

Université de Montréal

Évaluations des changements des tissus mous par rapport aux tissus durs suite à une  
génioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée

*Par*

Noé Nataf

Département de santé buccale – Section d’Orthodontie Faculté de Médecine Dentaire

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

Octobre 2021

© Noé Nataf, 2021



Université de Montréal

Département de santé buccale – Section d’Orthodontie Faculté de Médecine Dentaire

*Ce mémoire intitulé*

**Évaluations des changements des tissus mous par rapport aux tissus durs suite à une  
génioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée**

*Présenté par*

**Noé Nataf**

*A été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes*

**Docteur Jack Turkewicz**

Président-rapporteur

**Docteure Athéna Papadakis**

Directeur de recherche

**Docteur Sylvain Chamberland**

Codirecteur

**Docteur François Bouchard**

Membre du jury



## Résumé

**OBJECTIFS :** L'objectif de cette étude était de déterminer les changements verticaux et horizontaux des tissus mous par rapport aux changements des tissus durs après une g nioplastie fonctionnelle isolée, l'effet de l'âge sur ces changements et de revoir le remodelage des tissus durs au niveau de la symphyse.

**MÉTHODES :** 75 patients ayant subi une g nioplastie fonctionnelle comme seule intervention chirurgicale ont été suivis pendant un minimum de 2 ans avec une téléradiographie de profil pris avant la chirurgie (T1), immédiatement après la chirurgie (T2) et 2 ans après la g nioplastie (T3). Ces patients ont été regroupés par groupe d'âge (gr 1 : <15 ans, gr 2 : 15-19 ans, gr 3 : >19 ans).

**RÉSULTATS :** Le modèle prédictif a révélé que le changement horizontal des tissus mous peut être prédit avec plus de précision horizontalement que verticalement. Les changements verticaux des tissus mous ont présenté une prédictibilité moindre, comme le montre l'équation de prédiction du groupe 3 et un coefficient de détermination de 48 %. Le pogonion de tissu dur a montré un changement net horizontal de 6,39 mm (IC95% 5,68 ; 7,10) tandis que le tissu mou a montré un changement net de 6,72 mm (IC95% 5,89 ; 7,54). Verticalement, le changement net du tissu dur au niveau du menton pour les femmes qui ne grandissent pas a montré une réduction nette de 1,63 (IC95% -3,37 ; 0,11) tandis que les hommes ont montré une réduction nette de 3,89 mm (IC95% -5,83 ; -1,95). La réduction verticale des tissus mous était similaire pour les hommes et les femmes qui ne grandissent pas, soit 1,7 mm (IC95% -2,96 ; -0,45).

**CONCLUSION :** Pour les patients qui ne grandissent pas, le changement horizontal des tissus durs était stable, et le changement des tissus mous représentait 92% des changements des tissus durs. Verticalement, le changement des tissus mous était moins prévisible. Des équations de prédiction ont été calculées. Les variations d'épaisseur des tissus mous après une g nioplastie dans les deux directions peuvent être expliquées par l'obtention d'une occlusion labiale non forcée. Ces résultats confirment le bénéfice fonctionnel et esthétique de cette chirurgie.

**Mots-clés :** g nioplastie, fonctionnelle, tissu dur, tissu mou, chirurgie, prédiction



## Abstract

**OBJECTIVES:** The aim of this study was to determine the vertical and horizontal soft tissue change versus hard tissue change following isolated functional genioplasty and to examine hard tissue remodeling at the symphysis.

**METHODS:** 75 patients who underwent a functional genioplasty as an isolated procedure were followed for a minimum of 2 years with cephalograms taken before surgery (T1), immediately after surgery (T2), and 2 years post-surgery (T3). These patients were grouped by age (Gp 1: <15 y.o., Gp 2: 15-19 y.o., Gp 3: >19 y.o.).

**RESULTS:** The predictive model reveals that soft tissue change can be predicted with more precision horizontally than vertically. Hard tissue pogonion showed a net horizontal change of 6.39 mm (CI95% 5.68; 7.10) while soft tissue showed a net change of 6.72 mm (CI95% 5.89; 7.54). Vertically, the hard tissue net change at menton for nongrowing females showed a net reduction of 1.63 (CI95% -3.37; 0.11) while males showed a net reduction of 3,89 mm (CI95% -5.83; -1.95). Soft tissue vertical reduction was similar for non-growing males and females at 1,7 mm (CI95% -2,96: -0,45).

**CONCLUSION:** For non-growing patients, the horizontal hard tissue change was stable, and the soft tissue change is 92% of the hard tissue changes. Vertically, the soft tissue change was less predictable. Prediction equations have been calculated. The soft tissue thickness variations after genioplasty in both directions can be explained by the achievement of an unforced labial occlusion. These results support the functional and aesthetic benefits of this surgery.

**Keywords:** genioplasty, functional, hard tissue, soft tissue, surgery, prediction



# Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>9</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>13</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>15</b>
<b>Liste des sigles et abréviations .....</b>	<b>19</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>23</b>
<b>Chapitre 1 – Introduction .....</b>	<b>25</b>
<b>Chapitre 2 – Recension des écrits.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Génomplastie fonctionnelle – Définition et indication .....</b>	<b>27</b>
2.1.1 La génomplastie fonctionnelle – définition .....	28
2.1.2 La génomplastie fonctionnelle – indications .....	31
<b>2.2 Techniques chirurgicales de génomplasties fonctionnelles .....</b>	<b>38</b>
2.2.1 Génomplastie et repositionnement du muscle mentonnier .....	41
2.2.2 Type de fixation utilisée : fils d'ostéosynthèse ou fixation rigide par plaque et vis.....	42
2.2.3 Stabilité des dispositifs de fixation .....	44
<b>2.3 Remodelage et limites de la génomplastie fonctionnelle.....</b>	<b>46</b>
2.3.1 Remodelage osseux lors de la génomplastie fonctionnelle.....	46
2.3.2 Limite d'avancement d'une génomplastie fonctionnelle .....	50
<b>2.4 L'impact de l'avancement osseux d'une génomplastie fonctionnelle sur les tissus mous .....</b>	<b>51</b>
2.4.1 Ratio tissu dur- tissu mou .....	51
2.4.2 Les changements au niveau des repères cutanés .....	54
<b>Chapitre 3 : Objectifs de l'étude.....</b>	<b>57</b>
<b>Chapitre 4 – Méthodologie.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 Échantillon de patients .....</b>	<b>59</b>

<b>4.2 Procédure chirurgicale .....</b>	<b>60</b>
<b>4.3 Données céphalométriques.....</b>	<b>60</b>
4.3.1 Tracé céphalométrique .....	60
4.3.2 Mesure de l'œdème.....	63
<b>4.4 Analyse statistique .....</b>	<b>63</b>
<b>Chapitre 5 – Résultats .....</b>	<b>65</b>
<b>5.1 Erreur de la méthode - Reproductibilité des tracés .....</b>	<b>65</b>
<b>5.2 Caractéristiques de l'échantillon .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3 Changement au moment de la chirurgie T2-T1.....</b>	<b>67</b>
<b>5.4 Changement au moment de la chirurgie T3-T2.....</b>	<b>69</b>
<b>5.5 Variation nette à T3 : T3-T1 .....</b>	<b>70</b>
5.5.1 Tissu dur contre tissu mou.....	71
5.5.2 Effet de l'œdème .....	71
<b>5.6 Modèles prédictifs de changement des tissus mous après un changement des tissus durs .....</b>	<b>72</b>
5.6.1 Pogonion .....	72
5.6.2 Menton .....	73
<b>Chapitre 6 – Discussion.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1 Système de coordonnées .....</b>	<b>75</b>
<b>6.2 Apport de cet échantillon par rapport aux autres études .....</b>	<b>75</b>
<b>6.3 Différence à T2-T1.....</b>	<b>77</b>
<b>6.3 Changements à long terme T3-T1 .....</b>	<b>79</b>
<b>6.4 Remodelage osseux .....</b>	<b>82</b>
<b>Chapitre 7 – Conclusion .....</b>	<b>85</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>87</b>



## Liste des tableaux

Tableau 1. – Critères cliniques et radiologiques d'un excès vertical de l'étage inférieur antérieur de la face.....	31
Tableau 2. – Ratio tissu dur – Tissu mou dans la littérature. ....	53
Tableau 3. – Repères céphalométriques et définitions .....	62
Tableau 4. – Coefficient intra-groupe (ICC) des points d'intérêts .....	65
Tableau 5. – Caractéristiques des patients et suivi radiographique.....	66
Tableau 6. – Caractéristiques dento-squelettiques.....	66
Tableau 7. – Résultats. Changement chirurgical T2T1. Changement post-chirurgical T3T2. Changement net T3T1.....	68
Tableau 8. – Modèles prédictifs de changement des tissus mous suite à un changement des tissus durs.....	72



## Liste des figures

- Figure 1. – A- Occlusion labio-mentonnaire normale et équilibrée. B- Incompétence labiale avec posture ouverte de la bouche. C- Aplatissement de la surface antérieure du menton dû à la contraction active des muscles labio-mentonnier pour obtenir la fermeture labiale. ....28
- Figure 2. – Avantage esthétique de l'augmentation de la distance cou-menton. A- Profil 2 mois pré génioplastie. B- Profil 4 semaines post génioplastie. Notez l'amélioration notable de la longueur cou-menton, la réduction de la hauteur du tiers facial inférieur et la rétrusion du profil.....29
- Figure 3. – Amélioration de sourire. La réduction de la hauteur de la symphyse permet à la lèvre inférieure de remonter et cacher les incisives inférieures lors du sourire .....30
- Figure 4. – Évaluation clinique de la déficience horizontale et de l'excès vertical d'une symphyse mentonnaire .....32
- Figure 5. – Conséquence d'une hyperactivité musculaire lors du scellement labial. A- Aplatissement du menton causé par une contraction des muscles labio-mentonniers. B-Tension exercée sur le périoste dû à l'absence de balance musculaire causant un amincissement de l'os alvéolaire et une proéminence radiculaire. C- Aplatissement du menton et léger effacement du sillon labio-mentonnier. ....33
- Figure 6. – Ratio de Holdaway correspondant au rapport entre la distance surface labiale de l'incisive inférieure à la ligne NB et la distance entre la ligne NB et le point Pg. ....34
- Figure 7. – L'angle H : angle entre la ligne H et la ligne passant par Na' - Pg'. ....34
- Figure 8. – Mesure de la lèvre inférieure par rapport à la ligne H .....35
- Figure 9. – La distance entre le plan esthétique (E-plane), décrit par Ricketts comme la ligne passant de pronasale à Pogonion tissu mou, et l'incisive inférieure donne une indication esthétique.....35
- Figure 10. – Génioplastie fonctionnelle chez une patiente présentant une persistance de la proéminence de la lèvre inférieure et un excès vertical après avulsion de 4 prémolaires. A – Prétraitement ; B- Post-traitement orthodontique, à noter le ratio de Holdaway d'environ 2 post-traitement et l'absence de compétence labiale avec effacement du sillon labio-mentonnier ; C-

post-génioplastie : rétablissement d'un ratio de Holdaway favorable et acquisition d'un profil plus esthétique.....	36
Figure 11. – Procédure chirurgicale des génioplasties fonctionnelles. A. exposition des surfaces antérieures de la mandibule et des nerfs mentonniers. B. Schéma des coupes d'ostéotomie-ostéotomies. C. Création d'un tenon et mortaise. Placement direct des fils trans-osseux. D. Repositionnement supérieur et avancé du fragment osseux inférieur et des muscles labiomentoniers. ....	38
Figure 12. – Incision mandibulaire labiale de la première prémolaire à la première prémolaire controlatérale.....	39
Figure 13. – Avancement du fragment osseux fixé par des fils d'ostéosynthèses. A- Foramen et nerf mentonnier. B- Trait de coupe partiel servant de guide de repositionnement lors de l'avancement du segment distal. Ces traits permettent d'éviter une déviation ou de calculer un déplacement latéral.....	39
Figure 14. – Traits d'ostéotomies lors de la génioplastie. A- Tenon indiqué par la flèche bleue (1).B- Mortaise (flèche verte) où va venir s'articuler le tenon. C- Repositionnement antérieur du tenon fixé avec des fixations rigides .....	40
Figure 15. – Insertion du muscle mentalis .....	42
Figure 16.– Fixation rigide avec plaque et vis. Les flèches bleues indiquent le nerf et le foramen mentonnier.....	43
Figure 17. – Externalisation des vis de fixations rigides en zone de résorption du menton. Cas 1 : A, post génioplastie ; B suivi à 19 mois post génioplastie. Cas 2 : C, post génioplastie; D, suivi 6 ans post génioplastie.....	45
Figure 18.– Recouvrement osseux complet des fils d'ostéosynthèse. A-2 semaines post génioplastie. B-2 ans post-génioplastie. Légendes : A : apposition, R : Résorption....	45
Figure 19. – Patron de remodelage osseux dans les génioplasties fonctionnelles. Zone pointillée : résorption osseuse. Zone hachurée : apposition osseuse(12).....	47
Figure 20. – Moyenne de changements horizontaux post-chirurgicaux de différents points céphalométriques en fonction du temps ; Hormis le point PGP correspondant à l'encoche créée sous le bord mandibulaire suite à l'avancement le remodelage se fait entre 3 et 6 mois .....	48

Figure 21. – Type classique de remodelage osseux chez les patients jeunes visibles par superposition céphalométrique du fait de la croissance, on observe un remodelage osseux au-dessus du segment de menton repositionné et une diminution de la profondeur de l'encoche au niveau du bord inférieur mandibulaire. Ces changements sont plus importants chez les patients les plus jeunes.....49

Figure 22. – Repères céphalométriques et mesures dimensionnelles. La hauteur verticale du menton a été évaluée par la distance perpendiculaire du plan mandibulaire à la pointe de l'incisive inférieure (ADH). La proéminence des incisives inférieures dentoalvéolaires a été évaluée par la distance de la face occlusale de l'incisive inférieure au plan A-Pg. ....61

Figure 23. – A. Vue de profil pré-chirurgicale montrant une déficience du menton antéro-postérieur et un excès vertical du tiers inférieur du visage. B : 4 semaines après l'opération, on constate un gonflement des tissus mous, une réduction de la convexité du visage et de la hauteur du visage inférieur. C : Neuf mois après l'opération, on constate une réduction du gonflement, une amélioration du contour du cou et du menton et de la courbure de la lèvre inférieure.....78

Figure 24. – A : avant l'opération, le menton est en retrait et le tiers inférieur du visage est long. B : 4 semaines après la génioplastie montrant un large avancement génial et un gonflement principalement situé au-dessus du fragment distal. C : 9 mois après l'opération, on observe un remodelage osseux et une réduction du gonflement.....78

Figure 25. – A : Sourire préopératoire montrant les incisives inférieures. B : Sourire à 1 mois après la génioplastie. C : Suivi de 9 mois montrant une amélioration du sourire. ....79

Figure 26. – Patient en pleine croissance qui a subi une génioplastie à 14 ans et 4 mois. A : avant l'opération, la lèvre inférieure est contractée et la convexité du visage est accrue. B : Un mois après la chirurgie montrant une amélioration du rapport de Holdaway. C : Suivi à vingt-six mois montrant une amélioration du contour du menton et du repli labiomentonnière. ....80

Figure 27.– Avant l'opération, montrant une protrusion dentoalvéolaire, une lèvre incompetente au repos. B : Un mois après la génioplastie. L'œdème au-dessus du fragment distal est évident. C : Remodelage osseux et apposition osseuse typique d'un patient en pleine croissance qui a subi une génioplastie... .....81

Figure 28. – Remodelage osseux typique. Première rangée : Homme, âge à la chirurgie 13.4 ans. A : pré-chirurgical. B : 2 semaines après l'opération. C : 2 ans après l'opération. Deuxième rangée : Homme, âge à la chirurgie 17,1 ans. A : pré-chirurgical. B : 2 semaines après la chirurgie. C : 2 ans après l'opération. Rangée du bas : Homme, âge à la chirurgie 31,7 ans. A : pré-chirurgical. B : 4 semaines après la chirurgie. C : 3 ans après l'opération. ....83

## Liste des sigles et abréviations

ANS : Épine nasale antérieure du maxillaire supérieur

A : Point le plus interne du contour du maxillaire entre l'épine nasale antérieure et l'incisive

B : Point le plus interne du contour de la mandibule entre l'incisive et le menton osseux

L1 : Incisive inférieure : point médian du bord incisif de l'incisive centrale mandibulaire la plus proéminente

Me : Menton : point de la ligne médiane inférieur de la symphyse mandibulaire

Gn : Gnathion : point sur la symphyse mandibulaire au milieu entre menton et pogonion

Pg : Pogonion: point le plus antérieur du contour osseux du menton

S : Sella : centre de la selle turcique

N : Nasion: point le plus antérieur de la suture frontonasale

Pn : Pronasale: point le plus antérieur et le plus proéminent du nez (pointe)

Axe-Y : Axe de croissance de la mandibule formé par ligne entre S et Gn

Ls : Labiale superius: point le plus antérieur de la lèvre supérieure

Li : Labiale inferius: point le plus antérieur de la lèvre inférieure

B' : B des tissus mous ou repli labiomentonnier

Pg' : Pogonion des tissus mous : point le plus proéminent ou le plus antérieur du menton dans le plan sagittal

Me' : Menton des tissus mous : Point le plus bas du contour du menton des tissus mous

E-line : Ligne esthétique : ligne reliant Pn et Pg'

ACP : Point de concavité antérieure

PCP : Point de convexité postérieure

Pg Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point Pg

Pg' Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le pogonion des tissus mous (Pg')

Ls Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et Ls

Li Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point Li

B Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point B

B' Horiz : Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point B des tissus mous

Me Vert : Distance verticale entre la coordonnée X-Y et le point Me

Me' Vert : Distance verticale entre la coordonnée X-Y et le tissu mou Me

Ls Vert : Distance verticale entre la coordonnée X-Y et Ls

Li Vert : Distance verticale entre la coordonnée X-Y et Li

ADH : Hauteur dentaire antérieure : distance perpendiculaire entre la pointe de l'incisive inférieure et le plan mandibulaire

*À mes parents,*



## Remerciements

Je remercie ma directrice de recherche Docteure Athéna Papadakis, pour votre aide et vos encouragements.

Un immense merci et reconnaissance au Docteur Sylvain Chamberland, d'avoir accepté de devenir un mentor et de m'enseigner votre insurpassable rigueur scientifique.

Merci au Docteur Jack Turkewicz, pour cet honneur de vous avoir en tant que président de maîtrise.

Merci également au Docteur François Bouchard pour votre temps et vos précieux conseils.

Merci à Mme Anne-Sophie Julien, statisticienne, pour son accompagnement et son dévouement au sein du projet.

Merci à mes directeurs de programme Docteur Claude Remise et Docteur Hicham El-Khatib de m'avoir offert l'opportunité de faire partie de cet exigeant et prestigieux programme.

Merci aux Docteur Vincent-Claude Péloquin et Docteur Patrice Pellerin pour leurs bienveillance.

Merci à l'ensemble des excellents cliniciens d'orthodontie de l'Université de Montréal, qui ont partagé avec générosité leurs connaissances en orthodontie clinique.

Merci à mes co-résidents pour leur soutien.

Merci à mon entourage pour sa présence.



## Chapitre 1 – Introduction

L'apparence faciale est importante pour le bien-être psychosocial et l'acceptation sociale. Des études ont confirmé l'attractivité accrue des profils faciaux droits, par rapport aux profils convexes (1-3). La dimension verticale du tiers facial est également une caractéristique importante de l'harmonie du visage. L'allongement du tiers inférieur entraîne une disproportion de la hauteur faciale. Dans le tiers inférieur du visage, la bouche doit se trouver à environ un tiers de la distance entre la base du nez et le menton (4). La combinaison de problèmes esthétiques et fonctionnels pour les visages longs semble être plus difficile à vivre que, par exemple, une déficience mandibulaire sans excès de hauteur faciale.

La gènioplastie fonctionnelle, en tant que procédure isolée, permet d'avancer et de remonter simultanément le menton, pour corriger à la fois la déficience horizontale et l'excès vertical (5). Le terme de gènioplastie fonctionnelle, introduit par Precious et Delaire en 1985 (6), semble représenter un paradoxe, car dans le passé, la chirurgie du menton a été pensée principalement dans le contexte de la cosmétique. Or, les changements de forme entraînent des changements de fonctions. Ainsi, la gènioplastie fonctionnelle est un exemple de chirurgie qui peut apporter un changement bénéfique de la fonction en modifiant la position et la forme du menton et de ses structures myocutanées associées (équilibre musculaire labiomentonnière, lèvres compétentes en repos) (6).

Plusieurs études ont traité de la stabilité et de la prévisibilité de la gènioplastie d'avancement associée à d'autres ostéotomies maxillo-mandibulaires (7-10). Parmi les études qui rapportent la gènioplastie en tant que procédure isolée, la taille de l'échantillon est plutôt faible (moins de 25) et elles rapportent à la fois des modifications du squelette et des tissus mous (1, 11-16).

Ces études révèlent que le menton des tissus mous (ou téguments) suit le mouvement horizontal et vertical du menton squelettique, mais est affecté par l'œdème initial postopératoire des tissus mous. Le changement des tissus mous par rapport au changement des tissus durs est d'environ 0,9 mm par mm de changement horizontal au pogonion (1, 12-14). Cependant, aucun rapport ne

s'est penché sur le changement vertical des tissus mous après une réduction verticale des tissus durs.

Cette étude fait suite à une étude précédente (5) qui portait sur le remodelage osseux après une g nioplastie fonctionnelle chez des individus en pleine croissance. Une revue systématique récente a recommandé des études supplémentaires concernant les changements des tissus mous et durs après une chirurgie du menton dans les trois plans de l'espace (17).

L'objectif de cette étude est de déterminer les changements verticaux et horizontaux des tissus mous par rapport aux changements des tissus durs après une g nioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée.

## **Chapitre 2 – Recension des écrits**

La g nioplastie par ostéotomie du bord inférieur mandibulaire par voie intraorale pour augmenter la hauteur symphysaire a été décrite pour la première fois par Trauner et Obwegeser en 1957. Depuis, de nombreuses évolutions dans la définition, la technique chirurgicale, les indications et les résultats attendus ont vu le jour. Cette revue de littérature a pour objectif de réunir les informations concernant la g nioplastie fonctionnelle et ses impacts. Dans une première partie, elle décrira la définition et indication de la g nioplastie fonctionnelle, dans un second temps la technique chirurgicale employée, puis abordera le remodelage osseux et les limites de la g nioplastie. Cette revue terminera sur le sujet de l'étude de cette maîtrise : le ratio tissu mous par rapport aux tissus durs lors d'une g nioplastie fonctionnelle.

### **2.1 G nioplastie fonctionnelle – Définition et indication**

L'harmonie faciale découle d'une balance équilibrée des différents étages de la face. Le menton étant un élément proéminent dans l'architecture faciale, il joue un rôle important dans l'apparence générale du visage et l'obtention de cette harmonie. Un manque ou un excès de menton peut entraîner des dysharmonies du visage.

La g nioplastie est une procédure chirurgicale visant à corriger un manque, un excès ou une asymétrie du menton. Cette chirurgie est devenue une procédure de routine dans la correction des déformations dento-faciales. Elle permet un contrôle en 3 dimensions de la position du menton amenant à des améliorations significatives de l'esthétique faciale et de l'équilibre musculaire p rieurial. Cette intervention peut être performée séparément ou combinée avec d'autres procédures chirurgicales orthognatiques.

Parmi toutes les directions possibles pour repositionner le menton, il est possible de faire : un avancement, recul, réduction ou augmentation verticale, correction transversale.

### 2.1.1 La g nioplastie fonctionnelle – définition

En 1985, Precious et Delaire introduisent le terme de « g nioplastie fonctionnelle » (6). Elle est définie comme « une ostéotomie – ost ectomie de la portion antérieure de la mandibule qui réduit l'excès de hauteur de l'étage inférieur antérieur à 55% de la hauteur faciale antérieure totale ». Cet avancement vers le haut et l'avant du menton et de ses structures myocutan es permet l'obtention d'une compétence labiale au repos, une amélioration de la fonction labiale et la réduction de la pression des lèvres sur les incisives mandibulaires (18). En effet, dans les cas d'excès vertical quand la distance ANS-Me est excessive, les lèvres deviennent incompetentes au repos et ne s'opposent plus à la poussée de la langue qui peut s'interposer entre les lèvres. De cette façon, les patients doivent effectuer une contraction de la musculature labio-mentonnière pour fermer les lèvres, causant un aplatissement des tissus autour du menton. Cette contraction cause un aplatissement des tissus autour du menton comme illustré Figure 1.

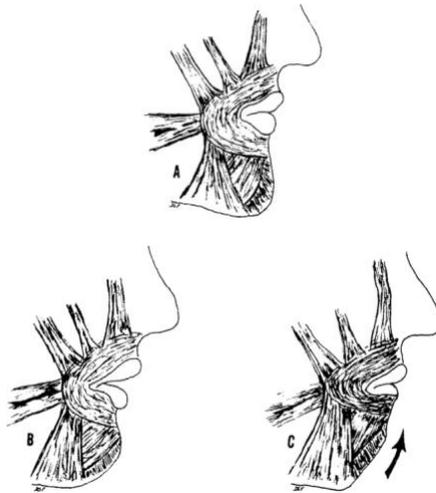


Figure 1. – A- Occlusion labio-mentonnière normale et équilibrée. B- Incompétence labiale avec posture ouverte de la bouche. C- Aplatissement de la surface antérieure du menton d  à la contraction active des muscles labio-mentonni r pour obtenir la fermeture labiale.

Figure tirée de Precious, D.S. and J. Delaire, OOO, 1985 (6).

Ce repositionnement du menton et des structures musculaires produit ainsi un bénéfice fonctionnel et esthétique pour le patient. En plus d'améliorer le profil, elle rend possible un équilibre musculaire labio-mentonni r et de la région naso-labiale de la face (6).

La g nioplastie fonctionnelle est également appelée « g nioplastie d’avancement », cependant le terme de g nioplastie fonctionnelle semble plus précis en introduisant la notion d’amélioration fonctionnelle ajoutée par la chirurgie.

La g nioplastie fonctionnelle présente deux avantages esthétiques majeurs (19). Le premier se perçoit au niveau du profil : la distance cou-menton (très souvent réduite dans les cas de classe II par rétrusion mandibulaire) est augmentée. Ce mouvement favorise l’action du muscle de la lèvre et rapproche le profil vers un profil de classe I. L’amélioration esthétique lors d’une g nioplastie apportée par l’augmentation de la distance cou-menton est visible Figure 2. Cette patiente n’a eu qu’une g nioplastie fonctionnelle.



Figure 2. – Avantage esthétique de l’augmentation de la distance cou-menton. A- Profil 2 mois pré g nioplastie. B- Profil 4 semaines post g nioplastie. Notez l’amélioration notable de la longueur cou-menton, la réduction de la hauteur du tiers facial inférieur et la rétrusion du profil. (Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland).

Le deuxième avantage esthétique est au niveau du sourire : la réduction verticale et l'avancement de la symphyse déplacent vers le haut l'insertion musculaire des muscles du menton et permet une meilleure élévation de la lèvre inférieure lors du sourire, ce qui évite d'exposer les dents inférieures. Ce mouvement d'élévation est restreint lorsque le menton est trop long et trop rétrusif. Cette amélioration est notamment appréciable pour cette patiente adulte (Figure 3).

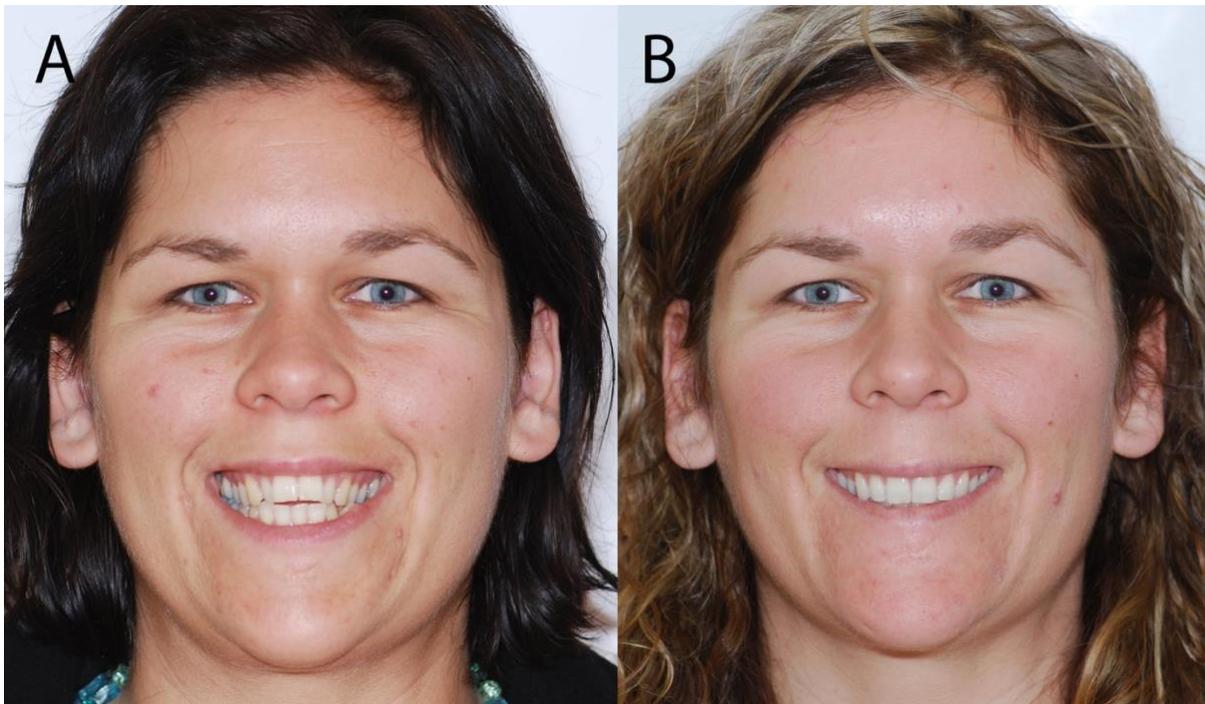


Figure 3. – Amélioration de sourire. La réduction de la hauteur de la symphyse permet à la lèvre inférieure de remonter et cacher les incisives inférieures lors du sourire.

(Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland).

La gènioplastie fonctionnelle permet ainsi une amélioration esthétique (et psychosocial), des changements fonctionnels bénéfiques au niveau des lèvres notamment par l'obtention d'une compétence labiale au repos. Ceci permettant de normaliser les habitudes fonctionnelles en établissant une harmonie entre les éléments osseux, dentaires, musculaires et cutanés de l'étage antérieur inférieur de la face.

## 2.1.2 La g nioplastie fonctionnelle – indications

Precious et Delaire décrivent précisément les indications de g nioplastie fonctionnelle (6).

1-Un excès vertical de l'étage inférieur antérieur confirmé par des signes cliniques et radiologiques

2-Pour les cas de déformations résiduelles et associées à des fentes palatines ou labio-palatine, particulièrement lorsque la lèvre supérieure est trop courte même après ch loplastie.

3-Procédure chirurgicale supplémentaire nécessaire à la correction de la hauteur de l'étage inférieur antérieur dans les cas d'ostéotomie maxillaire et mandibulaire pour une correction dans les sens sagittaux et transverses.

Tableau 1. – Critères cliniques et radiologiques d'un excès vertical de l'étage inférieur antérieur de la face selon Precious et Delaire (6), avec ajout d'un critère radiologique (5)

Signes cliniques	Signes radiologiques
1- Incompétence labiale au repos malgré une relation normale entre les incisives maxillaires et la lèvre supérieure	1- Distance ANS-Me constituant plus de 55% de la hauteur faciale antérieure totale en absence d'excès maxillaire vertical
2- Bouche ouverte avec interposition de la langue entre les dents	2- Distance ANS-ME qui constitue toujours plus de 55% de la hauteur faciale antérieure même après la prédiction ou la correction de l'excès maxillaire vertical, de la béance antérieure ou des déformations dento-facial antéro-postérieures.
3- Hyperactivité du mentonnier nécessaire à l'obtention d'une occlusion labiale	3- Protrusion dentoalvéolaire inférieure causant une relation entre l'incisive inférieure et la ligne A-Pg en excès. Dans ce cas, la hauteur du tiers inférieur peut être normale, mais la symphyse est d�ficiante ant�ropost�rieurement (5)
4- Amincissement de l'os alvéolaire recouvrant les surfaces labiales des racines des dents antérieures mandibulaires	
5- Aplatissement de la surface antérieure du profil des tissus mous du menton	

Cette procédure est particulièrement indiquée quand l'excès vertical de la mandibule antérieure est un facteur contribuant au « syndrome de la face longue » (20). Elle est également particulièrement utile lorsque la correction du décalage de classe II a généré des compensations dento-alvéolaires du fait d'une croissance mandibulaire insuffisante ou défavorable.

La littérature précise que la gènioplastie peut être faite dès l'éruption de la première prémolaire ou de la canine mandibulaire (environ 10 ans et demi) (6, 21). Proffit précise qu'avant les canines risquent d'être dans le chemin de l'ostéotomie (22).

Selon ces lignes directrices, lors de l'examen clinique certains points doivent être notés pour poser une indication de gènioplastie (Figure 4) :

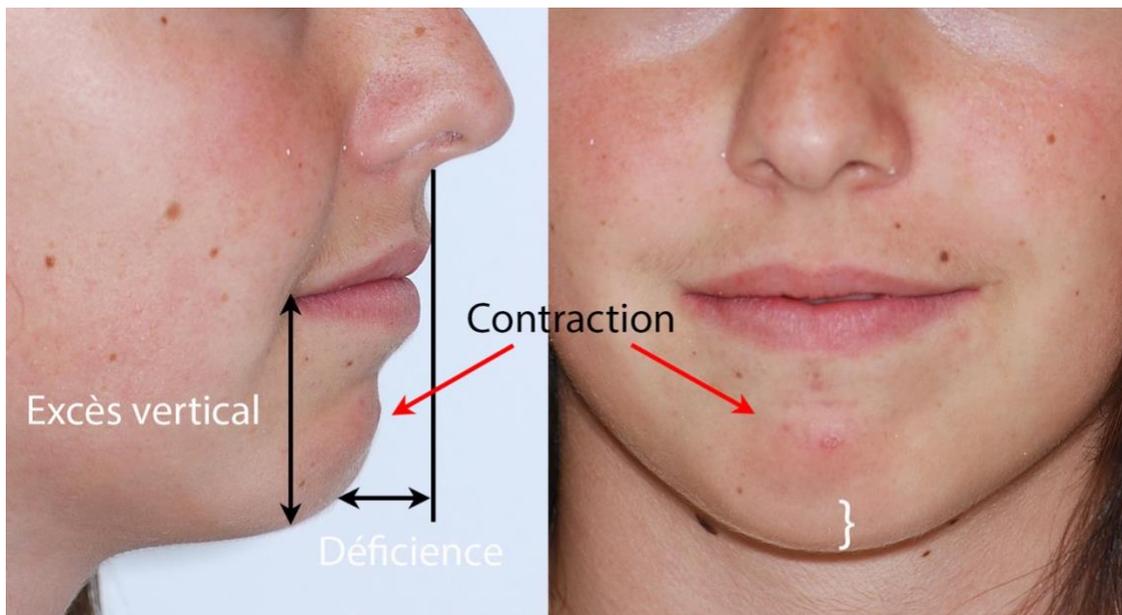


Figure 4. – Évaluation clinique de la déficience horizontale et de l'excès vertical d'une symphyse mentonnière

(Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland)

Lors de l'examen clinique la proéminence et la position verticale des tissus mous du menton par rapport aux lèvres et la face moyenne doivent être notés.

Une attention particulière doit être portée sur la contraction musculaire lors du scellement labial. En effet ce déséquilibre fonctionnel en entraînant une tension sur le périoste entraîne un

amincissement de l'os alvéolaire causant une proéminence radiculaire (Figure 5) et donc une récession gingivale.

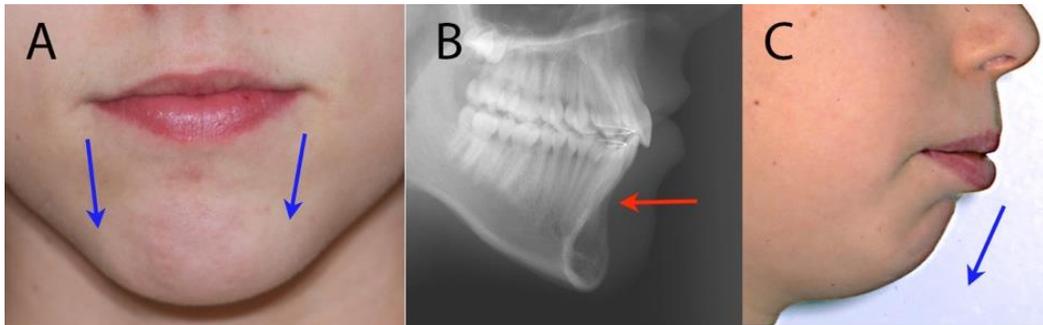


Figure 5. – Conséquence d'une hyperactivité musculaire lors du scellement labial. A-Aplatissement du menton causé par une contraction des muscles labio-mentonniers. B-Tension exercée sur le périoste dû à l'absence de balance musculaire causant un amincissement de l'os alvéolaire et une proéminence radiculaire. C- Aplatissement du menton et léger effacement du sillon labio-mentonnier.

(Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland)

La gènioplastie fonctionnelle vise principalement les patients avec un menton fuyant et une lèvre inférieure proéminente associée à un excès vertical de la symphyse. Il est donc important d'évaluer avec attention la position de l'incisive et de la lèvre inférieures. Pour cela, deux mesures diagnostiques peuvent guider notre choix thérapeutique et d'indication de gènioplastie.

La première mesure est le ratio de Holdaway (Figure 6) qui vise à évaluer la proéminence relative des incisives mandibulaires comparativement à la taille du menton osseux. Ce ratio correspond à la distance linéaire entre la surface labiale de l'incisive centrale mandibulaire et la ligne N-B par rapport à la distance entre Pg et la ligne N-B.

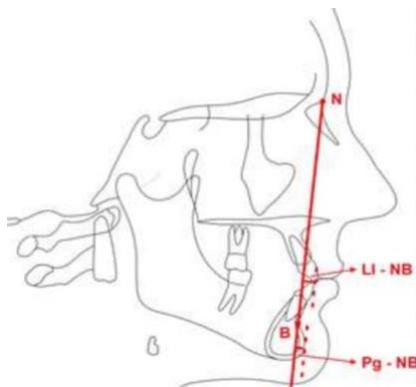


Figure 6. – Ratio de Holdaway correspondant au rapport entre la distance surface labiale de l’incisive inférieure à la ligne NB et la distance entre la ligne NB et le point Pg.

Figure tirée de Holdaway, R.A., AJODO, 1983 (23)

Par exemple un ratio de 2 :1 signifie que la distance entre l’incisive inférieure et la ligne NB vaut 2 fois la distance entre Pg et NB. Avec ce ratio, l’incisive inférieure est plus proclinée que la proéminence mentonnière. En fonction du ratio, il est possible de quantifier la nécessité d’intervention. S’il est de 2 le ratio est jugé acceptable, 3 moins acceptable et 4 une intervention est nécessaire.

La « ligne H » décrite dans l’analyse de Holdaway ou la « ligne d’harmonie » rajoute un élément d’analyse du profil des tissus mous. Il s’agit de la ligne tangente au tissu mou du menton (Pg’) et à la lèvre supérieure (Ls) (Figure 7).

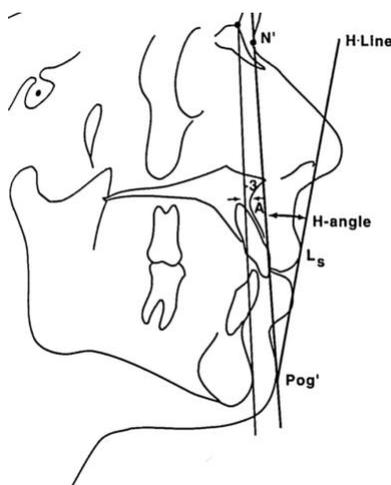


Figure 7. – L’angle H : angle entre la ligne H et la ligne passant par Na' - Pg'.

Figure tirée de Holdaway, R.A., AJODO, 1983 (23)

La ligne H permet également une analyse de la position de la lèvre inférieure, en mesurant la distance entre la ligne H et le point le plus proéminent de la lèvre inférieure (Figure 8). Une mesure positive indique que la lèvre est en avant de la ligne H, une mesure négative indique qu'elle est en arrière. Un écart de -1 à 2mm est considéré comme normal. Le même principe s'applique pour la mesure de la proéminence du menton ou la profondeur du sillon labio-mentonnier.

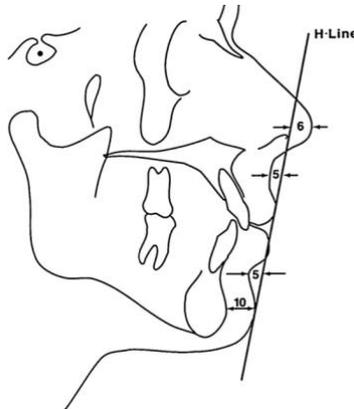


Figure 8. – Mesure de la lèvre inférieure par rapport à la ligne H  
Figure tirée de Holdaway, R.A., AJODO, 1983 (23)

La deuxième mesure intéressante pour évaluer la nécessité de génioplastie est la position de l'incisive inférieure par rapport au plan esthétique (E-plane) (Figure 9).



Figure 9. – La distance entre le plan esthétique (E-plane), décrit par Ricketts (24) comme la ligne passant de pronasale à Pogonion tissu mou, et les lèvres donne une indication esthétique.

Ces deux mesures sont des mesures esthétiques importantes dans la planification du traitement orthodontique. En effet, dans certains cas même après avoir extrait 4 prémolaires pour réduire la biproalvéolie, il peut persister une proéminence de la lèvre inférieure et un excès vertical pour lesquels ces mesures ne sont pas adéquate. L'indication de gènioplastie présente alors un réel intérêt clinique. En plus d'une amélioration esthétique et l'acquisition d'une compétence labiale, lors du rétablissement des ratios on retrouve un équilibre musculaire fonctionnel. Un exemple clinique Figure 10, montre la correction d'un profil grâce à la gènioplastie, d'un profil qui était encore convexe et une contraction du mentonnier lors de l'occlusion labiale, malgré un traitement d'orthodontie avec extraction de 4 prémolaires. Une gènioplastie d'avancement et de réduction verticale a permis l'amélioration du contour mentonnier et labial inférieur, de la projection cou-mention.

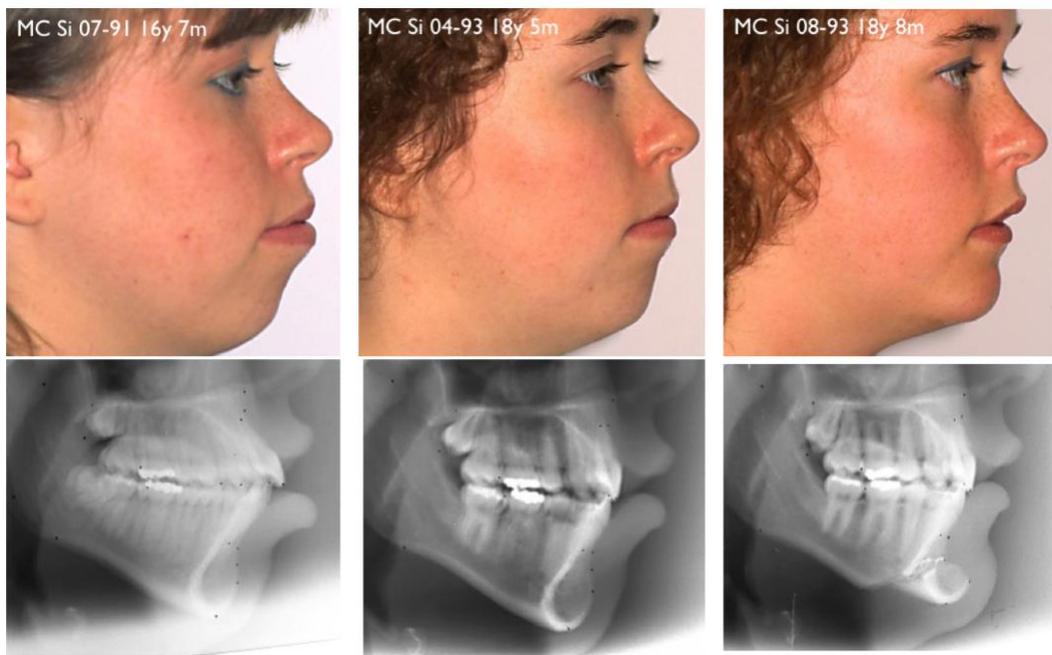


Figure 10. – Gènioplastie fonctionnelle chez une patiente présentant une persistance de la proéminence de la lèvre inférieure et un excès vertical après avulsion de 4 prémolaires. A – Prétraitement ; B- Post-traitement orthodontique, à noter le ratio de Holdaway d'environ 2 post-traitement et l'absence de compétence labiale avec effacement du sillon labio-mentonnier ; C- post-gènioplastie : rétablissement d'un ratio de Holdaway favorable et acquisition d'un profil plus esthétique (Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland)

Chamberland et Proffit ont évalué l'influence de l'âge sur le remodelage au niveau de la symphyse après génioplastie, la conclusion était que, lorsqu'elle est indiquée, la génioplastie réalisée avant l'âge de 15 ans permet de générer les meilleurs résultats en termes de remodelage osseux que chez les patients plus âgés (5). Leur étude a aussi permis de démontrer un remodelage et une apposition osseuse favorable chez les adultes.

Une récente publication a également analysé l'impact de la génioplastie fonctionnelle en période péripubertaire sur la croissance mandibulaire (21). L'étude a parlé d'une modification des patrons de croissance pour les adolescents traités avant leur pic. Ils ont montré une modification de leurs patrons de croissance de vertical à horizontale chez les patients, anciens ventilateurs buccaux. L'auteur a décrit donc la génioplastie fonctionnelle comme une « interception orthopédique » sur ces patients. Cette étude possède cependant certaines limites en comparant un groupe en croissance au pic pubertaire avec un groupe dont la croissance est presque terminée. La différence de croissance antérieure plus marquée chez le groupe jeune plutôt que chez le groupe plus âgé semble normale étant donné que le groupe âgé a un potentiel de croissance moins important. Une autre limite est la comparaison entre la croissance survenue avant la génioplastie et celle survenue après la génioplastie ; la comparaison ne se fait pas avec une téléradiographie de profil immédiatement post-génioplastie comme point de départ pour comparer la croissance, mais avec une téléradiographie prise à 18 mois post-génioplastie sans groupe contrôle. Cependant cette comparaison est questionnable lorsque l'on se fie à l'étude de Chamberland et Proffit (5) qui ont étudié la génioplastie fonctionnelle chez les patients en croissance en la comparant avec un groupe contrôle sans chirurgie et n'ont pas noté de modifications significatives du patron de croissance entre les deux groupes. En effet lorsqu'ils ont étudié la direction de croissance mandibulaire selon l'axe Y (S-Gn) entre le groupe contrôle et le groupe génioplastie ils n'ont pas noté de changement significatif. Ces résultats ne permettent pas d'appuyer l'hypothèse « d'interception orthopédique ».

## 2.2 Techniques chirurgicales de génioplasties fonctionnelles

La technique chirurgicale la plus utilisée est celle décrite par Michelet, qui correspond à celle utilisée pour l'étude de cette maîtrise, elle a été redécrite par Precious en 2014 dans une de ces publications (Figure 11) (20).

L'intervention a lieu sous anesthésie générale.

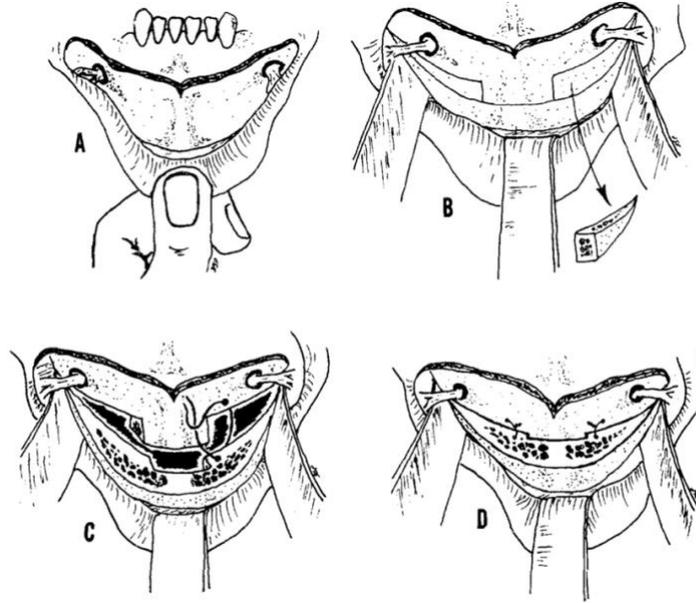


Figure 11. – Procédure chirurgicale des génioplasties fonctionnelles. A. exposition des surfaces antérieures de la mandibule et des nerfs mentonniers. B. Schéma des coupes d'ostéotomie-ostéotomies. C. Création d'un tenon et mortaise. Placement direct des fils trans-osseux. D. Repositionnement supérieur et avancé du fragment osseux inférieur et des muscles labiomentonniers.

Figure tirée de Precious, D.S. and J. Delaire, OOO, 1985 (6).

Une incision mandibulaire labiale est faite de la première prémolaire à la première prémolaire controlatérale à travers la muqueuse (Figure 12).



Figure 12. – Incision mandibulaire labiale de la première prémolaire à la première prémolaire controlatérale (Courtoisie Docteur Dany Morais)

Une fois le muscle mentonnier identifié, les fibres du muscle sont incisées obliquement à l'os et la dissection sousperiostale est portée inférieurement pour s'arrêter à la limite inférieure de la mandibule. Cette dissection expose ainsi totalement l'aspect antérieur de l'os du menton. Les nerfs mentonniers sont identifiés attentivement et protégés durant la dissection (Figure 13). Il est prudent de prévoir une marge d'environ 5mm sous les foramens mentonniers puisque les nerfs forment une boucle inférieure dans l'os avant leurs sorties (20).

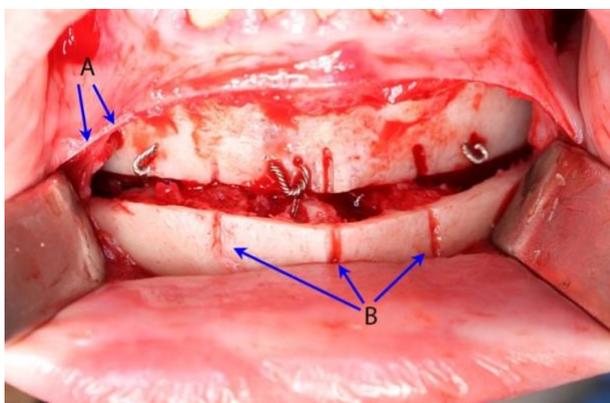


Figure 13. – Avancement du fragment osseux fixé par des fils d'ostéosynthèses. A- Foramen et nerf mentonnier. B- Trait de coupe partielle servant de guide de repositionnement lors de l'avancement du segment distal. Ces traits permettent d'éviter une déviation ou de calculer un déplacement latéral. (Courtoisie Docteur Dany Morais)

Les traits d'ostéotomies ont été initialement décrits par Michelet permettent de faire « un tenon et une mortaise » permettant aux deux pièces osseuses de s'articuler idéalement selon les mouvements horizontaux et verticaux souhaités (Figure 14).

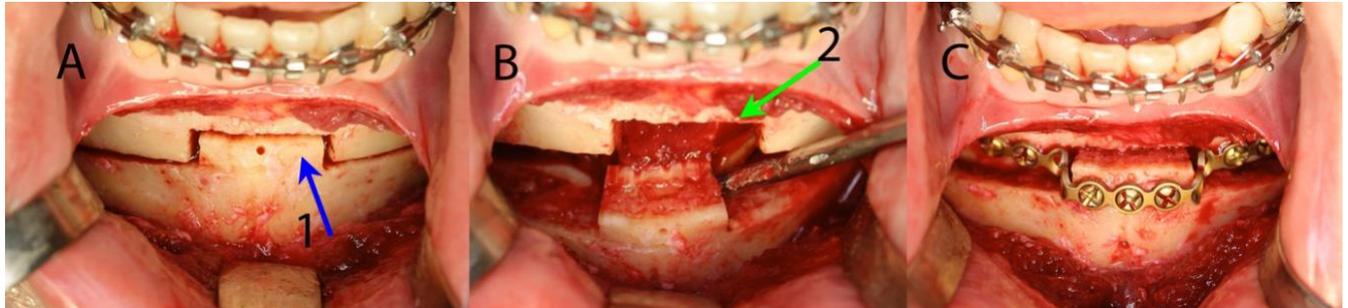


Figure 14. – Traits d'ostéotomies lors de la génioplastie. A- Tenon indiqué par la flèche bleue (1). B- Mortaise (flèche verte) où va venir s'articuler le tenon. C- Repositionnement antérieur du tenon fixé avec des fixations rigides (Courtoisie Docteur Dany Morais)

Il est cependant possible d'effectuer les ostéotomies sans réaliser de tenon et de mortaise pour les génioplasties fonctionnelles en réalisant deux traits d'ostéotomies horizontaux et parallèles (certains utilisent cette technique avec des guides chirurgicaux 3D) (25).

La technique de Michelet bien que chirurgicalement plus compliquée présente néanmoins certains avantages (26) : une plus grande précision dans la direction et l'intensité du mouvement du segment inférieur avec un résultat plus précis et plus prédictible; une facilité d'orientation et de repositionnement du segment inférieur dans sa position prédéterminée; et une augmentation de la stabilité et résistance au déplacement. Cette technique n'est cependant plus couramment utilisée.

Le segment inférieur est ensuite fixé dans sa nouvelle position afin d'éviter une instabilité squelettique et permettre la reconsolidation osseuse. La fixation peut se faire par fixation rigide ou par fil d'ostéosynthèse et vis.

Après fixation, une irrigation abondante du site chirurgical est effectuée, le muscle mentonnier est refixé avec des sutures nylons non résorbables. L'incision vestibulaire est fermée avec des sutures étanches 3.0.

Plusieurs points de ces interventions ont été le sujet d'études.

### **2.2.1 Génioplastie et repositionnement du muscle mentonnier**

Les études insistent particulièrement sur la conservation des muscles labio-mentonnier incluant le muscle mentonnier, le dépresseur angulaire, le muscle abaisseur de la lèvre inférieure et le muscle orbiculaire des lèvres (6, 27, 28).

Le muscle mentonnier (Figure 15) est le seul muscle réellement concerné par cette intervention (29), les autres muscles n'étant pas incisés pendant l'ostéotomie du menton. C'est un muscle important, car il est le seul muscle élévateur de la lèvre inférieure et du menton. De nombreuses études recommandent un rattachement méticuleux du muscle mentonnier pour éviter des effets indésirables comme une ptose du menton (29). Une étude clinique a comparé les effets d'un rattachement précis du muscle mentonnier sur les tissus mous (7). L'étude a comparé un groupe avec rattachement précis du mentonnier et un groupe contrôle sans rattachement précis du mentonnier. Des différences significatives ont été montrées entre les deux groupes : une diminution ou conservation de l'exposition de l'incisive inférieure post-chirurgie pour le groupe étude, alors que le groupe contrôle montre une augmentation de l'exposition; la longueur de la lèvre inférieure était maintenue ou augmentée pour le groupe étude et préservée ou diminuée dans le groupe contrôle; la position verticale du tissu mou supra-mentonnier demeure inchangée dans le groupe étude alors qu'il a été localisé dans une position inférieure (2,14 mm en moyenne) dans l'autre groupe.

La différence moyenne verticale entre les 2 groupes était proche de 6mm en ce qui concerne la longueur de la lèvre inférieure et l'exposition des incisives inférieures. Cette différence a un réel impact sur les résultats esthétique et fonctionnel soulignant l'importance du repositionnement du muscle mentonnier.

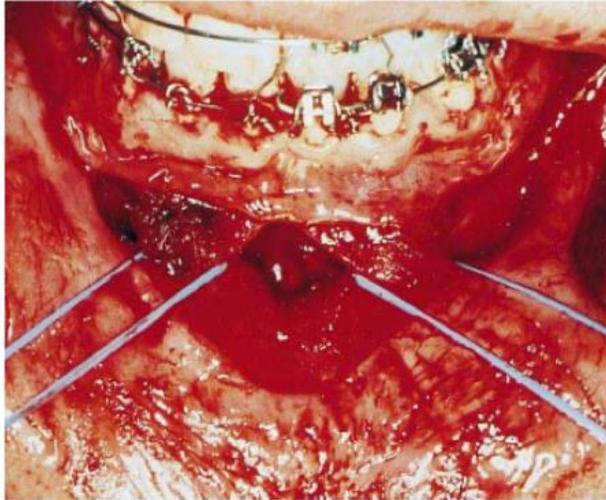


Figure 15. – Insertion du muscle mentonnier

Figure tirée de Chaushu, G., et al., JOMS, 2001 (7).

### **2.2.2 Type de fixation utilisée : fils d'ostéosynthèse ou fixation rigide par plaque et vis**

L'influence du type de fixation utilisée lors de la génioplastie a également été étudiée, afin d'évaluer quelle technique procure les meilleurs résultats, s'il existe-t-il des indications spécifiques pour chaque technique et est-ce qu'il y a ou une différence significative du type de fixation dans l'efficacité clinique ?

Les premières techniques à être apparues sont les procédures avec fils d'ostéosynthèse pour stabiliser les segments. Puis des techniques de fixation rigides (Figure 16) ont été introduites pour diminuer le taux de rechute post-chirurgicale.

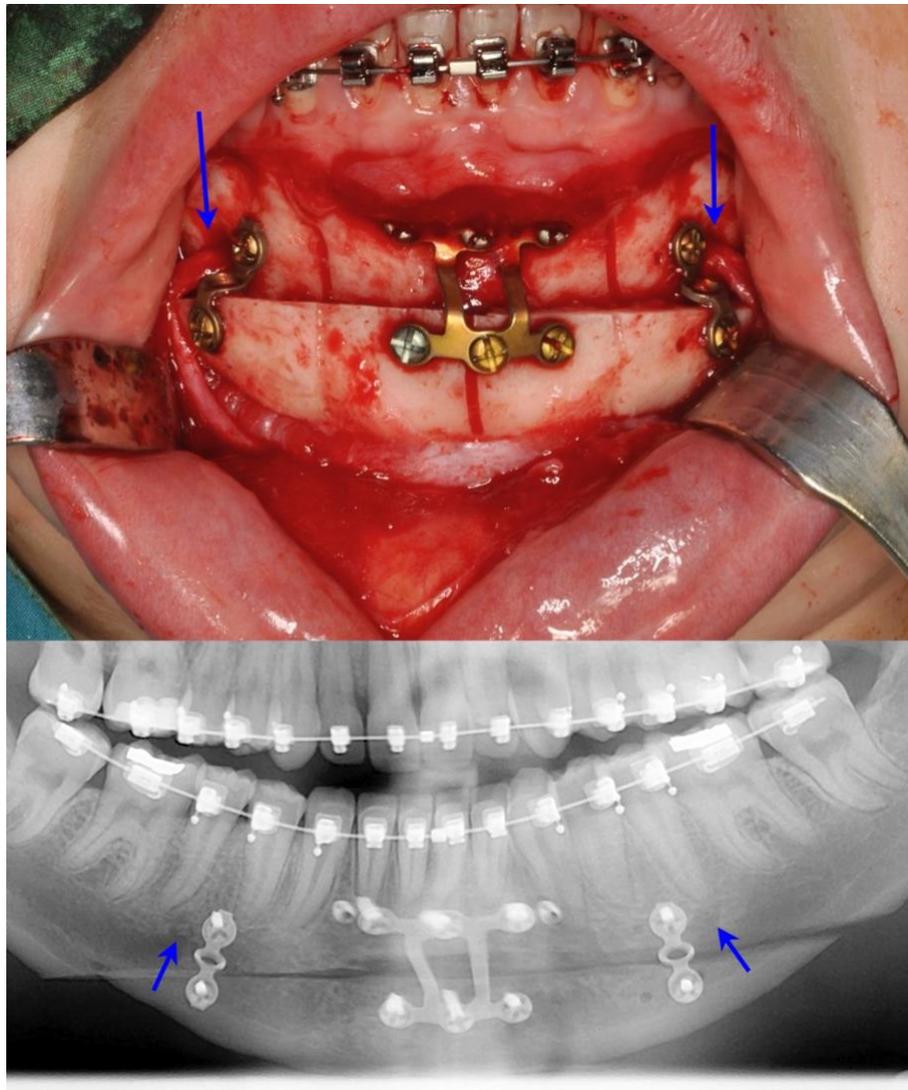


Figure 16. – Fixation rigide avec plaque et vis. Les flèches bleues indiquent le nerf et le foramen mentonnier. (Courtoisie Docteur Carl Bouchard)

L'étude de Kirkpatrick et al a cependant montré une rechute horizontale de 8% après fixation rigide (30). Reyneke et al (31) ont étudié chez 40 patients divisés en 2 groupes un avec fil d'ostéosynthèse et un autre avec fixation rigide, et n'ont montré aucune différence significative entre les deux groupes et ont même remarqué moins de récives verticales dans le groupe avec fil d'ostéosynthèse.

Une autre étude (15) qui a cherché à comparer à plus long terme la stabilité de Pg entre les groupes de fixations a montré que les fils avaient tendance à une plus grande récurrence que ceux avec les plaques. Cependant, cette récurrence n'était pas statistiquement significative (déplacement de 1,1 +/- 1,4 mm pour le groupe avec fils et 0,3 +/- 1,3 mm pour les fixations rigides).

Le rapport coût / bénéfice des deux techniques a été évalué (la technique par fil d'ostéosynthèse étant environ 110 fois moins onéreuse)(20). En plus de ne pas induire de différence significative, la technique de fixation par fil s'est montrée grandement économique.

Les études n'ont pas trouvé d'indication absolue de plaque ou de vis en fonction du type de génioplastie. Cependant le problème de quel type de fixation peut directement affecter le ratio tissu dur – tissu mou n'a pas été clarifié.

### **2.2.3 Stabilité des dispositifs de fixation**

Un paramètre important en faveur de l'utilisation de fils d'ostéosynthèse plutôt que la plaque est le remodelage osseux au niveau des dispositifs. En effet, quand le dispositif de fixation est situé dans une région de perte osseuse, le métal est externalisé de l'os et peut devenir un handicap (Figures 16,17). Il est ainsi recommandé de placer les plaques dans les zones d'apposition osseuse pour que l'os recouvre le dispositif de fixation et évite l'inconfort (27). Les fils d'ostéosynthèse étant plus facilement recouverts que les plaques et la vis de fixation rigide.

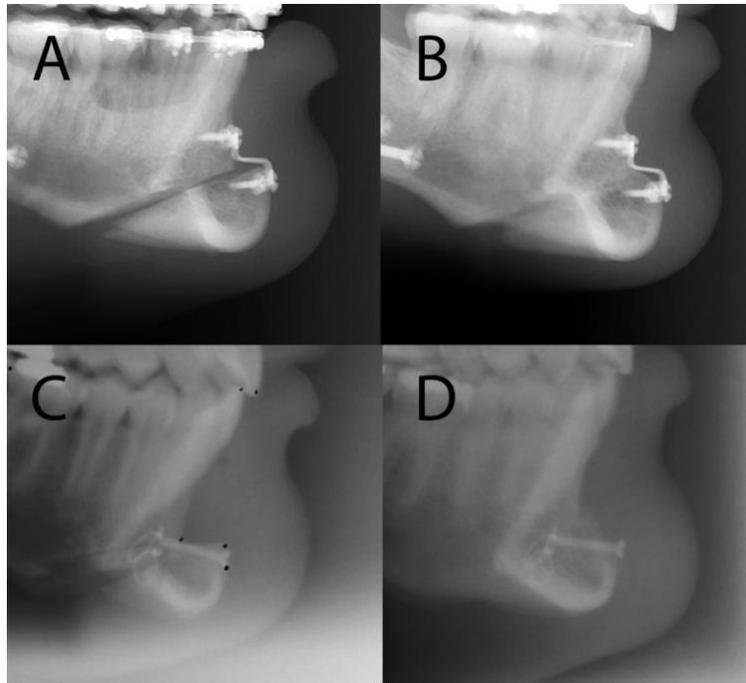


Figure 17. – Externalisation des vis de fixations rigides en zone de résorption du menton. Cas 1 : A, post génioplastie ; B suivi à 19 mois post génioplastie. Cas 2 : C, post génioplastie; D, suivi 6 ans post génioplastie. (Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland)

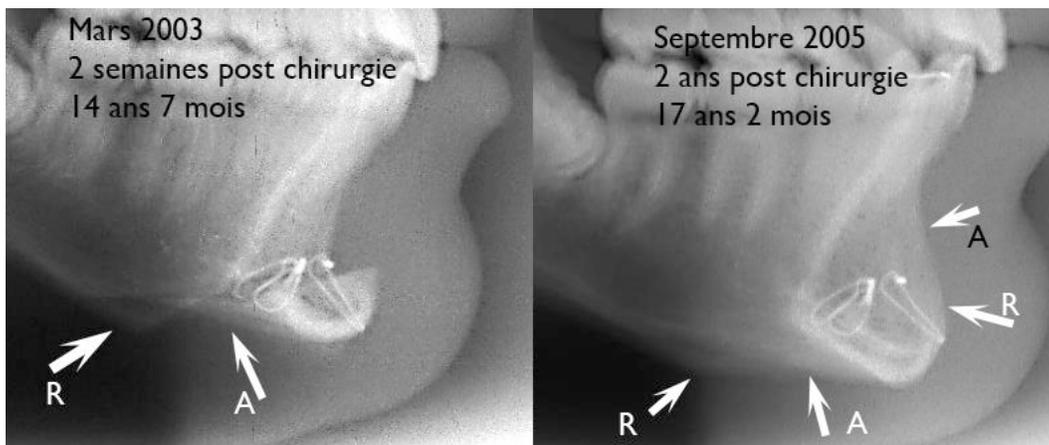


Figure 18. – Recouvrement osseux complet des fils d’ostéosynthèse. A-2 semaines post génioplastie. B-2 ans post-génioplastie. Légendes : A : apposition, R : Résorption. (Courtoisie Docteur Sylvain Chamberland)

## **2.3 Remodelage et limites de la g nioplastie fonctionnelle**

Deux questions peuvent se poser concernant la g nioplastie fonctionnelle : comment s'effectue le remodelage osseux post-chirurgical ? Quelle est la limite d'avancement du menton ?

### **2.3.1 Remodelage osseux lors de la g nioplastie fonctionnelle**

Après la chirurgie, un remodelage osseux par apposition et déposition osseuse survient au niveau de la portion antérieure de la mandibule (1, 32). Ce changement d'architecture osseuse suit un patron similaire dans toutes les génioplasties d'avancement plus ou moins associée à une réduction verticale : il y a une déposition osseuse sur la surface labiale de la portion mandibulaire supérieure à l'ostéotomie et de la perte osseuse sur la partie antéro-supérieure du fragment dans 100% des cas. Il y a également une résorption osseuse au niveau de l'encoche crée sous le bord mandibulaire suite à l'avancement (flèche R en bas à gauche sur la Figure 18). Ce remodelage contribue à l'adoucissement des bords de l'ostéotomie (12).

Les modèles de remodelage n'ont pas montré de signe de rotations ou de déplacement inférieur du corps du menton lors de l'évaluation post-opératoire (14). Cependant, il est intéressant de noter que les zones d'apposition et de résorption osseuse changent après une g nioplastie (figure 18). En effet comme décrit dans l'étude de Marshall (33), en l'absence d'intervention chirurgicale le point B se déplace postérieurement d'une moyenne de 2,34mm pendant la croissance associée à une augmentation concomitante du menton osseux (B-Pg). Alors que dans le cas d'une g nioplastie on note une apposition osseuse au niveau du point B.

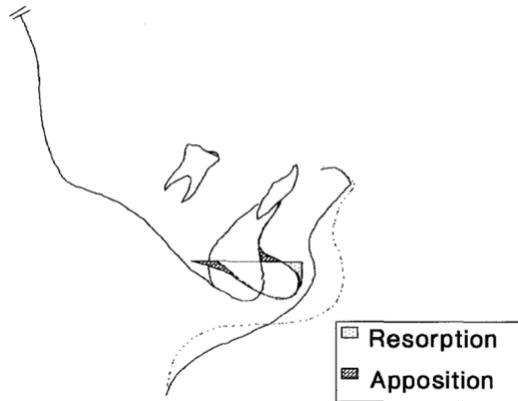


Figure 19. – Patron de remodelage osseux dans les génioplasties fonctionnelles. Zone pointillée : résorption osseuse. Zone hachurée : apposition osseuse  
Figure tirée de Polido, W. and W. Bell, JCMFS, 1993 (12)

Selon Frost (34), les changements architecturaux produits par la charge osseuse améliorent la capacité de l'os à supporter les nouvelles charges. Il s'agit d'une adaptation structurale et non d'une récédive. Le modèle de modification osseuse réduisant les arêtes vives et redonnant une surface lisse à la mandibule antérieure pouvant être interprété comme une élimination protectrice des régions de concentration de stress et l'adaptation de la région à des altérations fonctionnelles induites par des procédures orthognatiques concomitantes (27). Une intervention chirurgicale comme la génioplastie fonctionnelle rétablissant un équilibre créent un nouveau squelette physiologique et un équilibre des tissus mous (35).

Certaines études sont contre l'utilisation de Pogonion (Pg) comme référence pour l'étude des mesures exactes du segment génial à cause du remodelage osseux (11). Cependant, d'autres auteurs tels que De Freitas (36) ont considéré Pg comme un point qui doit être évalué et qu'il s'agit du repère inaltéré par la chirurgie de la proéminence du menton.

Des études ont été faites sur la séquence temporelle du patron de remodelage osseux : Park et al (32) et De Freitas (36) ont suggéré que les changements verticaux étaient causés par une résorption rapide et un remodelage de la forme supérieure du segment osseux avancé apparaissant de manière prédominante entre 3 et 6 mois après la chirurgie. Shaughnessy et al(15)

ont obtenu un suivi sur 3 ans, et ont noté que les principaux remodelages sont fait 6 mois post-chirurgie (Figure 19, 20).

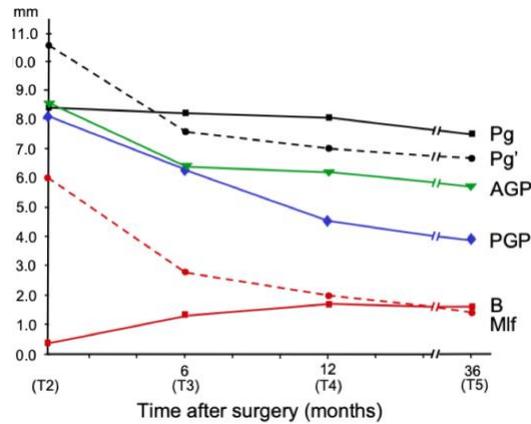


Figure 20. – Moyenne de changements horizontaux post-chirurgicaux de différents points céphalométriques en fonction du temps ; Hormis le point PGP correspondant à l'encoche créée sous le bord mandibulaire suite à l'avancement le remodelage se fait entre 3 et 6 mois Figure tirée de Talebzadeh, N. and M.A. Pogrel, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001 (16).

Différentes études se sont intéressées aux facteurs pouvant influencer le taux de remodelage osseux post-chirurgical.

Chamberland et Proffit (5) ont étudié le remodelage osseux en fonction de l'âge de la chirurgie. Ils ont montré qu'à la fois l'étendue du remodelage osseux autour du segment osseux repositionné par génioplastie et la quantité d'os nouvellement apposés sont plus importants chez les patients en cours de phase pubertaire que ceux en fin de croissance et encore plus important que chez les adultes (Figure 21). Leurs résultats viennent confirmer ceux d'autres études (13, 37).

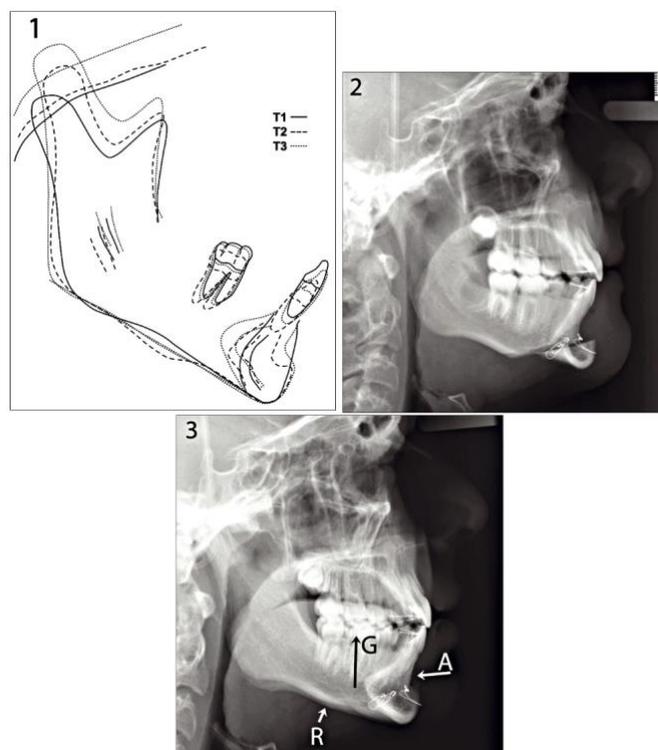


Figure 21. – Type classique de remodelage osseux chez les patients jeunes visibles par superposition céphalométrique du fait de la croissance, on observe un remodelage osseux au-dessus du segment de menton repositionné et une diminution de la profondeur de l’encoche au niveau du bord inférieur mandibulaire. Ces changements sont plus importants chez les patients les plus jeunes.

Figure tirée de Chamberland, S., W.R. Proffit, and P.E. Chamberland, *Angle Orthod*, 2015 (5).

Ellis et al (38) ont montré que pour les primates une plus grande réduction de tissu favorise une plus grande résorption de l’os après avancement par ostéotomie de glissement. Polido et al (13) ont confirmé ces résultats chez l’humain.

Il a été conclu qu’une stabilité maximale des segments est nécessaire pour atteindre l’ostéogenèse précoce, mais qu’il faut faire une différence entre la guérison osseuse à court terme et la modélisation adaptative à long terme (27).

### **2.3.2 Limite d'avancement d'une g nioplastie fonctionnelle**

L'avancement maximum d'une g nioplastie est anatomique limité : il n'est pas possible d'amener le cortex lingual de la portion de symphyse déplacée plus loin que le cortex buccal de la portion de symphyse non déplacée. Cependant, il est possible d'avancer le menton de manière plus ou moins importante. Des études ont cherché à évaluer l'impact du montant d'avancement sur la stabilité des résultats. En effet, lorsque l'avancement est important, la musculature supra-hyoïdienne est étirée et peut générer une augmentation de tension sur les tissus durs, sources de potentielle instabilité osseuse et de résorption. Certaines études ont même reporté des nécroses avasculaires de la symphyse après un avancement de 10 mm par ostéotomie de glissement inférieur de la mandibule pour lequel le mucopérioste et les muscles étaient détachés pour la chirurgie (39). Une autre étude a montré une résorption considérable après un suivi de 15 mois pour les avancements de plus de 8mm sans conservation du pédicule (13). Le rattachement du pédicule musculocutané est donc un des facteurs clés pour la stabilité de ces avancements.

L'étude de Polido et Bell (12) a évalué les changements osseux et des tissus mous à long terme (26,8 mois) pour des génioplasties plus grandes que 10 mm avec préservation du pédicule lors de l'avancement pour 10 patients séparés en deux groupes de même nombre (un groupe avec fixation par fil et un autre groupe avec fixation rigide). Les auteurs n'ont pas noté de récidive (dans aucun des deux groupes). Ils ont observé 17% de résorption osseuse et n'ont pas établi de relation directe entre le montant d'avancement et la résorption osseuse. En effet, il s'agit à peu près du même montant de résorption que dans les précédentes études et sur un suivi plus long. La résorption ne leur semble pas être un phénomène continu dans le temps et intervient surtout la première année.

La g nioplastie par ostéotomie s'inscrit comme une procédure stable dans le temps et reproductible (22). Les études comparant les techniques chirurgicales d'avancée du menton ont montré que l'ostéotomie était la plus prédictible et la plus stable dans le temps (40).

## **2.4 L'impact de l'avancement osseux d'une g nioplastie fonctionnelle sur les tissus mous**

Bien que les changements dentaires et squelettiques soient les meilleurs indicateurs pour percevoir les besoins de chirurgie et affectent le résultat du profil, les tissus sont peut-être la plus importante considération pour planifier la chirurgie et évaluer les résultats du traitement.

### **2.4.1 Ratio tissu dur- tissu mou**

Le ratio tissu dur-tissu mou est une notion permettant d'obtenir une idée du montant d'avancement de tissu mou proportionnellement au tissu dur. Un ratio de  $P_g : P_g'$  de 1 : 0,9 signifie qu'un avancement de  $P_g$  de 1mm, signifie 0,9mm d'avancement de  $P_g'$ . L'intérêt d'obtenir un ratio fiable est d'avoir une mesure de prédiction du résultat final après g nioplastie.

Il existe dans la littérature de nombreuses données de ratio dans le sens horizontal comparant l'avancement de  $P_g'$  par rapport à  $P_g$ . Cependant, dans la majorité des études, l'échantillon de patient est relativement petit et la g nioplastie est souvent associée à d'autres chirurgies. Bien que les systèmes de coordonnées utilisés par les auteurs tentent d'explorer uniquement la g nioplastie lorsqu'ils analysent le ratio, un biais peut être induit et idéalement il faudrait que les procédures de g nioplastie soient isolées.

L'étude la plus récente et avec la plus grande puissance concernant les ratios est celle de Shaughnessy et al (15), qui a 21 patients avec g nioplastie fonctionnelle isolée suivie pendant 3 ans avec 5 c phalom tries par patient. Ils ont trouvé le ratio  $P_g : P_g'$  de 1 : 0,9, mais ont démontré cependant une diminution sur le long terme de 1 : 0,9 à 1 : 0,86, probablement dû aux changements osseux sur le long terme.

<b>Auteurs</b>	<b>Années</b>	<b>Ratio (Pg :Pg')</b>	<b>Nombre de patients de génioplastie d'avancement</b>	<b>Chirurgies associées</b>
<b>Bell and Dann</b>	1973	1 : 0,6	8	Lefort I
<b>MC Donnell et al</b>	1977	1 : 0,75	15	9 BSSO, 6 chirurgies maxillaires ou bimaxillaires
<b>Busquets and Sassouni</b>	1981	1 : 0,80	14	Génioplastie seule
<b>Gallagher d. M et al</b>	1984	1 : 0,87	10	Lefort I
<b>Tulsane</b>	1987	1 : 0,73	46	Tous les patients sauf 6 ont eu une autre chirurgie associée
<b>Wittbjer and Rune</b>	1989	1 : 0,94	17	Pour 14 patients génioplastie en seule procédure + greffe osseuse pour tous
<b>Park et al</b>	1989	1 : 0,95	23	17 avec chirurgie bimaxillaire 6 avec chirurgie unimaxillaire
<b>Polido et al</b>	1991	1 : 0,88	10	Génioplastie seule 1 greffe osseuse
<b>De Freitas et al</b>	1992	1 : 0,90	39	Non précisé
<b>Kremanov and Kahnberg</b>	1992	1 : 0,93	53 (65 au total)	12 ont eu un recul postérieur du menton et non une génioplastie d'avancement
<b>Polido and Bell</b>	1993	1 : 0,83	10	Génioplastie seule

<b>Van Sickels et al</b>	1994	1 : 0,92	18	1 a eu une chirurgie maxillaire associée
<b>Talbzadeh and Pogrel</b>	2001	1 : 0,75	20	9 patients ont eu une BSSO associée
<b>Veltkamp et al</b>	2002	1 : 0,92	28	Associés avec des chirurgies uni ou bimaxillaire
<b>Shaughnessy et al</b>	2006	1 : 0,89	21	Génioplastie seule associée avec des greffes osseuses iliaques
<b>Reddy et al</b>	2011	1 : 0,89	10	Génioplastie d'avancement horizontal seul
<b>Seifeldin et al.</b>	2014	1 : 0,83	8 (4 implants et 4 ostéotomies)	Génioplastie seule, mais 2 groupes dont 1 avec implants et non génioplastie par ostéotomie

Tableau 2. – Ratio tissu dur – tissu mou dans la littérature.

Tableau inspiré et mis à jour de celui de Shaughnessy et al., AJODO, 2006 (15).

Le suivi de ces études allait de 6 à 72 mois. Malgré les controverses, le point le plus important pour les études de génioplastie reste Pg. Le montant d'avancement s'étend de 4 à 13,1 mm (17). Dans la majorité des études, les génioplasties sont associées à d'autres procédures orthognatiques.

L'étude de Tulasne (41) possède un large échantillon, mais la technique utilisée n'est pas la même que pour les autres études. En utilisant la technique de « *l'overlapping bone flap genioplasty* » décrite par Tessier, il a montré par ailleurs une résorption de 24% chez les adultes et 40% chez les adolescents allant dans le sens contraire des études faites plus tard montrant un remodelage moins important chez les adolescents (5).

L'étude de Krekmanov et Kahnberg (30) est celle possédant le plus grand échantillon et a conclu sur un déplacement des tissus mous moins prédictibles lorsqu'ils sont associés à une réduction verticale. L'influence possible des mouvements verticaux sur les tissus mous du menton est un paramètre que nous souhaitons étudier dans notre étude en divisant en sous-groupes pour comparer les patients avec ou sans réduction verticale.

L'étude de De Freitas et al (36) possède également un échantillon de grande taille, mais a utilisé une seule technique de fixation. Notre étude permettra de comparer au sein même de la cohorte en plus l'influence du type de fixation, car les 2 types ont été utilisés.

L'étude de Shaughnessy et al (15) est intéressante et possède un échantillon de 21 patients ainsi qu'un suivi relativement grand (3 ans). Le protocole stipule l'utilisation systématique de greffe osseuse iliaque, paramètre fait que dans un seul de nos patients. Si une discordance entre nos résultats et les siens apparaît, l'utilisation de la greffe dans leur cohorte pourra être un argument.

L'ensemble des articles s'accordent avec les autres études sur la forte variabilité individuelle de réponse des tissus mous notamment au niveau de l'épaisseur et la position des lèvres. De nombreux facteurs peuvent être responsable tels que la morphologie, l'épaisseur des tissus mous, la posture, la tonicité variant d'une personne à l'autre.

## **2.4.2 Les changements au niveau des repères cutanés**

Afin d'évaluer l'impact des génioplasties sur les tissus mous plusieurs points de références ont fait l'objet d'étude dans la littérature : le point Pg', lèvre supérieure (Ls) et lèvre inférieure (Li), la profondeur du sillon labio-mentonnier, le point Me' (plus occasionnellement).

Il est cependant à noter que la majorité des études présentent des résultats difficilement comparables entre eux en raison des grandes variations dans les méthodes de mesure et de l'inclusion d'autres procédures de chirurgie orthognatique associée avec la génioplastie.

### **2.4.2.1 Lèvre supérieure et inférieure**

La lèvre supérieure et la lèvre inférieure n'ont pas montré de changements horizontaux significatifs dans plusieurs études (14, 42). Nous avons cependant que le muscle mentonnier joue un rôle direct au niveau de la lèvre inférieure (la position de la lèvre inférieure est maintenue si

le mentonnier est repositionné avec précision) (7). Le déplacement vertical des lèvres dans le temps n'est cependant pas étudié dans la littérature, et sera étudié dans notre étude. En effet, leurs positions dans le sens vertical jouent un rôle important dans la compétence labiale.

Concernant les changements d'épaisseur de lèvre lors des génioplasties d'avancements, Shaughnessy et al (15) n'ont pas montré de changement, mais ont expliqué que Polido et al (13) ont montré que les cicatrices de contraction pendant la période post-opératoire peut entraîner une diminution de l'épaisseur des tissus mous par rapport aux mesures pré-opératoire.

#### 2.4.2.2 Le repli labio-mentonnier

La mesure du repli labio-mentonnier est faite par la distance entre le point B tissu mou et la ligne passant par Li et Pg'.

Une corrélation directe a été retrouvée entre la profondeur du sillon labio-mentonnier et l'avancement du menton. Plus le montant d'avancement est augmenté, plus la profondeur du sillon labio-mentonnier augmente (14, 15). Ces résultats contrastent cependant avec l'étude de Gallagher et al (43) qui n'a pas constaté de changement de la profondeur du sillon labio-mentonnier sur les 10 patients de son étude avec génioplastie d'avancement (associé à un avancement maxillaire).

#### 2.4.2.3 Étirement des tissus mous et épaisseur des tissus

Lors de large avancement, il y a une augmentation de l'étirement des tissus mous, notamment au niveau de ceux recouvrant pogonion, pouvant intervenir sur l'épaisseur des tissus. Les études n'ont pas montré des différences statistiquement significatives dans l'épaisseur des tissus entre les temps pré et post-opératoires (13, 15).

#### *Menton tissu mou (Me')*

Le point menton est plus rarement étudié dans la littérature. Lorsqu'elle a été étudiée, la position de Me' vertical n'a pas montré de changement significatif (14, 15).



## **Chapitre 3 : Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de cette étude est de déterminer les changements verticaux et horizontaux des tissus mous par rapport aux changements des tissus durs après une g nioplastie fonctionnelle isolée et l'effet de l'âge sur ces changements.

L'objectif secondaire de l'étude est de revoir le remodelage des tissus durs au niveau de la symphyse.



## Chapitre 4 – Méthodologie

### 4.1 Échantillon de patients

Tous les participants de ce projet de recherche ont été traités dans le cabinet privé du Docteur Sylvain Chamberland (codirecteur de recherche). Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- 1) le patient a subi une g nioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée;
- 2) le patient avait des radiographies céphalométriques latérales pour au moins deux points d'observation consécutifs;
- 3) Aucun patient ne présente une anomalie congénitale ou désordre systémique

Les points d'observation étaient les suivants : T1, immédiatement avant la g nioplastie, qui a été réalisée à la fin ou vers la fin de leur traitement orthodontique; T2, immédiatement après la g nioplastie; et T3, lors du suivi à 2 ans.

L'échantillon initial était composé de 84 patients traités consécutivement entre juin 1992 et décembre 2020. Neuf ont été exclus, car ils ne répondaient pas aux critères d'inclusion de l'observation de 2 points temporels consécutifs, pour un échantillon final de 75   T2.

L'âge chronologique a été utilisé pour prédire le pic de croissance des adolescents, cette méthode s' v rant être fiable (44). Néanmoins, il est possible que le groupe des moins de 15 ans comprenne des hommes avant le pic de croissance (immatures) tandis que le groupe des 15-19 ans comprenne des femmes ayant dépassé leur pic de croissance (matures). Dans la section sur l'analyse statistique, nous décrivons comment nous avons comparé le changement entre deux points temporels en fonction du groupe d'âge, du genre et trouvé leur interaction.

L'échantillon a été divisé en trois groupes d'âge : moins de 15 ans au moment de la chirurgie (groupe 1, n = 34), 15 à 19 ans (groupe 2, n= 23), et plus de 19 ans (groupe 3, n = 18) pour reproduire les intervalles d'âges de la dernière étude (5). Un patient du groupe 1 n'avait pas de téléradiographie à T1 et 4 patients du groupe 2 n'avaient de téléradiographie à T3. Nous avons conservé ces 5 patients dans l'échantillon car ils remplissaient le critère d'avoir des téléradiographies pour 2 temps d'observation consécutifs.

## **4.2 Procédure chirurgicale**

Une ostéotomie du bord inférieur de la mandibule a été réalisée avec le patient sous anesthésie générale. Trois chirurgiens maxillo-faciaux ont effectué les interventions chirurgicales.

La technique chirurgicale était similaire à celle décrite par Precious et ses collègues (4, 27), à la différence que les repositionnements antérieurs ont été réalisés en faisant glisser le fragment distal sans construction en tenon et mortaise. Une incision vestibulaire est réalisée de la région 33 à 43 avec une lame #15, à 1 cm de la jonction mucogingivale. Un lambeau de pleine épaisseur est réfléchi pour exposer la symphyse mentonnière. Les nerfs du menton sont identifiés et protégés jusqu'à la fin de la procédure. Une ligne verticale superficielle est tracée sur la ligne médiane comme point de repère. Des écarteurs sont placés pour protéger les tissus et l'ostéotomie horizontale est initiée avec une fraise rotative et complétée avec la scie alternative. La coupe osseuse passe environ 5 mm sous les apex dentaires et les foramens mentonniers. Le fragment distal est ensuite mobilisé et repositionné avec un écarteur. Il est fixé avec trois fils d'ostéosynthèse doubles de calibre 28).

Pour 59 des 75 patients, l'ostéosynthèse par fil a été réalisée avec au moins trois fils transosseux en acier inoxydable de calibre 28 à double brin. Les 16 autres patients ont eu une fixation par plaque osseuse et vis. Ni les fils transosseux ni les vis de fixation n'ont été retirés. Trois des 75 patients avaient une greffe d'os allogène (Pure os<sup>®</sup>, Zimmer) au moment de la chirurgie. Leurs données à T3 ont été exclues lors de l'analyse de la modification de l'épaisseur de la symphyse pour éviter un biais car tous les autres patients n'avaient pas de greffe osseuse.

## **4.3 Données céphalométriques**

Les radiographies céphalométriques latérales des patients participant à cette étude avant la mi-2008 ont été prises sur une machine Orthophos Ceph (Siemens, Beinsheim, Allemagne) ; par la suite, un appareil OP100 (Instrumentarium, Tuusula, Finlande) a été utilisé.

### **4.3.1 Tracé céphalométrique**

Le tracé et les données céphalométriques ont été décrits dans un rapport précédent (Figure 22)(5). Les repères céphalométriques pour les tissus mous ont été définis (tableau 3). Un système

de coordonnées x-y de la base crânienne a été construit à travers la sella, l'axe x étant dessiné à 7° de la ligne sella-nasion et l'axe y passant par sella, perpendiculaire à l'axe x. Le changement de position du repère des tissus durs et des tissus mous a été évalué verticalement et horizontalement à partir de ce système. Toutes les radiographies ont été tracées par le même opérateur (Sylvain Chamberland) avec Quick Ceph Studio (Quick Ceph Systems, San Diego, Calif).

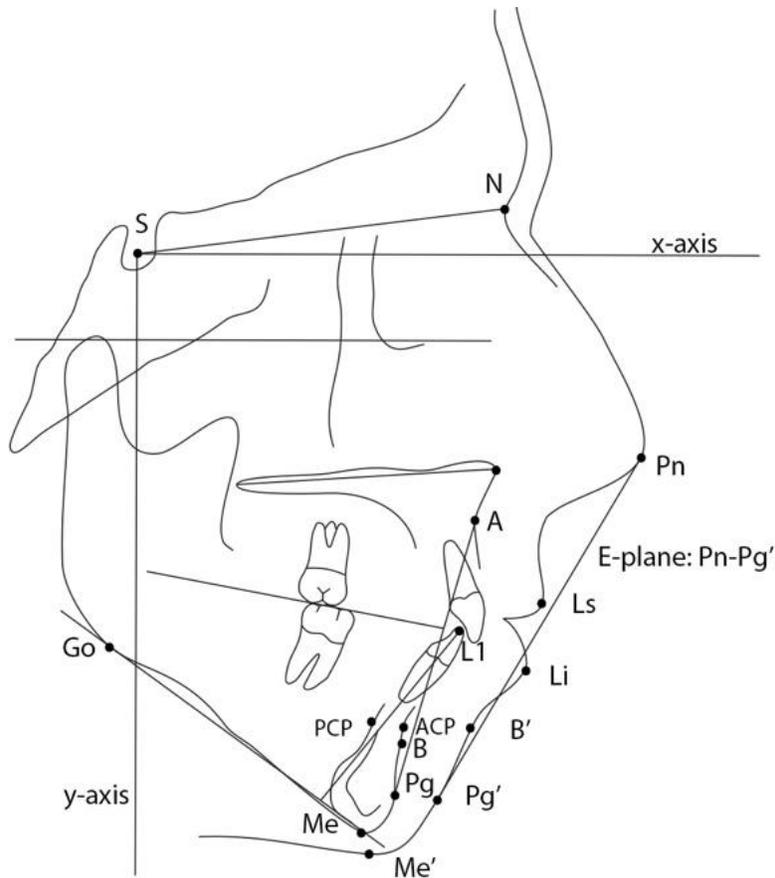


Figure 22. – Repères céphalométriques et mesures dimensionnelles. La hauteur verticale du menton a été évaluée par la distance perpendiculaire du plan mandibulaire à la pointe de l'incisive inférieure (ADH). La proéminence des incisives inférieures dentoalvéolaires a été évaluée par la distance de la face occlusale de l'incisive inférieure au plan A-Pg.

<i>Point de repère</i>	<i>Définition</i>	<i>Variable</i>	<i>Définition</i>
A	<i>Point le plus interne du contour du maxillaire entre l'épine nasale antérieure et l'incisive</i>	Épaisseur de symphyse	<i>Distance entre les bords antérieur et postérieur à 4 mm sous l'apex des incisives inférieures (ACP-PCP)</i>
B	<i>Point le plus interne du contour de la mandibule entre l'incisive et le menton osseux</i>	Pg horiz	<i>Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point Pg</i>
L1	<i>Incisive inférieure : point médian du bord incisif de l'incisive centrale mandibulaire la plus proéminente</i>	Pg'horiz	<i>Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le pogonion des tissus mous (Pg')</i>
Me	<i>Menton : point de la ligne médiane inférieur de la symphyse mandibulaire</i>	Ls Horiz	<i>Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et Ls</i>
Pg	<i>Pogonion: point le plus antérieur du contour osseux du menton</i>	Li Horiz	<i>Distance horizontale entrée la coordonnée X-Y et le point Li</i>
S	<i>Sella: centre de la selle turcique</i>	B Horiz	<i>Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point B</i>
N	<i>Nasion: point le plus antérieur de la suture frontonasale</i>	B' Horiz	<i>Distance horizontale entre la coordonnée X-Y et le point B des tissus mous</i>
Pn	<i>Pronasale: point le plus antérieur et le plus proéminent du nez (pointe)</i>	Me Vert	<i>Distance verticale entre la coordonnée X-Y et le point Me</i>
Ls	<i>Labiale superius: point le plus antérieur de la lèvre supérieure</i>	Me' Vert	<i>Distance verticale entre la coordonnée X-Y et le tissu mou Me</i>
Li	<i>Labiale inferius: point le plus antérieur de la lèvre inférieure</i>	LsVert	<i>Distance verticale entre la coordonnée X-Y et Ls</i>
B'	<i>B' Point B des tissus mous ou repli labiomentonnier</i>	LiVert	<i>Distance verticale entre la coordonnée X-Y et Li</i>
Pg'	<i>Pogonion des tissus mous : point le plus proéminent ou le plus antérieur du menton dans le plan sagittal</i>	Pg horizontal épaisseur de tissu mou	<i>Distance horizontale entre les tissus durs et les tissus mous Pg</i>
Me'	<i>Menton des tissus mous : Point le plus bas du contour du menton des tissus mous</i>	Me vertical épaisseur de tissu mou	<i>Distance verticale entre les tissus durs et les tissus mous Me</i>
E-ligne	<i>Ligne esthétique : ligne reliant Pn et Pg'</i>	B horizontal épaisseur de tissu mou	<i>Distance horizontale entre les tissus durs et les tissus mous B</i>
ACP	<i>Point de concavité antérieure</i>	ADH	<i>Hauteur dentaire antérieure : distance verticale de la pointe de l'incisive inférieure qui coupe perpendiculairement le plan mandibulaire</i>
PCP	<i>Point de convexité postérieure</i>		

Tableau 3. – Repères céphalométriques et définitions

Pour tous les sujets, la recommandation d'une génioplastie était basée sur l'évaluation clinique du déficit antéro-postérieur et de la position verticale du tissu mou du menton par rapport aux lèvres et au milieu du visage. L'excès de hauteur dentaire antérieure inférieure (par extension, l'excès de hauteur faciale inférieure) a été évalué par la distance verticale perpendiculaire entre l'extrémité de l'incisive et le bas du menton (ADH). La déficience du menton antéro-postérieure (ou la protrusion dentoalvéolaire) a été évaluée par la distance horizontale de la pointe de

l'incisive inférieure au plan A-Pg. Les données céphalométriques du prétraitement sont énumérées dans le tableau 3.

### **4.3.2 Mesure de l'œdème**

L'œdème est évalué aux points Pg', Me' et B' par le changement d'épaisseur des tissus mous T2-T1. La résorption de l'œdème est évaluée aux mêmes points par le même changement à T3-T2. Le changement net de l'épaisseur du tissu mou est mesuré à T3-T1 (Tableau 7).

## **4.4 Analyse statistique**

Pour évaluer l'erreur de méthode, les téléradiographies de profil de 11 patients à trois points temporels ont été retracées par le même opérateur (codirecteur de recherche Docteur Sylvain Chamberland) à environ un mois d'intervalle. Le coefficient intra-groupe (ICC) a été calculé selon la définition de Shrout et Fleiss (45) pour évaluer la fiabilité intra-groupe.

Un test T de Student pour échantillons indépendants a été utilisé pour comparer la moyenne des résultats continus au départ entre les genres. Une analyse de variance à sens unique (ANOVA) et un test du chi carré ont été effectués pour évaluer si les trois groupes étaient similaires pour les variables continues et catégorielles respectivement.

La comparaison de l'œdème en fonction du groupe et du temps écoulé depuis l'opération a été effectuée par une ANOVA à deux voies, ajustée en fonction du genre.

Une ANOVA à deux voies a permis de comparer l'évolution des scores entre deux points temporels en fonction du groupe d'âge, du genre et de leur interaction. Lorsqu'aucun des effets n'était significatif, le changement moyen pour l'ensemble de l'échantillon est présenté. En présence d'un effet du groupe d'âge et/ou du genre, le changement moyen est présenté en fonction des groupes concernés. En présence d'une interaction, les comparaisons entre groupes d'âge ont été effectuées séparément pour chaque genre. Les comparaisons multiples entre les groupes d'âge ont été ajustées à l'aide de la méthode de Bonferroni. Les résultats sont présentés

sous forme de changement moyen avec son intervalle de confiance à 95% (IC95%), et la valeur p du test T comparant la moyenne à zéro.

Pour la comparaison du changement temporel entre les tissus mous et les tissus durs, un modèle mixte linéaire a été utilisé avec une matrice de covariance de variance non structurée. Le changement entre deux points temporels a été comparé avec trois facteurs fixes (groupe d'âge, genre et tissu) et leurs interactions.

La prédiction du changement temporel des tissus mous entre T3-T1 sur la base du changement des tissus durs entre T2-T1 a été faite avec une régression linéaire simple. L'intercept a été conservé dans le modèle lorsque le terme était significatif à un niveau de 5%.

L'analyse statistique a été réalisée via SAS version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, Caroline du Nord).

## Chapitre 5 – Résultats

### 5.1 Erreur de la méthode - Reproductibilité des tracés

Le calcul de l'erreur de méthode s'est fait par calcul du coefficient intra-groupe (ICC) pour calculer la fiabilité intra-groupe selon la définition de Shrout et Fleiss (46). Les téléradiographies de profil de 11 patients à trois points temporels ont été retracées par le même opérateur (codirecteur de recherche Docteur Sylvain Chamberland) à environ un mois d'intervalle.

Pour presque toutes les valeurs, un coefficient supérieur à 0,90 est observé, ce qui implique une très bonne reproductibilité intra-observateur (Tableau 4).

Variable	Pg horiz	Pg' horiz	MeVert	Me' Vert	B Horiz	B' Horiz	Ls Horiz	Ls Vert	Li Horiz	Li Vert	Épaisseur de symphyse	ADH	FMA
Coefficient intra- groupe (ICC)	0,96	0,96	0,98	1,00	0,95	0,94	0,97	0,93	0,97	0,92	0,88	0,98	0,97

Tableau 4. – Coefficient intra-groupe (ICC) des points d'intérêts

## 5.2 Caractéristiques de l'échantillon

Les trois groupes d'âge étaient similaires en termes de répartition des genres, de position verticale et antéro-postérieure du menton à T1 (tableaux 5 et 6).

<b>Tableau 5 : Caractéristiques des patients et suivi radiographique</b>				
	<b>Groupe 1 (&lt; 15 ans)</b>	<b>Groupe 2 (15-19)</b>	<b>Groupe 3 (&gt;19)</b>	<b>Tous</b>
<b>N</b>	34	23	18	75
<b>% de femmes</b>	41%	43%	56%	45%
<b>Âge au T1 (années)</b>	13,97 ± 0,65 (12,62 à 14,95)	16,61 ± 1,1 (15,16 à 18,98)	27,18 ± 6,03 (19,62 à 37,57)	17,95 ± 6,12 (12,62 à 37,57)
<b>Ceph Post Chirurgie T2 (semaines)</b>	4,32 ± 3,39 (0,14 à 18,14)	4,49 ± 3,45 (1,71 à 15,00)	4,40 ± 4,76 (0,86 à 18,57)	4,39 ± 3,72 (0,14 à 18,57)
<b>Suivi T3 (semaines)</b>	103,42 ± 37,76 (14,0 à 167,0)	98,74 ± 33,07 (21,1 à 172,1)	101,28 ± 38,78 (21,9 à 161,4)	102,35 ± 36,10 (14,0 à 172,1)
Les valeurs sont la moyenne ± l'écart-type (minimum-maximum) ou le pourcentage.				

Tableau 5. – Caractéristiques des patients et suivi radiographique

Cependant, une différence liée au genre, indépendamment de l'âge, a été trouvée pour la hauteur dentoalvéolaire antérieure (ADH, F: 44,88 mm ± 0,49 vs M: 48,61 mm ± 0,45,  $p < 0,0001$ ). Les garçons avaient une hauteur symphysaire significativement plus grande que les femmes alors que l'angle du plan mandibulaire (FMA) et la protrusion de l'incisive inférieure (Md1-APg) ne montrent aucune différence entre le groupe d'âge ou le genre (Tableau 5).

<b>Tableau 6 : Caractéristiques dento-squelettiques</b>				
	<b>Groupe 1 (&lt; 15 ans)</b>	<b>Groupe 2 (15-19)</b>	<b>Groupe 3 (&gt;19)</b>	<b>Tous Gr1+ Gr2+ Gr3</b>
<b>N</b>	33	23	18	74
<b>ADH (mm)</b>	46,38 ± 3,0 (39,0 à 53,0)	46,79 ± 3,39 (39,8 à 53,7)	47,97 ± 3,94 (38,8 à 53,1)	46,89 ± 3,38 (38,8 à 53,7)
<b>FMA (°)</b>	33,85 ± 4,13 (25,1 à 45,1)	32,03 ± 3,96 (24,4 à 41,1)	34,93 ± 5,21 (24,4 à 45,7)	33,55 ± 4,44 (24,4 à 45,7)
<b>Md1-APg (mm)</b>	3,44 ± 1,61 (0,4 à 6,0)	4,04 ± 1,25 (2,4 à 6,8)	3,15 ± 1,95 (-0,4 à 6,5)	3,56 ± 1,62 (-0,4 à 6,8)
Les valeurs sont la moyenne ± l'écart-type (minimum-maximum).				

Tableau 6. – Caractéristiques dento-squelettiques.

### 5.3 Changement au moment de la chirurgie T2-T1

Les modifications des tissus mous et durs au moment de l'opération pour un patient typique ayant subi une g nioplastie fonctionnelle sont présentées dans le tableau 7.

L'avancement du menton au pogonion montre un changement moyen de 6,54 mm (5,95 ; 7,14) tandis que le pogonion des tissus mous montre un changement horizontal de 8,09 mm (7,42 ; 8,75).

La réduction verticale des tissus durs au menton (Me) montre une différence entre les patients masculins et féminins (1,75 mm (0,42 ; 3,09),  $p=0,01$ ). Les femmes ont une réduction verticale de -2,06 mm (-3,02 ; -1,10). Les hommes ont une réduction verticale de -3,81 mm (-4,74 ; -2,89). La modification verticale des tissus mous montre une réduction significativement différente selon le genre (M vs F 1,22 mm (0,03 ; 2,42),  $p=0,04$ ) de -2,21 mm (-3,04 ; 1,38) pour les hommes et -0,99 mm (-1,84 ; -0,13) pour les femmes.

Le changement au point B est faible, mais significatif (0,50 mm, 0,17 ; 0,83),  $p = 0,003$ . Le changement au niveau du point B mou montre un déplacement significatif vers l'avant du point B mou (4,17 mm, 3,58 ; 4,77),  $p<0,0001$ .

La lèvre supérieure ne présente aucun changement horizontal significatif, mais le groupe le plus jeune présente un repositionnement inférieur significatif de 1,23 mm (0,54 ; 1,91)  $p=0,0007$ . Ceci est diff rent des deux autres groupes d'âge.

Le changement horizontal de la lèvre inférieure montre un effet du groupe d'âge. Le groupe le plus âgé présente un changement horizontal significatif vers l'avant de 1,00 mm (0,16 ; 1,85)  $p=0,0207$ , ce qui est significativement diff rent des deux groupes plus jeunes, avec un changement vertical de la lèvre inférieure n'est pas significatif.

L'épaisseur des tissus mous au pogonion (Pg-Pg') montre une augmentation significative de 1,54 mm (1,03 ; 2,05) ( $p<0,0001$ ), une augmentation significative au menton (Me) de 1,33 mm (0,93 ; 1,75) ( $p<0,0001$ ) et une augmentation significative au point B de 3,67 mm (3,15 ; 4,19) ( $p<0,0001$ ).

Variables	T2T1				T3T2				T3T1			
	Groupe	Changements moyens	IC 95	Valeur P	Groupe	Changements moyens	IC 95	Valeur P	Groupe	Changements moyens	IC 95	Valeur P
Pg horiz	tous les groupes	6,54	5,95 ; 7,14	< 0,0001	F	-0,98	-1,67 ; -0,29	0,0061	tous les groupes	6,39	5,68 ; 7,10	< 0,0001
					H	0,36	-0,33 ; 1,04	0,3				
Pg' horiz	tous les groupes	8,08	7,42 ; 8,75	< 0,0001	tous les groupes	-1,49	-2,09 ; -0,89	< 0,0001	tous les groupes	6,72	5,89 ; 7,54	< 0,0001
MeVert	F	-2,06	-3,02 ; -1,10	< 0,0001	F <15 ans	2,16 <sup>a</sup>	0,79 ; 3,54	0,0025	F < 15 ans	0,06 <sup>a</sup>	-1,40 ; 1,53	0,9305
					F 15-19 ans	0,63 <sup>a</sup>	-0,05 ; 1,32	0,0702	F 15-19 ans	-0,97 <sup>a</sup>	-2,80 ; 0,86	0,2952
					F >19 ans	0,6 <sup>a</sup>	-0,14 ; 1,34	0,1087	F > 19 ans	-1,63 <sup>a</sup>	-3,37 ; 0,11	0,0653
	H	-3,81	-4,74 ; -2,89	< 0,0001	H <15 ans	5,185 <sup>a</sup>	4,04 ; 6,3	< 0,0001	H <15 ans	1,94 <sup>a</sup>	0,68 ; 3,2	0,003
					H 15-19 ans	2,51 <sup>b</sup>	1,86 ; 3,16	< 0,0001	H 15-19 ans	-1,58 <sup>b</sup>	-3,32 ; 0,16	0,0737
					H >19 ans	0,42 <sup>c</sup>	-0,40 ; 1,25	0,3066	H > 19 ans	-3,89 <sup>b</sup>	-5,83 ; 1,95	0,0002
Me' Vert	F	-0,99	-1,84 ; -0,13	0,0247	< 15 ans	2,43 <sup>a</sup>	1,64 ; 3,22	< 0,0001	< 15 ans	1,07 <sup>a</sup>	0,13 ; 2,00	0,025
					15-19 ans	0,91 <sup>b</sup>	0,32 ; 1,5	0,0028	15-19 ans	-0,79 <sup>ab</sup>	-2 ; 0,42	0,1978
					> 19 ans	-0,046 <sup>b</sup>	-0,93 ; 0,83	0,9162	> 19 ans	-1,7 <sup>b</sup>	-2,96 ; -0,45	0,0085
	H	-2,21	-3,04 ; -1,38	< 0,0001	F	0,49	-0,14 ; 1,12	0,125	> 19 ans	-1,7 <sup>b</sup>	-2,96 ; -0,45	0,0085
					H	1,71	1,09 ; 2,32	<0,0001				
BHoriz	tous les groupes	0,5	0,17 ; 0,83	0,003	F	0,9	0,35 ; 1,46	0,0018	F	1,18	0,24 ; 2,11	0,0145
B' Horiz	tous les groupes	4,17	3,58 ; 4,77	<0,0001	H	3,51	2,41 ; 4,61	< 0,0001	H	4,22	3,29 ; 5,15	< 0,0001
					F	-1,88	-2,49 ; -1,26	< 0,0001	F	2,41	1,204 ; 3,61	0,0002
Ls Horiz	tous les groupes	-0,1	-0,60 ; 0,397	0,6822	H	0,44	-0,87 ; 1,75	0,5066	H	4,64	3,45 ; 5,84	< 0,0001
					F <15 ans	0,9 <sup>a</sup>	-0,54 ; 2,34	0,2178	< 15 ans	1,3 <sup>a</sup>	0,52 ; 2,08	0,0014
					F 15-19 ans	-0,48 <sup>a</sup>	-1,69 ; 0,73	0,4331	15-19 ans	-0,29 <sup>b</sup>	-1,3 ; 0,73	0,57
					F >19 ans	-0,07 <sup>a</sup>	-0,60 ; 0,46	0,7915	> 19 ans	0,16 <sup>ab</sup>	-0,89 ; 1,2	0,76
					H <15 ans	2,58 <sup>a</sup>	1,38 ; 3,79	< 0,0001				
					H 15-19 ans	0,88 <sup>ab</sup>	-0,27 ; 2,03	0,1305				
LsVert	< 15 ans	1,23 <sup>a</sup>	0,54 ; 1,91	0,0007	tous les groupes	0,98	0,51 ; 1,45	< 0,0001	< 15 ans	2,43 <sup>a</sup>	1,73 ; 3,12	< 0,0001
	15-19 ans	-0,39 <sup>b</sup>	-1,21 ; 0,43	0,34					15-19 ans	0,43 <sup>b</sup>	0,47 ; 1,34	0,34
	> 19 ans	-0,63 <sup>b</sup>	-1,56 ; 0,29	0,17					> 19 ans	0,23 <sup>b</sup>	-0,71 ; 1,17	0,63
Li Horiz	< 15 ans	-0,62 <sup>a</sup>	-1,25 ; 0,00	0,0516	< 15 ans	1,94 <sup>a</sup>	1,17 ; 2,71	< 0,0001	F <15 ans	-0,22 <sup>a</sup>	-1,41 ; 0,96	0,7104
					F 15-19 ans	-0,76 <sup>a</sup>	-2,24 ; 0,72	0,3115	F > 19 ans	0,52 <sup>a</sup>	-0,88 ; 1,92	0,4619
					F > 19 ans	0,52 <sup>a</sup>	-0,88 ; 1,92	0,4619	H < 15 ans	2,96 <sup>a</sup>	1,94 ; 3,98	< 0,0001
	15-19 ans	-0,41 <sup>a</sup>	-1,16 ; 0,33	0,2766	15-19 ans	0,1 <sup>b</sup>	-0,92 ; 1,11	0,8489	H 15-19 ans	0,31 <sup>b</sup>	-1,09 ; 1,71	0,6605
	> 19 ans	1,00 <sup>b</sup>	0,16 ; 1,85	0,0207	> 19 ans	-0,74 <sup>b</sup>	-1,79 ; 0,30	0,1611	H > 19 ans	0,00 <sup>b</sup>	-1,57 ; 1,57	1
LiVert	tous les groupes	-0,46	-1,25 ; 0,34	0,25	F	0,5	-0,40 ; 1,40	0,26	tous les groupes	0,71	-0,11 ; 1,52	0,08
					H	1,82	0,93 ; 2,70	0,0001				
Pg horiz épaisseur des tissus mous	tous les groupes	1,54	1,03 ; 2,05	<0,0001	tous les groupes	-1,18	-1,57 ; -0,78	< 0,0001	tous les groupes	0,33	-0,14 ; 0,79	0,1677
Épaisseur du tissu mou de Me vert	tous les groupes	1,33	0,93 ; 1,75	< 0,0001	tous les groupes	-0,82	-1,13 ; -0,51	< 0,0001	tous les groupes	0,54	0,19 ; 0,88	0,0031
B Horiz épaisseur des tissus mous	tous les groupes	3,67	3,15 ; 4,19	< 0,0001	tous les groupes	-2,93	-3,36 ; -2,49	< 0,0001	tous les groupes	0,825	0,35 ; 1,30	0,001
Épaisseur symphyse	tous les groupes	0,2	-0,09 ; 0,49	0,1743	tous les groupes	1,99	1,45 ; 2,52	< 0,0001	< 15 ans	3,03 <sup>a</sup>	2,32 ; 3,74	<0,0001
									15-19 ans	2,16 <sup>ab</sup>	1,20 ; 3,11	< 0,0001
									> 19 ans	1,41 <sup>b</sup>	0,39 ; 2,43	0,0073
ADH	tous les groupes	-5,6	-6,23 ; -4,98	<0,0001	<15 ans	2,5 <sup>a</sup>	1,82 ; 3,17	<0,0001	<15 ans	-3,14 <sup>a</sup>	-3,98 ; -2,29	<0,0001
					15-19 ans	1 <sup>b</sup>	0,48 ; 1,51	0,0002	15-19 ans	-4,6 <sup>b</sup>	-5,74 ; -3,47	< 0,0001
					> 19 ans	0,55 <sup>b</sup>	0,09 ; 1,01	0,0207	> 19 ans	-5,37 <sup>b</sup>	-6,51 ; -4,24	< 0,0001
					F	1	0,52 ; 1,48	< 0,0001				
					H	1,7	1,26 ; 2,13	<0,0001				

\*La moyenne sur l'ensemble de l'échantillon est présentée en absence de différence significative au seuil 5% du groupe d'âge, du sexe ou de l'interaction groupe\*sexe.

La moyenne est présentée selon l'âge et/ou le sexe lorsque ces différences sont significatives au seuil de 5%.

Dans le cas des comparaisons par groupe d'âge, les moyennes avec la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5%. Elles sont significativement différentes si elles n'ont pas la même lettre

Une correction de Bonferroni pour les comparaisons multiples est effectuée. En présence d'une interaction, les groupes d'âge sont comparés entre eux séparément pour chaque sexe.

\*\* La valeur P provient du test T pour voir si la moyenne du changement est significativement différente de zéro.

Tableau 7. – Résultats. Changement chirurgical T2-T1. Changement post-chirurgical T3-T2.

Changement net T3-T1.

## 5.4 Changement au moment de la chirurgie T3-T2

Les modifications des positions des coordonnées et de la relation dimensionnelle sont dues à une combinaison de remodelage de la surface, de guérison de l'œdème des tissus mous et de croissance mandibulaire, en particulier pour le groupe le plus jeune.

Le changement horizontal au niveau du pogonion n'est pas différent entre le groupe d'âge ( $p=0,3426$ ), ni l'interaction genre\*groupe ( $p=0,1102$ ), mais le genre montre un effet significatif ( $p=0,0077$ ). Les femmes présentent une diminution faible, mais significative de 0,98 mm (-1,67 ; -0,29) ( $p=0,0061$ ) tandis que les hommes présentent un changement non significatif de 0,36(-0,33 ; 1,04). Le changement horizontal des tissus mous à Pg montre une diminution significative de 1,49 mm (-2,09 ; -0,89) ( $p<0,0001$ ) sans distinction de genre ou d'âge.

Les changements verticaux du tissu dur montrent une interaction âge-groupe\*genre, avec une différence entre les groupes d'âge pour les hommes, mais pas pour les femmes. Les hommes et les femmes du groupe 1 (<15 ans) et les hommes du groupe 2 (gr 15-19) montrent une augmentation verticale significative ( $p=0,0025$  et  $p<0,0001$ ). Les femmes du groupe 2 et tous les sujets du groupe 3 (>19 ans) montrent un changement vertical non significatif.

Les changements verticaux des tissus mous montrent une augmentation verticale significative (2,43 et 0,91 mm) ( $p<0,0001$  et  $p=0,028$ ) des deux groupes les plus jeunes tandis que le groupe plus âgé n'a pas montré de changement vertical significatif (-0,046 mm, -0,93 ; 0,83). Les hommes présentent un changement vertical à Me de 1,71 mm (1,09 ; 2,32) significativement différent de celui des femmes (0,49 mm, -0,14 ; 1,12) ( $p<0,0001$ ).

Les changements horizontaux du point B du tissu dur montrent une augmentation significative pour les hommes et les femmes. L'augmentation pour les hommes est de 3,51 mm (2,41 ; 4,61) ( $p<0,0001$ ) tandis que l'augmentation pour les femmes est de 0,90 mm (0,35 ; 1,46) ( $p = 0,018$ ). La différence d'augmentation entre les hommes et les femmes est significativement différente de 2,61 (1,37 ; 3,84) ( $p<0,0001$ ). Les modifications du point B horizontal des tissus mous montrent une réduction significative pour les femmes de 1,88 mm ( -2,49 ; -1,26) ( $p<0,0001$ ) et une augmentation non significative de 0,44 mm ( -0,87 à 1,75) pour les hommes.

Le changement horizontal de la lèvre supérieure est significatif pour les hommes du groupe le plus jeune (2,58 mm, 1,38 ; 3,79), alors qu'il n'est pas significatif pour les hommes des groupes 2 et 3 et les femmes des 3 groupes. En ce qui concerne le changement horizontal de la lèvre inférieure, il n'y a qu'une différence entre les groupes d'âge.

Le groupe le plus jeune présente un changement significatif de 1,94 mm (1,17 ; 2,71) ( $p < 0,0001$ ), tandis que les deux groupes plus âgés ne présentent pas de changement horizontal significatif.

L'épaisseur des tissus mous montre des différences toutes significatives avec  $p < 0,0001$  : diminution au pogonion de 1,18 mm (-1,57 ; -0,78), une diminution de 2,93 (-3,36 ; -2,49) au point B et une augmentation de 0,82 mm (0,51 ; 1,13) à Menton.

L'épaisseur de la symphyse montre une augmentation significative ( $p < 0,0001$ ) de 1,99 mm (1,45 ; 2,52) indépendamment de l'âge ou du genre.

## **5.5 Variation nette à T3 : T3-T1**

Le pogonion des tissus durs présente un changement horizontal net de 6,39 mm ( $p < 0,0001$ ) tandis que les tissus mous présentent un changement net de 6,72 mm ( $p < 0,0001$ ).

Verticalement, le changement au niveau du menton diffère selon l'âge et le genre. Le changement net pour les femmes entre les groupes n'atteint pas le niveau de signification bien que les femmes des patients non en croissance (groupe 3) montrent une réduction nette de 1,63 (-3,37 ; 0,11). Pour les hommes, seul le groupe le plus âgé, qui représente les patients sans croissance, présente une réduction verticale nette significative de -3,89 mm (-5,83 ; -1,95) ( $p = 0,0002$ ), les patients en croissance (groupe 1) présentent une augmentation significative de 1,94 mm (0,68 ; 3,2) ( $p = 0,003$ ).

L'augmentation du score d'épaisseur des tissus mous au pogonion de 0,33 mm (-0,14 ; 0,79) n'est pas significative. Il y a une augmentation légère, mais significative de 0,54 mm (0,19 ; 0,88) ( $p = 0,0031$ ) au menton (Me') et une augmentation de 0,83 mm (0,35 ; 1,30) ( $p = 0,001$ ) au point B des tissus mous.

Les trois groupes d'âge montrent une augmentation significative de l'épaisseur de la symphyse ( $p < 0,0001$  pour les groupes 1 et 2 et  $p = 0,0073$  pour le groupe 3), mais le changement de score dans le groupe 1 (<15 ans) est significativement différent du groupe le plus âgé (> 19 ans) ( $p = 0,03$ )

### **5.5.1 Tissu dur contre tissu mou**

Une analyse plus approfondie des changements verticaux des tissus durs et mous entre T3-T1 montre qu'il existe une différence entre les tissus durs et mous ( $p = 0,0031$ ), mais elle ne dépend pas du genre ( $p = 0,5083$ ) ni du groupe d'âge ( $p = 0,0624$ ).

Ainsi donc, le changement vertical des tissus durs à Me pour l'ensemble de l'échantillon (sans tenir compte de l'âge et du genre) montre une réduction moyenne de 1,01 mm (0,33 ; 1,69) ( $p = 0,0045$ ) tandis que le changement vertical des tissus mous montre une réduction moyenne non significative de 0,48 mm (-0,18 ; 1,13) ( $p = 0,155$ ).

Par conséquent, une différence significative de réduction verticale entre les tissus durs et mous de 0,54 mm (0,19 ; 0,88) ( $p = 0,0031$ ) est observée. Horizontalement, il n'y a pas de différence significative entre le changement des tissus durs et des tissus mous à Pg pour T3-T1 ( $p = 0,1677$ ).

### **5.5.2 Effet de l'œdème**

L'analyse des scores d'épaisseur des tissus mous si la téléradiographie de profil T2 est prélevée moins de 4 semaines versus entre 4 à 18 semaines après la chirurgie ne montre pas de différence significative à Pg-Pg' et Me-Me'.

Cependant, le changement au niveau du tissu mou B est significativement affecté par le temps ( $p = 0,0093$ ). Les scores d'œdème ne sont pas affectés par le groupe d'âge ou le genre pour aucune des trois variables.

## 5.6 Modèles prédictifs de changement des tissus mous après un changement des tissus durs

	Groupe	Intercept $\pm$ Erreur standard	Coefficient de régression $\pm$ Erreur standard	Équation de prédiction T3T1	R <sup>2</sup> ajusté
<b>Pg' T3T1</b>	Tous les groupes	0	1.00 $\pm$ 0.05	1.00 $\Delta$ PgHorizT2T1	0.85
	1	0	1.10 $\pm$ 0.08	1.10 $\Delta$ PgHorizT2T1	0.86
	2	0	0.92 $\pm$ 0.09	0,92 $\Delta$ PgHorizT2T1	0.84
	3	0	0.92 $\pm$ 0.08	0,92 $\Delta$ PgHorizT2T1	0.87
<b>Me'T3T1</b>	Tous les groupes	-1.40 $\pm$ 0.44	0.50 $\pm$ 0.11	-1,40 + 0,50 $\Delta$ MeVertT2T1	0.23
	1	-2.48 $\pm$ 0.69	0.46 $\pm$ 0.18	-2,48 + 0,46 $\Delta$ MevertT2T1	0.15
	2	-0.56 $\pm$ 0.60	0.46 $\pm$ 0.14	-0,56 + 0,46 $\Delta$ MeVertT2T1	0.34
	3	-0.12 $\pm$ 0.57	0.54 $\pm$ 0.13	-0,12 + 0,55 $\Delta$ MeVertT2T1	0.48

Tableau 8. – Modèles prédictifs de changement des tissus mous suite à un changement des tissus durs

### 5.6.1 Pogonion

Le changement à long terme pour l'ensemble de l'échantillon montre une relation 1:1 entre les changements du tissu dur T2-T1 et du tissu mou T3-T1 au pogonion, si l'on considère l'ensemble de l'échantillon. Le coefficient de détermination ajusté (R<sup>2</sup> ajusté) est de 85 %.

Cependant, si nous n'utilisons que le patient sans croissance du groupe 3, la formule montre que le changement des tissus mous représente 0,92 du changement chirurgical des tissus durs et le R<sup>2</sup> ajusté (87 %) est similaire. Cela signifie que 85-87 % du changement de la variable dépendante

(changement des tissus mous T3-T1) est expliqué par la variable indépendante (changement chirurgical T2-T1).

### **5.6.2 Menton**

Le changement vertical à long terme à Menton s'avère moins prévisible par Me T2-T1 si l'on considère les 3 groupes ensemble. Le coefficient de détermination ajusté n'est que de 23 %. Cependant, si nous ne considérons que les patients du groupe 3 qui n'ont pas de croissance, le coefficient de détermination augmente considérablement pour atteindre 48 %. Cela peut s'expliquer par le fait que le groupe le plus jeune présente une croissance verticale au menton, réduisant ainsi la capacité de prédiction.

Le modèle prédictif montre que la croissance a un effet sur le changement horizontal à long terme, car le coefficient est de 1,1 du changement squelettique pour le groupe 1 contre 0,92 pour les groupes 2 et 3. Quant au changement vertical, le facteur d'interception est de -2,48 pour le groupe 1 contre -0,12 pour le patient qui ne grandit pas.



## **Chapitre 6 – Discussion**

### **6.1 Système de coordonnées**

De nombreux chercheurs ont tenté d'établir des critères permettant de distinguer les modifications des tissus mous de celles des tissus durs après une génioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée, au moyen de tracés céphalométriques (14, 15, 47-52). L'utilisation d'un système de coordonnées (axe X-Y) permet d'utiliser des plans de référence qui ne sont pas modifiés par la chirurgie permettant d'obtenir des résultats fiables (47). Par conséquent, les changements verticaux au menton (Me) ont été mesurés avec le système de coordonnées et non avec la variable ADH, car le plan de référence de l'ADH est affecté par l'importance de l'avancement ou de la réduction verticale de la symphyse.

### **6.2 Apport de cet échantillon par rapport aux autres études**

Par rapport aux autres études, l'échantillon étudié apporte de nombreux éléments nouveaux. Par sa taille, qui est à ce jour le plus grand échantillon d'une étude sur les génioplasties fonctionnelles : 75 patients ayant eu une génioplastie isolée comme seul geste chirurgical.

Mais aussi par l'étude de l'effet du genre qui n'avait pas été étudié dans les études précédentes et qui conforte les arguments d'une croissance différentielle homme/femme. Dans l'étude, le pourcentage de femmes était relativement bien équilibré entre les groupes, bien que le groupe 3 (>19 ans) ait un pourcentage de femmes plus élevé (56%) que les 3 groupes réunis (45%).

L'analyse de l'effet de genre mentionné dans le paragraphe précédent permet également d'éviter les biais causés par le retard de croissance des garçons par rapport aux filles.

Dans de nombreux cas, il n'y a pas d'effet du genre, donc seul l'âge chronologique est considéré. Dans certains cas, le genre est pris en compte, ce qui peut refléter des différences morphologiques (s'il y a un effet du genre, mais pas d'interaction) ou des différences de croissance (s'il y a une interaction genre/âge). L'une des forces de l'étude est d'avoir pris en compte ces interactions possibles, plutôt que de combiner les deux genres et de mélanger des individus qui ne sont pas au même stade de croissance.



Un autre point fort de l'étude est d'étudier l'impact d'une génioplastie fonctionnelle isolée sur d'autres points tels que les lèvres et le point B. L'étude de ces points permet d'avoir une vision plus large du déplacement des tissus mous par rapport aux tissus durs.

### **6.3 Différence à T2-T1**

Le point d'observation du temps postopératoire (T2) varie de immédiatement après l'intervention jusqu'à 18 semaines après l'intervention. Pendant cette période, le gonflement postopératoire affectera probablement les changements mesurés des tissus mous (48). C'est pourquoi il est recommandé d'attendre au moins 3-4 mois avant de réaliser une téléradiographie de profil. (14, 46, 53, 54). Dans notre étude, 37% des patients ont eu une céphalométrie T2 réalisée entre 4 et 18 semaines. Par conséquent, les changements horizontaux et verticaux à court terme des tissus mous doivent être interprétés avec prudence, car l'augmentation rapportée de l'épaisseur des tissus mous, verticalement et horizontalement, inclut nécessairement un gonflement postopératoire (55).

L'œdème postopératoire contribue également à expliquer une modification des tissus mous plus importante que celle des tissus durs horizontalement et une modification des tissus mous moins importante que celle des tissus durs verticalement à T2.

La diminution significative de l'épaisseur des tissus mous au niveau du pogonion, du point B et du menton pendant le suivi (T3-T2) confirme que le gonflement (œdème) a affecté la mesure jusqu'à 18 semaines après la chirurgie (T2-T1). Le changement important de l'épaisseur des tissus mous au point B par rapport au changement horizontal au pogonion ou vertical au menton à T2 indique que l'œdème est situé au-dessus du fragment distal dans la section mobile de la lèvre inférieure et qu'il diminue rapidement pendant les quatre premiers mois postopératoires (Figure 22B, 23B, 25B, 26B). Cette différence peut être expliquée par le fait que la lèvre située au niveau du point B est mobile et ne retient pas la diffusion de l'œdème, alors que la musculature située au niveau du pogonion et du menton peut retenir l'effusion de l'œdème.



Figure 23. – A. Vue de profil pré-chirurgicale montrant une déficience du menton antéro-postérieur et un excès vertical du tiers inférieur du visage. B : 4 semaines après l'opération, on constate un gonflement des tissus mous, une réduction de la convexité du visage et de la hauteur du visage inférieur. C : Neuf mois après l'opération, on constate une réduction du gonflement, une amélioration du contour du cou et du menton et de la courbure de la lèvre inférieure.



Figure 24. – A : avant l'opération, le menton est en retrait et le tiers inférieur du visage est long. B : 4 semaines après la génioplastie montrant un large avancement génial et un gonflement principalement situé au-dessus du fragment distal. C : 9 mois après l'opération, on observe un remodelage osseux et une réduction du gonflement.

### 6.3 Changements à long terme T3-T1

Les changements à long terme des tissus mous montrent une amélioration du contour du menton et de la gorge, une amélioration de la courbure des lèvres et du repli labiomentonnière et une compétence des lèvres au repos (Figure 23C, 25C). Les patients qui ont une hauteur faciale antérieure inférieure excessive ont souvent des incisives inférieures qui s'affichent en souriant. Le fait de déplacer le menton vers le haut ou vers l'avant fait remonter la lèvre inférieure et diminue l'exposition des incisives inférieures lors du sourire (5). Ainsi, une génioplastie visant à améliorer l'équilibre facial influence la dynamique de l'affichage du sourire en permettant à la lèvre inférieure de remonter en même temps que la lèvre supérieure (Figure 25).



Figure 25. – A : Sourire préopératoire montrant les incisives inférieures. B : Sourire à 1 mois après la génioplastie. C : Suivi de 9 mois montrant une amélioration du sourire.

Les changements de la position des coordonnées et de la relation dimensionnelle sont dus à la croissance faciale et mandibulaire chez les patients en croissance du groupe 1 (<15 ans) et du groupe 2 (15-19 ans). La guérison de l'œdème affecte les changements à court terme tandis que le remodelage osseux sous et au-dessus du fragment génial affecte les changements à long terme.

La génioplastie d'avancée modifie la convexité du visage et permet d'obtenir un équilibre facial, une compétence des lèvres au repos (aspect fonctionnel) et une augmentation de la longueur du menton et de la gorge (Figure 24B, C) (5, 48, 56). Dans notre étude, la plupart des patients avaient les lèvres fermées sur le céphalogramme, ce qui signifie qu'il y avait probablement une tension

des lèvres et une tension du menton incluses dans les mesures au départ et une relaxation de cette tension lors du suivi à long terme.

Les données montrent que la lèvre supérieure ne présente pas de changements significatifs vers l'avant, sauf pour le groupe 1 et les lèvres inférieures des hommes du groupe 1. Ces différences peuvent s'expliquer par la croissance.

Le repli labiomentonnière peut être estimé par la différence du mouvement net vers l'avant du pogonion des tissus mous et du point B des tissus mous, qui montre une différence de 2 mm pour les hommes et de 4 mm pour les femmes. Ainsi, le contour du menton a été amélioré tant chez les hommes que chez les femmes.

La modification horizontale post-chirurgicale (T3-T2) montre que les femmes ont eu une récurrence de moins de 1 mm. Bien que ce résultat soit statistiquement significatif, il n'est probablement pas cliniquement pertinent (57) et il peut également s'expliquer par un remodelage osseux plutôt que par une véritable rechute du fragment distal (Figure 25). Verticalement, les patients qui ne sont pas en croissance (les femmes matures du groupe 2 et tous les patients du groupe 3) présentent des changements stables et, comme on pouvait s'y attendre, les patients en croissance (les hommes et les femmes immatures du groupe 1 et les hommes immatures du groupe 2) présentent un changement vertical significatif au cours de la période de suivi.

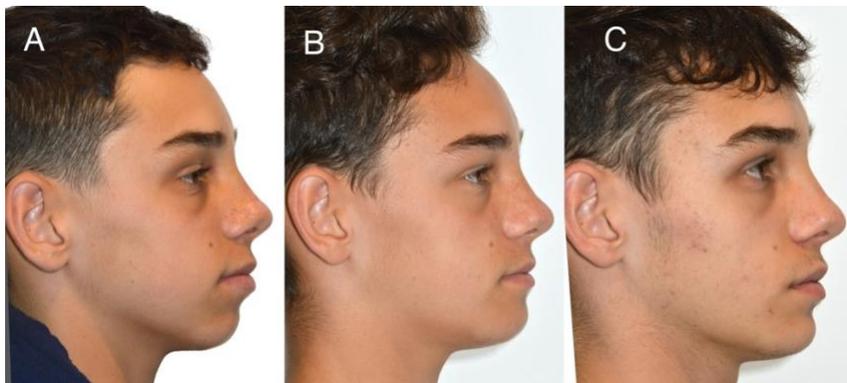


Figure 26. – Patient en pleine croissance qui a subi une génioplastie à 14 ans et 4 mois. A : avant l'opération, la lèvre inférieure est contractée et la convexité du visage est accrue. B : Un mois après la chirurgie montrant une amélioration du rapport de Holdaway. C : Suivi à vingt-six mois montrant une amélioration du contour du menton et du repli labiomentonnière.

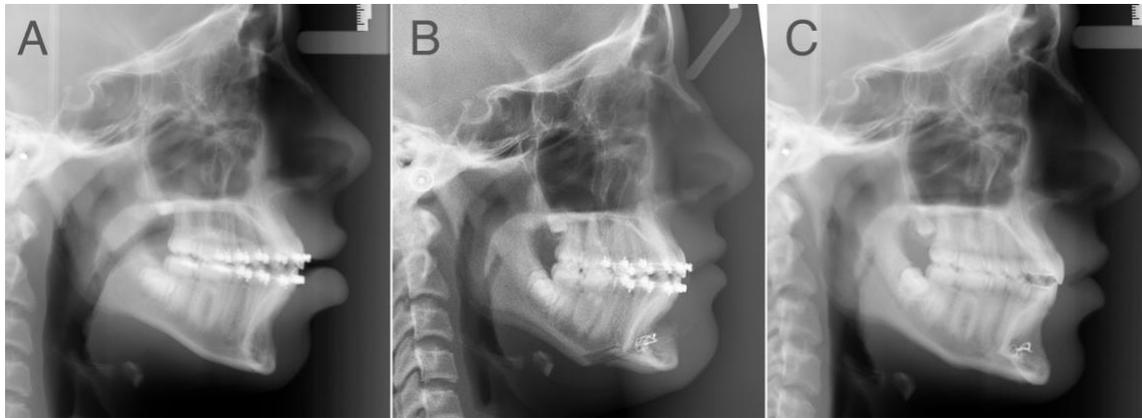


Figure 27. – Avant l'opération, montrant une protrusion dentoalvéolaire, une lèvre incompetente au repos. B : Un mois après la génioplastie. L'œdème au-dessus du fragment distal est évident. C : Remodelage osseux et apposition osseuse typique d'un patient en pleine croissance qui a subi une génioplastie.

L'objectif de cette étude était de fournir des données qui aideraient à prédire les tissus mous en relation avec le mouvement squelettique du menton. Dans la plupart des études, le changement de tissu dur-tissu mou est donné par une moyenne arithmétique prenant le rapport pour tous les patients du déplacement final du tissu dur et du tissu mou (15, 48, 50, 51).

À l'aide d'une régression linéaire, nous avons estimé, à partir de la quantité de déplacement chirurgical du menton (T2-T1), combien les tissus mous se déplacent à long terme (T3-T1). En analysant de cette manière, le remodelage osseux est inclus dans l'analyse du déplacement des tissus mous. Nous obtenons ainsi des équations qui nous permettent de prédire à partir des données connues, à savoir le déplacement chirurgical du menton, de combien les tissus mous seront déplacés à long terme.

Le tableau 8 montre les modes de prédiction par groupe et pour l'ensemble de l'échantillon.

Le modèle prédictif (Tableau 8) révèle que le changement horizontal des tissus mous peut être prédit avec plus de précision horizontalement que verticalement. L'erreur standard du coefficient de régression est beaucoup moins importante pour Pg' que pour Me'.

Par conséquent, les patients qui ne grandissent pas permettent une meilleure prédictibilité. Le changement horizontal des tissus mous à 2 ans de suivi est de 0,92 le changement chirurgical à

Pg (T2-T1) étant donné le coefficient de détermination montrant que le changement observé dans les tissus mous est expliqué à 87% par le changement dans les tissus durs. Le changement vertical des tissus mous présente une prédictibilité moindre, comme le montre l'équation de prédiction du groupe 3 et un coefficient de détermination de 48 % (Tableau 8).

Les résultats ont montré que la réduction verticale des tissus mous est inférieure à celle des tissus durs. Cela signifie que la tension musculaire à la fois à Pg et à Me joue un rôle dans le changement des tissus mous. En effet, l'épaisseur des tissus mous Me-Me' augmente d'un demi-millimètre, faible, mais significatif, alors que dans la dimension horizontale, le changement d'épaisseur des tissus mous est non significatif.

La régression nous permet de conclure que le rapport entre le changement des tissus durs et des tissus mous est de 1 : 0,9

Ce rapport est inférieur à celui d'Erbe et al (48). D'autres études montrent un rapport tissu durs par rapport aux tissus mous (« durs : mous ») allant de 1 : 0,75 à 1 : 0,94 (14, 15, 17, 47, 49-51).

La réduction verticale de la symphyse est plus importante chez les hommes que chez les femmes. De même, la réduction verticale des tissus mous suit la même proportion. Il faut garder à l'esprit que les hommes avaient une hauteur dentaire inférieure plus longue au départ, d'où la nécessité d'une réduction plus importante.

## **6.4 Remodelage osseux**

Des études antérieures font état d'un remodelage osseux au niveau du bord supérieur du fragment distal et du bord inférieur du segment proximal entre le point distal de la coupe de l'ostéotomie et le segment distal avancé. Les angles osseux au-dessus du menton repositionné s'arrondissent (Figure 24B, C, 27B, C). En outre, l'apposition osseuse se produit au point B, les patients les plus jeunes ayant une apposition osseuse significativement plus importante au point B que les patients les plus âgés (groupe 3).

Les Figures 27 B et C montrent le remodelage osseux typique d'un patient en pleine croissance, avec une apposition osseuse importante au-dessus du fragment distal et un retrait d'os adjacent

à l'encoche dans le bord inférieur de la mandibule. Cependant, ce jeune patient a bénéficié d'une greffe osseuse allogène (Puros, Zimmer).

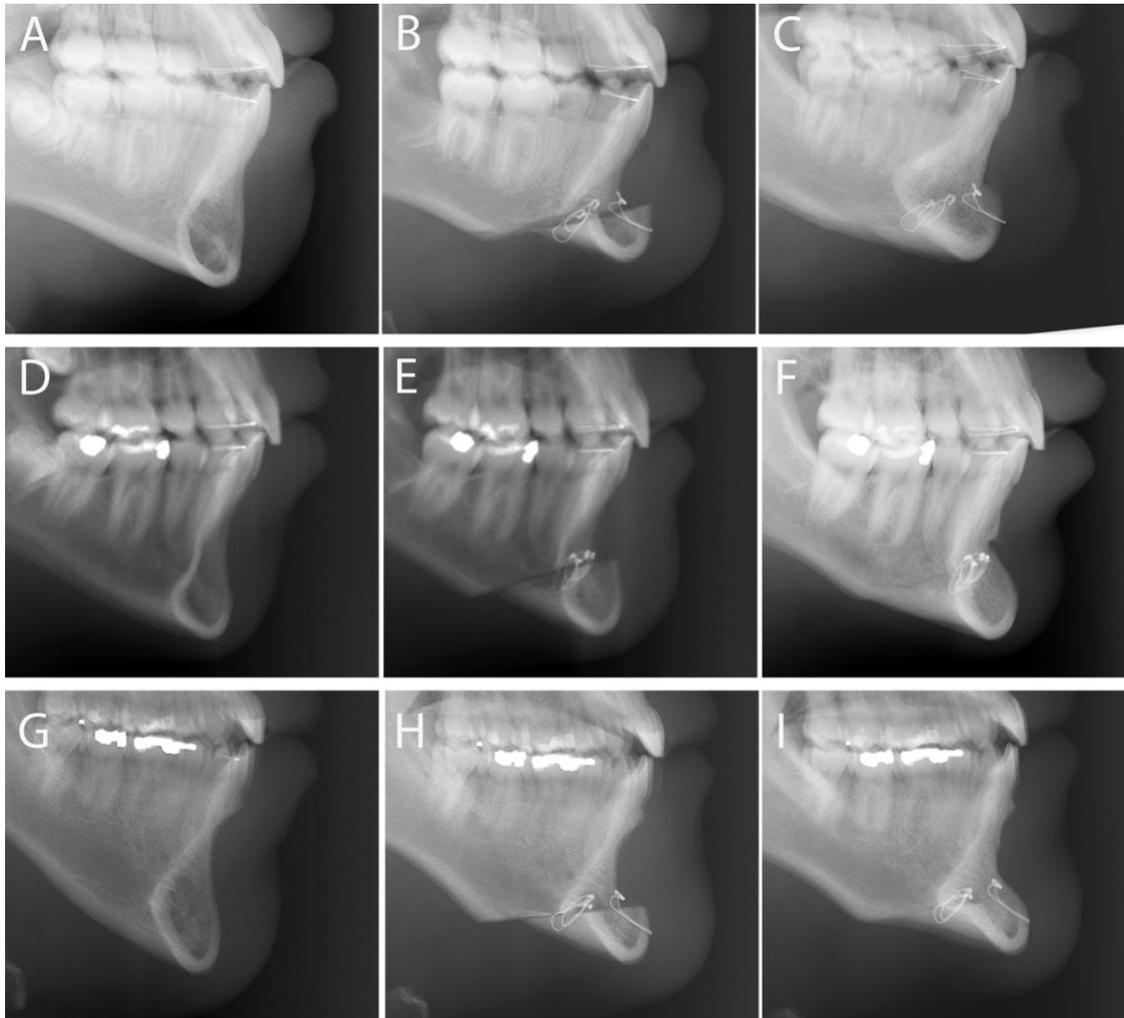


Figure 28. – Remodelage osseux typique. Première rangée : Homme, âge à la chirurgie 13,4 ans.

A : pré-chirurgical. B : 2 semaines après l'opération. C : 2 ans après l'opération.

Deuxième rangée : Homme, âge à la chirurgie 17,1 ans. A : pré-chirurgical. B : 2 semaines après la chirurgie. C : 2 ans après l'opération.

Rangée du bas : Homme, âge à la chirurgie 31,7 ans. A : pré-chirurgical. B : 4 semaines après la chirurgie. C : 3 ans après l'opération.

Cette étude a confirmé un rapport précédent (5) selon lequel une telle apposition osseuse augmente l'épaisseur de la symphyse et le groupe le plus jeune est statistiquement significatif par rapport aux 2 autres groupes. La Figure 24C et la Figure 27C montrent la différence dans le remodelage osseux d'un patient masculin de 14 ans par rapport à un patient féminin de 20 ans, tous deux ayant reçu une greffe osseuse allogène.

La Figure 28 montre le remodelage osseux typique des patients qui n'ont pas eu de greffe osseuse allogène. Si nous comparons la Figure 27C à la Figure 28C et la Figure 24C à la Figure 28 I, nous pouvons avoir tendance à dire qu'il y a une apposition osseuse légèrement plus importante au-dessus du fragment distal, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer si cela fait une différence significative.

Ce processus de remodelage/apposition osseuse aide à expliquer les changements d'épaisseur des tissus mous qui sont inférieurs à 1 mm et qui, bien que significatifs aux points B et Me, ne sont peut-être pas cliniquement significatifs.

Il s'agit de la première étude portant sur un large échantillon de patients ayant subi une génioplastie fonctionnelle en tant que procédure isolée, évaluant les changements horizontaux et verticaux des tissus mous après les changements des tissus durs.

## Chapitre 7 – Conclusion

Pour les patients qui n'ont plus de croissance, la modification horizontale des tissus durs est stable, et la modification des tissus mous représente 0,92 des modifications des tissus durs  $\pm 0,08$  (0,75 ; 1,09).

Verticalement, la formule pour prédire la réduction des tissus mous à T3 est  $-0,121 + 0,546 \times$  (réduction verticale des tissus durs à T2), ce qui est associé à un  $R^2$  de 48%.

Le changement des tissus mous au point B est inférieur à celui du pogonion, ce qui contribue à créer un repli labiomentonnier.

Les hommes ont une plus grande hauteur de symphyse que les femmes au départ. Par conséquent, les hommes ont une réduction verticale du tissu dur plus importante que les femmes à Me.

L'épaisseur des tissus mous à Me, indépendamment de l'âge ou du genre, montre une différence significative de 0,54 mm à T3-T1. Cela signifie que les tissus mous ne changent pas autant que les tissus durs dans le sens vertical.

Les patients en pleine croissance présentent une apposition osseuse plus importante au-dessus du fragment distal que les patients plus âgés.



## Références bibliographiques

1. Erbe C, Mulie RM, Ruf S. Advancement genioplasty in Class I patients: predictability and stability of facial profile changes. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(11):1258-62.
2. Honn M, Dietz K, Eiselt ML, Goz G. Attractiveness of facial profiles as rated by individuals with different levels of education. *J Orofac Orthop.* 2008;69(1):20-30.
3. Honn M, Dietz K, Godt A, Goz G. Perceived relative attractiveness of facial profiles with varying degrees of skeletal anomalies. *J Orofac Orthop.* 2005;66(3):187-96.
4. Proffit WR, White RP. *Surgical-Orthodontic Treatment.* St. Louis 1991.
5. Chamberland S, Proffit WR, Chamberland PE. Functional genioplasty in growing patients. *Angle Orthod.* 2015;85(3):360-73.
6. Precious DS, Delaire J. Correction of anterior mandibular vertical excess - The functional genioplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985;59.
7. Chaushu G, Blinder D, Taicher S, Chaushu S. The effect of precise reattachment of the mentalis muscle on the soft tissue response to genioplasty. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(5):510-6; discussion 7.
8. Dolce C, Hatch JP, Van Sickels JE, Rugh JD. Five-year outcome and predictability of soft tissue profiles when wire or rigid fixation is used in mandibular advancement surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2003;124(3):249-56.
9. Ewing M, Ross B. Soft tissue response to mandibular advancement and genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101.
10. Veltkamp T, Buschang PH, English JD, Bates J, Schow SR. Predicting lower lip and chin response to mandibular advancement and genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(6):627-34.
11. Davis W, Davis L, Daly B. Long-Term Bony and Soft Tissue Stability Following Advancement Genioplasty. *J Oral Maxillofac Surg.* 1988.
12. Polido W, Bell W. Long-term osseous and soft tissue changes after large chin advancements. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 1993;21.
13. Polido W, De Clairefont L, Bell W. Bone Resorption, Stability, and Soft-Tissue Changes Following Large Chin Advancements. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991;49.
14. Reddy PS, Kashyap B, Hallur N, Sikkerimath BC. Advancement genioplasty--cephalometric analysis of osseous and soft tissue changes. *J Maxillofac Oral Surg.* 2011;10(4):288-95.
15. Shaughnessy S, Mobarak KA, Hogevoid HE, Espeland L. Long-term skeletal and soft-tissue responses after advancement genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(1):8-17.
16. Talebzadeh N, Pogrel MA. Long-term hard and soft tissue relapse rate after genioplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(2):153-6.
17. San Miguel Moragas J, Oth O, Buttner M, Mommaerts MY. A systematic review on soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery part II: Chin procedures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(8):1530-40.
18. Proffit WR, Phillips C. Adaptations in lip posture and pressure following orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93.

19. Proffit WR, White RP, Jr. Combined surgical-orthodontic treatment: how did it evolve and what are the best practices now? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5 Suppl):S205-15.
20. Precious DS, Cardoso AB, Cardoso MC, Doucet JC. Cost comparison of genioplasty: when indicated, wire osteosynthesis is more cost effective than plate and screw fixation. *Oral Maxillofac Surg.* 2014;18(4):439-44.
21. Frapier L, Jaussent A, Yachouh J, Goudot P, Dauvilliers Y, Picot MC. Impact of genioplasty on mandibular growth during puberty. *Int Orthod.* 2010;8(4):342-59.
22. Proffit WR, White RP, Sarver DM. *Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity.* Elsevier, editor2002.
23. Holdaway RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1983;84.
24. Ricketts R. Planning Treatment on the Basis of the Facial Pattern and an Estimate of Its Growth. *Angle Orthod.* 1957;27.
25. Li B, Wang S, Wei H, Zeng F, Wang X. The use of patient-specific implants in genioplasty and its clinical accuracy: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49(4):461-5.
26. Wolford L, Bates J. Surgical modification for the correction of chin deformities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1988;66.
27. Precious DS, Armstrong JE, Morais D. Anatomic placement of fixation devices in genioplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992.
28. Precious DS, Armstrong JE, Morais D. *Genioplasty.* 2009.
29. Rubens BC, West RA. Ptosis of the Chin and Lip Incompetence: Consequences of Lost Mentalis Muscle Support. *J Oral Maxillofac Surg.* 1989;47.
30. Kirkpatrick TB, Woods MG. Skeletal Stability Following Mandibular Advancement and Rigid Fixation. *J Oral Maxillofac Surg.* 1987;45.
31. Reyneke JP, Johnston T, Van der Linden WJ. Screw osteosynthesis compared with wire osteosynthesis in advancement genioplasty: a retrospective study of skeletal stability. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 1997;35.
32. Park HS, Ellis E, Fonseca RJ, Reynolds ST, Mayo K. A retrospective study of advancement genioplasty.pdf. 1989.
33. Marshall SD, Low LE, Holton NE, Franciscus RG, Frazier M, Qian F, et al. Chin development as a result of differential jaw growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4):456-64.
34. Frost H. A determinant of bone architecture. The minimum effective strain. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;185.
35. Frost H. Mechanical Determinants of Bone Modeling. *Metab Bone Dis & Rel.* 1983;4.
36. De Freitas CE, Ellis E, Sinn D. A retrospective study of advancement genioplasty using a special bone plate. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50.
37. Martinez J, Turvey T, Proffit WR. Osseous remodeling after inferior border osteotomy for chin augmentation An indication for early surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57.
38. Ellis E, Dechow P, McNamara J. Advancement genioplasty with and without soft tissue pedicle : an experimental investigation. *J Oral Maxillofac Surg.* 1977;42.
39. Mercuri LG, Laskin DM. Avascular necrosis after anterior horizontal augmentation genioplasty. *J Oral Surg.* 1977;35.
40. Bertossi D, Galzignato PF, Albanese M, Botti C, Botti G, Nocini PF. Chin Microgenia: A Clinical Comparative Study. *Aesthetic Plast Surg.* 2015;39(5):651-8.

41. Tulasne J. The Overlapping Bone Flap Genioplasty. *J Craniofac Surg.* 1987;15.
42. Seifeldin SA, Shawky M, Hicham Nouman SM. Soft tissue response after chin advancement using two different genioplasty techniques: a preliminary technical comparative study. *J Craniofac Surg.* 2014;25(4):1383-8.
43. Gallagher D, Bell W, Storum K. Soft Tissue Changes Associated with Advancement Genioplasty Performed concomitantly with Superior Repositioning of the Maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1984;42.
44. Mellion ZJ, Behrents RG, Johnston LE, Jr. The pattern of facial skeletal growth and its relationship to various common indexes of maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(6):845-54.
45. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations- uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* 1979.
46. Lee HJ, Suh HY, Lee YS, Lee SJ, Donatelli RE, Dolce C, et al. A better statistical method of predicting postsurgery soft tissue response in Class II patients. *Angle Orthod.* 2014;84(2):322-8.
47. Park HS, Ellis E, Fonseca RJ, Reynolds ST, Mayo KH. A retrospective study of advancement genioplasty. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology.* 1989;67(5):481-9.
48. Erbe C, Mulié RM, Ruf S. Advancement genioplasty in Class I patients: predictability and stability of facial profile changes. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(11):1258-62.
49. Budharapu A, Sinha R, Tauro DP, Tiwari PK. Musculoskeletal Changes as a Sequel to Advancement Genioplasty: A Long-Term Cephalometric Prospective Study. *J Maxillofac Oral Surg.* 2018;17(2):233-41.
50. Polido WD, Bell WH. Long-term osseous and soft tissue changes after large chin advancements. *J Craniomaxillofac Surg.* 1993;21(2):54-9.
51. Polido WD, de Clairefont Regis L, Bell WH. Bone resorption, stability, and soft-tissue changes following large chin advancements. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991;49(3):251-6.
52. Talebzadeh N, Pogrel MA. Long-term hard and soft tissue relapse rate after genioplasty. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics.* 2001;91(2):153-6.
53. Suh HY, Lee HJ, Lee YS, Eo SH, Donatelli RE, Lee SJ. Predicting soft tissue changes after orthognathic surgery: The sparse partial least squares method. *Angle Orthod.* 2019;89(6):910-6.
54. Kau C, Cronin A, Durning P, Zhurov A, Sandham A, Richmond S. A new method for the 3D measurement of postoperative swelling following orthognathic surgery. *Orthodontics & Craniofacial Research.* 2006;9(1):31-7.
55. Janssens E, Shujaat S, Shaheen E, Politis C, Jacobs R. Long-term stability of isolated advancement genioplasty, and influence of associated risk factors: A systematic review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021;49(4):269-76.
56. Precious DS, Delaire J. Correction of anterior mandibular vertical excess: the functional genioplasty. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology.* 1985;59(3):229-35.
57. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head & face medicine.* 2007;3:21.



