainsi il évalue la position de la mandibule par rapport à sa place idéale déterminée par son analyse céphalométrique et se réfère au rachis. En effet, l'angle mandibulaire se projette normalement au niveau de la partie inférieure de la deuxième vertèbre cervicale. Ce repère est primordial mais non valable pour le diagnostic d'insuffisance verticale postérieure quand il existe des malformations cervicales ou quand l'articulation temporo-mandibulaire est haute située dans la base du crâne (Fig. 10 bis).



**Figure 10 bis :** situation haute ou basse des ATM par rapport à l'odontoïde rendant le repère Gonion angle antero-inférieur de C2 inadapté dans le diagnostic d'une insuffisance ou d'un excès vertical postérieur.

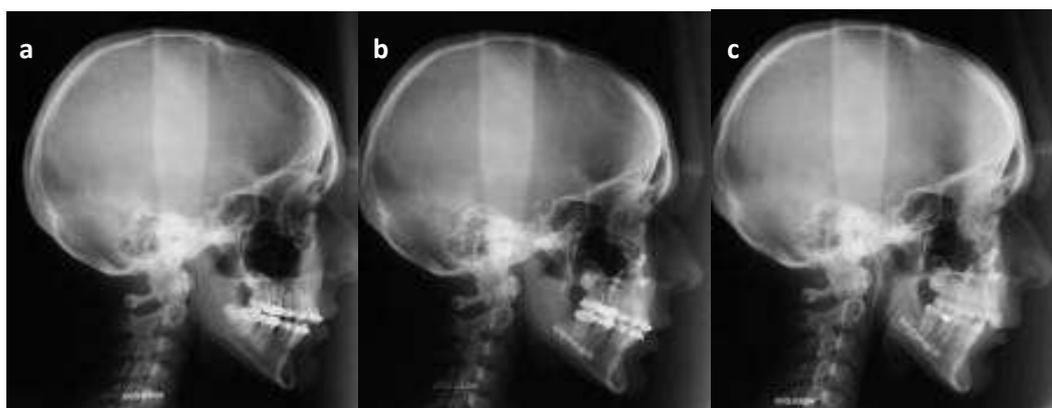
L'orientation du plan d'occlusion (PO) (voire des plans d'occlusion en cas d'infraclusion antérieure) est aussi un paramètre radiologique important dans l'indication chirurgicale. Chez un sujet en équilibre facial et occlusal, le plan d'occlusion tracé sur une téléradiographie de profil entre les premières molaires maxillaire et mandibulaire et le point de contact cingulaire des incisives inférieures sur les incisives supérieures et prolongé en arrière passe habituellement tangentielllement à l'écaïlle de l'occipital. En cas de divergence des plans occlusaux maxillaire et mandibulaire, leur analyse de façon séparée peut orienter le choix des ostéotomies à réaliser (Fig.11).



**Figure 11 :** Patiente de 20 ans atteinte d'une myopathie de Steinert présentant une classe II hyperdivergente par excès maxillaire postérieur et rotation extrinsèque de la mandibule. a: téléradiographie pré opératoire montrant un PO maxillaire horizontal par descente postérieure du maxillaire (en vert), et un PO mandibulaire vertical par rotation extrinsèque de la mandibule (en jaune). b: téléradiographie post opératoire précoce montrant la correction de l'orientation des plans d'occlusion pour n'en former qu'un seul (en rouge) tangent à l'occiput, après ostéotomie maxillaire d'ascension postérieure et antérieure, ostéotomie sagittale des branches montantes mandibulaires d'avancée et génioplastie de réduction et d'avancée. c : téléradiographie post opératoire à 1 an après dépose de matériel orthodontique montrant une stabilité squelettique et occlusale.

L'absence de prise en compte de l'étiologie de l'hyperdivergence et de l'orientation du plan d'occlusion dans l'indication chirurgicale pourrait expliquer dans certains cas la dégradation des résultats. L'observation suivante permet d'illustrer les difficultés de prise en charge des classes II hyperdivergentes :

Une patiente de 27 ans présentait initialement une dysmorphose de classe II avec hyperdivergence faciale. A la suite du traitement orthodontique instauré à l'adolescence, la patiente présentait une infracluse antérieure sans réelle correction de la dysmorphose faciale (Fig.12a). Un traitement chirurgical a été décidé. Il a consisté en une ostéotomie bimaxillaire avec fermeture de la béance par ostéotomie de Lefort I d'abaissement antérieur et correction du décalage sagittal par OSBM (Fig.12b). L'hyperdivergence et l'excès vertical antérieur n'ont pas été corrigés. La béance antérieure a été fermée par un abaissement du maxillaire. Le plan d'occlusion post opératoire était plus oblique qu'en pré opératoire. Une récurrence de la classe II et une réouverture de la béance sont apparues quelques mois après la chirurgie, avec un décalage sagittal final plus important qu'en pré opératoire (Fig.12c et 13).



**Figure 12 :** a) Téléradiographie pré opératoire. Dysmorphose dento squelettique de classe II hyperdivergente avec un FMA = 39°. b) Téléradiographie post opératoire. Fermeture de la béance, mais persistance de l'hyperdivergence et de l'excès vertical antérieur. c) récurrence de la classe II et retromandibulie.

Les photos préopératoires n'étaient pas disponibles en raison de l'absence de suivi initial dans notre département. Les photos récentes montrent un visage long et étroit, un excès vertical antérieur, une classe II et une béance antérieure (Fig. 13).



**Figure 13 :** récurrence clinique : on peut observer un visage long et étroit, un excès vertical antérieur, une crispation mentonnière, et une classe II avec bécance antérieure.

Ce cas particulier illustre la difficulté thérapeutique orthodontique et chirurgicale de ce type de schéma facial.

On peut tenter d'expliquer cette récurrence par

- le défaut de prise en compte du schéma facial hyperdivergent lors de l'instauration du traitement orthodontique ayant entraîné l'apparition d'une bécance antérieure.
- l'absence de correction suffisante de l'hyperdivergence lors de la procédure chirurgicale. Une génioplastie fonctionnelle aurait pu diminuer la hauteur faciale.
- les importantes dysfonctions oro-faciales présentes chez cette patiente qui n'ont pas été suffisamment réduites.

A partir des données de la littérature définissant l'hyperdivergence, nous avons étudié une population présentant ces critères. Le but de cette étude était de tenter de classer ces patients selon l'étiologie de l'hyperdivergence à partir de critères structuraux et radiologiques et d'évaluer la nature et la stabilité des traitements chirurgicaux entrepris.

## **5. MATERIEL ET METHODE**

### **5.1. POPULATION ETUDIEE**

L'échantillon d'étude était représenté par des patients opérés dans le service de chirurgie Maxillo-faciale et Stomatologie du CHU de Nantes pour une classe II dento-squelettique non syndromique associée à un angle FMA supérieur à 35 °.

La recherche des dossiers a été effectuée par l'intermédiaire des comptes rendus opératoires de 4 opérateurs (1 opérateur principal), selon les mots clés suivants :

- Classe II et hyperdivergence,
- Classe II et excès vertical antérieur,
- Ostéotomie verticale des branches montantes.

Un FMA supérieur à 35° a été choisi comme limite inférieure pour la sélection des patients. Il s'agit de la valeur la plus haute décrite dans la littérature pour classer les patients hyperdivergents (Tweed et Ricketts). Ainsi les patients de l'échantillon présentaient des critères d'hyperdivergence reconnus par tous les auteurs.

### **5.2 DONNEES CLINIQUES**

- **Les données cliniques préopératoires suivantes ont été recueillies :**
  - le sex ratio et l'âge opératoire,
  - la présence d'un sourire gingival signant un excès vertical antérieur du maxillaire,
  - la présence d'une béance antérieure,
  - l'existence de problèmes fonctionnels : dysfonction de l'articulation temporomandibulaire (DAM), dysfonction linguale, respiration buccale.

- **Les données cliniques postopératoires suivantes ont été recueillies :**
  - l'existence d'une DAM,
  - les troubles sensitifs liés aux atteintes du nerf V3,
  - l'aspect de la cicatrice cervicale le cas échéant,
  - la récurrence clinique de l'excès vertical antérieur maxillaire, de la bécance antérieure, et de la classe 2,
  - les complications post opératoires : retard de consolidation osseuse, infections, résorptions condyliennes,
  - la satisfaction des patients à partir des données recueillies par le chirurgien en fin de traitement.

### **5.3. DONNEES RADIOGRAPHIQUES**

Une analyse structurale et un tracé céphalométrique selon l'analyse architecturale craniofaciale de Delaire [47] ont été réalisés sur des téléradiographies de profil en pré opératoire immédiat, post opératoire immédiat et à au moins 1 an post opératoire (après dépose de l'appareillage orthodontique). Les coordonnées de 11 points céphalométriques ont été portées sur un repère orthonormé fixe au cours des 3 délais. La variation de position de chaque point dans le temps a été étudiée afin d'évaluer l'amplitude des déplacements chirurgicaux et la stabilité des résultats.

- **Points mandibulaires** (Fig. 14) :

**Point Go** : tracé selon la méthode décrite par Steinert : point d'intersection entre la bissectrice de l'angle formé par les tangentes au bord postérieur de la mandibule d'une part et par la tangente au bord inférieur passant par Me d'autre part, et la corticale mandibulaire.

**Point Me** : jonction inférieure entre corticale antérieure et postérieure de la symphyse mandibulaire.

**Point B** : point le plus postérieur de la concavité antérieure symphysaire.

**Point T** : milieu du foramen mentonnier.

**Point i** : bord sécant de l'incisive centrale mandibulaire.

**Point Mi ou molaire inférieure** : pointe de la cuspide disto-vestibulaire de la dent de six ans mandibulaire.

- **Points maxillaires (Fig. 14) :**

**Point ENA ou Epine Nasale Antérieure** : point le plus antérieur de l'épine nasale antérieure.

**Point ENP ou Epine Nasale Postérieure** : point le plus postérieur du plateau palatin.

**Point A** : point le plus postérieur de la concavité antérieure du maxillaire.

**Point I** : pointe de la cuspide de l'incisive centrale maxillaire.

**Point Ms ou Molaire supérieure** : pointe de la cuspide disto-vestibulaire de la dent de six ans maxillaire.

- **Points crânio-faciaux (Fig.14)**

**Point Or ou Orbital** : point le plus inférieur de la cavité orbitaire.

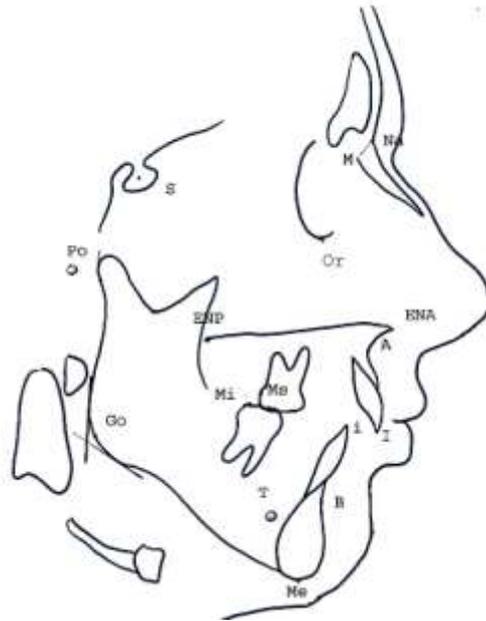
**Point Porion** : point le plus haut du conduit osseux auditif externe. Si ce dernier était masqué par l'olive du céphalostat, la partie supérieure de l'olive a été utilisée par convention.

**Point M** : intersection des sutures entre os nasal, processus frontal du maxillaire, et os frontal.

**Point S** : centre de la selle turcique

**Point Na** : intersection antérieure des sutures frontale et nasale.

Pour l'ensemble des points relevés, s'il existait un dédoublement de l'image, le milieu du segment reliant les points droit et gauche a été utilisé.



*Figure 14* : Résumé des points céphalométriques utilisés sur la téléradiographie de profil.

### **Plans (Fig. 15) :**

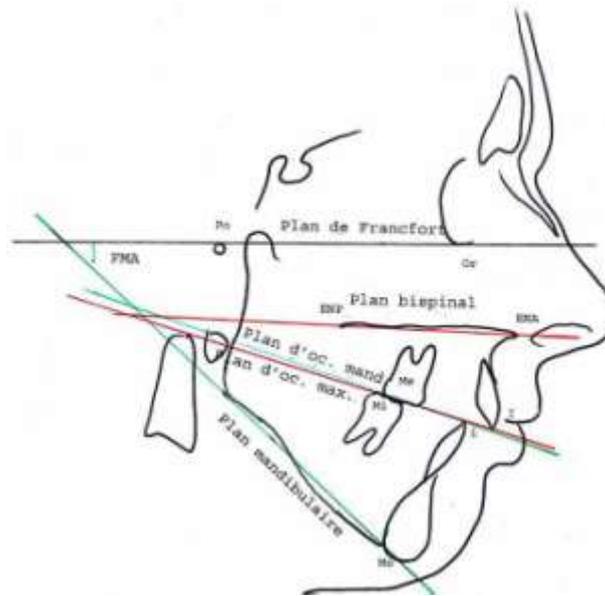
Tracé du **plan de Francfort** : Orbital-Porion

Tracé du **plan mandibulaire**: tangente au bord inférieur de la branche horizontale passant par Me (dit plan de Downs, le plus couramment utilisé).

Tracé du **plan d'occlusion mandibulaire** : i-Mi (selon Slavicek et Delaire). S'il existait une courbe de Spee marqué, le plan d'occlusion passant par molaires et prémolaires a été utilisé.

Tracé du **plan bispinal** : ENA-ENP

Tracé du **plan d'occlusion maxillaire**: Ms-I



*Figure 15* : résumé des plans céphalométriques utilisées pour l'étude

- **Mesures angulaires** (Fig. 16) :

**Angle FMA** : angle formé par le plan de Francfort et le plan mandibulaire définissant la divergence faciale.

**Angle FPo mand.** : angle formé par le plan de Francfort et le plan d'occlusion mandibulaire.

Les normes retrouvées dans la littérature sont  $9.3^\circ$  ( $1.5^\circ$  à  $14.5^\circ$ ) pour Downs,  $8.4^\circ$  ( $2^\circ$  à  $13^\circ$ ) pour Bushra en 1948,  $8.6^\circ$  selon Goldman en 1959.

**Angle FPomax** : angle formé par le plan de Francfort et le plan d'occlusion maxillaire.

**Angle mandibulaire** : angle formé par les lignes [Cp Go] et [Go Me] (décrit par Steinert et Johnson).

**Angle plan Francfort/ plan bispinal**

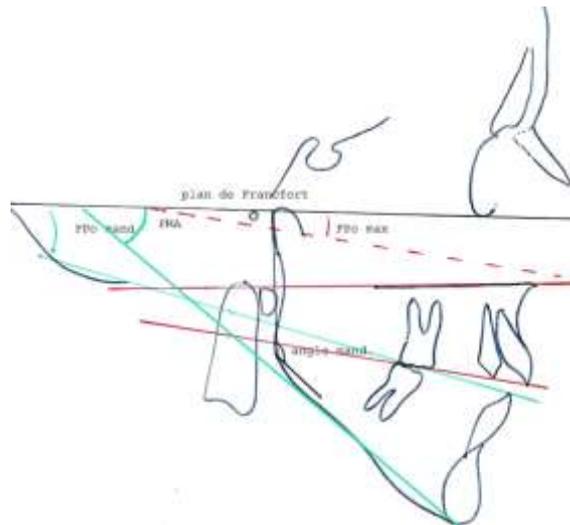


Figure 16 : Angles céphalométriques utilisés pour l'étude

- **Mesure des hauteurs de la face** (Fig.17) :

**Hauteur antérieure de la face : [Na Me]**

**Hauteur postérieure de la face : [S Go]** utilisé par Nanda [48].

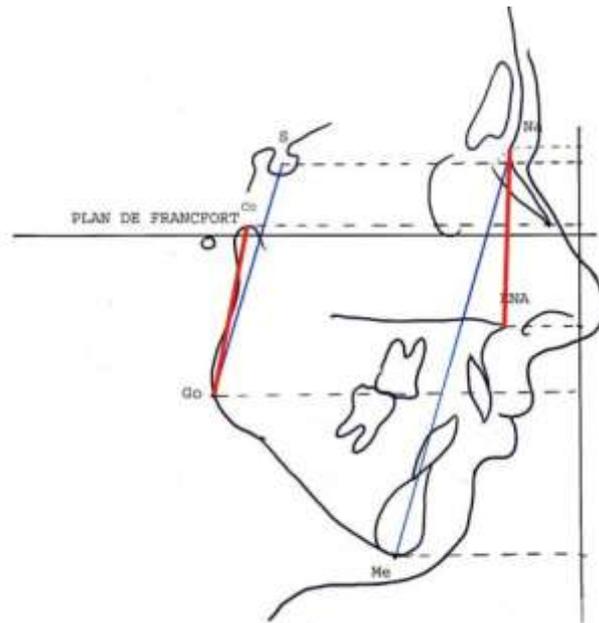
**Hauteur du ramus : [Go Co]**. Le point Co représente le sommet du condyle. Cette hauteur est utilisée par plusieurs auteurs (Benoist [49], Château [50], Wylie, Johnson).

**Hauteur antérieure du 1/3 moyen de la face [Na ENA]** : quand il existait manifestement une anomalie du prémaxillaire (rotation inférieure ou supérieure), le point ENA théorique (ENAt) de l'analyse de Delaire a été utilisé pour calculer cette hauteur (fig. 18).

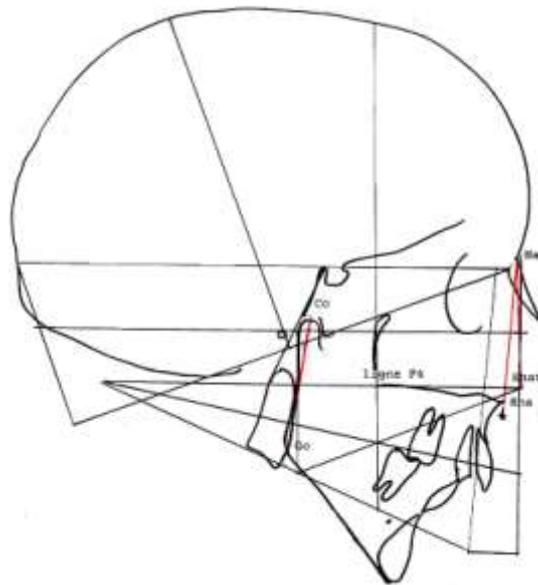
**Rapport [Hauteur antérieure sur hauteur postérieure]**

**Rapport [Hauteur du ramus sur hauteur du 1/3 moyen de la face]**

Ces mesures céphalométriques et leurs projections sur une perpendiculaire à Francfort ont été utilisées par Karlsen[51].



*Figure 17* : mesures des hauteurs de la face



*Figure 18* : exemple de l'utilisation du ENA Théorique plutôt que le ENA réel pour le calcul du rapport hauteur ramus/h 1/3 moyen de la face.

#### **5.4. EXPLOITATION DES DONNEES RADIOGRAPHIQUES :**

L'analyse structurale radiographique et les mesures céphalométriques décrites précédemment ont été utilisées pour :

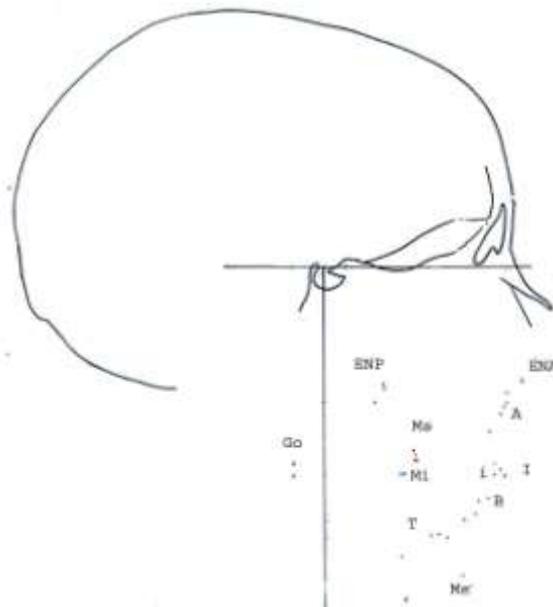
- caractériser la divergence faciale par le FMA (angle FMA supérieur à 35°), et le rapport SGo/NaMe.
- caractériser l'hyperdivergence du plan d'occlusion mandibulaire par la mesure de l'angle FPomand (angle supérieur à 15°).
- tenter de classer la population étudiée en fonction de l'origine de la divergence en se référant à la description de Mercier et Delaire (Fig. 10) :
  1. hyperdivergence par insuffisance verticale postérieure (position haute du Gonion par rapport à l'angle antero inférieur de C2 et rapport hauteur de la branche montante/ hauteur 1/3 moyen inférieur à 1,
  2. hyperdivergence par excès maxillaire entraînant une rotation extrinsèque de la mandibule (horizontalisation du plan bispinal de moins de 5° par rapport au plan de Francfort (Schwartz)[10])
  3. hyperdivergence par ouverture de l'angle mandibulaire. (>130°)

#### **5.5. EVALUATION DE LA STABILITE DU TRAITEMENT CHIRURGICAL REALISE**

##### **- Superpositions des calques radiographiques :**

Des superpositions de calques radiographiques ont été réalisés selon la méthode validée par BJORK [52]. Les repères crâniens fixes utilisés pour les superpositions étaient la selle turcique, la partie antérieure de la base du crâne, la partie interne de l'os frontal (Fig. 19). La voûte du crâne a aussi été utilisée chez l'adulte mais n'est pas valable chez le sujet en croissance car la partie antérieure de l'os frontal se modifie. Ces superpositions réalisées aux 3 délais préopératoire, postopératoire immédiat et tardif ont permis la visualisation des

mouvements dento-squelettiques effectués lors de l'intervention et les éventuels mouvements secondaires.



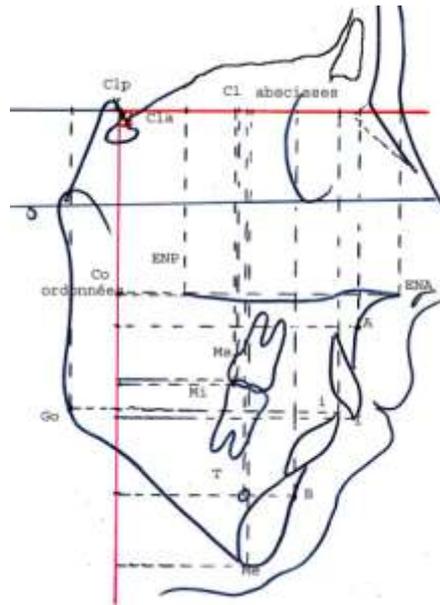
*Figure 19* : exemple de calque permettant le relevé des coordonnées des points aux différents délais dans le même repère orthonormé grâce aux superpositions.

#### **- Relevé des coordonnées des points céphalométriques :**

Pour quantifier les mouvements dento-squelettiques postopératoires, le relevé des coordonnées des points ENA, ENP, Me, I, i, Ms, Mi, A, B, T et Go a été effectué dans un repère orthonormé. Le repère choisi a été décrit par Nimeskern [53]. Les relevés ont été effectués aux 3 délais d'étude puis comparés entre eux (Fig.20).

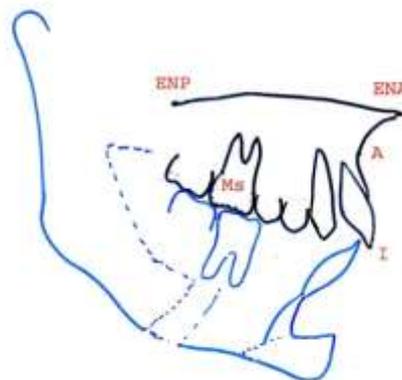
La stabilité maxillaire a été évaluée par les variations des coordonnées des points ENA, ENP, A, I et Mi.

La stabilité mandibulaire a été évaluée par les variations des coordonnées des points Me, B, T, Go, i et Mi.



**Figure 20** : relevé des coordonnées dans le repère orthonormé C1/C0

Pour placer ENA, ENP et A sur la téléradiographie post opératoire immédiate lorsqu'une ostéotomie maxillaire avait été réalisée, une superposition du calque maxillaire pré opératoire sur la téléradiographie post opératoire à été effectuée en se référant à la position des dents (Fig. 21). Ces points sont en effet difficiles à visualiser en post opératoire immédiat (Fig. 24).



**Figure 21** : illustration de la superposition du maxillaire préopératoire (en noir) sur la mandibule post opératoire (en bleu) permettant le repérage des points osseux maxillaires en post opératoire immédiat.

La même méthode a été utilisée pour placer B et T sur la téléradiographie post opératoire immédiate en superposant le calque mandibulaire préopératoire sur la radio post opératoire et en se référant à la position de l'incisive centrale et de la dent de six ans (Fig. 23).



**Figure 23:** illustration de la superposition mandibulaire pré opératoire (en bleu) sur le maxillaire post opératoire (en vert)



**Figure 24 :** illustration de la difficulté du repérage des points osseux maxillaires et mandibulaires en post opératoires immédiat (à droite) par rapport au pre opératoire (à gauche). Les points dento-alvéolaires sont bien visibles.

- **Evaluation de la reproductibilité des mesures.**

Pour 10 dossiers pris au hasard dans la population d'étude, les points ont été placés par un second examinateur et comparés au relevé des points du premier examinateur. Une comparaison des moyennes des différences à zéro a été effectuée par une statisticienne de la faculté de médecine de Nantes pour évaluer la reproductibilité des mesures entre les 2 examinateurs. Le seuil de significativité retenu était de 5%.

## **6. RESULTATS**

### **6.1. POPULATION ETUDIEE**

70 dossiers comportant les termes « classe II hyperdivergente », « ostéotomie verticale des branches montantes », ou « classe II et excès vertical antérieur » ont été retrouvés. Après mesure du FMA, 10 ont été exclus pour un angle ne correspondant pas à la valeur limite de 35°. Douze autres dossiers n'ont pu être exploités en raison de données radiographiques manquantes pour un des délais d'étude. L'échantillon comportait donc 48 dossiers de patients opérés dans le service de Stomatologie et Chirurgie maxillo-faciale de Nantes pour une classe II hyperdivergente.

#### **Caractéristiques de l'échantillon :**

Le sexe ratio était de 3/1 soient 36 sujets féminins et 12 sujets masculins. La moyenne d'âge opératoire était de 21 ans (13-57). Le suivi post opératoire était en moyenne de 45 mois (12-240).

### **6.2. DONNEES CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES :**

- **Données cliniques pré-opératoires :**

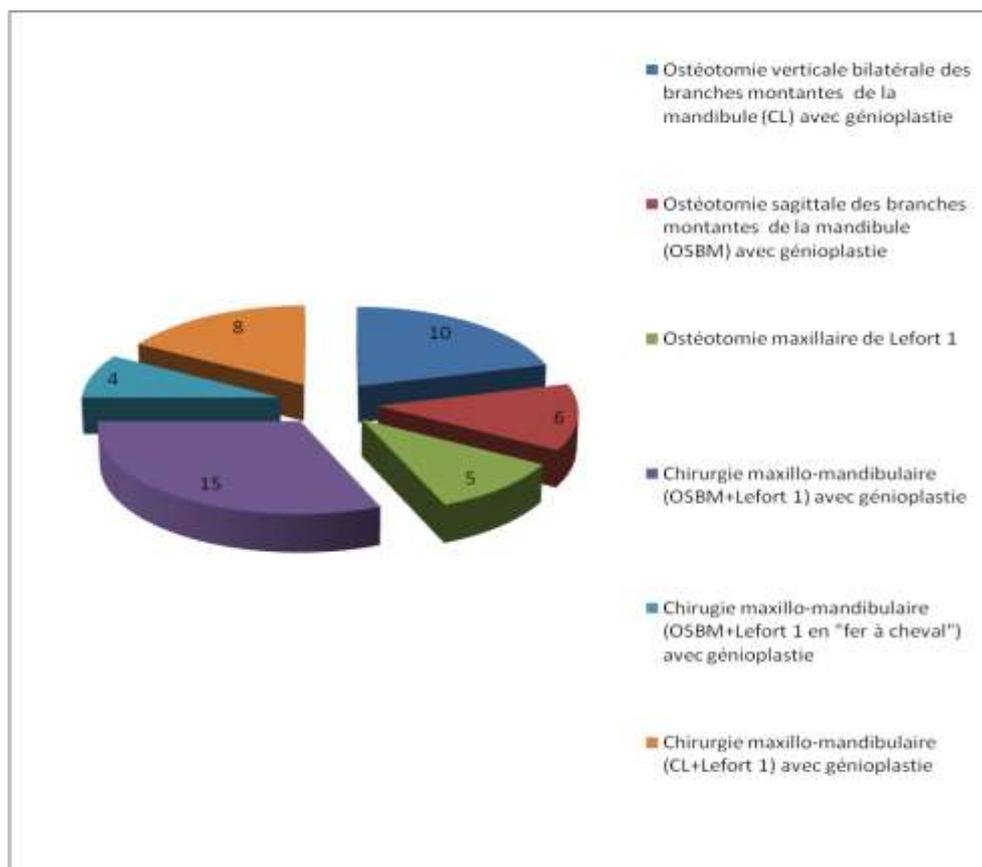
Trente et un patients présentaient une béance antérieure en préopératoire (64.4%). Vingt sept patients présentaient un découvrément gingival au sourire signant un excès maxillaire antérieur (56%).

Quinze patients présentaient une dysfonction linguale (31 %).

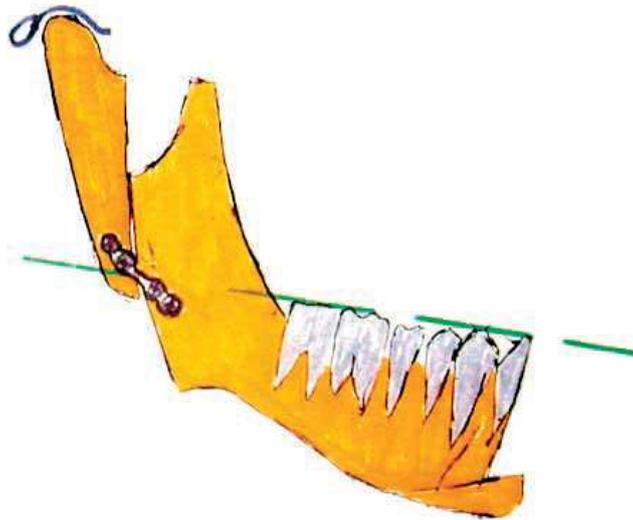
Huit patients présentaient une dysfonction d'une ou des deux articulations temporo-mandibulaires (17 %). Chez les 25 patients restants, aucun antécédent dysfonctionnel n'était noté.

- **Traitement chirurgical**

Les différentes interventions réalisées sont résumées sur la Figure 25. Quinze patients (31%) ont été traités par ostéotomies maxillo-mandibulaires conventionnelles : ostéotomie de Lefort 1 (L1) selon la technique de Bell associée à une ostéotomie sagittale des branches montantes selon Epker-Dalpont (OSBM). Quatre patients (8%) ont été traités par ostéotomie de L1 dit en « fer à cheval » associé à une OSBM. L'ostéotomie en « fer à cheval » permet l'impaction de la partie dentée du maxillaire et laisse le palais osseux solidaire de la cloison nasale. Six patients (13%) ont été traités par OSBM isolée, 5 (8%) par ostéotomie de L1 isolée, 10 (21%) par ostéotomie verticale rétrospigienne d'allongement des branches montantes par voie cervicale type Caldwell-Letterman (CL) [54]. Dans ce groupe de patients, la descente de la mandibule a créé une béance postérieure, qui a été fermée, après consolidation osseuse, par égression molaire (Fig. 26 et 27). Huit patients (17%) ont été traités par CL associée à une L1. Tous les patients ont bénéficié d'une génioplastie fonctionnelle osseuse et/o-u musculaire.



*Figure 25* : répartition des interventions réalisées.



*Figure 26* : ostéotomie verticale de la branche montante (dessin du Professeur Mercier)



*Figure 27* : ostéotomie de CL créant une bénce postérieure fermée en quelques mois par égression molaire (à droite : 6 mois post opératoire)

- **Données cliniques post opératoires**

- Cicatrisation cutanée et osseuse :

Aucun patient n'a présenté de troubles de consolidation des sites d'ostéotomies.

Sur 18 patients opérés par abord cervical bilatéral, 16 présentaient une cicatrice discrète voire invisible (Fig. 28). Deux cicatrices ont été reprises, l'une pour une infection superficielle post opératoire, l'autre pour une hypertrophie (5,5%).



*Figure 28* : exemple de cicatrice cervicale à 1 an post opératoire. La cicatrice est masquée dans un pli cervical

- Dysfonction articulaire :

Dix patients présentaient une gêne persistante au niveau d'une ATM en fin de suivi (19%). Trois patients présentaient ces symptômes avant l'intervention. Pour 7 patients (15%), les troubles n'existaient pas en pré opératoire. Il s'agissait de 5 dysfonctions indolores à type de claquement ou craquement et 5 symptomatologies douloureuses liées pour 2 patients à une résorption condylienne après ostéotomie de CL. 1 de ces patientes avait une atteinte clinique et radiologique pré-opératoire.

- Troubles sensitifs

Neuf patients présentaient une hypoesthésie modérée ou des dysesthésies dans le territoire du V3 en fin de suivi. Aucune anesthésie n'a été observée. 5 hypoesthésies étaient retrouvées après ostéotomie de CL (28%) et 4 après les autres types de chirurgie.

- Récidives cliniques :

La dysmorphose de classe II a été corrigée dans 92% des cas. Quatre patients (8%) ont présenté une récurrence modérée de la classe 2 (moins de 3 mm de recul).

La béance antérieure a été fermée dans 60% des cas. Aucune béance n'est apparue en post opératoire après la fin du traitement orthodontique chez les patients n'en présentant pas en pré opératoire. 13 patients présentaient en fin de suivi une béance antérieure (40%). 4 était mesurées à 3 mm, 6 à 2 mm, 3 à 1 mm. Aucun des 13 patients présentant une récurrence de béance n'était mécontent du résultat obtenu.

Aucune récurrence de l'excès vertical d'origine maxillaire n'a été observée cliniquement, ni par le chirurgien, ni par le patient.

- Satisfaction des patients

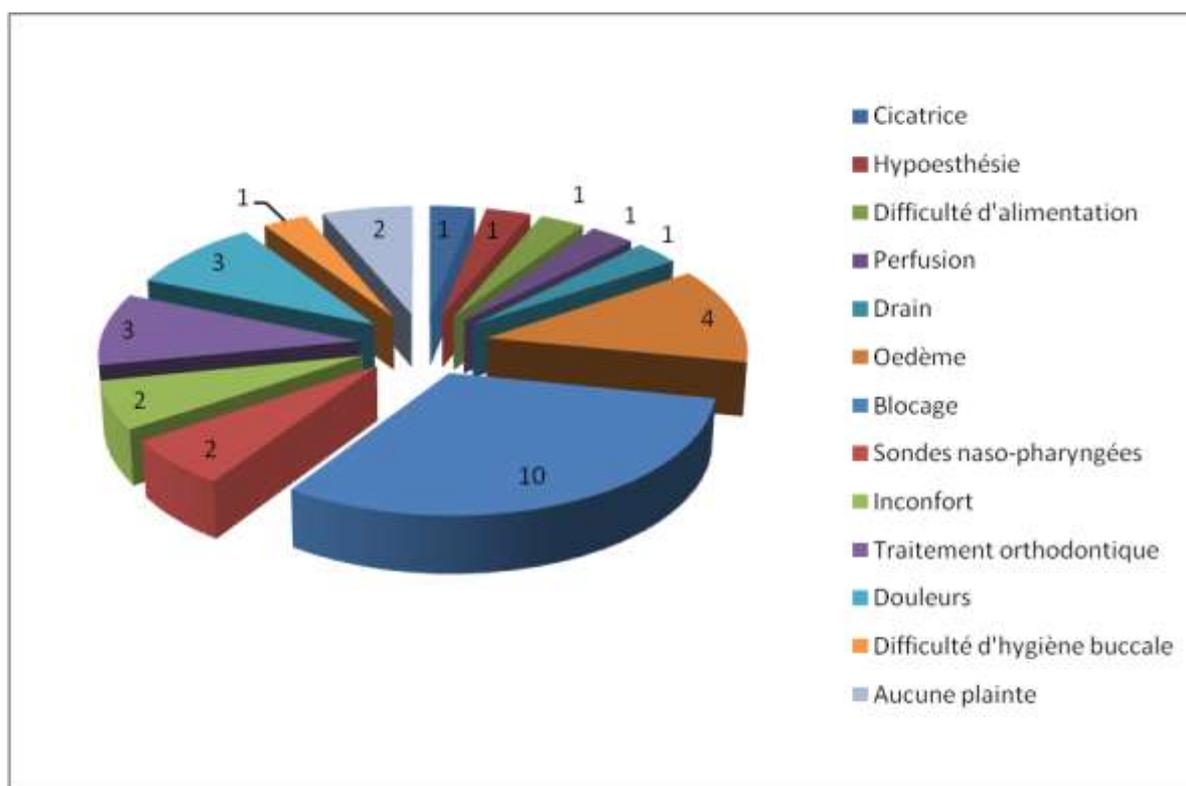
Les résultats suivants concernaient tous les types de chirurgie effectués, sans qu'aucune différence n'ait été détectée d'une intervention à l'autre.

97 % des patients interrogés (35 patients) ont déclarés être satisfait du résultat. Une patiente a consulté plusieurs années après l'intervention pour des difficultés d'acceptation des modifications de son apparence.

Sur les 30 patients évalués, aucun ne regrettait l'intervention et 20 patients sur 22 (91%) l'aurait refaite ou conseillée sans hésitation.

La cotation de la douleur post opératoire était en moyenne de 4/10 (0-7).

La gêne maximale ressentie par les patients concernait des aspects variables de la prise en charge résumés sur la Figure 29. 24 patients ont été interrogés.



**Figure 29 :** types de « gêne maximale » exprimés par les patients concernant le traitement orthodontico-chirurgical. Le blocage est le plus cité.

- **Données radiologiques**

- Caractérisation de l'hyperdivergence faciale

L'angle FMA préopératoire était en moyenne de 42° (35-52) en préopératoire. Cette donnée était confirmée par la mesure du ratio hauteur postérieure [S Go] sur hauteur antérieure [Na Me]. La valeur de ce rapport en préopératoire était en moyenne de 55% (46%-59%) dans l'échantillon, pour une normale entre 59 et 65% [13].

L'inclinaison préopératoire du plan d'occlusion mandibulaire par rapport au plan de Francfort était supérieure à la normale (>15°) dans 81% des cas.

L'inclinaison préopératoire du plan maxillaire par rapport au plan de Francfort était supérieure à la normale (> 15°) dans 54 % des cas.

En postopératoire immédiat, chez 46 patients (96%) le FMA était inférieur à 35°

En post opératoire cette inclinaison avait été corrigée chez 45 patients (94%). Sur tout l'échantillon, l'inclinaison du plan d'occlusion post opératoire était en moyenne de 8° (0-20°).

En post opératoire tardif, 35 patients (73%) présentaient un FMA inférieur à 35°.

- Reproductibilité inter examinateur des relevés de points :

Pour 10 dossiers pris au hasard dans la population d'étude, les points ont été placés par un second examinateur et comparés au relevé des points du premier examinateur. Les relevés pour chaque point aux 3 délais d'étude sont résumés en annexe 1. La moyenne globale des différences entre les examinateurs était de 1.03 mm. La comparaison des moyennes des différences à zéro n'a pas montré de différence significative entre les mesures. La méthode employée pour la comparaison de la position des points sur un repère orthonormé a été considérée comme reproductible. Compte tenu de la valeur de la différence entre les 2 examinateurs et des données de la littérature concernant cette méthode de mesure [55], les variations de position des points inférieures à 2 mm n'ont pas été prises en compte.

- Stabilité radiologique

21 patients présentaient une stabilité radiologique (46%). La quasi totalité des 11 points utilisés n'a pas montré de variations supérieures à 2 mm chez ces patients sauf pour le point Me. Cette quantification venait confirmer la clinique et l'analyse des superpositions.

21 patients présentaient des récurrences radiologiques d'importance variable visualisée par les superpositions et illustrées par des variations de points supérieures à 2 mm.

Chez six patients les données post-opératoires tardives n'ont pu être utilisées car les superpositions radiologiques ont montré un degré de croissance au niveau de la partie antérieure de l'os frontal. L'évaluation de l'éventuelle récurrence s'est basée sur l'analyse clinique du chirurgien, des photographies et des radiographies.

On observe 4 récurrences verticales maxillaires de 3 mm, sur 23 impactions antérieures quantifiables (soit 17%), accompagnées d'une rotation mandibulaire postérieure (recul du point T à 5 mm pour 3 patients et une récurrence de 14mm pour une avancée de 30) tous groupes confondus.

Les mouvements mandibulaires ont été détaillés groupe par groupe.

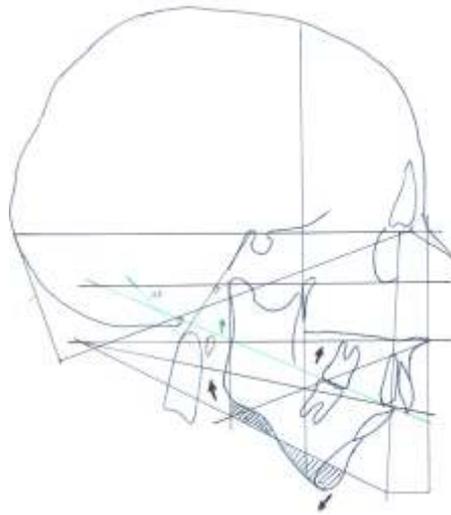
### **6.3. CLASSIFICATION**

Deux groupes ont pu être identifiés.

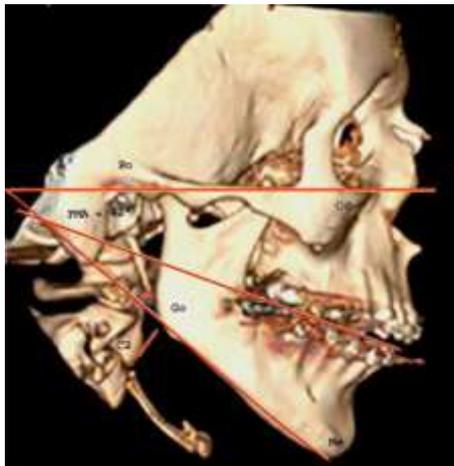
Le groupe « insuffisance verticale postérieure », ayant un Gonion situé au dessus de l'angle antero-inférieur de C2 et un rapport CoGo/NaEna inférieur à 1 comportait 26 patients. Les 22 autres patients qui ne présentaient pas d'insuffisance verticale postérieure forment un seul groupe. La distinction entre une hyperdivergence par ouverture de l'angle mandibulaire ou excès maxillaire avec rotation postérieure de la mandibule n'était pas possible dans cette étude car la plupart des patients présentaient un angle mandibulaire ouvert à plus de 130° et certains présentaient un excès maxillaire vertical postérieur avec ouverture de l'angle mandibulaire. L'inclinaison du plan bispatial par rapport au plan de Francfort ne nous a pas semblé pertinente pour l'étude des variations de l'excès maxillaire postérieur car ces deux plans peuvent être divergents vers l'arrière chez certains patients sans indiquer pour autant une impaction maxillaire postérieure.

#### **6.4. RESULTATS DU GROUPE « INSUFFISANCE VERTICALE POSTERIEURE »**

(Fig. 30 et 31)



**Figure 30 :** Analyse céphalométrique de Delaire d'une classe II hyperdivergente par IVP. On peut constater un angle mandibulaire ascensionné, et un plan d'occlusion vertical.



**Figure 31 :** examen TDM d'une hypocondylie ; notez le gonion ascensionné par rapport à l'angle antero-inférieur de C2 et le processus coronè plus allongé que le condyle mandibulaire

- **Caractéristiques du groupe**

Vingt six patients (54%) composaient ce groupe. Le sex ratio était de 4/1, 21 sujets féminins et 5 masculins. La moyenne d'âge opératoire est de 24 ans et 3 mois (13/57). Le suivi post opératoire moyen était de 44 mois (12-240).

Les étiologies de l'IVP étaient les suivantes :

- IVP inflammatoires (3 cas) :

1 cas de polyarthrite juvénile des ATM à fonction articulaire conservée,

1 cas de polyarthrite rhumatoïde,

1 cas d'hypocondylie dans le cadre d'un syndrome de SHARP.

- IVP constitutionnelles (21 cas) (par hypocondylie ou microramie).

- Autres :

1 cas de lyse condylienne bilatérale d'origine indéterminée,

1 cas d'hypocondylie diagnostiqué dans les suites d'un syndrome de Guillain Barré, probablement lié aux séquelles musculaires.

- **Données cliniques pré opératoires**

. Treize patients sur 26 (50%) présentaient une béance antérieure pré opératoire. Douze patients (46%) présentaient cliniquement un sourire gingival par EVA maxillaire. Une dysfonction linguale était présente chez 3 patients. Sept patients présentaient une dysfonction au niveau d'une ou des deux ATM. La dysfonction était secondaire à une pathologie rhumatismale ou dégénérative chez 4 patients.

- **Interventions réalisées**

Les types d'interventions réalisées sont résumés sur la figure 32. Dix huit patients (69%) ont été traités par CL, dont 8 associés à une ostéotomie de Lefort 1 d'ascension antérieure et d'abaissement postérieur. Trois patients (12%) ont été traités par chirurgie maxillo-mandibulaire conventionnelle (L1 et OSBM). Deux patients (7%) ont été traités par L1

isolé. Trois patients (12%) ont été traités par OSBM isolée. Tous les patients ont bénéficié d'une gènioplastie fonctionnelle osseuse d'avancée.

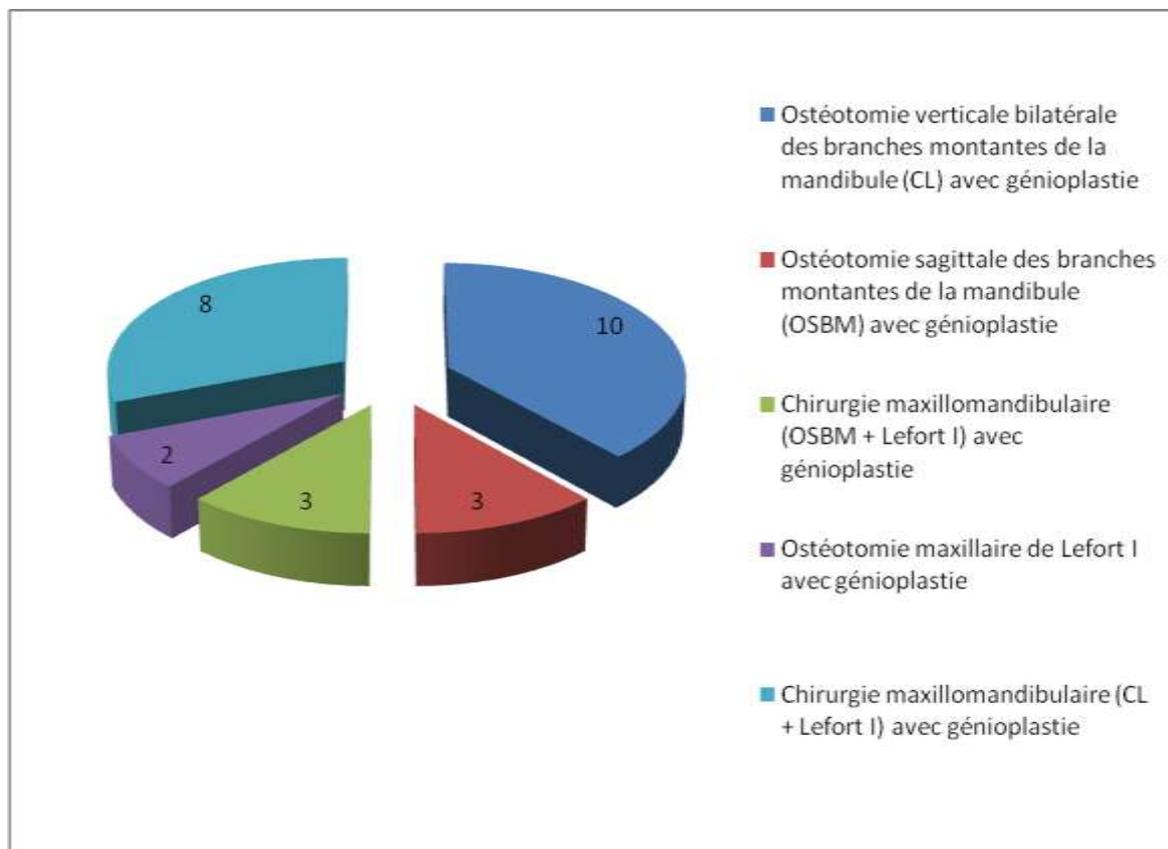


Figure 32 : répartition des interventions dans le groupe « insuffisance verticale postérieure »

- **Données radiologiques**

- Caractérisation de l'hyperdivergence faciale

L'angle FMA préopératoire était en moyenne de 42° (36-49) pour une valeur normale inférieure à 35°[8]. L'angle FMA postopératoire précoce était en moyenne de 25° (7-35°). L'angle FMA postopératoire tardif était en moyenne de 31° (13-43°) L'hyperdivergence faciale était corrigée dans ce groupe chez 22 patients (85%) en post opératoire précoce, et chez 20 patients (77%) en post opératoire tardif.

Dans ce groupe L'angle Fpomand pré opératoire était de 18° en moyenne (12-25 °) pour une valeur normale inférieure à 15°, l'angle Fpomax de 19° (12-25°). L'angle Fpomand en post

op précoce était de 7° (0-18°). Il était corrigé pour 25 patients. Fpomand post op tardif était de 11° (4-18°). Il restait dans les limites de la normale pour 23 patients.

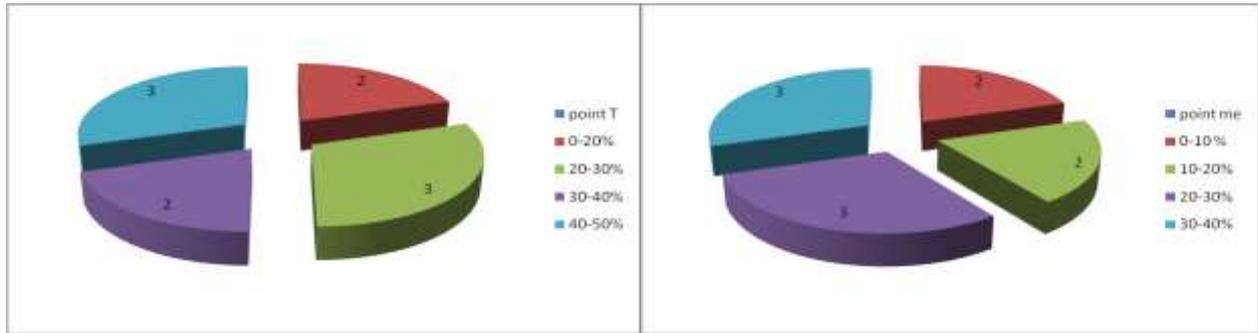
Lorsque Le rapport [Co-Go]/[Na-ENA] était inférieur à 0,9, et que le plan d'occlusion mandibulaire était fortement verticalisé (angle Fpomand > 20°) l'IVP a été considéré par l'examinateur comme sévère. Les 5 patients présentant ces critères radiologiques ont tous été traités par CL. 12 patients présentaient un rapport inférieur à 0,9 mais un plan d'occlusion mandibulaire compris entre 15 et 20° témoignant d'une compensation dento-alvéolaire de l'hyperdivergence faciale. L'examinateur a considéré chez ces patients l'hyperdivergence comme modérée. Dans ce groupe, 9 patients ont été traités par CL, et 3 patients par chirurgie conventionnelle. Neuf patients présentaient un rapport compris entre 0.90 et 1. Chez ces patients, dont l'examen clinique avait pu orienter le chirurgien vers un diagnostic d'EVA ou d'IVP, l'examinateur a considéré l'IVP comme discrète. Selon le diagnostic retenu par le chirurgien, ces patients ont été traités par CL (4 patients) ou par chirurgie conventionnelle (5 patients).

#### - Stabilité radiologique et clinique

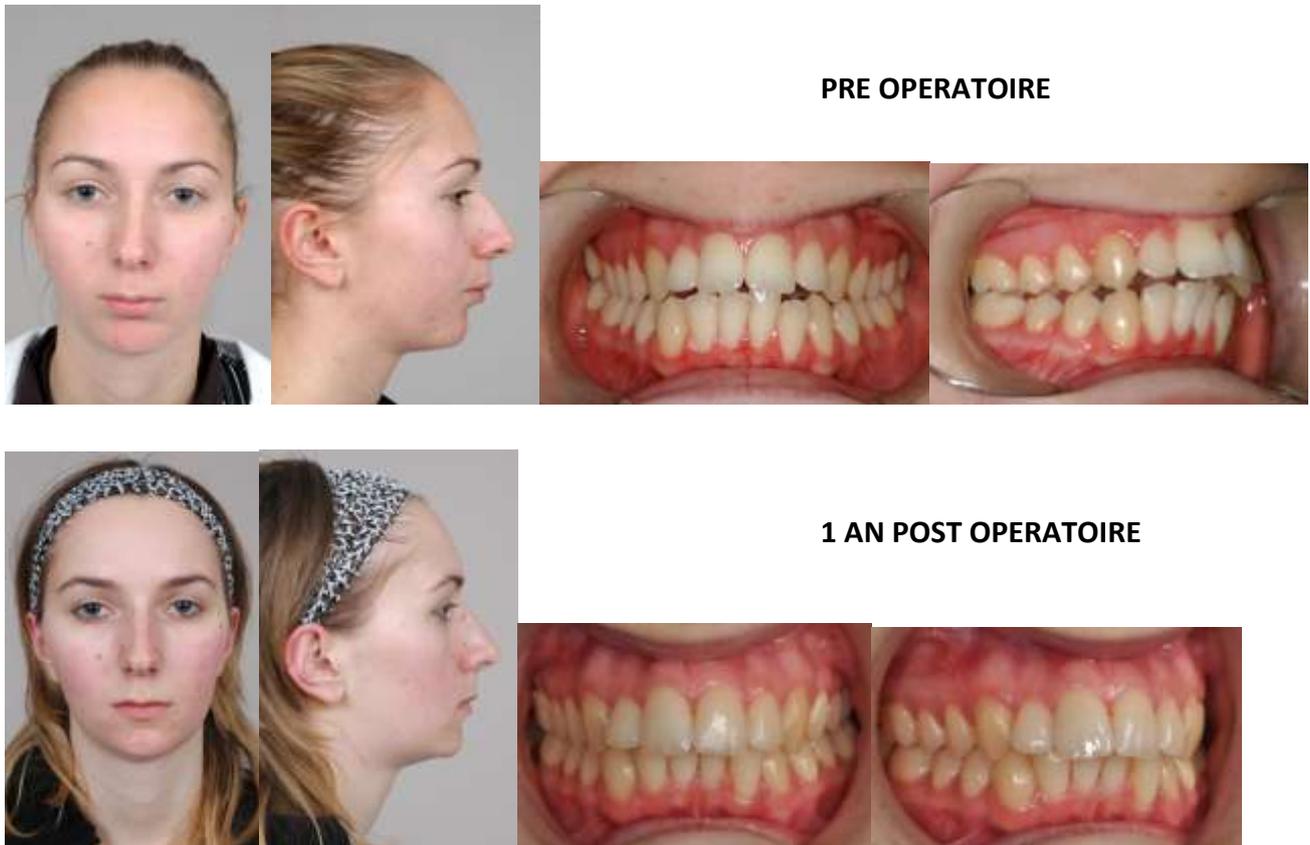
15 patients (58%) présentaient une stabilité radiologique au délai tardif. 11 patients (42%) présentaient un certain degré de récurrence radiologique. Les résultats ont été exprimés en fonction du type d'intervention réalisé :

##### 1. **Patients traités par CL** (10 patients)

La correction de la classe II a été réalisée pour 9 patients (90%). 1 patient présentait une récurrence de la classe II inférieure à 3 mm. Quatre reculs mandibulaires radiologiques (mouvements des points T et Me illustré sur la figure 33) sans modification de la classe d'Angle ont été observés. Ces 5 reculs pouvaient être expliqués par l'extrusion mandibulaire nécessaire à la fermeture de la béance postérieure en post opératoire, entraînant un recul de la base osseuse sans décompensation dentaire ou très minime (figures 34, 35, 36). Ces récurrences étaient de l'ordre de quelques millimètres : pour le mouvement le plus important, on note un recul du point T de 4 mm pour une avancée de 8, et 9 mm de recul maximum du point Me pour une avancée de 26 mm. L'impact clinique de ces mouvements post opératoires était discret. Les résultats cliniques ont donc été considérés comme très satisfaisants dans ce groupe (Fig. 37 et 38).



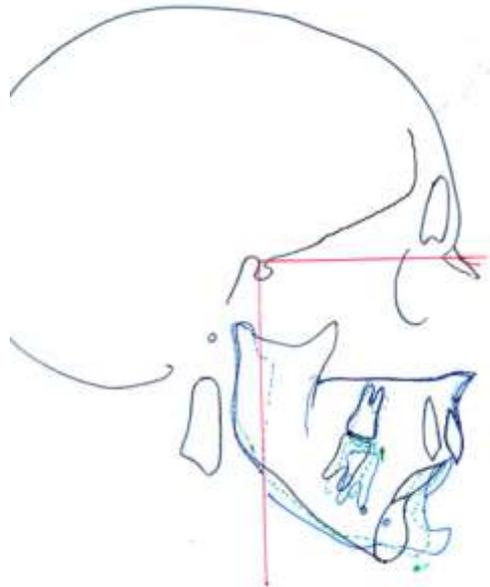
**Figure 33 :** pourcentage de récidence horizontale du point T et Me illustrant la tendance au recul mandibulaire lors de la fermeture de la béance postérieure.



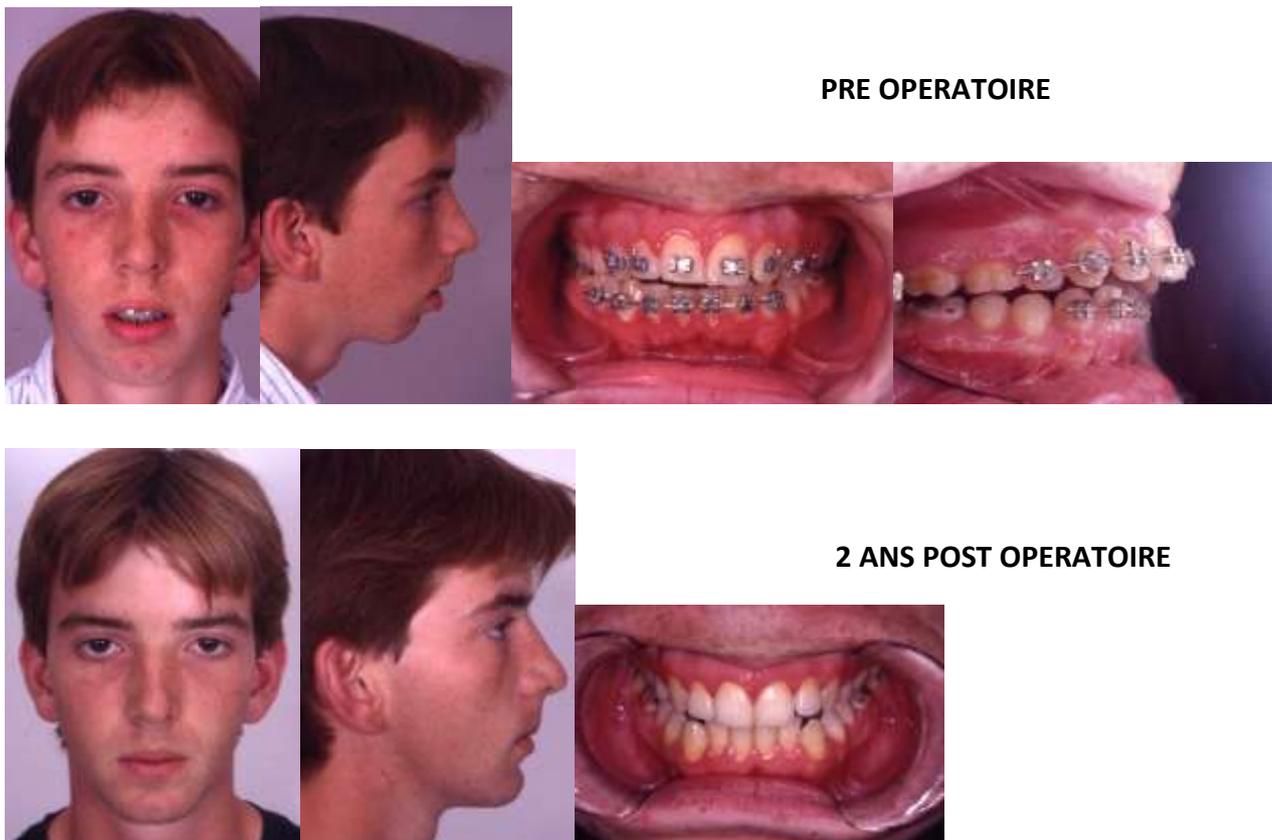
**Figure 34 :** exemple de petite rétrusion du menton due à une fermeture mandibulaire de la béance postérieure (recul du Me 3.5mm pour une avancée de 9 mm). Le résultat clinique et occlusal est satisfaisant.



*Figure 35 : exemple de légère récédive de classe 2 (recul de 2.5mm du point i)*



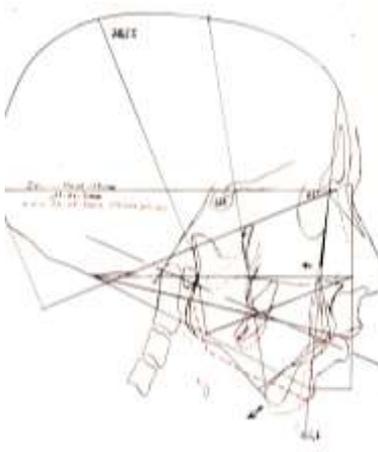
**Figure 36** : illustration de la rotation mandibulaire après fermeture de la béance postérieure. Superpositions pre opératoire (en noir), post opératoire immédiat (en bleu) et post opératoire tardif (en vert)



**Figure 37** : patient de 16 ans présentant une insuffisance verticale postérieure constitutionnelle. Ostéotomie de CL et génioplastie. Résultat très satisfaisant malgré la linguoversion incisive inférieure.



**PRE OPERATOIRE**



**2 ANS POST OPERATOIRE**



**Figure 38** : patiente de 16 ans présentant une insuffisance verticale postérieure constitutionnelle. Ostéotomie de CL et génioplastie

- **Patients traités par CL associé à une ostéotomie de L1.**

Dans ce groupe (8 patients), la béance postérieure entraînée par l'allongement du ramus a été fermée par abaissement chirurgical postérieur du maxillaire chez 7 patients. Cinq patients étaient stables radiologiquement (Fig. 41, 42, 43). Chez 1 patient, une récurrence maxillaire verticale antérieure partielle n'affectant pas le résultat clinique (3 mm) a été observée.

Les dossiers radiologiques de 2 patients n'ont pu être exploités pour quantifier la récurrence compte tenu de l'âge opératoire (13 ans de moyenne) et des phénomènes de croissance. Les résultats cliniques n'étaient cependant pas satisfaisants. Le premier patient n'avait probablement pas eu une correction suffisante de l'excès vertical maxillaire, et de l'orientation du plan d'occlusion. On observait chez lui une récurrence de la classe 2, de la béance et de la rétrognathie (Fig.39).



*Figure 39: pre op, post op immédiat post op tardif*

Le second patient présentait au délai tardif une récurrence de la béance antérieure (3 mm) et de l'excès symphysaire. Chez ce patient présentant une dysfonction linguale majeure, les mouvements opératoires de grande amplitude (allongement de ramus de 21 mm, et ascension maxillaire de 9 mm) pouvaient en partie expliquer la récurrence. Ce patient a été traité secondairement par glossectomie et génioplastie de réduction de hauteur (Fig. 40).



*Figure 40* : pre opératoire, post opératoire immédiat et 5 ans après la deuxième intervention.

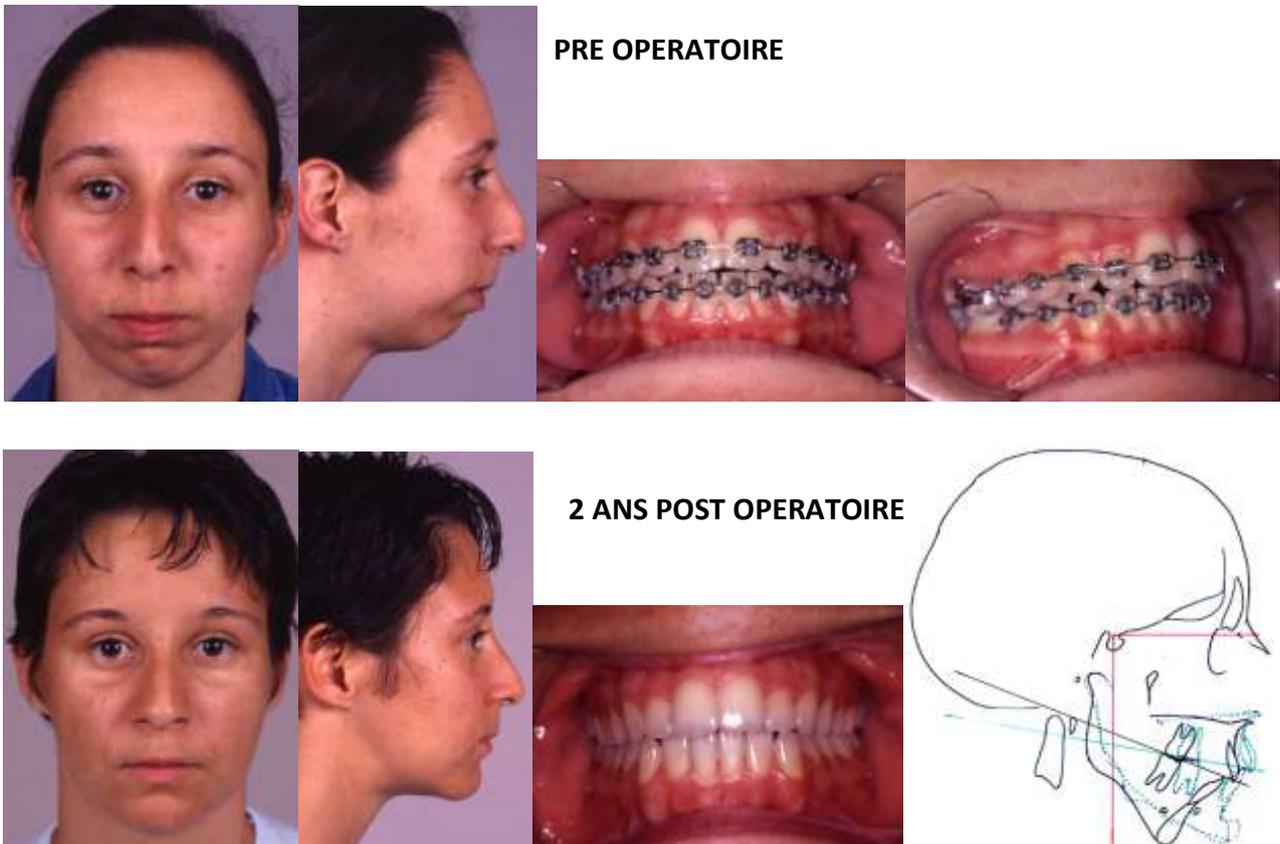


Figure 41 : patiente de 18 ans ; résultats à 2 ans après CL et L1 avec génioplastie (avancée mandibulaire de 18.5mm).

### PRE-OPERATOIRE



### 2 ANS POST OPERATOIRE



*Figure 42* : patiente de 22 ans présentant une insuffisance verticale postérieure sévère sans bécance antérieure avec excès maxillaire uniquement antérieur : indication d'ostéotomie de CL et L1 avec génioplastie. Résultats à 2 ans.



**PRE OPERATOIRE**



**3 ANS POST OPERATOIRE**



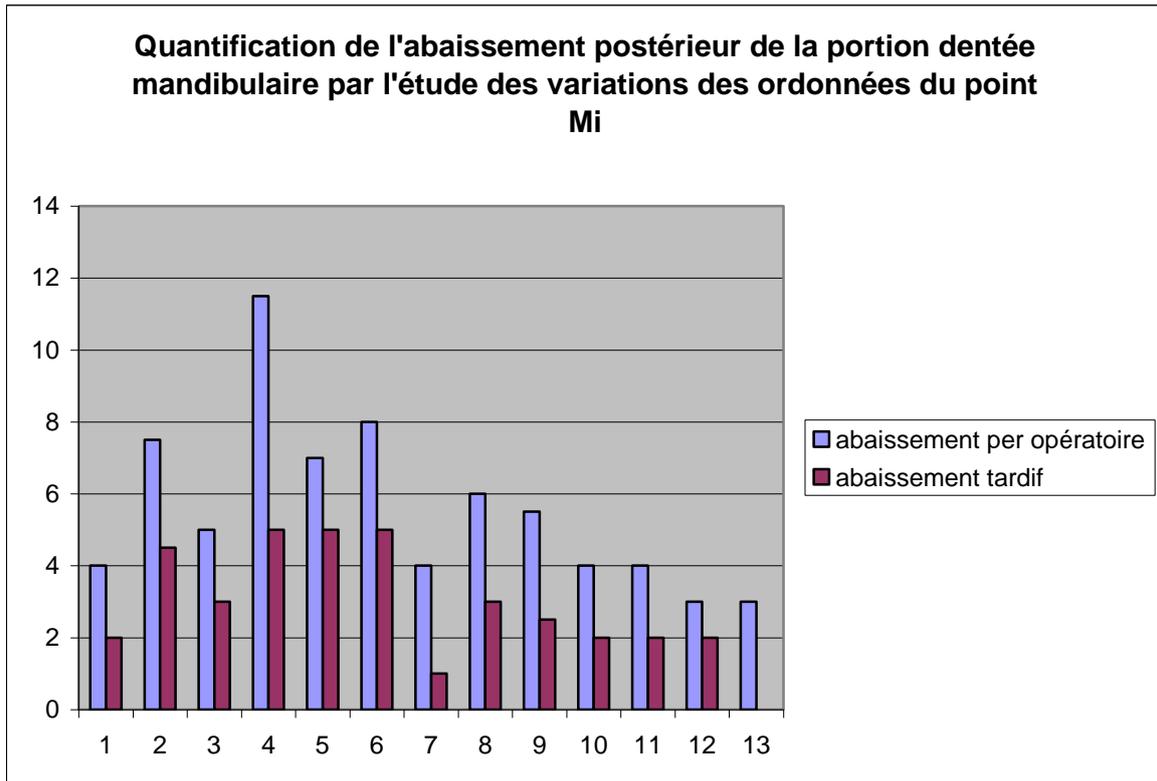
*Figure 43* : Patiente de 43 ans présentant une insuffisance verticale postérieure sévère sur polyarthrite rhumatoïde avec excès maxillaire antérieur : indication de CL, Lefort 1 et génioplastie. Résultats à 3 ans.

- **Amplitude d'allongement du ramus et d'avancée mandibulaire ; correction de l'hyperdivergence par l'ostéotomie de CL.**

Chez les 16 des 18 patients ayant été traités par ostéotomie de CL et présentant des résultats tardifs stables, les mouvements chirurgicaux permis par cette procédure chirurgicale ont été quantifiés.

L'angle FMA préopératoire était en moyenne de 42° (36-47°) pour une valeur normale inférieure à 35°[8]. L'angle FMA postopératoire précoce était en moyenne de 22° (7-31°). L'angle FMA postopératoire tardif était en moyenne de 29° (13-34°) L'hyperdivergence faciale était corrigée dans ce groupe chez tous les patients en post opératoire précoce et tardif.

L'abaissement per opératoire de la portion dentée postérieure de la mandibule a été quantifié par la variation de l'ordonnée du point Mi entre le délai post opératoire immédiat et le délai préopératoire. Sa stabilité dans le temps a été quantifiée par la variation entre le délai post opératoire tardif et le délai post opératoire immédiat. Un abaissement du point Mi a été observé chez 13 patients. Chez 3 autres patients, l'horizontalisation du plan d'occlusion a été effectué par rotation antérieure de la portion dentée de la mandibule au niveau du pivot molaire (point Mi). La valeur de l'abaissement per opératoire moyen était de 5.6 mm (3-11.5). Le gain tardif était de 2.9 mm en moyenne (1-5) (Fig. 44).



*Figure 44*

L'horizontalisation du plan d'occlusion a été quantifiée par la différence entre les mesures de l'angle formé par le plan d'occlusion mandibulaire et le plan de Francfort entre les différents délais. La correction chirurgicale a été quantifiée par la différence entre le post opératoire immédiat et le préopératoire. Le gain tardif a été quantifié par la différence entre le post opératoire tardif et le préopératoire. On retrouvait 11.8° en moyenne (7-20) en post opératoire immédiat et 8.4° en post opératoire tardif (2-16) (Tableau 1). L'horizontalisation du plan d'occlusion a été observée dans tous les cas

**Tableau 1** : effet de l'allongement des branches montantes de la mandibule sur l'horizontalisation du plan d'occlusion

Patients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	moyenne
Horizontalisation en post opératoire immédiat	8	7	11	18	10	7	17	9	12	20	10	17	12	8	9	13	11,8°
Horizontalisation en post opératoire tardif	8	3	5	8	7	2	15	4	10	11	6	16	11	8	7	14	8,4°

L'allongement de la branche montante a été évalué par les variations des ordonnées du point Go. Celui ci a été placé sur les radiographies post opératoire immédiat et tardif selon la même méthode que sur les radios préopératoire. L'allongement per opératoire moyen du ramus était de 15.1 mm (2-21.5). Le gain tardif après remodelage de l'angle mandibulaire était évalué à 8.3mm en moyenne (1-19.5) (Tableau 2).

**Tableau 2** : allongement de la branche montante par mesure de [Cp-Go] entre post opératoire immédiat et pre opératoire (allongement per opératoire) et entre post opératoire tardif et pré opératoire (allongement tardif).

Patients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	moyenne
allongement de la branche montante per opératoire	14	13	13	17	17	21	20	2	16	18	21,5	12,5	15	4	23	14,5	15,1mm
allongement de la branche montante tardif	6	1,5	6	5	8	17	10	1	5,5	9	19,5	8	11,5	2	18	4	8,3mm

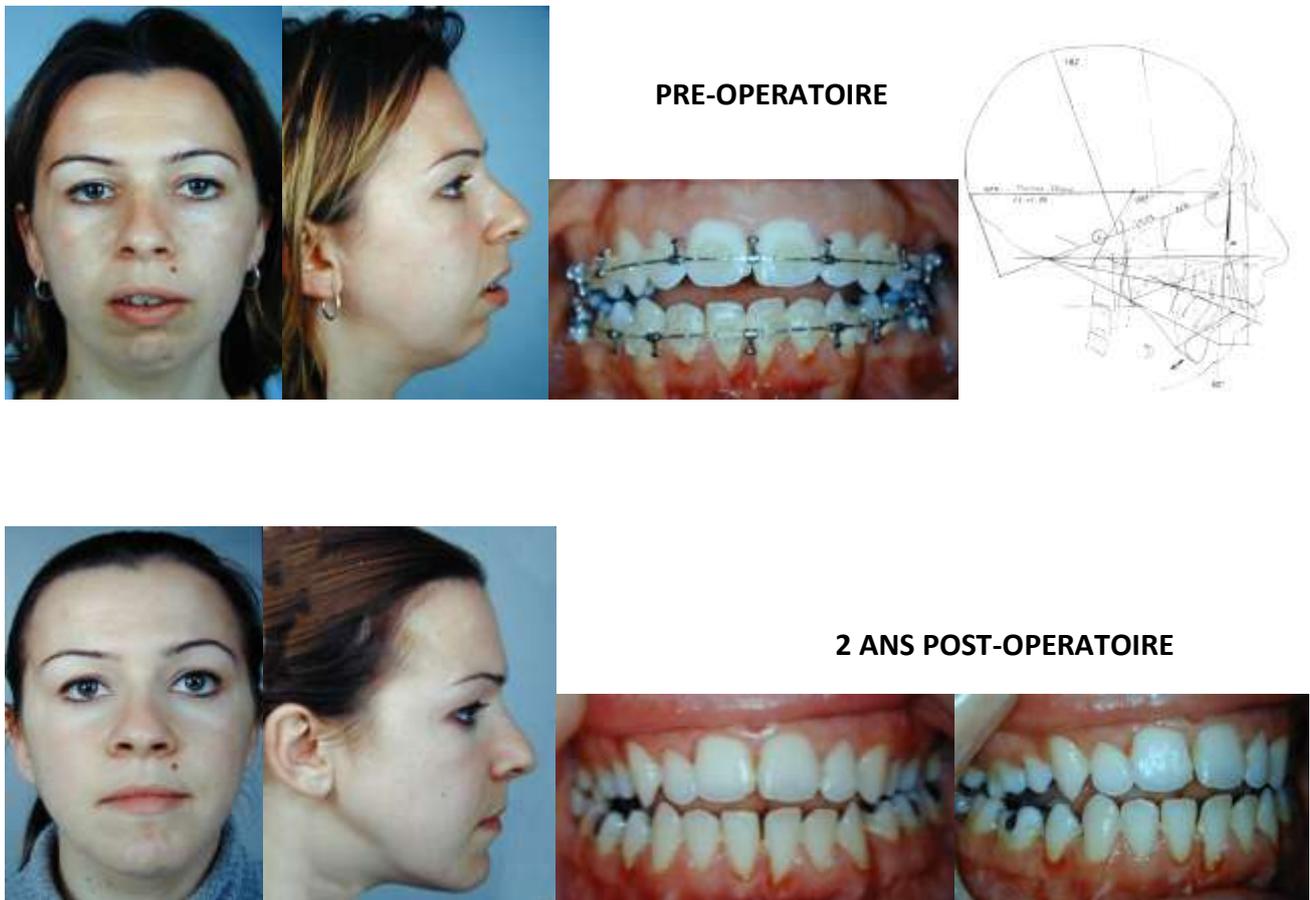
L'avancée mandibulaire possible lors de ce type d'ostéotomie est illustrée par la variation des abscisses du point T en peropératoire. On retrouvait une avancée per-opératoire moyenne de 9.6 mm (6-18.5) (Tableau 3).

**Tableau 3** : avancée mandibulaire per opératoire quantifiée par les variations de l'abscisse du point T entre post opératoire immédiat et pre opératoire.

Patients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	<b>moyenne</b>
avancée mandibulaire per opératoire du point T	7	11	8	7,5	7,5	8,5	6	7,5	6	14	11,5	14,5	18,5	7	10	9	9,6mm

**- Patients traités par chirurgie conventionnelle (8 patients)**

Cinq patients présentaient des résultats parfaitement stables radiologiquement et cliniquement. Chez 1 patiente, une récurrence complète de bécance antérieure sans récurrence sagittale a été observée après une ostéotomie maxillo-mandibulaire (Fig. 45). Chez 1 patiente, une redescende maxillaire antérieure de 3 mm et une réouverture de bécance de 1 mm ont été observées après ostéotomie de L1. Le résultat était cliniquement satisfaisant. Enfin 1 patiente présentait une récurrence de la classe II mesurée à 3mm.



**Figure 45** : récurrence de la bécance antérieure avec stabilité squelettique après chirurgie bimaxillaire classique ; notez l'angle mandibulaire haut situé ; indication de CL ?

Le cas de jumelles ayant la même dysmorphose avec insuffisance verticale postérieure est exposé sur les figures 46 et 47. Une ostéotomie de CL avec génioplastie a été réalisée chez la première en raison une petite infraclusion antérieure et une OSBM avec génioplastie chez la seconde. Les deux patientes sont parfaitement stables. La différence est clinique avec un certain degré de rétrusion chez la seconde en partie expliquée par une bascule postérieure du fragment de la génioplastie.

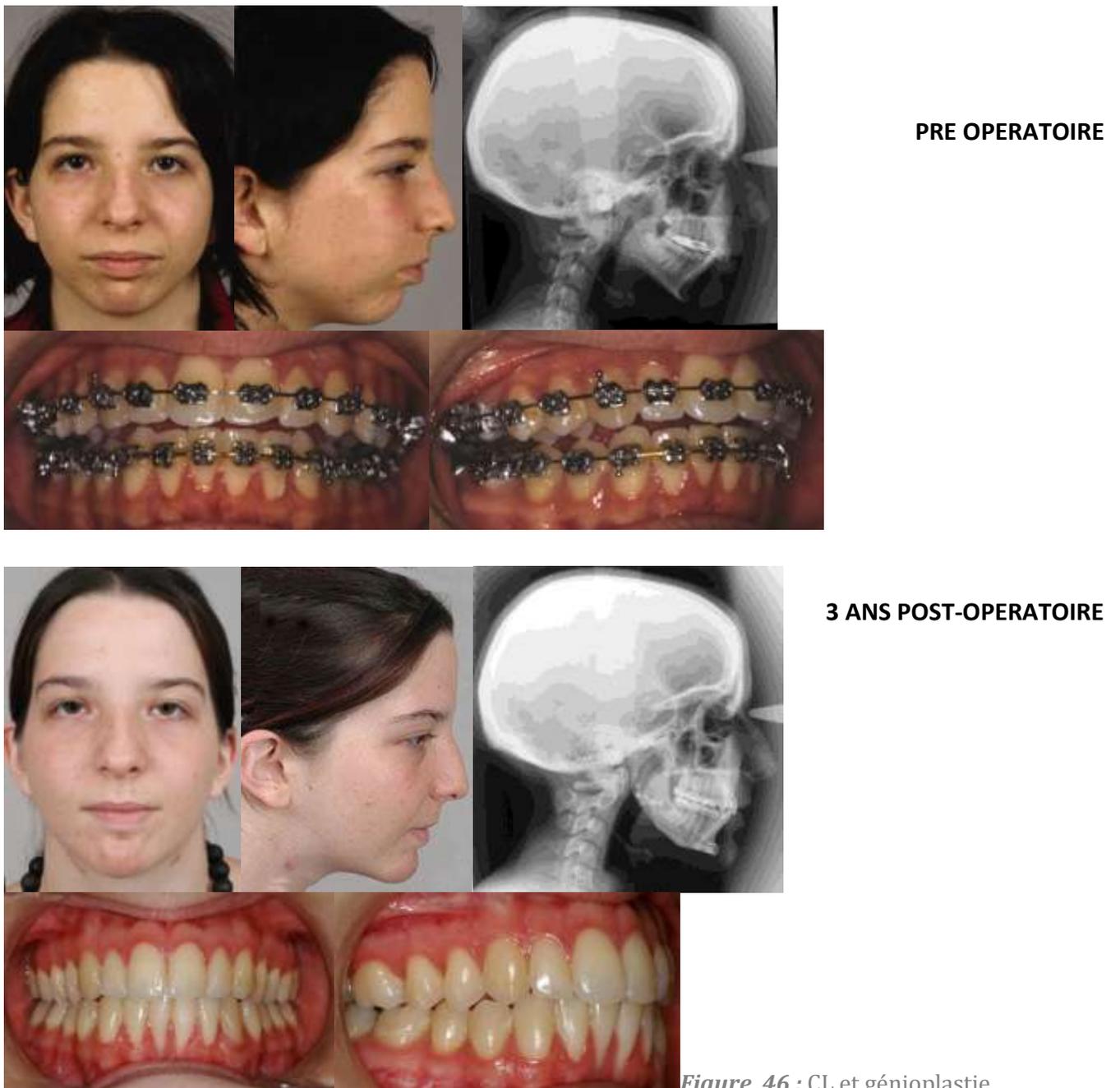
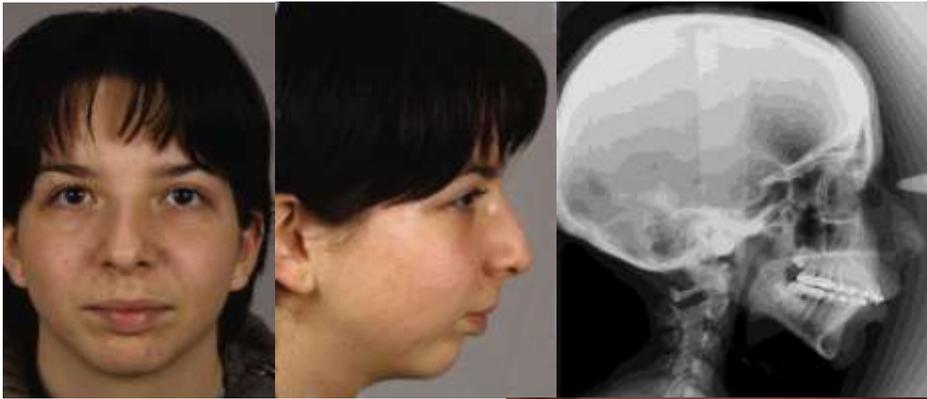
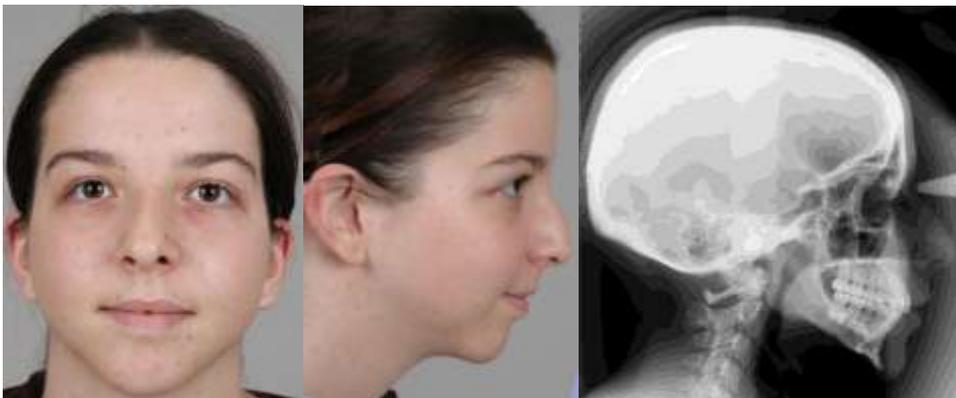


Figure 46 : CL et génioplastie



**PRE-OPERATOIRE**



**3 ANS POST-OPERATOIRE**



*Figure 47 : OSBM avec génioplastie*

## **6.5. RESULTATS DU GROUPE «SYNDROME DE FACE LONGUE »**

Les 22 patients de ce groupe présentaient un rapport hauteur de la branche montante/tiers moyen supérieur ou égal à 1. L'origine de l'hyperdivergence n'était pas une insuffisance verticale postérieure mais un excès vertical antérieur.

- **Données globales**

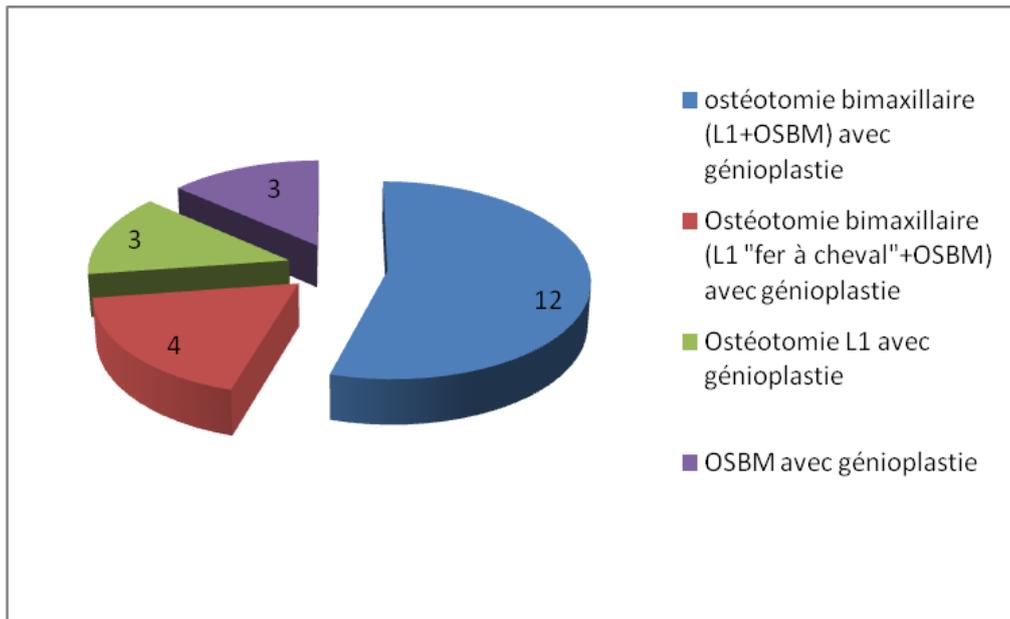
Le sex ratio était de 2.1, 15 sujets féminins pour 7 sujets masculins. L'âge opératoire moyen était de 25 ans (14-36). Le suivi post opératoire moyen était de 46 mois (12-150).

- **Données cliniques pré opératoires**

Douze patients (55%) présentaient une dysfonction linguale. Sept patients étaient respirateurs buccaux. Un seul patient présentait une symptomatologie dysfonctionnelle de l'ATM. A l'examen clinique 18 patients (82%) présentaient une béance dentaire antérieure. Quinze patients (68%) présentaient un découvrément gingival au sourire par excès maxillaire antérieur.

- **Interventions chirurgicales**

Les types d'interventions réalisées sont résumés sur la figure 51. Seize patients (72%) ont été traités par chirurgie maxillo-mandibulaire (L1 et OSBM), dont 4 par ostéotomie maxillaire en « fer à cheval ». Trois patients (14%) ont été traités par L1 isolé. Trois patients (14%) ont été traités par OSBM isolée. Tous les patients ont bénéficié d'une génioplastie fonctionnelle osseuse d'avancée et d'ascension.



*Figure 51 : ostéotomies réalisées dans le groupe « syndrome de face longue ».*

- **Données radiologiques.**

- Caractérisation de l'hyperdivergence faciale

L'angle FMA préopératoire était en moyenne de 43° (35-54) pour une valeur normale inférieure à 35°[8] . L'angle FMA postopératoire précoce était en moyenne de 29° (18-36°). L'angle FMA postopératoire tardif était en moyenne de 32° (21-39°). L'hyperdivergence faciale était corrigée dans ce groupe chez 20 patients (91%) en post opératoire précoce, et chez 15 patients (68%) en post opératoire tardif.

Chez 9 patients, le point Go était situé au dessus de l'angle antero-inférieur de C2 pouvant orienter vers le diagnostic d'IVP. Pour ces patients le rapport hauteur ramus sur hauteur 1/3 moyen de la face était supérieur à 1. La dysharmonie mandibulo-rachidienne était liée à la situation haute de l'ATM par rapport au sommet de l'odontoïde.

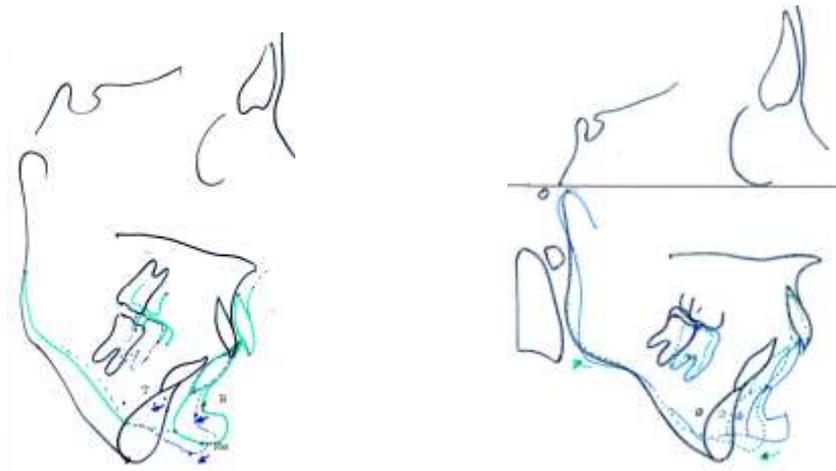
Dans ce groupe l'angle FPomand pré opératoire était de 17° en moyenne (13-23 °) pour une valeur normale inférieure à 15°[8] l'angle FPomax de 14° (10-23°). L'angle FPomand en post op précoce était de 10° (4-20°). Il était corrigé pour 20 patients. FPomand post op tardif était de 12° (0-23). Il restait dans les limites de la normale pour 18 patients.

La valeur moyenne de l'angle mandibulaire était de 139° (130° à 146°) pour une valeur normale à 125°.

- Stabilité radiologique et clinique

Neuf patients étaient parfaitement stables (Fig.55).

1. Trois patients présentaient une récurrence maxillaire dans le sens vertical :
  - Deux patients présentaient une redescende du maxillaire de 3 mm avec rotation postérieure de la mandibule entraînant une récurrence minime de la béance antérieure pour 1 patient. Ces récurrences radiologiques n'avaient pas de répercussions cliniques.
  - Un patient présentait une récurrence plus importante avec excès vertical antérieur radiologique mais avec un résultat clinique satisfaisant (Fig. 54)
2. Chez 3 patients une réouverture isolée de l'angle mandibulaire a été observée. Cette variation a été quantifiée par le recul du point T associé à l'abaissement du point Me. Cette rotation postérieure de la mandibule pouvait expliquer la réapparition d'une béance mais avait peu d'impact clinique car le mouvement des points entre le délai post opératoire tardif et précoce était inférieur à 5 mm (fig. 51, 52 et 56)
3. Un patient a présenté une récurrence de classe 2 mesurée à 3 mm (recul des points Mi et i).
4. Six patients présentaient une récurrence de la béance dentoalvéolaire avec stabilité squelettique : 2 mesurées à 3 mm, 2 à 2 mm et 2 à 1 mm (Fig. 53).



**Figure 51** : illustration de la rotation mandibulaire postérieure expliquant la réouverture de la bécance chez 3 patients.



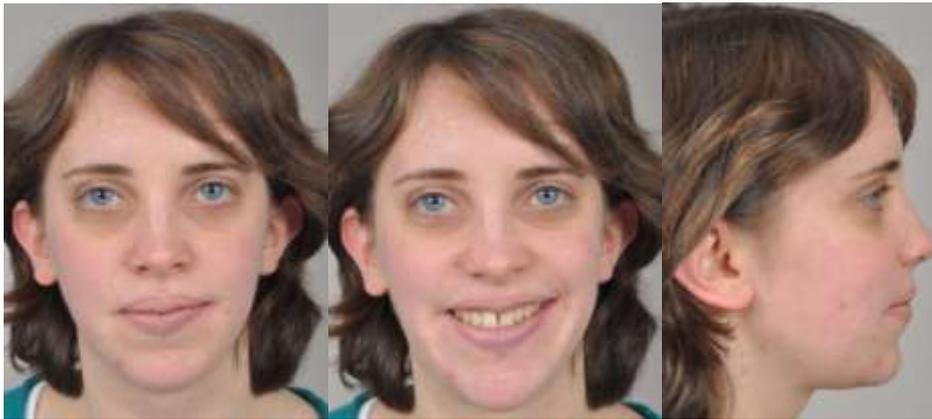
**Figure 52** : exemple de récidive mineure de la bécance antérieure (1 mm) par petite rotation postérieure de la mandibule à 2 ans post opératoire (2 patients).



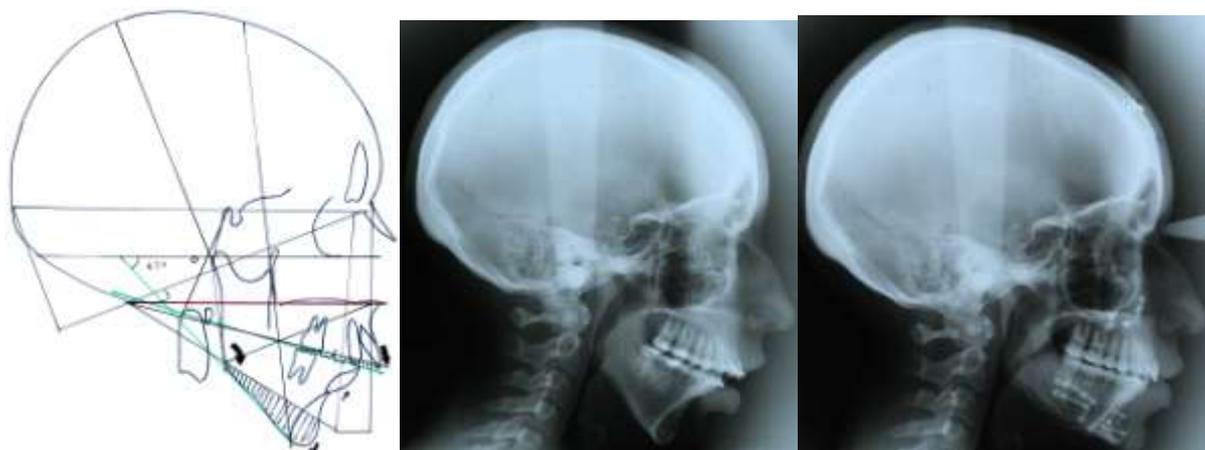
**Figure 53** : exemple de récidive de bécance plus importante avec récidive de l'endognathie maxillaire.



*Figure 54* : exemple de récurrence de béance avec réouverture de l'angle importante (recul du point T de 50% ou 14 mm) mais avec un résultat clinique satisfaisant.



**Figure 55 :** Patiente de 19 ans présentant un syndrome de face longue : L1 d'impaction globale OSBM et génioplastie après DIM première ; résultats à 1 an.



**Figure 56:** Patiente de 20 ans présentant un syndrome de face longue avec indication de L1 d'impaction globale et OSBM. On note radiologiquement chez cette patiente une petite réouverture de l'angle expliquant la réouverture minimale de la béance.

## **7. DISCUSSION**

### **7.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Cette étude rétrospective a tenté de caractériser une population présentant les signes cliniques et radiologiques de « classe II hyperdivergente ». Cette typologie faciale particulière est connue pour être associée à un fort risque de récurrence après traitement orthodontique et/ou chirurgical. Ces récurrences sont en général liées à la persistance de dysfonctions orofaciales (linguale, respiratoire...) après traitements, entraînant une dégradation progressive du résultat. Pour certains auteurs, l'absence de prise en compte de l'étiologie de l'hyperdivergence dans le choix thérapeutique peut être une cause supplémentaire de récurrence.

L'objectif de l'étude était multiple :

- Définir et répertorier les « classe II hyperdivergentes » en fonction de leur origine,
- identifier dans ce but des critères radiologiques pertinents permettant au chirurgien de distinguer plus aisément les étiologies et de proposer un traitement adéquat,
- évaluer la stabilité des traitements chirurgicaux mis en œuvre.

### **7.2 CHOIX DE LA METHODE**

#### **7.2.1 Sélection des patients :**

Le choix d'une étude rétrospective pour réaliser ce travail est critiquable. De nombreux dossiers (12) ont dû être exclus en raison de données manquantes. L'échantillon de patients manquait par ailleurs d'homogénéité (multiplicité des opérateurs, absence de préparation orthodontique pour certains patients...) limitant la portée des résultats décrits. Cependant ce type d'étude nous a semblé adaptée pour caractériser cette pathologie dont certaines formes sont rares (insuffisance verticale postérieure) et dont le traitement spécifique (ostéotomie de CL) ne permet pas toujours une comparaison multicentrique.

L'un des 2 critères de sélection des dossiers était un FMA supérieur à 35°. Il s'agit de la valeur la plus haute décrite dans la littérature pour classer les patients hyperdivergents. Ainsi les

patients de l'échantillon présentaient des critères d'hyperdivergence reconnus par tous les auteurs et probablement une typologie faciale plus marquée.

### **7.2.2 Méthode de repérage des points :**

Tous les tracés ont été réalisés à la main et présentaient *de facto* un certain degré d'imprécision. Cette imprécision était aussi liée à la qualité inégale des téléradiographies. Certains points ont parfois été difficiles à repérer indépendamment de la qualité des radiographies :

- Le point Porion était souvent masqué par l'olive du céphalostat. Par convention, le sommet de l'olive est utilisé. Or le niveau de l'olive peut varier d'une téléradiographie à l'autre chez un même patient et ne coïncide pas toujours avec le conduit auditif osseux (Fig. 57). L'étude de plusieurs radiographies avant de placer Po a donc été nécessaire pour tracer le plan de Francfort.

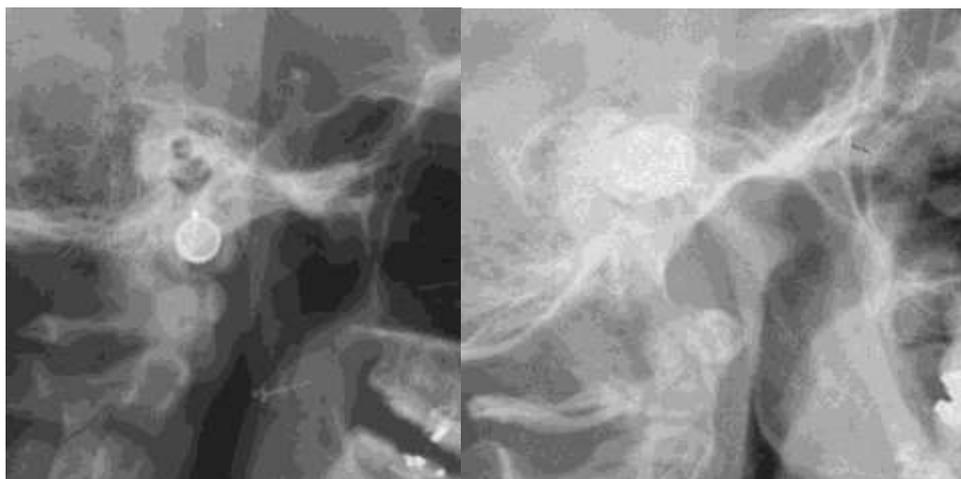


Figure 57 : illustration du repérage du Porion : à gauche sa visualisation est parfaite ; il est situé largement au dessus de l'olive. A droite il est masqué par l'olive. Son placement peut être aléatoire.

- Les points Ms et Mi étaient difficiles à situer très précisément quand la dent de six ans était bagueée, couronnée ou s'il existait un dédoublement radiologique.
- Le Point T était parfois difficile à visualiser. L'étude des radiographies panoramiques a permis de placer plus aisément ce point. Le point T semblait bien refléter la stabilité squelettique mandibulaire dans la population,

contrairement au point B, souvent remanié après la génioplastie. L'écart global de positionnement d'un opérateur à l'autre était de 1,04 mm pour le point T et de 1.41mm pour le point B. L'ordonnée du point B était par ailleurs difficile à placer lorsque la symphyse était laminée par l'action des muscles mentonniers.

- Le point ENA était toujours remanié après une ostéotomie de Lefort 1. Son utilisation pour quantifier la descente du maxillaire nous a semblé moins intéressante que celle du point A.
- Le point ENP ne bouge pas lorsqu'une ostéotomie de Lefort 1 en « fer à cheval » est réalisée. Par ailleurs, les points ENA et A étaient très remaniés. Ces 3 points squelettiques n'ont donc pu être utilisés pour évaluer les mouvements squelettiques du maxillaire chez 4 patients.

### **7.2.3 Méthode de superpositions des calques radiologiques :**

Cette méthode est très utilisée pour quantifier les mouvements osseux et dento-alvéolaires des traitements chirurgicaux et orthodontiques [56, 57]. Elle a été validée par Björk [52] et Haynes [58] la considère comme fiable et reproductible. Certains auteurs [59, 60] l'ont critiquée pour les imprécisions de relevé des points céphalométriques qu'elle entraîne, qui sont de l'ordre du millimètre. En l'absence de dispositif d'évaluation plus fiable, c'est cette méthode qui a été retenue, après validation.

Pour valider la méthode dans cette étude, une analyse inter examineurs a été effectuée sur 10 dossiers pris au hasard dans l'échantillon. Les moyennes des différences pour les 11 points céphalométriques ont été comparées à zéro. Cette analyse n'a pas concerné l'ensemble des dossiers mais représentait cependant une comparaison de plus de 600 coordonnées. Le test statistique a montré l'absence de différence significative entre les relevés des 2 examineurs excepté pour un point (ENA pré opératoire). Ce test nous semble cependant critiquable car il prenait en compte les moyennes des différences relatives entre les examineurs ce qui diminuait les variations entre les points. La moyenne des différences absolues était plus élevée : une erreur de tracé inter observateur de 1,03mm (0.8 à 1.40) était notée en moyenne sur l'ensemble des points. Aucun test statistique n'a été réalisé sur ces

valeurs point par point, mais ce degré d'imprécision a été pris en compte dans la suite de l'étude.

Dans une perspective clinique, nous avons pris en compte le mouvement d'un point que lorsque ses coordonnées variaient de plus de 2 mm comme l'a décrit Proffit [55]. Cela nous semblait lisser les biais d'imprécision de relevé des points sans dénaturer la portée des résultats. En effet, la conséquence clinique d'un déplacement d'un point céphalométrique de moins de 2 mm peut être considéré comme négligeable.

La limite majeure de l'utilisation de la méthode des superpositions est l'étude des patients en période de croissance. Les valeurs des mouvements post opératoires tardifs chez les patients opérés avant ou pendant le pic de croissance pubertaire sont ininterprétables puisque la part de mouvement des points due à la croissance et celle due à la récédive ne peuvent être différenciées.

#### **7.2.4 Choix du repère orthonormé :**

Nous avons utilisé le repère orthonormé décrit par Nimeskern [53] à partir de la ligne C1 de l'analyse de Delaire. Lors du tracé du plan de Francfort, un parallélisme entre la ligne C1 de l'analyse de Delaire et le plan de Francfort a été observé avec une variation de 1.25° en moyenne (0-6). Le repère utilisé dans l'étude avait donc l'avantage d'être intégré dans l'analyse céphalométrique utilisée de manière habituelle et de se rapprocher des repères décrits dans la littérature, basés sur S'Na (6 ou 7° de rotation supérieure par rapport à SNa) comme axe des abscisses (approximativement parallèle au plan de Frankfort) et perpendiculaire à cette droite passant par S comme axe des ordonnées [42, 56, 57, 61].

### **7.3. RESULTATS**

#### **7.3.1. Caractérisation de la population:**

Dans la littérature, 2 types de description clinique des schémas faciaux hyperdivergents coexistent :

1. Les insuffisances verticales postérieures majeures, par hypocondylie sévère ou par ankyloses temporo mandibulaires sont connues. Les patients concernés présentent un aspect dit de « profil d'oiseau » [62] (Fig. 41). Il existe alors une impression relative d'excès vertical antérieur en raison de la rétrognathie.
2. Le « syndrome de face longue » [2, 48, 63, 64] est à l'opposé un excès vertical antérieur avec un visage allongé par augmentation de l'étage inférieur de la face (excès symphysaire, béance antérieure, excès maxillaire, ou ouverture de l'angle mandibulaire).

Dans notre échantillon, la différence clinique n'était pas aussi évidente, et il nous a semblé important de rechercher des moyens simples de faire cette différence pour orienter le choix thérapeutique.

- Critères radiologiques d'identification

Cette étude a montré que la différence entre IVP et EVA pouvait être suspectée sur l'analyse structurale et céphalométrique de Delaire en prenant en compte les rapports mandibulorachidiens et les différentes hauteurs faciales.

#### - Syndrome d'IVP

Le rapport hauteur de la branche montante/hauteur du 1/3 moyen de la face a été utilisé comme aide diagnostique car il nous semblait corrélé à l'impression structurale d'IVP et permettait de la quantifier. Ce rapport basé sur les mesures de hauteur postérieure de Château [50] se réfère à des points anatomiques et non à une construction céphalométrique. Il peut donc être calculé sans tracé céphalométrique préalable. La hauteur du 1/3 moyen semble stable selon Isaacson [65] quelque soit le schéma facial hyperdivergent ou non et permet donc de s'y référer. Lorsqu'il existe une rotation du prémaxillaire, susceptible de modifier cette hauteur, il semble préférable de prendre ENAt sur l'analyse de Delaire au lieu de ENA. Lorsque ce rapport  $[Co-Go]/[Na-ENA]$  était inférieur à 0,9, et que le plan d'occlusion mandibulaire était fortement verticalisé (angle  $Fp_{mand} > 20^\circ$ ) l'IVP a été considéré par l'examinateur comme sévère. L'association de ces 2 critères céphalométriques nous ont semblé pertinents dans le choix thérapeutique.

### - Syndrome de face longue

Le « syndrome de face longue » associé à une classe 2 dentosquelettique recouvrait de nombreuses entités radiologiques souvent intriquées dans cet échantillon :

- L'excès vertical d'origine maxillaire était plus ou moins important en postérieur (montré par les variations importantes de l'angle FPo maxillaire),
- l'ouverture de l'angle mandibulaire variait en fonction du degré de rotation postérieure extrinsèque et intrinsèque de la mandibule
- l'excès symphysaire dépendait de la compensation dentoalvéolaire du secteur antérieur mandibulaire permettant au plan d'occlusion un « rattrapage » de l'hyperdivergence squelettique. Ces compensations étaient illustrées par les variations importantes de l'angle FPo mandibulaire.

Le « syndrome de face longue » présentait donc un grand polymorphisme sur le plan radiographique. Nous n'avons pu identifier de critères céphalométriques simples et pertinents permettant de distinguer dans l'échantillon les étiologies maxillaire et mandibulaire de l'EVA.

### **7.3.2 Correction chirurgicale de l'insuffisance verticale postérieure :**

La reconnaissance du syndrome d'insuffisance verticale postérieure dans la décision chirurgicale n'est prise que rarement en compte dans la littérature sauf dans les cas très sévères [62]. Pour les auteurs de l'école Nantaise (Delaire, Mercier, Tulasne, Ferri) l'indication d'un allongement de la branche montante est motivée par la volonté de redonner des proportions harmonieuses aux différentes unités mandibulaires, donc d'allonger un ramus court, d'horizontaliser le plan d'occlusion, et de restaurer l'équilibre musculaire en particulier labial et lingual.

L'ostéotomie verticale rétrospigienne, d'abord décrite pour le traitement des prognathies mandibulaires par Caldwell et Letterman en 1954 a été utilisée par Caldwell en 1960 [66] puis par Robinson en 1962 [66] pour la correction des micromandibulie. Popescu en 1975 l'a utilisé pour certaines formes de rétrognathies [67]. Elle est utilisée à Nantes depuis une trentaine d'années.

Cette procédure chirurgicale permet en général un allongement conséquent du ramus (8 mm en moyenne après remodelage de l'angle mandibulaire dans l'étude), une horizontalisation du plan d'occlusion et une avancée mandibulaire pouvant être relativement importante (jusqu'à 18.5mm dans l'étude). Une ostéotomie de Lefort 1 peut être associée si nécessaire. L'abord cervical peut être considéré comme un inconvénient mais la cicatrice restait discrète dans la majorité des cas (11% de reprise chirurgicale dans notre série) ce qui est retrouvé dans l'étude de Reitzik [68]. On retrouve dans notre étude 5 cas d'atteinte du nerf mandibulaire probablement du à un certain degré d'étirement lors de l'allongement mais qui est peu gênant. Le taux retrouvé dans notre étude est sensiblement plus élevé (28%) que les résultats publiés par Reitzik (6%). Ce taux d'atteintes est certainement un peu plus élevé lorsque la recherche du trouble sensitif est attentive (60% d'atteinte dans l'étude de Jarrosson après OSBM [69]).

Pour allonger le ramus, Tulasne, qui a abandonné l'ostéotomie en L inversé nécessitant une greffe osseuse [45] et Ferri [70] s'inspirant de Wolford [71] proposent une ostéotomie sagittale classique d'Obwegeser par voie endobuccale avec section de la sangle pterygo-masseterine permettant l'abaissement de la portion dentée mandibulaire. La désinsertion musculaire doit être large pour que l'abaissement se réalise sans contrainte. L'abord cervical de l'ostéotomie de CL permet cette rugination sous périostée large des tables internes et externes de la mandibule.

L'étude de la stabilité des CL dans notre échantillon a montré une petite tendance au recul mandibulaire lors de la fermeture progressive de la béance postérieure. Un degré d'hypercorrection lors du geste chirurgical est donc recommandé, comme le souligne Tulasne [45].

### **7.3.3 Stabilité des résultats de l'ostéotomie de CL**

Dans cette étude, une ostéotomie d'allongement était indiquée lorsque la branche montante était courte et le plan d'occlusion mandibulaire vertical. Lorsque le rapport [Co-Go]/[Na-ENA] était inférieur à 0.9 et l'angle entre le plan d'occlusion mandibulaire et le plan de Francfort supérieur à 20°, tous les patients (5) ont été traités par CL. Pour le même rapport et un angle compris entre 15 °et 20°, 80% des patients ont été traités par CL.

Il n'a pas été possible dans notre étude de comparer les résultats de stabilité du CL par rapport à une ostéotomie classique pour le traitement des IVP. Cela s'explique par la rareté du syndrome et le faible effectif de l'échantillon (18 CL) mais surtout par le fait qu'en cas d'IVP sévère ou modérée, une ostéotomie de CL a été systématiquement discutée voire réalisée, limitant le nombre de patients présentant une IVP traités par chirurgie conventionnelle. Les indications d'une ostéotomie d'allongement des branches montantes pour le traitement d'une classe 2 hyperdivergente d'origine postérieure dépendent pour Mercier [44] de la position verticale postérieure du maxillaire : s'il existe un sourire gingival, l'indication d'ostéotomie du maxillaire est posée pour réaliser une ascension antérieure. Si une ascension est possible en postérieur sans trop verticaliser le plan d'occlusion maxillaire, le problème vertical postérieur peut être réglé par l'ascension maxillaire et permet de « rattraper » l'insuffisance verticale postérieure. La réalisation d'une ostéotomie mandibulaire dépend ensuite de l'importance du décalage sagittal. En revanche en cas de maxillaire bien placé, ou présentant un excès vertical uniquement antérieur (la hauteur alvéolaire postérieure étant très réduite), une ostéotomie d'allongement des branches montantes mandibulaires est indiquée. L'indication de l'allongement de la branche montante dans des formes plus modérée dépend de l'aspect clinique en particulier la visibilité du relief de l'angle mandibulaire.

L'indication chirurgicale pour les patients de cette étude a été portée dans la majorité des cas avec la volonté de réorienter le plan d'occlusion, donc de corriger l'hyperdivergence faciale, et de corriger la classe II. Dans cette étude, ces 2 objectifs ont été atteints dans la majorité des cas (73% de correction de FMA, et 92% de correction des classe II) quelque soit l'étiologie de l'hyperdivergence et la technique chirurgicale utilisée.

#### **7.3.4 Récidives cliniques et radiologiques**

Les publications concernant cette typologie faciale portent sur la stabilité après chirurgie des béances antérieures. Les taux de récurrences sont très variables selon les auteurs : Maia retrouve 52 % de récurrences [72] dans un groupe de classe II. Dans la présente étude, le taux de récurrence globale des béances antérieures était de 40%. Neufs des 13 patients concernés ne présentaient qu'une réouverture minimale inférieure à 2 mm. Les résultats concernant la stabilité clinique et squelettique étaient satisfaisants comme l'indique l'évaluation de la satisfaction des patients, malgré les réouvertures de béance antérieure purement

dentoalvéolaires ou par tendance à la rotation mandibulaire postérieure. Ces récurrences étaient le plus souvent corrélées à une dysfonction linguale persistante. L'hyperdivergence squelettique n'était pas toujours accompagnée de béance antérieure (60% dans notre série) au stade chirurgical. Pour un grand nombre de patients, l'absence de béance pouvait s'expliquer par les compensations dentoalvéolaires naturelles ou après traitements orthodontiques.

L'étude de Proffit parue en 1996 [73] sur la hiérarchie de stabilité en chirurgie orthognathique montre que l'action chirurgicale la plus stable est l'impaction du maxillaire isolée et dans une moindre mesure, son association à une chirurgie mandibulaire. Dans notre étude, nous avons observé 4 récurrences maxillaires mesurées à 3 mm dans le sens vertical soit 17%. Une étude récente a montré de bons résultats de fermeture de béance par chirurgie mandibulaire isolée [74], en particulier chez les patients présentant un certain degré d'insuffisance verticale postérieure chez qui la fermeture de la béance par une ostéotomie maxillaire aurait pu avoir des conséquences cliniques défavorables. Les auteurs décrivent de bons résultats de stabilité en contradiction avec d'autres études [75, 76] dans lesquelles cette méthode est déconseillée. Une comparaison des protocoles chirurgicaux de fermeture de béance serait souhaitable.

## **8. CONCLUSION**

Il est communément admis que l'hyperdivergence faciale associée à une classe II représente un défi thérapeutique pour l'orthodontiste et le chirurgien. Le diagnostic doit être précoce et la thérapeutique doit être entreprise dans le but de contrôler la dimension verticale lors de la correction du sens sagittal. Des facteurs prédictifs de croissance ont été élaborés dans ce sens. La part dysfonctionnelle est particulièrement importante dans la genèse de ce schéma facial et doit être pris en compte dans l'élaboration, la conduite, et le suivi du traitement. Si la dysmorphose dépasse les possibilités orthodontiques et orthopédiques, le traitement chirurgical doit être entrepris pour retrouver des rapports squelettiques harmonieux entre maxillaire et mandibule dans le sens sagittal et vertical et restaurer les équilibres musculaires altérés.

La différence entre une ouverture du FMA d'origine antérieure et postérieure est souvent difficile à faire cliniquement sauf dans les cas extrêmes. L'analyse radiologique structurale et céphalométrique a permis dans cette étude de faire la dichotomie qui nous semble indispensable en thérapeutique. L'utilisation du rapport hauteur du ramus [Co Go]/[Na-ENA] associé à l'étude du plan d'occlusion mandibulaire semblent être de bons indicateurs pour le diagnostic de l'insuffisance verticale postérieure et le diagnostic différentiel des fausses IVP due à une position haute de l'ATM. Ils nous ont permis, par une mesure simple, indépendante de toute analyse céphalométrique, de distinguer les étiologies d'hyperdivergence. Ils restent cependant à valider sur un plus grand nombre de patients.

Lorsqu'il existe une insuffisance postérieure sévère expliquant l'hyperdivergence, une ostéotomie d'allongement de la branche montante semble être indiquée. Cette technique permet de restaurer la hauteur postérieure avec de bons résultats fonctionnels et esthétiques. Il serait intéressant de la comparer aux techniques conventionnelles dans le traitement du même type de dysmorphose.

Le « syndrome de face longue » présente un grand polymorphisme. L'identification de critères céphalométriques spécifiques pour chaque aspect clinique d'EVA est illusoire. Le but du traitement chirurgical est de corriger l'ensemble des déformations mais surtout de contrôler les dysfonctions oro faciales.

## **9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Schudy, F.F., *Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment*. Angle Orthod, 1964. **34**(2).
2. Schendel, S.A., et al., *The long face syndrome: vertical maxillary excess*. Am J Orthod, 1976. **70**(4): p. 398-408.
3. Downs, W., *Analysis of the dentofacial profile*. Angle Orthod, 1956. **26**: p. 191-212.
4. Johnson, E.L., *The Frankfort-mandibular plane angle and the facial pattern*. Am J Orthod, 1950. **36**(7): p. 516-33.
5. Vaden, J.L., *Nonsurgical treatment of the patient with vertical discrepancy*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1998. **113**(5): p. 567-82.
6. Riedel, R., *Relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and normal occlusion*. Angle Orthod, 1965. **22**: p. 142-145.
7. Ricketts, *The Influence of Orthodontic Treatment on facial Growth and Development*. Angle Orthod, 1960. **30**: p. 103-.
8. Tweed, C.H., *The Francfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis*. Am J Orthod, 1946. **32**: p. 175-221.
9. Tweed, C.H., *The diagnostic facial triangle in the control of treatment objectives*. Am J Orthod, 1969. **55**(6): p. 651-7.
10. Schwarz, *Roentgenostatics*. Am J Orthod, 1961. **47**(8): p. 561-85.
11. Junkin, J.B. and L.M. Andria, *Comparative long term post-treatment changes in hyperdivergent Class II Division 1 patients with early cervical traction treatment*. Angle Orthod, 2002. **72**(1): p. 5-14.
12. Horn, A.J., *Facial height index*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1992. **102**(2): p. 180-6.
13. Girardot, R.A., Jr., *Comparison of condylar position in hyperdivergent and hypodivergent facial skeletal types*. Angle Orthod, 2001. **71**(4): p. 240-6.
14. Gola, R., et al., *Analyse cephalometrique de profil fonctionnelle et esthetique*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2004. **105**(6): p. 329-35.
15. Delaire, J., J.C. Ferre, and O. Faucher, *Quelques observations cliniques et reflexions sur la croissance condylienne* Actual Odontostomatol (Paris), 1970. **90**: p. 199-215.
16. Delaire, J., *Le role du condyle dans la croissance de la machoire inferieure et dans l'equilibre de la face..* Rev Stomatol Chir Maxillofac, 1990. **91**(3): p. 179-92.
17. Delaire, J., *L'analyse architecturale et structurale crânio-faciale (de profil). Quelques exemples d'emploi en chirurgie maxillo-faciale*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 1973. **79**(1): p. 1-33.
18. Salagnac, J.M., J. Delaire, and J. Mercier, *Developpement vertical de la face et du rachis cervical. Interets diagnostique et therapeutique en ODF et en chirurgie maxillo-faciale*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 1999. **100**(1): p. 13-26.
19. Bjork, A., *Prediction of mandibular growth rotation*. Am J Orthod, 1969. **55**(6): p. 585-99.
20. Skieller, V., A. Bjork, and T. Linde-Hansen, *Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample*. Am J Orthod, 1984. **86**(5): p. 359-70.
21. Gramling, J.F., *The Probability Index*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995. **107**(2): p. 165-71.
22. Salagnac, J.M., *Previsions de croissance et orthopédie dentofaciale : intérets et fiabilité des superpositions*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2002. **103**(4): p. 221-232.
23. Rubin, R.M., *Planning treatment in high angle Class II malocclusion*. Angle Orthod, 1975. **45**(1): p. 43-54.
24. Sassouni, V., *Analysis of dentofacial vertical proportions*. Am J Orthod, 1964. **50**(11): p. 801-823.
25. Kiliaridis, S. and P. Kalebo, *Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology*. J Dent Res, 1991. **70**(9): p. 1262-5.
26. Bakke, M. and L. Michler, *Temporalis and masseter muscle activity in patients with anterior open bite and craniomandibular disorders*. Scand J Dent Res, 1991. **99**(3): p. 219-28.

27. Bresolin, D., et al., *Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development*. Am J Orthod, 1983. **83**(4): p. 334-40.
28. McNamara, J.A., *Influence of respiratory pattern on craniofacial growth*. Angle Orthod, 1981. **51**(4): p. 269-300.
29. Yamada, T., et al., *Influences of nasal respiratory obstruction on craniofacial growth in young Macaca fuscata monkeys*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1997. **111**(1): p. 38-43.
30. Buschang, P.H., *Early treatment of hyperdivergent open-bite malocclusions*. seminars in orthodontics, 2002. **8**(3): p. 130-140.
31. Schudy, F.F., *the cant of the occlusal plane and the axial inclinations of teeth as related to diagnosis and treatment*. Angle Orthod, 1963. **33**(2): p. 69-82.
32. Wertz, R. and M. Dreskin, *Midpalatal suture opening: a normative study*. Am J Orthod, 1977. **71**(4): p. 367-81.
33. Sankey, W.L., et al., *Early treatment of vertical skeletal dysplasia: the hyperdivergent phenotype*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2000. **118**(3): p. 317-27.
34. Cozza, P., A. Marino, and L. Franchi, *A nonsurgical approach to treatment of high-angle Class II malocclusion*. Angle Orthod, 2008. **78**(3): p. 553-60.
35. Burke, M. and A. Jacobson, *Vertical changes in high-angle Class II, division 1 patients treated with cervical or occipital pull headgear*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1992. **102**(6): p. 501-8.
36. Caldwell, S.F., T.A. Hymas, and T.A. Timm, *Maxillary traction splint: a cephalometric evaluation*. Am J Orthod, 1984. **85**(5): p. 376-84.
37. Pearson, L.E., *Vertical control in treatment of patients having backward-rotational growth tendencies*. Angle Orthod, 1978. **48**(2): p. 132-40.
38. Majourau, A. and R. Nanda, *Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1994. **106**(3): p. 322-8.
39. Giordanetto, *Denture mixte et hyperdivergence*. International Orthodontics, 2005(3): p. 291-306.
40. Everdi, N., N.R., *The use of skeletal anchorage in open bite treatment : a cephalometric evaluation*. Angle Orthod, 2004. **74**: p. 381-90.
41. Bardinet E., B.C., *. contrôle vertical et thérapeutique orthopédique*. Orthod Fr, 2003. **74**(377-409).
42. Fischer, K., L. von Konow, and V. Brattstrom, *Open bite: stability after bimaxillary surgery--2-year treatment outcomes in 58 patients*. Eur J Orthod, 2000. **22**(6): p. 711-8.
43. Olivi, P., J.-L.B., *Orientation du plan d'occlusion et récidence postopératoire des béances antérieures*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2009. **30**: p. 1-4.
44. Mercier, J., *L'intérêt de l'étude des rapports mandibulo-rachidiens dans l'indication opératoire en chirurgie orthognathique*. rev Orthop Dento-faciale, 2007. **41**: p. 461-477.
45. Tulasne, *Hyperdivergence squelettique: considérations chirurgicales*. rev Orthop Dento-faciale, 2010. **44**: p. 333-351.
46. Delaire, J., *l'évaluation des "capacités de réponse" de la mandibule aux traitements orthopédiques*. Le cahier stomatologique, 1996: p. 3-22.
47. Delaire, J., *L'analyse architecturale et structurale cranio-faciale (de profil). Principes théoriques. Quelques exemples d'emploi en chirurgie maxillo-faciale*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 1978. **79**(1): p. 1-33.
48. Nanda, R., *le "long face syndrome". Son étiologie, son développement et ses modalités de traitement*. Orthod Fr, 1988. **59**: p. 891-913.
49. Benoist, M., *Traité de technique chirurgicale stomatologique et maxillo-faciale, Tome 1 chirurgie orthognathique*. 1988.
50. Chateau M, *Orthopédie dento-faciale clinique : diagnostic, traitement, stabilisation*. Paris : édition CdP, 1993.
51. Karlsen, A.T., *Association between facial height development and mandibular growth rotation in low and high MP-SN angle faces: a longitudinal study*. Angle Orthod, 1997. **67**(2): p. 103-10.
52. Bjork, A. and V. Skieller, *Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years*. Eur J Orthod, 1983. **5**(1): p. 1-46.

53. Nimeskern, *La ligne Co de l'analyse architecturale crano-faciale selon Delaire ou sa modélisation sur feuille de calcul électronique*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2002. **103**(6): p. 327-334.
54. Caldwell, J.B. and G.S. Letterman, *Vertical osteotomy in the mandibular ramal for correction of prognathism*. J Oral Surg (Chic), 1954. **12**(3): p. 185-202.
55. Proffit, W.R., et al., *Long-term stability of surgical open-bite correction by Le Fort I osteotomy*. Angle Orthod, 2000. **70**(2): p. 112-7.
56. Espeland, L., et al., *Three-year stability of open-bite correction by 1-piece maxillary osteotomy*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008. **134**(1): p. 60-6.
57. Hoppenreijts, T.J., et al., [*Stability of orthodontic-maxillofacial surgical treatment of anterior open bite deformities*]. Ned Tijdschr Tandheelkd, 2001. **108**(5): p. 173-8.
58. Haynes, *Inter-and intra-observer identification of landmarks used in the Delaire's analysis*. Eur J Orthod, 1993. **15**(1): p. 79-84.
59. Staburn, *Precision in cephalometric landmark identification*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 1982. **4**: p. 185-196.
60. Wall, *Accuracy of cephalometry in measurements of postoperative migration of the maxilla after Lefort I osteotomy*. International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery, 1996. **11**: p. 105-115.
61. Hoppenreijts, T.J., et al., *Skeletal and dento-alveolar stability of Le Fort I intrusion osteotomies and bimaxillary osteotomies in anterior open bite deformities. A retrospective three-centre study*. Int J Oral Maxillofac Surg, 1997. **26**(3): p. 161-75.
62. Obwegeser, H.L. and O. Hadjianghelou, *Two ways to correct bird-face deformity*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1987. **64**(5): p. 507-18.
63. Bell, W.H., T.D. Creekmore, and R.G. Alexander, *Surgical correction of the long face syndrome*. Am J Orthod, 1977. **71**(1): p. 40-67.
64. Bell, W.H. and K.L. McBride, *Correction of the long face syndrome by Le Fort I osteotomy. A report on some new technical modifications and treatment results*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1977. **44**(4): p. 493-520.
65. Isaacson, J.R., et al., *Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and dental relations*. Angle Orthod, 1971. **41**(3): p. 219-29.
66. Caldwell, J.B. and W.J. Amaral, *Mandibular micrognathia corrected by vertical osteotomy in the rami and iliac bone graft*. J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv, 1960. **18**: p. 3-15.
67. Popescu, V. and D. Vasiliu, *Vertical osteotomy of the ascending rami in mandibular retrognathism*. J Maxillofac Surg, 1975. **3**(2): p. 65-73.
68. Reitzik, M., et al., *The surgical treatment of skeletal anterior open-bite deformities with rigid internal fixation in the mandible*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1990. **97**(1): p. 52-7.
69. Jarrosson, C., P. Corcia, and D. Goga, . *Evaluation du deficit sensitif du nerf alveolaire inferieur apres osteotomie mandibulaire*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2005. **106**(3): p. 139-45.
70. Ferri, J., *Posterior Vertical Deficiencies of the mandible : presentation of a new corrective technique and retrospective study of 21 cases*. J Oral Maxillofac Surg, 2008. **66**(35): p. 35-44.
71. Wolford, L.M., M.A. Bennett, and C.G. Rafferty, *Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1987. **64**(2): p. 146-55.
72. Maia, F.A., et al., *Long-term stability of surgical-orthodontic open-bite correction*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. **138**(3): p. 254 e1-254 e10; discussion 254-6.
73. Proffit, W.R., T.A. Turvey, and C. Phillips, *Orthognathic surgery: a hierarchy of stability*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1996. **11**(3): p. 191-204.
74. Stansbury, C.D., et al., *Stability of open bite correction with sagittal split osteotomy and closing rotation of the mandible*. J Oral Maxillofac Surg, 2010. **68**(1): p. 149-59.
75. Burden, D., et al., *A cephalometric study of Class II malocclusions treated with mandibular surgery*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2007. **131**(1): p. 7 e1-8.
76. Schendel, S.A.E., B.N., *Results after mandibular advancement surgery: an anlysis of 87 cases*. J oral surg, 1980. **38**: p. 265-282.

# 10. ANNEXE

## Résultats des tests de comparaison inter examinateurs

Variations inter examinateurs des coordonnées du point ENA en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs ENA préop 1	Abs ENA préop 2	Dif	Ord ENA préop 1	Ord ENA préop 2	Dif	Abs ENA postP1	Abs ENA postP2	Dif	Ord ENA postP1	Ord ENA postP2	Dif	Abs ENA postT1	Abs ENA postT2	Dif	Ord ENA postT1	Ord ENA postT2	Dif
FLE	69	69	0	49	50	1	70	69	-1	50	50	0	71	69	-2	50	50	0
SEM	72	70	-2	53	53	0	71	71	0	45	46	1	71	70	-1	49	50	1
FOR	75,5	77	1,5	50	51	1	76	77	1	50	51	1	78	77	-1	51	51	0
ARC	76	77	1	52	53	1	76	75,5	-0,5	51	53	2	77,5	77	-0,5	53,5	53	-0,5
PAI	78	76,5	-1,5	49	49,5	0,5	82	79	-3	46,5	47	0,5	82	81,5	-0,5	48,5	47	-1,5
DON	82	83	1	46,5	47	0,5	81,5	82,5	1	47,5	47	-0,5	82	82	0	47	47	0
RAZ	73	74	1	41	41,5	0,5	75	74,5	-0,5	35	36,5	1,5	72	74	2	40,5	40	-0,5
GAB	73,5	74	0,5	46	47	1	75	75,5	0,5	40	41,5	1,5	76	78	2	41	42,5	1,5
LEN	78	78,5	0,5	47	48	1	79	78	-1	48	47	-1	81	80	-1	48,5	49	0,5
LEC	75	75	0	48,5	48	-0,5	75,5	79	3,5	43	42	-1	75	75	0	44	45,5	1,5
		moyenne	0,20		moyenne	0,60		moyenne	0,00		moyenne	0,50		moyenne	-0,20		moyenne	0,20
		min	-2,00		min	-0,50		min	-3,00		min	-1,00		min	-2,00		min	-1,50
		max	1,50		max	1,00		max	3,50		max	2,00		max	2,00		max	1,50
moyenne globale		<b>p-value</b>	0,680		<b>p-value</b>	0,020		<b>p-value</b>	0,984		<b>p-value</b>	0,191		<b>p-value</b>	0,641		<b>p-value</b>	0,625
	0,92	moyenne	0,90		moyenne	0,70		moyenne	1,20		moyenne	1,00		moyenne	1,00		moyenne	0,70

Variations inter examinateurs des coordonnées du point ENP en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs ENP préop 1	Abs ENP préop 2	Dif	Ord ENP préop 1	Ord ENP préop 2	Dif	Abs ENP postP1	Abs ENP postP2	Dif	Ord ENP postP1	Ord ENP postP2	Dif	Abs ENP postT1	Abs ENP postT2	Dif	Ord ENP postT1	Ord ENP postT2	Dif
FLE	17	16	-1	49	48	-1	17	15	-2	49	48	-1	17	14	-3	48	48	0
SEM	23	20	-3	52	52	0	22,5	23	0,5	46	45	-1	22	23	1	47	47	0
FOR	21,5	22	0,5	48	49	1	21,5	22	0,5	48	48	0	21,5	22	0,5	48	48	0
ARC	19,5	19	-0,5	49	48	-1	19	19	0	48,5	49	0,5	19	20	1	48,5	49	0,5
PAI	23	23	0	51	52	1	26	24	-2	44,5	47	2,5	24	24,5	0,5	49	49,5	0,5
DON	26,5	26	-0,5	48	47	-1	27	27	0	48	47	-1	26	27	1	48	47	-1
RAZ	19	19	0	43,5	43	-0,5	22	21	-1	42,5	43,5	1	21	22	1	42	43	1
GAB	20,5	20,5	0	43	44	1	22	22	0	43	44	1	21	23	2	43	44	1
LEN	23	24,5	1,5	52	52	0	23,5	23	-0,5	52	51	-1	23	24	1	52	52	0
LEC	23,5	23	-0,5	52,5	53	0,5	23	23	0	52,5	51	-1,5	23	23	0	52,5	53	0,5
		moyenne	-0,35		moyenne	0,00		moyenne	-0,45		moyenne	-0,05		moyenne	0,50		moyenne	0,25
		min	-3,00		min	-1,00		min	-2,00		min	-1,50		min	-3,00		min	-1,00
		max	1,50		max	1,00		max	0,50		max	2,50		max	2,00		max	1,00
moyenne globale		<b>p-value</b>	0,406		<b>p-value</b>	1,000		<b>p-value</b>	0,250		<b>p-value</b>	0,797		<b>p-value</b>	0,102		<b>p-value</b>	0,313
	0,78	moyenne	0,75		moyenne	0,70		moyenne	0,65		moyenne	1,05		moyenne	1,10		moyenne	0,45

Variations inter examinateurs des coordonnées du point I en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs I préop 1	Abs I préop 2	Dif	Ord I préop 1	Ord I préop 2	Dif	Abs I postO P 1	Abs I postP2	Dif	Ord I postO P 1	Ord I postO P 2	Dif	Abs I Posop T 1	Abs I Posop T 2	Dif	Ord I Posop T 1	Ord I Posop T 2	Dif
FLE	64	64	0	79	78	-1	63	63	0	79	78	-1	63,5	63	-0,5	78	79	1
SEM	69	69	0	89,5	89	-0,5	69	70	1	82	80	-2	68	70	2	83	80	-3
FOR	73	73	0	80	80	0	72	73	1	80	80	0	73,5	73	-0,5	80	80	0
ARC	75	75	0	84	84,5	0,5	75	76	1	84	84,5	0,5	76	76	0	84	84,5	0,5
PAI	72	70	-2	83	84	1	73	72,5	-0,5	78	81	3	74	73	-1	82	82	0
DON	77	76,5	-0,5	78	77,5	-0,5	77,5	77	-0,5	79	78	-1	76	75	-1	80	79	-1
RAZ	70	70	0	71	71	0	74,5	73,5	-1	64	65,5	1,5	75	73,5	-1,5	66	67	1
GAB	72	70	-2	76	78	2	76	75	-1	70,5	71	0,5	75	74	-1	71	72,5	1,5
LEN	71	75	4	81	81	0	76	74,5	-1,5	82	80,5	-1,5	75,5	75	-0,5	83	83	0
LEC	71	70	-1	85	85	0	78,5	77	-1,5	79	82	3	78	78	0	79,5	79,5	0
		moyenne	-0,15		moyenne	0,15		moyenne	-0,30		moyenne	0,30		moyenne	-0,40		moyenne	0,00
		min	-2,00		min	-1,00		min	-1,50		min	-2,00		min	-1,50		min	-3,00
		max	4,00		max	2,00		max	1,00		max	3,00		max	2,00		max	1,50
moyenne globale		<b>p-value</b>	0,563		<b>p-value</b>	0,813		<b>p-value</b>	0,438		<b>p-value</b>	0,770		<b>p-value</b>	0,172		<b>p-value</b>	0,875
	0,90	moyenne	0,95		moyenne	0,55		moyenne	0,90		moyenne	1,40		moyenne	0,80		moyenne	0,80

Variations inter examinateurs des coordonnées du point I en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs i préop 1	Abs i préop 2	Dif	Ord i préop 1	Ord i préop 2	Dif	Abs i postP1	Abs i postP2	Dif	Ord i postP1	Ord i postP1	Dif	Abs i postT1	Abs i postT2	Dif	Ord i postT1	Ord i postT2	Dif
FLE	55	55	0	77	77	0	61	60	-1	77	77	0	60	59	-1	76	77	1
SEM	59	60	1	90	91	1	66	68	2	78	79	1	64	65	1	81	80	-1
FOR	63	64	1	78	79	1	66	68	2	78	78	0	66	66,5	0,5	76	76	0
ARC	70,5	70	-0,5	84	85	1	72	73	1	80	81	1	75	75	0	82	83	1
PAI	69	68	-1	82	82	0	71	69	-2	75	78	3	72	71	-1	80	81	1
DON	67	67	0	75,5	74	-1,5	75	74,5	-0,5	76	73	-3	71	70	-1	78	77	-1
RAZ	65	65,5	0,5	69	69	0	72	71	-1	63	64	1	71,5	70,5	-1	62	64,5	2,5
GAB	66	64,5	-1,5	77,5	78	0,5	73	73	0	70	69,5	-0,5	75	75	0	73,5	75	1,5
LEN	72,5	71	-1,5	81,5	81	-0,5	73	73	0	81	80,5	-0,5	70,5	70	-0,5	81,5	80	-1,5
LEC	65	64	-1	87	88	1	73,5	73	-0,5	76	77	1	72	72	0	77	75,5	-1,5
		moyenne	-0,30		moyenne	0,25		moyenne	0,00		moyenne	0,30		moyenne	-0,30		moyenne	0,20
		min	-1,50		min	-1,50		min	-2,00		min	-3,00		min	-1,00		min	-1,50
		max	1,00		max	1,00		max	2,00		max	3,00		max	1,00		max	2,50
moyenne globale		<b>p-value</b>	0,359		<b>p-value</b>	0,359		<b>p-value</b>	1,000		<b>p-value</b>	0,359		<b>p-value</b>	0,297		<b>p-value</b>	0,848
	0,89	moyenne	0,80		moyenne	0,65		moyenne	1,00		moyenne	1,10		moyenne	0,60		moyenne	1,20

Variations inter examinateurs des coordonnées du point Mi en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs Mi préop 1	Abs Mi préop 2	Dif	Ord Mi préop 1	Ord Mi préop 2	Dif	Abs Mi postP1	Abs Mi postP2	Dif	Ord Mi postP1	Ord Mi postP2	Dif	Abs Mi postT1	Abs Mi postT2	Dif	Ord Mi postT1	Ord Mi postT2	Dif
FLE	27	30	3	69	70	1	34	38	4	75	73	-2	33	34	1	72	73	1
SEM	28	30	2	80	80	0	36	36	0	75	74	-1	32	34	2	75	74	-1
FOR	33	33	0	71	71	0	34	35,5	1,5	75	76	1	34	34	0	73	73	0
ARC	37	37	0	75	74,5	-0,5	39	39,5	0,5	76	75,5	-0,5	42	41	-1	76	77	1
PAI	42	41	-1	77	77,5	0,5	44,5	43	-1,5	72	74	2	47	46	-1	75	74,5	-0,5
DON	33	33,5	0,5	68	68,5	0,5	41,5	42	0,5	72	70	-2	38	38	0	71	71	0
RAZ	41,5	39	-2,5	63	63	0	43,5	41	-2,5	62	60	-2	44	43,5	-0,5	61	61	0
GAB	37	37	0	69	70	1	45,5	44	-1,5	69	70	1	44	42,5	-1,5	65,5	68	2,5
LEN	40	39	-1	71	72	1	39	38	-1	78	76	-2	40	38	-2	73,5	73	-0,5
LEC	38	37,5	-0,5	79	78,5	-0,5	45	44	-1	76	77	1	43,5	43,5	0	77,5	77	-0,5
		moyenne	0,05		moyenne	0,30		moyenne	-0,10		moyenne	-0,45		moyenne	-0,30		moyenne	0,20
		min	-2,50		min	-0,50		min	-2,50		min	-2,00		min	-2,00		min	-1,00
		max	3,00		max	1,00		max	4,00		max	2,00		max	2,00		max	2,50
moyenne globale		p-value	0,984		p-value	0,172		p-value	0,613		p-value	0,356		p-value	0,516		p-value	0,656
1,00		moyenne	1,05		moyenne	0,50		moyenne	1,40		moyenne	1,45		moyenne	0,90		moyenne	0,70

Variations inter examinateurs des coordonnées du point Ms en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs Ms préop 1	Abs Ms préop 2	Dif	Ord Ms préop 1	Ord Ms préop 2	Dif	Abs Ms postP1	Abs Ms postP2	Dif	Ord Ms postP1	Ord Ms postP2	Dif	Abs Ms postT1	Abs Ms postT2	Dif	Ord Ms postT1	Ord Ms postT2	Dif
FLE	31,5	33	1,5	70	71	1	37	35	-2	72	71	-1	33	33	0	71	71	0
SEM	28	31	3	80	80	0	34	36	2	71	70	-1	34	36	2	73	73	0
FOR	32	33	1	70	71	1	31,5	33	1,5	70,5	71	0,5	32,5	33,5	1	72	70	-2
ARC	35	36	1	73	72	-1	37,5	38	0,5	73	72	-1	37	37	0	73	73	0
PAI	41	41	0	76	77,5	1,5	45	41	-4	70	74	4	45,5	46	0,5	75	74,5	-0,5
DON	37,5	35	-2,5	68,5	68,5	0	40,5	39,5	-1	71	70	-1	40	40	0	71	72	1
RAZ	39	39	0	62,5	63	0,5	43	41	-2	59	60	1	44	43,5	-0,5	60	61	1
GAB	38	37,5	-0,5	67	69	2	45	44	-1	66,5	66,5	0	43,5	42,5	-1	64	67	3
LEN	42,5	42	-0,5	70	72	2	43	41	-2	73	71	-2	43	42,5	-0,5	72	75	3
LEC	37,5	36	-1,5	78	77	-1	43,5	43	-0,5	74,5	76	1,5	42	44	2	75	75,5	0,5
		moyenne	0,15		moyenne	0,60		moyenne	-0,85		moyenne	0,10		moyenne	0,35		moyenne	0,60
		min	-2,50		min	-1,00		min	-4,00		min	-2,00		min	-1,00		min	-2,00
		max	3,00		max	2,00		max	2,00		max	4,00		max	2,00		max	3,00
moyenne globale		p-value	0,758		p-value	0,141		p-value	0,190		p-value	0,941		p-value	0,469		p-value	0,266
1,16		moyenne	1,15		moyenne	1,00		moyenne	1,65		moyenne	1,30		moyenne	0,75		moyenne	1,10

Variations inter examinateurs des coordonnées du point Me en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs Me Préop 1	Abs Me Préop 2	Dif	Ord Me Préop 1	Ord Me Préop 2	Dif	Abs Me postP1	Abs Me postP2	Dif	Ord Me postP1	Ord Me postP2	Dif	Abs Me postT1	Abs Me postT2	Dif	Ord Me postT1	Ord Me postT2	Dif
FLE	40	39,5	-0,5	120	120,5	0,5	58,5	57,5	-1	116	116	0	53	53	0	115	116	1
SEM	35,5	36	0,5	133,5	133	-0,5	56	56	0	124	123	-1	53	53	0	120	119	-1
FOR	45	47	2	117	118	1	56	58	2	116	116	0	52,5	52	-0,5	112	113	1
ARC	48	47	-1	127	127	0	65,5	65	-0,5	116	117	1	62	64	2	118,5	118	-0,5
PAI	54	53	-1	127	128	1	62,5	59	-3,5	117,5	119	1,5	57	57	0	124	123,5	-0,5
DON	49	48	-1	118	118	0	70	68,5	-1,5	111	109	-2	58	58	0	115	115	0
RAZ	43	44	1	106	105	-1	65,5	65	-0,5	98	99	1	61	59,5	-1,5	98	99	1
GAB	40	37	-3	112,5	112	-0,5	66	64	-2	111	112	1	63	61,5	-1,5	113,5	114	0,5
LEN	40	42	2	122,5	122,5	0	63	63,5	0,5	121	119	-2	57,5	61	3,5	121	121	0
LEC	47,5	46	-1,5	132	132,5	0,5	71,5	72	0,5	122	122,5	0,5	65	66	1	124	124	0
		moyenne	-0,25		moyenne	0,10		moyenne	-0,60		moyenne	0,00		moyenne	0,30		moyenne	0,15
		min	-3,00		min	-1,00		min	-3,50		min	-2,00		min	-1,50		min	-1,00
		max	2,00		max	1,00		max	2,00		max	1,50		max	3,50		max	1,00
moyenne globale		p-value	0,680		p-value	0,766		p-value	0,281		p-value	0,938		p-value	0,656		p-value	0,563
0,93		moyenne	1,35		moyenne	0,50		moyenne	1,20		moyenne	1,00		moyenne	1,00		moyenne	0,55

Variations inter examinateurs des coordonnées du point T en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs T préop 1	Abs T préop 2	Dif	Ord T préop 1	Ord T préop 2	Dif	Abs T postP1	Abs T postP2	Dif	Ord T postP1	Ord T postP2	Dif	Abs T postT1	Abs T postT2	Dif	Ord T postT1	Ord T postT2	Dif
FLE	31,5	29	-2,5	97	96	-1	39	38	-1	102	100	-2	37,5	37,5	0	99	99	0
SEM	31	30	-1	111	111	0	45	44	-1	103	104	1	40	41	1	105	104	-1
FOR	37	36	-1	99	100	1	44	44,5	0,5	103,5	103	-0,5	42	42	0	99,5	99	-0,5
ARC	42	41	-1	105	104,5	-0,5	48	49	1	106,5	107	0,5	51	47	-4	106	107	1
PAI	44	43	-1	107	108,5	1,5	52	48,5	-3,5	100	100	0	47,5	48,5	1	108	106	-2
DON	40	41	1	95	97	2	53	53	0	100,5	101	0,5	45,5	47	1,5	100	103	3
RAZ	36,5	39	2,5	91	92	1	49,5	49	-0,5	87	90	3	51	51	0	86	87	1
GAB	35	34	-1	94	95	1	51	51	0	96	96	0	49,5	49,5	0	96	96	0
LEN	41	42	1	101	102	1	47	47	0	106,5	106	-0,5	45	45,5	0,5	102,5	103	0,5
LEC	43	43,5	0,5	111	111	0	58	61	3	104,5	103	-1,5	56,5	57,5	1	106,5	103,5	-3
		moyenne	-0,25		moyenne	0,60		moyenne	-0,15		moyenne	0,05		moyenne	0,10		moyenne	-0,10
		min	-2,50		min	-1,00		min	-3,50		min	-2,00		min	-4,00		min	-3,00
		max	2,50		max	2,00		max	3,00		max	3,00		max	1,50		max	3,00
moyenne globale		p-value	0,549		p-value	0,094		p-value	0,750		p-value	1,000		p-value	0,438		p-value	0,945
1,04		moyenne	1,25		moyenne	0,90		moyenne	1,05		moyenne	0,95		moyenne	0,90		moyenne	1,20

Variations inter examinateurs des coordonnées du point Go en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs Go préop 1	Abs Go préop 2	Dif	Ord Go préop 1	Ord Go préop 2	Dif	Abs Go postP1	Abs Go postP2	Dif	Ord Go postP1	Ord Go postP2	Dif	Abs Go postT1	Abs Go postT2	Dif	Ord Go postT1	Ord Go postT2	Dif
FLE	-15	-15	0	77	77	0	-2	-2	0	79	82	3	-3	-4	-1	80	79	-1
SEM	-12	-12	0	80	80	0	-12	-12	0	74	75	1	-12	-12	0	78	75,5	-2,5
FOR	-9	-11	-2	73	73	0	-7	-7	0	87	87	0	-3	-2	1	78,5	78,5	0
ARC	-7,5	-5,5	2	75	75	0	-5	-4	1	75	77	2	-5,5	-2	3,5	74	77,5	3,5
PAI	-8	-9	-1	82	82	0	-5,5	-5,5	0	81	82,5	1,5	-7	-7	0	84	83	-1
DON	-4,5	-4	0,5	80	79,5	-0,5	2,5	1,5	-1	85	79,5	-5,5	-3	-2	1	79	78	-1
RAZ	-13	-12	-1	65	67	2	0	-2	-2	80	80	0	1	-1	-2	77,5	75	-2,5
GAB	-9	-10	-1	66,5	66	-0,5	-4	-5,5	-1,5	69	69	0	-1	-2	-1	68	66	-2
LEN	0	-2	-2	77,5	75	-2,5	4	3	-1	95	95	0	7	4	-3	87	85	-2
LEC	-5	-4	1	88	90	2	0	2	2	88,5	88	-0,5	-4	-1	3	85	85	0
		moyenne	-0,15		moyenne	0,05		moyenne	-0,25		moyenne	0,15		moyenne	0,15		moyenne	-0,85
		min	-2,00		min	-2,50		min	-2,00		min	-5,50		min	-3,00		min	-2,50
		max	2,00		max	2,00		max	2,00		max	3,00		max	3,50		max	3,50
moyenne globale	<b>p-value</b>	0,813		<b>p-value</b>	1,000		<b>p-value</b>	0,625		<b>p-value</b>	0,563		<b>p-value</b>	0,883		<b>p-value</b>	0,148	
<b>1,18</b>	moyenne	<b>1,05</b>		moyenne	<b>0,75</b>		moyenne	<b>0,85</b>		moyenne	<b>1,35</b>		moyenne	<b>1,55</b>		moyenne	<b>1,55</b>	

Variations inter examinateurs des coordonnées du point A en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs A préop 1	Abs A préop 2	Dif	Ord A préop 1	Ord A préop 2	Dif	Abs A postP1	Abs A postP2	Dif	Ord A postP1	Ord A postP2	Dif	Abs A postT1	Abs A postT2	Dif	Ord A postT1	Ord A postT2	Dif
FLE	62	63	1	54	55	1	62	63	1	54	55	1	62	63	1	56	56	0
SEM	70	69	-1	61	63	2	69	69	0	55	55	0	68	68	0	57	57	0
FOR	71	71	0	58	57	-1	71	71	0	58	58	0	71	71	0	57	58	1
ARC	73	72	-1	59	60	1	72	71	-1	60	59	-1	72,5	72	-0,5	59	59	0
PAI	71	69	-2	58,5	59	0,5	73,5	72,5	-1	54,5	57,5	3	73	72	-1	57	55,5	-1,5
DON	73	74	1	54	52	-2	73	74,5	1,5	54	53	-1	72	72	0	54	53,5	-0,5
RAZ	68	70	2	47	48,5	1,5	73	71	-2	42,5	45	2,5	71,5	70,5	-1	41,5	45,5	4
GAB	71	69,5	-1,5	52	53	1	72,5	73	0,5	46,5	48	1,5	73,5	74	0,5	47	49	2
LEN	75	72	-3	55	56	1	74	69	-5	55,5	55	-0,5	74	72	-2	56	55	-1
LEC	67	66	-1	54	54	0	71	71	0	50,5	51	0,5	73	72	-1	53	55	2
		moyenne	-0,55		moyenne	0,50		moyenne	-0,60		moyenne	0,60		moyenne	-0,40		moyenne	0,60
		min	-3,00		min	-2,00		min	-5,00		min	-1,00		min	-2,00		min	-1,50
		max	2,00		max	2,00		max	1,50		max	3,00		max	1,00		max	4,00
moyenne globale	<b>p-value</b>	0,340		<b>p-value</b>	0,266		<b>p-value</b>	0,469		<b>p-value</b>	0,273		<b>p-value</b>	0,250		<b>p-value</b>	0,297	
<b>1,11</b>	moyenne	<b>1,35</b>		moyenne	<b>1,10</b>		moyenne	<b>1,20</b>		moyenne	<b>1,10</b>		moyenne	<b>0,70</b>		moyenne	<b>1,20</b>	

Variations inter examinateurs des coordonnées du point B en pré opératoire, post opératoire précoce, et post opératoire tardif

Patients	Abs B préop 1	Abs B préop 2	Dif	Ord B préop 1	Ord B préop 2	Dif	Abs B postP1	Abs B postP2	Dif	Ord B postP1	Ord B postP2	Dif	Abs B postT1	Abs B postT2	Dif	Ord B postT1	Ord B postT2	Dif
FLE	48	48	0	99,5	98	-1,5	55,5	55	-0,5	100,5	96	-4,5	54,5	53	-1,5	100	102	2
SEM	43,5	48	4,5	116	104	-12	57,5	59	1,5	101	96	-5	53	54	1	102	98	-4
FOR	52	52	0	98,5	99	0,5	59	60	1	99,5	100	0,5	56,5	56	-0,5	97,5	98	0,5
ARC	58	57	-1	100,5	101,5	1	63,5	63,5	0	102	102	0	64	65	1	102	102	0
PAI	61	59,5	-1,5	105,5	105,5	0	64,5	64	-0,5	99	100	1	62	61,5	-0,5	100	101	1
DON	55	54	-1	100	102	2	66	65	-1	99	98	-1	60,5	61	0,5	100,5	98,5	-2
RAZ	51,5	51	-0,5	91	93	2	64	64	0	82,5	83	0,5	64,5	63,5	-1	82,5	82	-0,5
GAB	49	47,5	-1,5	97	98	1	63,5	63	-0,5	94	95	1	62	61,5	-0,5	93,5	96	2,5
LEN	56	56	0				60	61	1	101	102	1	62	61	-1	101	102	1
LEC	56	54	-2	107	111	4	70	68,5	-1,5	96	100,5	4,5	67	68	1	95	95	0
		moyenne	-0,30		moyenne	-0,30		moyenne	-0,05		moyenne	-0,20		moyenne	-0,15		moyenne	0,05
		min	-2,00		min	-12,00		min	-1,50		min	-5,00		min	-1,50		min	-4,00
		max	4,50		max	4,00		max	1,50		max	4,50		max	1,00		max	2,50
moyenne globale	<b>p-value</b>	0,297		<b>p-value</b>	0,453		<b>p-value</b>	1,000		<b>p-value</b>	0,922		<b>p-value</b>	0,717		<b>p-value</b>	0,711	
<b>1,41</b>	moyenne	<b>1,20</b>		moyenne	<b>2,40</b>		moyenne	<b>0,75</b>		moyenne	<b>1,90</b>		moyenne	<b>0,85</b>		moyenne	<b>1,35</b>	

## **Les classes II hyperdivergentes : Définitions et problèmes thérapeutiques.**

---

### RESUME

Les classes II hyperdivergentes représentent un défi pour l'orthodontiste et le chirurgien. Les fréquentes récurrences après traitement peuvent être liées à la persistance de dysfonctions orofaciales dans les hyperdivergences par excès vertical antérieur, et à l'absence de rétablissement d'une hauteur faciale harmonieuse dans les hyperdivergences par insuffisance verticale postérieure. Des critères céphalométriques simples d'utilisation peuvent aider au diagnostic étiologique de l'hyperdivergence et orienter le choix thérapeutique. L'ostéotomie bilatérale d'allongement des branches montantes semble particulièrement indiquée dans la correction de certaines insuffisances verticales postérieures. Cette technique permet de restaurer la hauteur du ramus et de réorienter le plan d'occlusion de manière stable dans le temps. Les résultats fonctionnels et esthétiques exposés dans cette étude devraient inciter les chirurgiens à l'évoquer lors du choix thérapeutique.

---

### MOTS CLES

Hyperdivergence faciale – Insuffisance verticale postérieure de la face –  
Excès vertical antérieur de la face - Ostéotomie verticale des branches montantes - classe II