



**HAL**  
open science

## Contrôle de l'hyperdivergence en orthodontie

Léa Attali-Raynaud

► **To cite this version:**

Léa Attali-Raynaud. Contrôle de l'hyperdivergence en orthodontie. Chirurgie. 2021. dumas-03638249

**HAL Id: dumas-03638249**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03638249>**

Submitted on 12 Apr 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

**THÈSE**

**POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT DE  
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université

(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales

(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

**Ecole de Médecine Dentaire**

**(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)**

***Prise en charge de l'hyperdivergence en orthodontie***

Présentée par

**ATTALI-RAYNAUD Léa**

Née le 13 Janvier 1995  
à Paris, 14<sup>ème</sup>

Thèse soutenue le **Judi 01 Juillet 2021**

Devant le jury composé de

**Président : Monsieur le Professeur LE GALL Michel**

**Assesseurs : Madame le Docteur PHILIP-ALLIEZ Camille**

**Monsieur le Docteur GAUBERT Jacques**

**Madame le Docteur DAVID Laura**



**THÈSE**

**POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT DE  
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université

(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales

(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

**Ecole de Médecine Dentaire**

**(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)**

***Prise en charge de l'hyperdivergence en orthodontie***

Présentée par

**ATTALI-RAYNAUD Léa**

Née le 13 Janvier 1995  
à Paris, 14<sup>ème</sup>

Thèse soutenue le **Judi 01 Juillet 2021**

Devant le jury composé de

**Président : Monsieur le Professeur LE GALL Michel**

**Assesseurs : Madame le Docteur PHILIP-ALLIEZ Camille**

**Monsieur le Docteur GAUBERT Jacques**

**Madame le Docteur DAVID Laura**

## ADMINISTRATION

*Mise à jour : sept. 2020*

### **Doyens Honoraires**

Professeur	Raymond SANGIUOLO†
Professeur	Henry ZATTARA
Professeur	André SALVADORI
Professeur	Jacques DEJOU

### **Doyen Assesseurs**

Professeur	Bruno FOTI
Professeur	Michel RUQUET
Professeur	Anne RASKIN

### **Directeurs de Départements**

Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET

### **Charges de missions**

Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'études spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN

### **Responsable des Services Administratifs et Techniques**

Madame	Katia LEONI
--------	-------------

## **LISTE DES ENSEIGNANTS**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

BUKIET Frédéric (58-01)  
FOTI Bruno (56-02)  
LE GALL Michel (56-01)  
MONNET-CORTI Virginie (57-01)  
ORTHLIEB Jean-Daniel (58-01)  
RASKIN Anne (58-01)  
RUQUET Michel (58-01)  
TARDIEU Corinne (56-01)  
TARDIVO Delphine (56-02)  
TASSERY Hervé (58-01)

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ABOUT Imad (65)

### **PROFESSEURS EMERITES**

DEJOU Jacques  
HUE Olivier

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	LAURENT Patrick (57-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MAILLE Gérald (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)	TAVITIAN Patrick (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)	TERRER Elodie (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)	TOSELLO Alain (58-01)

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES**

BALLESTER Benoît (58-01)  
BLANCHET Isabelle (56-01)  
MENSE Chloé (58-01)  
SILVESTRI Frédéric (58-01)

## **ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES**

AL AZAWI Hala (56-01)	HAHN-GOLETTI Larissa (58-01)
ANTEZACK Angeline (57-01)	LAURENT Camille (58-01)
ARNIER Canelle (56-01)	LIOTARD Alicia (58-01)
BAUDINET Thomas (58-01)	MADENIAN Pauline (58-01)
BRINCAT Arthur (57-01)	MANSUY Charlotte (58-01)
BROS Agnès (56-01)	MARTIN William (56-01)
CASAZZA Estelle (56-01)	MATERRA Rémi (58-01)
CASTRO Romain (57-01)	PARFU Anne (58-01)
CHIARINI Thomas (58-01)	PASCHEL Laura (58-01)
DAVID Laura (56-01)	PILLIOL Virginie (58-01)
DRAUSSIN Thierry (57-01)	ROUSCOFF Eva (56-01)
DUMAS Cathy (57-01)	SANTUNIONE Charlotte (58-01)
FAURE-BRAC Mathias (57-01)	VINAÏ Michael (56-01)
FERRE Enzo (58-01)	
HADJ-SAID Mehdi	

## **ASSISTANTS DES UNIVERSITES ASSOCIES**

GRINE Ghilès (57-01)  
HOUVENAEGHEL Brice (57-01)

Intitulés des sections CNU :

- 56<sup>ème</sup> section : Développement, croissance et prévention
  - 56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale
  - 56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale
- 57<sup>ème</sup> section : Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie Orale
  - 57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale
- 58<sup>ème</sup> section : Réhabilitation orale
  - 58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers.

# Remerciements

## **A Monsieur le Professeur Michel LE GALL**

### **Président de thèse,**

*Docteur en Chirurgie-Dentaire,*

*Spécialiste Qualifié en Orthopédie Dento-Faciale,*

*Professeur des Universités à la Faculté d'Odontologie de Marseille,*

*Praticien Hospitalier,*

*Responsable Hospitalo-Universitaire du service d'ODF - Hôpital de la Timone,*

*Habilitation à diriger la Recherche,*

*Chercheur associé UMRT24 IFSTTAR - Aix-Marseille Université.*

*Merci de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury thèse.*

*Je tenais à vous remercier pour votre engagement et votre dévouement dans notre formation théorique et pratique.*

*Merci pour tous les cours d'orthodontie que vous nous avez promulgués depuis ma quatrième année à aujourd'hui, votre transmission est sans limite. Vous êtes un enseignant hors pair, très pédagogue, je vous remercie de votre patience et de votre aide si précieuse en clinique.*

*Merci pour votre dévouement sans limite, et vos réponses si rapides en toutes circonstances.*

*Merci pour l'énergie et le dynamisme que vous apportez dans notre service.*

*Veillez trouver dans ce travail mon profond respect et la reconnaissance que j'ai envers vous.*

**A Madame le Docteur Camille PHILIP-ALLIEZ**

**Jury de thèse,**

*Docteur en Chirurgie-Dentaire,  
Spécialiste Qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale,  
Maître de Conférences à la Faculté d'Odontologie de Marseille,  
Praticien Hospitalier,  
Responsable Unité Fonctionnelle ODF - Hôpital de la Timone,  
Chercheur associé UMRT24 IFSTTAR - Aix-Marseille Université.*

*Merci de me faire l'honneur de participer à mon jury de thèse.*

*Je tenais à vous remercier pour l'ensemble de vos cours et écuries qui m'ont permis de réussir l'internat.*

*Merci pour votre patience, empathie, délicatesse et bienveillance à notre égard.*

*Merci de nous épauler en clinique et de nous former de cette manière.*

*Merci pour vos conseils, encouragements et votre disponibilité en toute circonstance, je suis fière d'être formée à vos côtés.*

*Veillez trouver dans ce travail mon immense respect que je vous dois.*

**A Monsieur le Docteur Jacques GAUBERT**

**Jury de thèse,**

*Docteur en Chirurgie-Dentaire,  
Spécialiste Qualifié en Orthopédie Dento-Faciale,  
Maître de Conférences à la Faculté d'Odontologie de Marseille,  
Praticien Hospitalier.*

*Merci de me faire l'honneur de participer à mon Jury de thèse.  
De la morphogénèse à l'orthodontie, maintenant neuf ans que vous êtes mon enseignant.  
Je tenais à vous remercier pour votre savoir, votre enseignement et votre pédagogie.  
Merci pour tous vos conseils et votre aide précieuse à l'hôpital.  
Merci de nous faire rire en clinique et de nous aider dans n'importe quelles situations.  
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon plus grand respect.*

**A Madame le Docteur Laura DAVID**

**Directrice de thèse,**

*Docteur en Chirurgie-Dentaire,*

*Spécialiste Qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale,*

*Assistant Hospitalier Universitaire à la Faculté d'Odontologie de Marseille.*

*Merci de m'avoir fait l'honneur d'être ma directrice de thèse.*

*Je tenais à vous remercier pour votre implication et votre aide si précieuse pour réaliser ce travail. Merci pour votre réactivité et votre spontanéité.*

*Je suis très heureuse de vous avoir eu en tant qu'enseignante pendant mon internat, je me souviendrais toujours de mes premiers collages et premières difficultés clinique à vos côtés.*

*Merci pour votre pédagogie, votre patience pour les TP de pliage et votre dévouement.*

*Vous êtes une personne très respectueuse et bienveillante.*

*Je vous exprime mon entière reconnaissance et mes sincères amitiés.*

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>I. L'HYPERDIVERGENCE.....</b>	<b>2</b>
I.1. Définitions et généralités.....	2
I.2. La croissance faciale verticale.....	3
I.2.1. Rappels.....	3
I.2.2. Croissance de la base du crâne et de la face supérieure.....	3
I.2.2.1. La base du crâne.....	3
I.2.2.2. La face supérieure.....	4
I.2.3. Croissance mandibulaire.....	4
I.2.3.1. Croissance condylienne.....	4
I.2.3.2. Rotation de croissance mandibulaire.....	4
I.2.4. Croissance des procès alvéolaires.....	7
I.3. Examen clinique.....	8
I.3.1. Anamnèse.....	8
I.3.2. Examen extra-oral.....	8
I.3.2.1. De face au repos.....	8
I.3.2.2. De profil au repos.....	9
I.3.2.3. Au sourire.....	10
I.3.3. Examen intra-oral.....	10
I.3.3.1. Examen intra arcade.....	10
I.3.3.2. Examen inter-arcade.....	12
I.3.4. Examen musculaire.....	13
I.3.5. Examen fonctionnel.....	14
I.4. Examens complémentaires.....	14
I.4.1. Examens radiologiques.....	14
I.4.1.1. Téléradiographie de profil (TRP).....	14
[1] Analyse de Tweed.....	14
[2] Analyse de Wendel Wylie.....	15
[3] Analyse de Steiner.....	16
[4] Analyse de Björk.....	17
[5] Analyse Ricketts.....	18
[6] Analyse de Sassouni.....	19
[7] Index de la hauteur facial (FHI).....	20
[8] Analyse de Schudy.....	21
[9] Analyse de Delaire.....	21
[10] Analyse de Downs.....	22
[11] Pour conclure.....	23
I.4.1.2. Téléradiographie de face.....	23
I.4.2. Les photographies.....	24
I.4.3. Les moulages.....	24
I.5. Diagnostic.....	24
I.5.1. Diagnostic positif.....	24
I.5.1.1. Hyperdivergence par excès vertical antérieure (EVA).....	24
I.5.1.2. Hyperdivergence par insuffisance verticale postérieure (IVP).....	25
I.5.2. Diagnostic étiologique.....	25
I.5.2.1. Héritaire et congénital.....	25
I.5.2.2. Fonctionnel.....	26
[1] Parafonction.....	26
[2] Dysfonction.....	27
I.5.2.3. Musculature.....	28
I.5.2.4. Iatrogène.....	28
I.5.3. Diagnostic différentiel.....	30
<b>II. EFFETS DES DIFFERENTS MOYENS THERAPEUTIQUES ORTHODONTIQUES SUR L'HYPERDIVERGENCE ET SON CONTROLE.....</b>	<b>31</b>
II.1. Myothérapie fonctionnelle.....	31
II.1.1. Myothérapie fonctionnelle active.....	31
II.1.2. Myothérapie fonctionnelle passive.....	31
II.2. Appareils orthodontiques conventionnels.....	34

II.2.1. Les auxiliaires de traitement .....	34
II.2.1.1. Les forces extra-orales .....	34
II.2.1.2. L'arc transpalatin ou arc de Goshgarian .....	36
II.2.1.3. Appareil d'intrusion rapide des molaires (RMI : Rapid Molar Intrusion) .....	37
II.2.1.4. Les cales de surélévation .....	38
II.2.1.5. Les tractions inter-arcades (TIA) .....	39
II.2.2. Traitements par multi-attaches.....	40
II.2.2.1. Technique Edgewise .....	41
[1] Tweed .....	41
[2] Merrifield.....	43
[3] Technique d'arc à boucles multiples : MEAW (Multiloop Edgewise Archwire) .....	44
II.2.2.2. Technique Bioprogressive de Ricketts .....	45
II.2.2.3. Technique d'arc droit avec attaches pré informées (straight wire).....	46
[1] L'égression incisives.....	48
[2] L'intrusion molaire.....	49
II.2.3. Traitements par gouttières.....	50
II.2.4. Les extractions.....	50
<b>III. APPORT DES ANCRAGES OSSEUX CHEZ LE SUJET HYPERDIVERGENT .....</b>	<b>52</b>
III.1. Généralités sur les mini-vis .....	52
III.1.1. Histoire des mini-vis .....	52
III.1.2. Mise en place d'une mini-vis .....	52
III.2. Application orthodontique des mini-vis.....	53
III.3. Mini-vis et dimension verticale .....	55
III.3.1. Ingression antérieure avec mini-vis.....	55
III.3.1.1. Positionnement des mini-vis.....	55
III.3.1.2. Nombre de mini-vis nécessaire pour l'ingression du bloc antérieur .....	56
III.3.2. Intrusion postérieure avec mini-vis.....	57
III.3.2.1. Difficultés radiculaires et anatomiques .....	59
III.3.2.2. L'intrusion des molaires maxillaires.....	60
III.3.2.3. L'intrusion des molaires mandibulaires .....	62
III.3.2.4. Techniques d'arc à boucles multiples (MEAW) et mini-vis .....	63
III.3.2.5. Résultats .....	63
III.3.3. Aide aux traitements multi-attaches et par gouttières.....	63
III.3.3.1. Phase de nivellement.....	63
III.3.3.2. Tractions inter-arcades .....	64
III.4. Alternative à la chirurgie orthognatique chez le sujet « long-face » .....	65
III.4.1. Mini-vis antérieure et postérieure .....	65
III.4.2. Mini-plaques.....	66
III.4.3. L'apport de la corticotomie .....	69
III.4.4. Les implants.....	71
III.5. Le suivi .....	71
<b>IV. APPORT DE LA CHIRURGIE ORTHOGNATIQUE CHEZ LE PATIENT PRESENTANT UNE HYPERDIVERGENCE SEVERE.....</b>	<b>73</b>
IV.1. Chirurgies de l'hyperdivergence .....	73
IV.1.1. Généralités .....	73
IV.1.2. Chirurgie maxillaire de Le Fort 1 .....	74
IV.1.3. Ostéotomie mandibulaire .....	75
IV.1.4. Génioplastie .....	77
IV.1.5. Chin-wing .....	79
IV.1.6. Chirurgies ORL (oto-rhino-laryngologie) .....	80
IV.2. Aide au traitement orthodontique .....	81
IV.3. Apport fonctionnel et esthétique .....	81
IV.3.1. L'apport fonctionnel.....	81
IV.3.2. L'apport esthétique.....	82
IV.4. Pronostic et stabilité.....	82
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>I</b>

## **INTRODUCTION**

L'hyperdivergence peut être d'origine typologique, on parle de visage « leptoprosope » ou d'ordre squelettique. Le « long-face syndrome » est une dysmorphose squelettique fréquente de la dimension verticale. Elle constitue un réel défi en tant qu'orthodontiste.

Un examen clinique extra-oral, intra-oral, et fonctionnel assisté par des analyses céphalométriques sur téléradiographie de profil sont nécessaires pour poser un diagnostic positif. L'hyperdivergence peut être la conséquence ou la cause de nombreuses dysfonctions.

Elle peut être associée à d'autres anomalies des dimensions antéro-postérieure et transversale. Parmi les signes cliniques d'une dysmorphose verticale on retrouve fréquemment un « visage adénoïdien » qui se caractérise par : un visage allongé, des cernes marqués, des lèvres hypotoniques et gercées avec une inoclusion labiale au repos, l'effacement des sillons naso-génien et labio-mentonnier ainsi qu'une ventilation orale.

Le traitement doit être adapté et précoce pour supprimer toutes para-fonctions et dysfonctions afin d'éviter l'aggravation de la malocclusion lors de la croissance. Son traitement est difficile car il implique une redirection de la croissance mandibulaire incluant une prise en charge pluridisciplinaire. Le pronostic est souvent défavorable en l'absence de traitement approprié.

L'ensemble des thérapeutiques orthodontiques tendent à aggraver le schéma facial de nos patients. Les mécanothérapies conventionnelles sont dites « égressives » ; il est alors indispensable d'utiliser des auxiliaires de traitement pour contrôler le schéma vertical du patient. Celles-ci pourront aller de l'utilisation d'une force extra-orale à traction haute à la pose de mini-vis.

De nos jours, les dispositifs d'ancrage temporaire constituent une réelle alternative dans le traitement de l'hyperdivergence permettant une intrusion postérieure efficace sans sollicitation de l'ancrage. Les mini-plaques d'ancrage zygomatiques repoussent l'indication d'une chirurgie orthognatique en favorisant la rotation anti-horaire de la mandibule et la diminution de la divergence faciale. Cependant, lors d'une hyperdivergence sévère associée à d'autres dysmorphoses, la chirurgie orthognatique reste la solution la plus prédictible et stable dans le temps.

L'objectif de cette thèse est de réaliser une analyse de la littérature afin de faire un compte rendu de l'hyperdivergence allant du diagnostic à sa prise en charge clinique et thérapeutique dans le temps.

# **I. L'HYPERDIVERGENCE**

## **I.1. Définitions et généralités**

En orthodontie, nous établissons notre diagnostic à travers trois dimensions :

- La dimension transversale ;
- La dimension antéro-postérieure ;
- La dimension verticale.

L'hyperdivergence fait partie des dysmorphoses squelettiques de la dimension verticale. Elle est caractérisée par un excès de croissance verticale de l'étage inférieure de la face.

Le terme d'« hyperdivergence » a été décrit par Schudy (1). Il s'agit d'un déséquilibre vertical par une approche angulaire : inclinaison du plan mandibulaire par rapport à la base du crâne. Les rapports de la face antérieure ont été décrits par différents auteurs.

Selon Izard, la face se définit en deux étages :

- L'étage supérieur : de l'ophryon au point sous nasal ;
- L'étage inférieur : du point sous nasal au gnathion (point sous-mentonnier).

Selon Wendel Wylie (1952), un visage harmonieux présente un rapport entre l'étage supérieur et inférieur de 45% / 55% chez l'adulte de plus de 12 ans et de 50% / 50% chez l'enfant de moins de 12 ans.

L'hyperdivergence est une dysmorphose importante et problématique pour l'orthodontiste. Elle est souvent la cause ou la conséquence d'un trouble fonctionnel et s'accompagne généralement d'un préjudice esthétique pouvant s'exprimer par :

- Une augmentation de la hauteur faciale antérieure ;
- Une inocclusion labiale ou une fermeture labiale par contraction des muscles péri-oraux ;
- Un menton en retrait ;
- Un angle goniale ouvert ;
- Un profil sous nasal généralement convexe ;
- Des signes de ventilation orale : lèvres gercées, cernes, inocclusion labiale, etc. ;
- Des plis faciaux effacés.

Au niveau intra-oral, le patient hyperdivergent présente parfois une infraclusion antérieure. Elle se définit comme un manque de recouvrement des incisives en relation centrée. Cette dysmorphose est plurifactorielle et nécessite une prise en charge multidisciplinaire.

L'hyperdivergence présente de nombreux synonymes en fonction des scientifiques. Ils sont reconnus par la société française d'orthodontie dento-faciale (2) :

- « Dolychofacial » selon RICKETTS ;
- « Open bite » selon SASSOUNI ;
- « Leptoprosopie » par MUZI ;
- « Excès vertical antérieur » par MULLER ;
- « Rotation postérieure » selon BJORK ;
- « Long face syndrome » selon OPDEBEEK ;
- « Faciès adénoïdien » selon CHATEAU.

## I.2. La croissance faciale verticale

### I.2.1. Rappels

Le squelette crânio-facial est composé de trois entités :

- La base du crâne ;
- La face supérieure ;
- La mandibule.

La face supérieure est reliée à la mandibule par le système alvéolo-dentaire et les articulations temporo-mandibulaires (ATM).

Cinq facteurs interviennent dans la quantité de croissance de la dimension verticale :

- La croissance verticale de la face supérieure ;
- La position verticale de la cavité glénoïde par rapport à la selle turcique ;
- La direction et la quantité de croissance condylienne ;
- La hauteur des procès alvéolaires maxillaire ;
- La hauteur des procès alvéolaires mandibulaires.

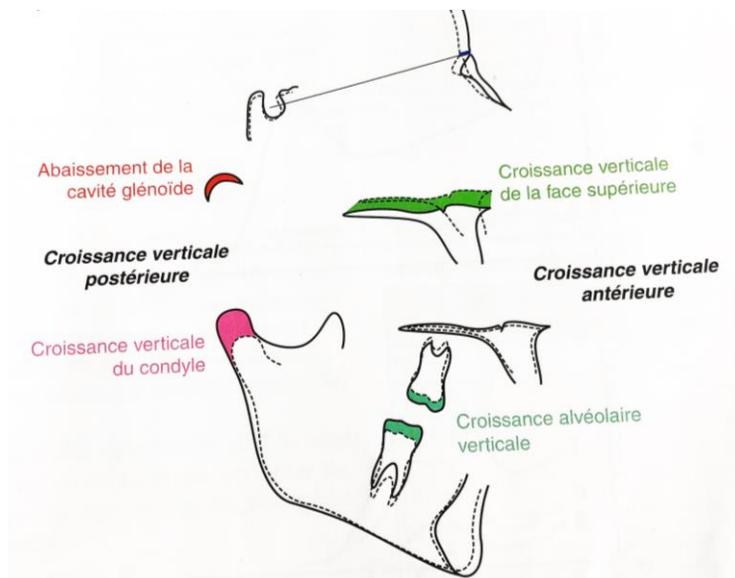


Figure 1 : Facteurs intervenant dans la croissance verticale de la face selon Schudy (3)

## I.2.2. Croissance de la base du crâne et de la face supérieure

### I.2.2.1. La base du crâne

La base du crâne sépare l'étage céphalique de l'étage facial. Elle soutient le cerveau, c'est un élément clé de la croissance faciale verticale.

La base du crâne est formée de six os : l'os frontal, l'ethmoïde, le sphénoïde, l'occipital et les deux os temporaux. Ils sont réunis entre eux par les synchondroses ou par des sutures membraneuses.

La base du crâne présente trois étages (4):

- Un étage antérieur : fronto-ethmoïdal ;
- Un étage moyen : sphéno-temporal ;
- Un étage postérieur : temporo-occipital.

La croissance de la base du crâne se fait en particulier grâce aux synchondroses et au remodelage périosté. Les synchondroses relient les différentes parties osseuses d'origine cartilagineuse à la base du crâne. Ce sont des centres de croissance primaire (3). Les croissances antéropostérieure et verticale se font par l'activité des sutures.

#### 1.2.2.2. La face supérieure

La croissance de la face supérieure est principalement suturale et périostée. Elle est orientée en bas et en avant. Sa direction fait un angle d'environ 51 degrés en moyenne par rapport à la ligne reliant la selle turcique au nasion (SN). Il existe de nombreuses variations individuelles de cette angulation. La tubérosité maxillaire participe au déplacement vers l'avant du maxillaire grâce à une apposition osseuse postérieure verticale et latérale.

Au niveau vertical, la croissance modelante du maxillaire est importante et s'effectue à deux endroits (3) :

- Au niveau des procès alvéolaires :  
Selon Schudy, les patients hyperdivergents présentent un excès de croissance des procès alvéolaires du maxillaire dans 90% des cas.
- Au niveau du palais :  
Il s'abaisse au fur et à mesure que la croissance des procès alvéolaires s'établit. Le palais subit une résorption au niveau de sa face nasale et une apposition sur sa face buccale.

### 1.2.3. Croissance mandibulaire

La mandibule présente deux entités : le corpus et le ramus (la branche montante). C'est le seul os mobile de la face. Il est relié à la base du crâne par les cavités glénoïdes de l'os temporal. La croissance de la mandibule s'effectue au niveau du cartilage condylien et grâce à des remodelages sur l'ensemble de la mandibule. Il faut souligner que la croissance mandibulaire continue bien après celle du maxillaire selon les courbes de Björk (3).

#### 1.2.3.1. Croissance condylienne

La croissance des condyles est multidirectionnelle. Les cellules nécessaires à la croissance condylienne sont stimulées par les fonctions comme la respiration ou la déglutition (3).

La croissance condylienne détermine un mouvement de rotation mandibulaire par rapport à la base du crâne. Elle est normalement orientée vers le haut et légèrement vers l'avant. On note un angle de -6 degrés par rapport au bord postérieur du ramus mais de nombreuses variations individuelles existent (3). La rotation de la mandibule est donc influencée par la quantité et la direction de croissance du condyle c'est-à-dire par l'épaisseur et l'orientation de la tête du condylienne.

#### 1.2.3.2. Rotation de croissance mandibulaire

La rotation de croissance de la mandibule a été mise en évidence par Björk. Il a réalisé une étude consistant à mettre en place des implants au niveau de la mandibule et de la face supérieure puis à étudier le déplacement des implants par superposition de téléradiographies de profil.

Il a ainsi constaté :

- Un mouvement de rotation mandibulaire matérialisé par le déplacement des implants ;
- Une rotation de la face supérieure vers l'arrière de plus faible intensité qu'à la mandibule ce qui entraîne une augmentation de la hauteur faciale.

Deux types de rotations mandibulaires ont été décrites par Björk en 1955 (3) (5) :

- La rotation antérieure qui se caractérise par :
  - Une rotation mandibulaire vers l'avant par rapport à la base du crâne ;
  - Une augmentation de la hauteur faciale postérieure supérieure par rapport à la hauteur faciale antérieure. L'angle goniale se ferme et la courbure mandibulaire augmente ;
  - Une importante croissance condylienne vers le haut et l'avant ;
  - Des phénomènes d'apposition au niveau de la partie antérieure du bord basilaire et sous la symphyse et une résorption de la partie inférieure de l'angle goniale.

Ce sont les rotations les plus fréquentes.

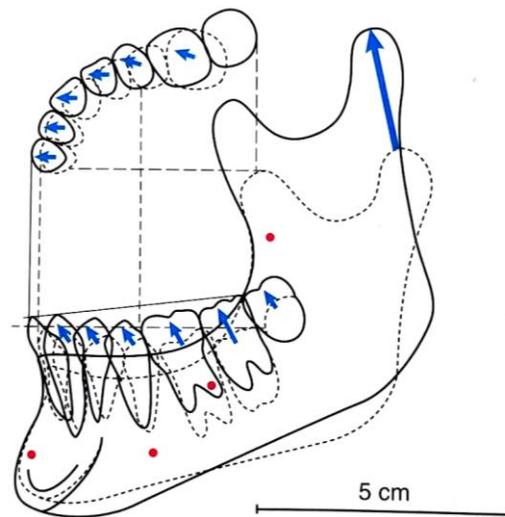


Figure 2 : Superposition des implants montrant un schéma de croissance à rotation antérieure. Le condyle prend une direction de croissance vers le haut et vers l'avant (3)



Figure 3 : Patiente de 12 ans présentant un schéma de croissance à rotation antérieure : ramus vertical, plans palatin et mandibulaire peu divergents, angle goniale fermé, symphyse épaisse. (Collection personnelle)

- La rotation postérieure se caractérise par :
  - Une croissance condylienne vers l'arrière et de faible amplitude ;
  - Une croissance condylienne inférieure à la croissance alvéolaire verticale postérieure ;
  - Une rotation vers l'arrière de la mandibule entraînant une augmentation de la hauteur faciale antérieure et une position en retrait du point menton ;
  - Des phénomènes d'apposition/résorption caractérisés par une résorption antérieure au niveau du bord basilaire ainsi qu'une faible résorption voire une apposition au niveau de la partie inférieure de l'angle goniale ;
  - Des facteurs musculaires sont impliqués dans ce type de rotation (musculature moins puissante au niveau des élévateurs).

Ce sont les rotations mandibulaires les moins fréquentes. Il s'agit des profils hyperdivergents.

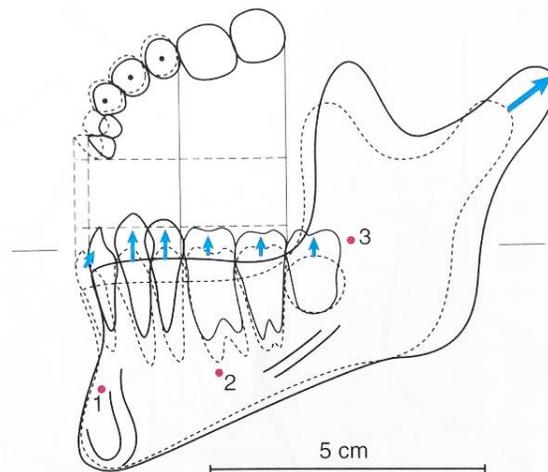


Figure 4 : Superposition des implants montrant un schéma de croissance à rotation postérieure Le condyle prend une direction de croissance vers l'arrière (3).



Figure 5 : Patient présentant tous les signes de rotation postérieure de Björk : ramus court, échancrure pré goniale marquée, symphyse longue et allongée, condyle orienté vers l'arrière, canal dentaire droit, étage inférieur de la face augmenté, plans palatin/mandibulaire très divergents, angle goniale ouvert (Collection personnelle)

Selon Björk, le mot « rotation » est défini comme une modification de la forme de la mandibule au cours de la croissance et non comme un mouvement (3).

Deux types de croissances postérieures sont reconnues selon Björk (6) :

- Type I : Le centre de rotation est vers l'arrière au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire. Il entraîne un hyper développement de la hauteur faciale antérieure avec parfois une béance antérieure associée. Les appareillages orthodontiques peuvent être à l'origine de cette rotation.
- Type II : La rotation se produit autour d'un centre situé au niveau de l'occlusion molaire la plus distale. Les axes des molaires et des prémolaires forment un angle qui diminue car les dents s'inclinent vers l'avant.

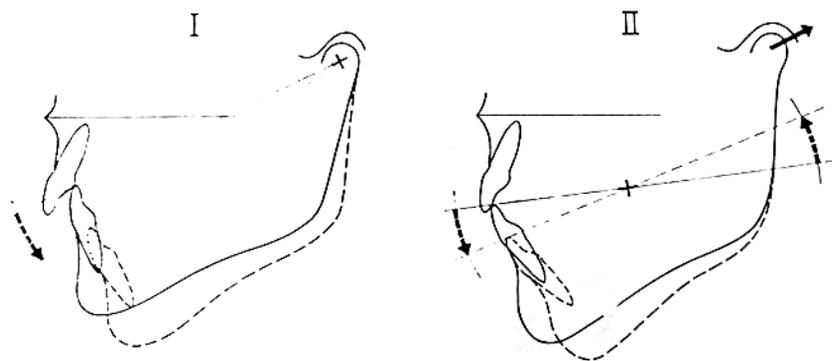


Figure 6 : Les deux types de rotation postérieure selon Björk

A gauche : rotation de type I : rotation au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire aggravant la hauteur faciale antérieure

A droite : rotation de type II : rotation au niveau des dernières molaires en occlusion (6)

#### 1.2.4. Croissance des procès alvéolaires

Les procès alvéolaires participent à la croissance verticale de la face.

Selon Enlow, il existe une dérive verticale de la dent dans son alvéole. Cette dérive correspond au mouvement d'éruption physiologique de la dent. La croissance des procès alvéolaires va compenser la croissance des maxillaires. Elle est à l'origine de compensations dento-alvéolaires et permet de diminuer les décalages des bases osseuses.

D'après le phénomène d'O'Meyer, la croissance verticale des procès alvéolaires au maxillaire est deux fois plus importante au niveau postérieur qu'au niveau des procès antérieurs. A la mandibule, c'est l'inverse : la croissance des procès alvéolaires antérieurs est supérieure à celle des procès postérieurs.

Les procès alvéolaires sont stimulés par (4):

- Les fonctions ;
- Les parafonctions ;
- Les forces musculaires ;
- La posture ;

### I.3. Examen clinique

#### I.3.1. Anamnèse

Lors de la première consultation orthodontique, il est important de prendre le temps de discuter avec le patient et sa famille pour faire un bilan de son état général. Celui-ci peut avoir des répercussions sur le schéma de croissance vertical de l'enfant.

Un questionnaire médical complet devra être rempli par le patient (ou les parents) et repris par le praticien pour faire le point sur :

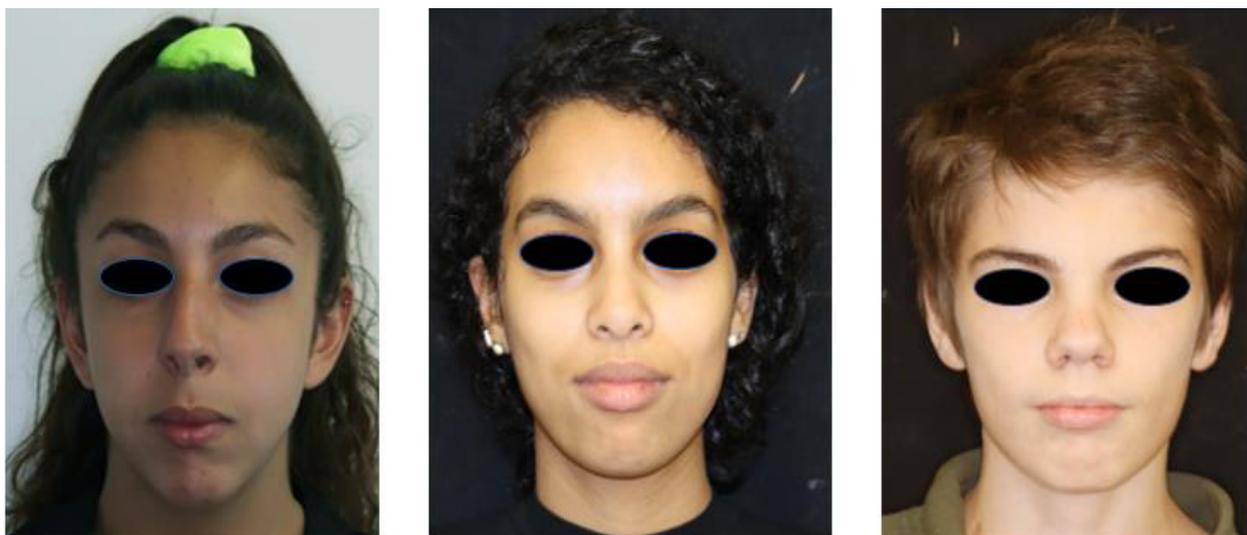
- Les diverses pathologies de l'enfant ;
- Les fonctions :
  - o La ventilation et le sommeil sont à étudier notamment les éventuelles consultations chez l'ORL. L'ablation des végétations et/ou des amygdales est à rechercher.
  - o La déglutition et la phonation susciteront également notre intérêt. Elles sont étroitement liées à la position linguale.
  - o Enfin, la mastication devra être évaluée et confirmée par un examen fonctionnel précis.
- Les habitudes d'hygiène orale et alimentaires ;
- Les parafonctions comme la succion digitale, langue, objets ou une aspiration, etc. ;
- L'hérédité de l'hyperdivergence. Il est intéressant d'analyser la typologie faciale des parents lors de cette première consultation ;
- La posture céphalique de l'enfant. Une hyperextension peut être révélatrice d'une ventilation orale qui est souvent associée à un schéma facial hyperdivergent ;
- Antécédents d'un traitement orthodontique qui pourrait être à l'origine de l'aggravation d'une hyperdivergence.

#### I.3.2. Examen extra-oral

##### I.3.2.1. De face au repos

Les patients hyperdivergents présentent un visage très caractéristique révélateur de nombreuses dysfonctions. Plusieurs signes cliniques peuvent être soulignés :

- Une typologie leptoprosope ou un « long face syndrome » correspondant à un visage ovalaire ;
- La hauteur faciale inférieure est augmentée chez l'hyperdivergent. Elle se caractérise par une augmentation de la distance entre le point sous-nasal et le point menton. Le visage semble allongé ;
- Les plis faciaux (naso-génien et labio-mentonnier) sont diminués voire inexistants selon l'importance de l'hyperdivergence ;
- Une inoclusion labiale au repos ou une occlusion labiale forcée avec contraction des muscles péri-oraux. Les lèvres sont en générales épaisses, charnues, hypotoniques et parfois gercées ;
- Les signes d'une ventilation orale avec la présence de cernes, regard scléral, narines étroites, nez pincé, lèvres gercées... On parle de « facies adénoïdien ».

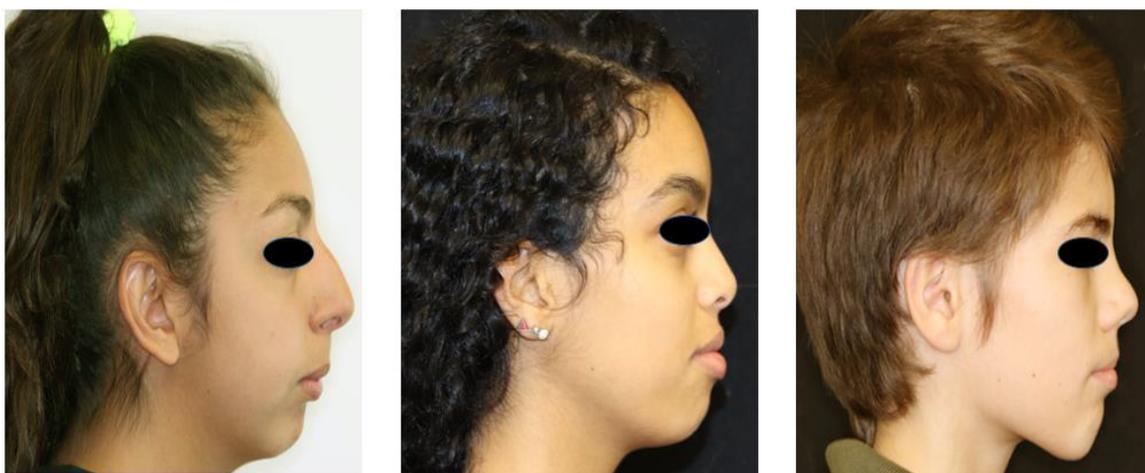


*Figure 7 : Patients présentant une augmentation de hauteur de l'étage inférieure de la face. Visage leptoprosope, cernes visibles, effacement des sillons naso-géniens, lèvres hypotoniques et contraction des muscles péri-oraux (Collection personnelle)*

#### 1.3.2.2. De profil au repos

De profil, le sujet hyperdivergent présente :

- Une augmentation de l'étage inférieure antérieure avec une hauteur faciale postérieure courte et un angle goniale ouvert. Il s'agit d'une rotation postérieure de Björk ;
- Une inclinaison du plan mandibulaire entraînant un menton fuyant avec un profil le plus souvent convexe ;
- Une distance cervico-mentonnaire généralement réduite liée à l'inclinaison du plan mandibulaire. Cependant elle peut être augmentée dans les cas de classe III squelettique ;
- Une inoclusion labiale avec un sillon labio-mentonnier effacé ou une fermeture labiale avec contractions des muscles péri-oraux ;
- Une posture céphalique en hyperextension afin de favoriser la respiration nasale.



*Figure 8 : Patients présentant un excès de hauteur de l'étage inférieure de la face. Profils convexes de type classe II squelettique, distance cervico-mentonnaire réduite, angle goniale ouvert et contraction des muscles péri-oraux au repos. (Collection personnelle)*

### 1.3.2.3. Au sourire

Le sourire peut être disgracieux de type gingival (type IV de Maynard et Wilson) dû à un excès de croissance verticale antérieure. Une bécance antérieure peut être visible ainsi que des corridors buccaux bilatéraux.



*Figure 9 : Patients hyperdivergents présentant un sourire gingival avec excès de croissance verticale des procès alvéolaires antérieurs (Collection personnelle)*

### 1.3.3. Examen intra-oral

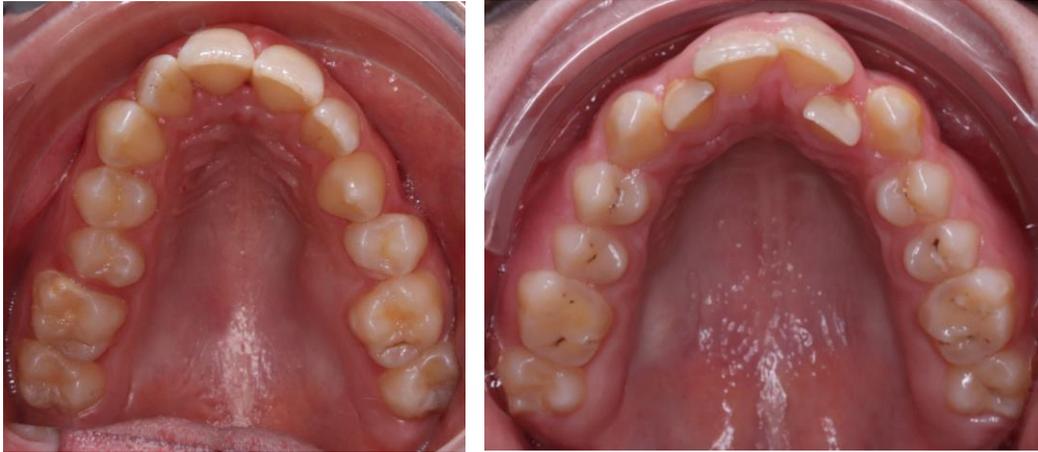
#### 1.3.3.1. Examen intra arcade

[1] Le maxillaire :

Le maxillaire est souvent révélateur d'une ventilation orale.

Les signes cliniques sont les suivants :

- Arcade en V le plus souvent ;
- Voute palatine étroite et profonde ;
- Parodonte faible au niveau antérieur ;
- Tous types de malpositions dentaires peuvent être visibles.

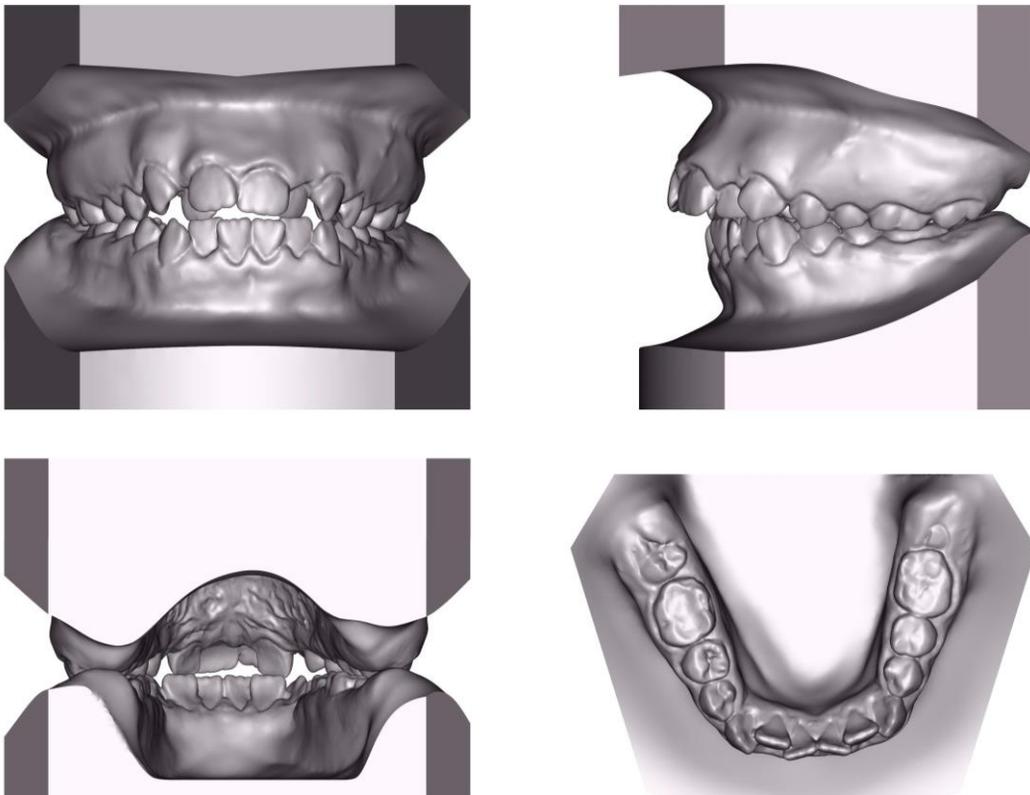


*Figure 10 : Patients hyperdivergents présentant une arcade maxillaire en V, avec un palais étroit et profond (Collection personnelle)*

[2] La mandibule :

A la mandibule, les observations démontrent la présence :

- Parodonte fin et festonné selon Seibert, classe IV de Maynard et Wilson ;
- Courbe de Spee diminuée ;
- Malpositions dentaires et encombrement peuvent être retrouvés.



*Figure 11 : Patiente hyperdivergent présentant une infraclusion antérieure, une courbe de Spee plate, un encombrement antérieur mandibulaire (Collection personnelle)*

### 1.3.3.2. Examen inter-arcade

[1] Dans la dimension antéro postérieure

L'hyperdivergence va se traduire par :

- Toutes les classes d'Angle : classe I, II, III. Cependant, l'hyperdivergence favorise une position en arrière et vers le bas de la mandibule à l'origine souvent d'une classe II dentaire.
- Le surplomb antérieur peut être augmenté ou diminué.

[2] Dans la dimension verticale

La typologie leptoprosope se traduit par :

- Une infraclusion antérieure ou béance dû à un excès de croissance verticale alvéolaire postérieure. C'est le signe le plus fréquemment retrouvé. L'infraclusion pourra être fonctionnelle (canine à canine) ou squelettique (jusqu'aux prémolaires voire molaires) ;
- Un recouvrement antérieur incisif normal (2 mm) ou excessif = supraclusion. A noter que la supraclusion reste cependant très rare chez l'hyperdivergent ;
- Un excès gingival antérieur peut exister ;
- Une infraclusion postérieure lors d'une dysfonction linguale.



*Figure 12 : Patient hyperdivergent avec une infraclusion antérieure sévère s'étendant de prémolaire à prémolaire. Le recouvrement antérieur est diminué.  
(Collection personnelle)*

[3] Dans la dimension transversale

On peut retrouver :

- Une endoalvéolie ou une endognathie maxillaire avec des compensations dento-alvéolaires ou non. Ce signe est fréquent chez l'hyperdivergent et pourra être à l'origine d'une occlusion normale, inversée ou en ciseau ;
- Une latérodéviation mandibulaire, latérogathie ou déviation dentaire.



Figure 13 : Patient hyperdivergent présentant une occlusion inversée unilatérale droite avec déviation du point inter incisif maxillaire de 2 mm à droite du plan sagittal médian.  
(Collection personnelle)

#### 1.3.4. Examen musculaire

L'hyperdivergent présente une musculature élévatrice moins développée et moins active que l'hypodivergent.

Alessio observe que la localisation des insertions musculaires est différente selon la typologie verticale de l'individu. Chez les hyperdivergents, l'insertion du masséter est plus postérieure, en distal de la deuxième molaire. Chez les normodivergent ou hypodivergent l'insertion du masséter se fait au niveau de la deuxième molaire voir en avant (7). La longueur du muscle masséter est donc significativement plus courte chez le sujet hyperdivergent que chez le sujet hypodivergent d'après l'étude. Le sujet hyperdivergent présente également une hypotonie labiale du fait d'une faible musculature associée à une position généralement basse de la langue.

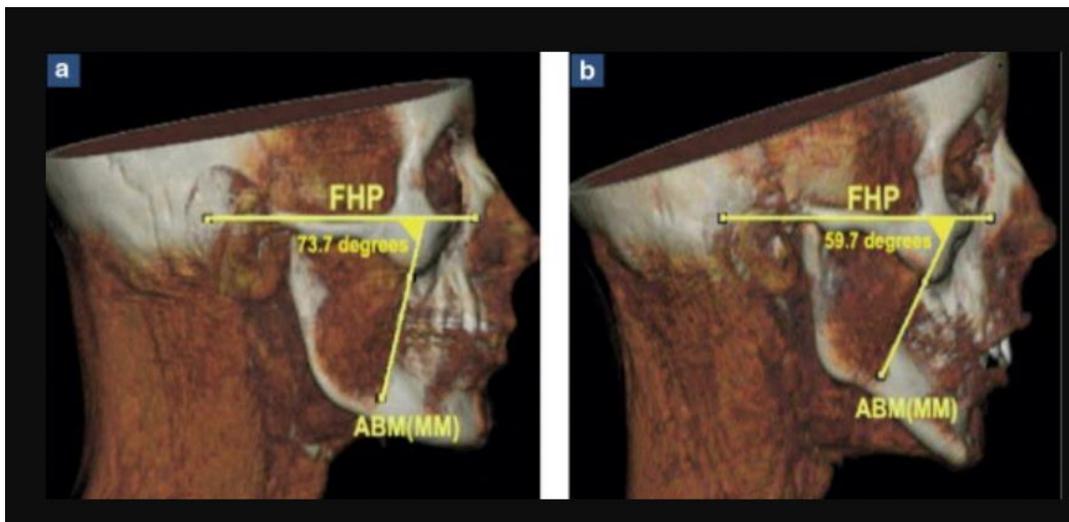


Figure 14 : Les lignes jaunes délimitent le muscle masseter. L'angle est plus élevé à gauche chez l'hypodivergent qu'à droite chez l'hyperdivergent (8).

### I.3.5. Examen fonctionnel

Il faudra rechercher toutes anomalies de la déglutition, mastication, phonation ou de la ventilation.

Pour la déglutition, on demandera à notre patient de déglutir dents serrées et lèvres ouvertes pour voir si la déglutition est primaire ou secondaire. Cet exercice nous permet d'apprécier la présence d'une dysfonction linguale en évaluant la position de la langue et ses dimensions. La déglutition physiologique s'établit en occlusion sans contraction des muscles orbiculaires avec une position linguale haute au niveau de la papille bunoïde. Pour rappel, la déglutition primaire doit laisser place à la déglutition secondaire vers l'âge de 18 mois. En cas de persistance après l'âge de sept ans on parlera de déglutition atypique (3).

Pour la ventilation, plusieurs tests simples sont à la disposition de l'orthodontiste : les tests de Rosenthal, Glatzel, Gudin. Ils permettent de déceler une ventilation orale. A la naissance, le nourrisson ventile par le nez. Au fil du temps et avec les maladies, il peut passer à une ventilation orale mais il s'agit là d'une dysfonction.

Pour la mastication : il suffit de faire mâchonner un chewing-gum quelques secondes afin d'observer s'il présente une mastication équilibrée de type bilatérale alternée.

Enfin pour la phonation : un certain nombre d'exercices de prononciations permettent de mettre en évidence une dysfonction. A noter que les troubles de la phonation sont liés à une mauvaise posture linguale.

Il faudra également rechercher des parafunctions de type succion-déglutition ou une aspiration.

## I.4. Examens complémentaires

### I.4.1. Examens radiologiques

Plusieurs analyses céphalométriques ont été proposées pour étudier les profils hyperdivergents et leurs évolutions. Aujourd'hui, il convient d'intégrer ces différentes analyses pour poser un diagnostic précis.

#### *I.4.1.1. Téléradiographie de profil (TRP).*

Nous allons nous intéresser aux différentes études de la dimension verticale sur la téléradiographie de profil (TRP) car elles permettent une analyse prévisionnelle du schéma de croissance des patients.

#### [1] Analyse de Tweed

Selon tweed, la typologie faciale se définit grâce à l'angle FMA qui est l'angle formé entre le plan mandibulaire de Downs (tangente à la partie inférieure de la mandibule) et le plan de Francfort (porion osseux au point sous-orbitaire). Ces plans constituent avec l'axe de l'incisive mandibulaire le « triangle de Tweed ».

Selon Tweed le FMA doit être compris entre 20-30 degrés :

- Si le FMA > 30° on parlera d'hyperdivergence, le pronostic est réservé ;
- Si le FMA < 20° on parlera d'hypodivergence, le pronostic est plus favorable.

Entre 25-30° nous pouvons déjà parler de tendance à l'hyperdivergence.

Entre 20-25° nous parlerons de tendance à l'hypodivergence.

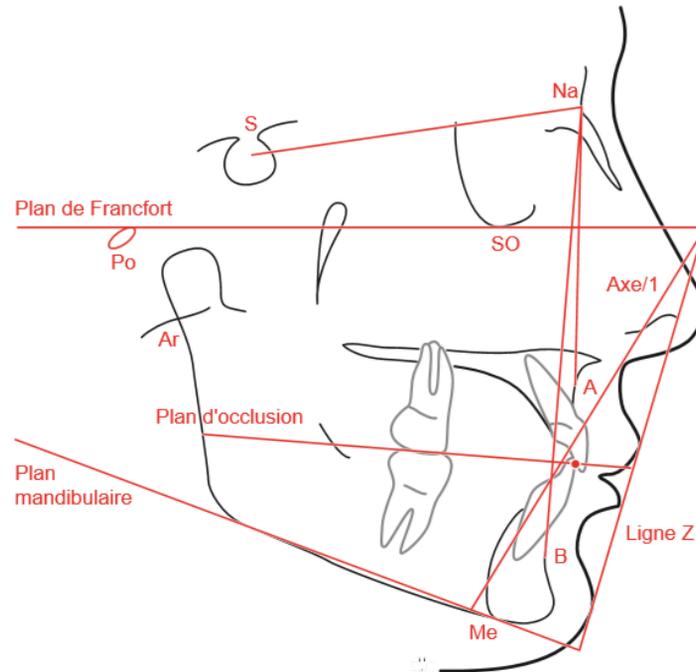


Figure 15 : Triangle de Tweed : Plan de Francfort-Plan mandibulaire-Axe de l'incisive inférieure (9)

## [2] Analyse de Wendel Wylie

Wendel Wylie (1948), s'intéresse à l'étude de la typologie verticale sur TRP.

La hauteur totale de la face est mesurée entre le point nasion (Na) et le point menton (Me).

Une perpendiculaire à cette ligne passant par l'épine nasale antérieure (ENA) sépare la face en deux.

On note alors un étage supérieur (= l'étage nasal) et un étage inférieur (= l'étage dentaire).

On étudiera la proportion de ces deux étages. Elle doit être de :

- 45% de la hauteur totale pour l'étage nasal ;
- 55% de la hauteur total pour l'étage dentaire.

La proportion de l'étage supérieure est donnée par la formule suivante :

$$\frac{\text{Hauteur de l'étage supérieur}}{\text{Hauteur totale de la face}} * 100$$

Une fois le pourcentage de l'étage supérieur connu, on déduit le pourcentage de l'étage inférieur par soustraction :

- Si la hauteur de l'étage inférieur est supérieure à 55%, on parle d'hyperdivergence par excès vertical antérieur ;
- Si le pourcentage de l'étage dentaire est inférieur à 55% il y aura un déficit vertical antérieur de la face.

Il faut noter que le Wendel Wylie cutané est de 50/50.

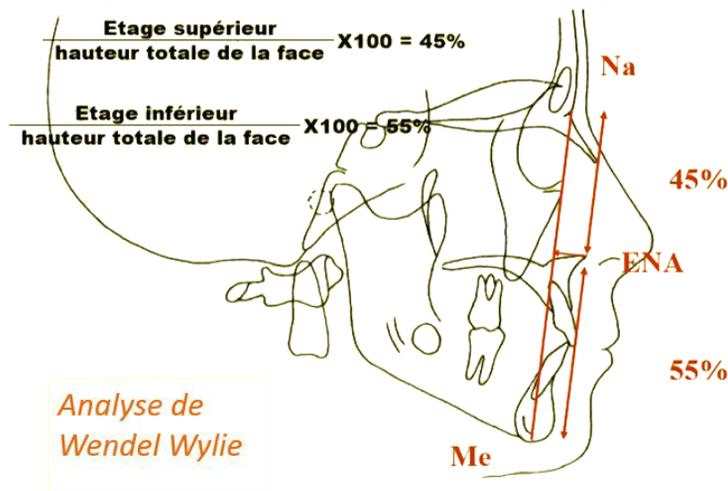


Figure 16 : Analyse de la hauteur faciale antérieure selon Wendel Wylie.

L'épine nasale antérieure coupe perpendiculairement le segment nasion-menton. Les deux segments sont alors mesurés pour déterminer le pourcentage qu'occupe l'étage inférieur de la face.

(Collection personnelle du Pr Le Gall)

### [3] Analyse de Steiner

Selon Steiner, c'est la mesure de l'angle entre gonion-gnathion (GoGn) et la ligne passant par le centre de la selle turcique-nasion (S-Na) qui détermine la morphologie verticale sur TRP ainsi que la mesure selle turcique-point L (le point L correspond à la projection orthogonale du pogonion sur S-Na).

La valeur moyenne de l'angle GoGn est de 32 degrés :

- Lorsque l'angle augmente cela traduit une hyperdivergence ;
- Si l'angle diminue nous sommes en présence d'une hypodivergence.

La distance moyenne de SL est de 51 mm. Plus l'angle GoGn sera élevé plus la projection de SL sur S-Na sera courte.

Steiner décrit également l'angle SND qui a une valeur moyenne de 76 degrés. D correspond au centre de l'image symphysaire. Quand le SND est augmenté, la croissance du menton se fait vers l'avant alors qu'elle se fait vers le bas quand il est diminué.

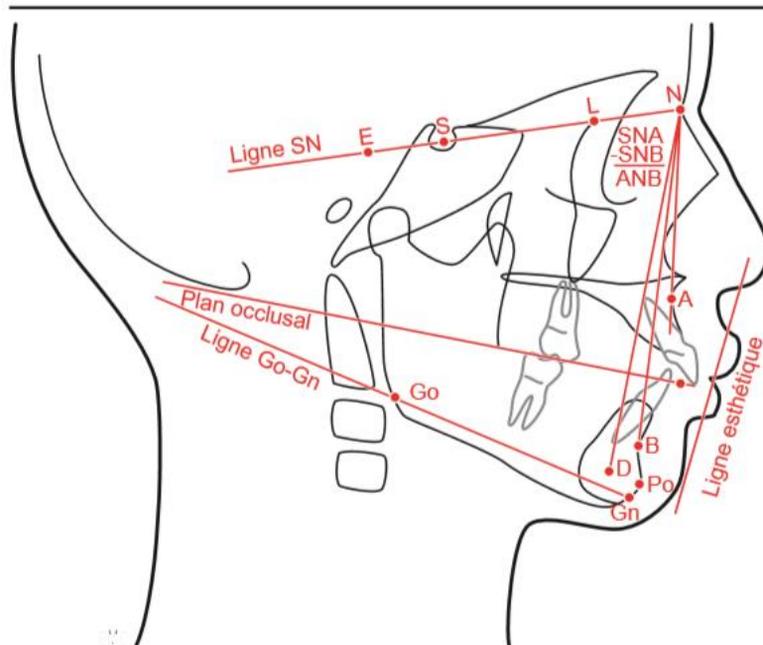


Figure 17 : Analyse de Steiner (9)

*Go : Gonion : c'est l'intersection avec l'image de l'angle mandibulaire, de la bissectrice formée par la ligne tangente du bord postérieur de la branche montante de la mandibule.*

*Gn : Gnathion : c'est un point construit sur la symphyse correspondant à la bissectrice de l'angle formé par la ligne nasion, pogonion (plan facial) et le plan mandibulaire.*

*Pog : Pogonion : point le plus antérieur de l'image de la symphyse.*

*N : Nasion : point le plus antérieure de la suture naso-frontale*

*S : centre de la selle turcique*

*L : projection orthogonale sur S-nasion du pogonion.*

#### [4] Analyse de Björk

Björk étudie les signes prédictifs de croissance sur TRP. Son objectif est de déterminer si le sujet à une tendance à la rotation antérieure ou postérieure mandibulaire.

Cette prédiction s'établit sur huit signes (3) :

- Inclinaison de la tête condylienne ;
- Courbure du canal dentaire ;
- Forme de l'angle goniale ;
- Forme du bord basilaire ;
- Inclinaison de la forme de la symphyse ;
- Angle inter-incisif ;
- Angle inter-molaire ;
- Hauteur faciale antérieure inférieure.

Chez un sujet présentant une rotation postérieure de la mandibule, on retrouve : un condyle orienté en haut et en arrière, un angle goniale ouvert, un plan mandibulaire divergent au plan palatin, un canal dentaire droit, une symphyse longue et effilée, une échancrure prégoniale marquée et un ramus orienté vers l'avant.

Il est évident que tous ces signes sont rarement retrouvés chez un même sujet. Il s'agit d'une sensation clinique appuyée par les divers signes qui amène l'orthodontiste à reconnaître une rotation postérieure de la mandibulaire.

Les patients présentant une rotation postérieure ont un pronostic plus réservé.



*Figure 18 : Patient présentant des signes de rotation postérieure de Björk : angle goniale ouvert, condyle orienté vers l'arrière, symphyse longue et effilée, les plans mandibulaire et palatin sont divergents  
(Collection personnelle)*

#### [5] Analyse Ricketts

Afin de donner la typologie faciale de l'individu (dolychofacial, mésopfacial ou brachyfacial), Ricketts se base sur l'étude de différentes mesures (10) :

- Axe facial : C'est l'angle inféro- postérieur formé par la ligne nasion-basion (Na-Ba) et le point ptérygoïdien-gnathion (Pt-Gn). Il permet de renseigner l'orthodontiste sur l'orientation de la croissance de la face.
- Angle facial : C'est l'angle inféro- postérieur formé par le plan facial (qui correspond à la ligne nasion-pogonion = limite antérieure de la face) et le plan de Francfort. Cet angle nous informe sur le type de croissance faciale.
- Plan mandibulaire : Il correspond à l'angle entre le plan de Francfort et le plan mandibulaire. Il donne la direction et le type de croissance mandibulaire.
- Hauteur de l'étage inférieur : c'est l'angle antérieur formé par les lignes Xi-Epine Nasale Antérieure et Xi-Pm. Elle mesure la divergence de l'étage inférieur. Plus cet angle est augmenté plus la divergence faciale est importante. Xi correspond au centre géométrique de la branche montante. Pm correspond au point superpogonion (point situé au changement d'inflexion du contour antérieur de la symphyse mandibulaire entre le point le plus reculé du contour alvéolaire antérieure : point B et le point pogonion) (10).
- Arc mandibulaire : C'est l'angle que forment les lignes Xi-Pm et Xi-DC. DC correspond au milieu du col du condyle sur la ligne nasion-basion.

Pour conclure, selon Ricketts, un sujet dolychofacial présente un axe facial diminué, un angle facial diminué, un angle mandibulaire augmenté, une hauteur de l'étage inférieure augmenté et un arc mandibulaire diminué.

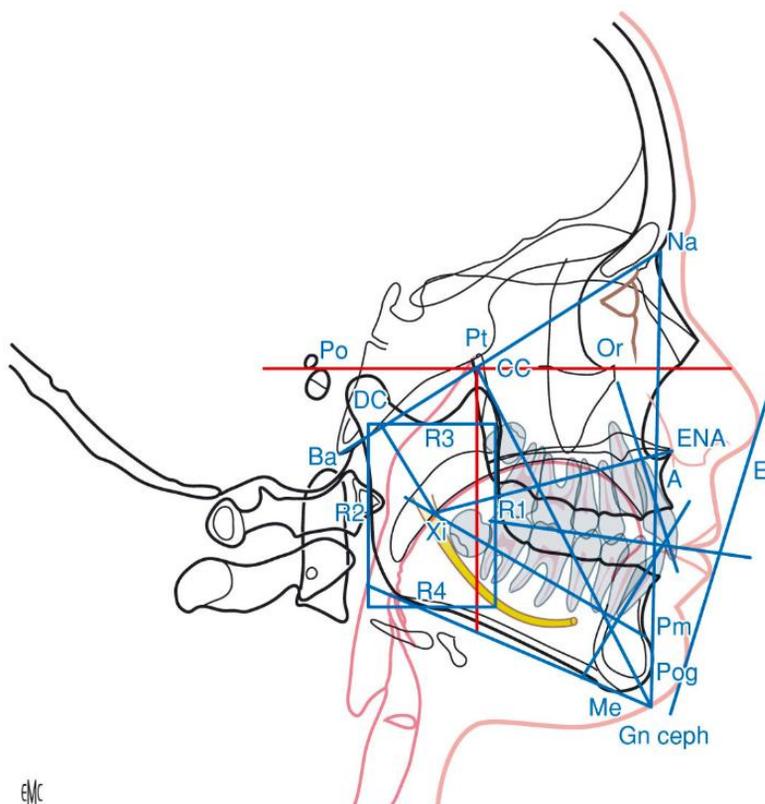


Figure 19 : Analyse de Ricketts (10)

#### [6] Analyse de Sassouni

Sassouni a décrit un arc antérieur et postérieur afin d'étudier la dimension verticale sur TRP :

- Un arc antérieur. Il correspond à un cercle avec un rayon allant de l'épine nasale antérieure au point supra orbitaire (ENA-SO). Le point menton (Me) doit se trouver entre ce cercle et une distance de plus d'un centimètre selon l'âge du patient. La variation de 1 cm correspond à la croissance entre 4-20 ans :
  - A 4 ans, le point menton doit se trouver à proximité de l'arc de cercle de rayon [ENA-SO] ;
  - A 20 ans, le point menton doit se trouver plus près du deuxième cercle de rayon [ENA-SO] + 1 cm.
- Un arc postérieur. Il forme un cercle avec un rayon allant de l'épine nasale postérieure au bord inférieur de la selle turcique (ENP-Si). Le point gonion (Go) doit se trouver entre ce cercle et 1 cm en dessous de ce cercle selon l'âge du patient.
  - A 4 ans, le point gonion doit se situer au plus près du premier arc de cercle [ENP-Si] ;
  - A 20 ans, le point gonion doit se trouver près du deuxième arc de cercle se trouvant à 1 cm en dessous de l'arc de rayon [ENP-Si]

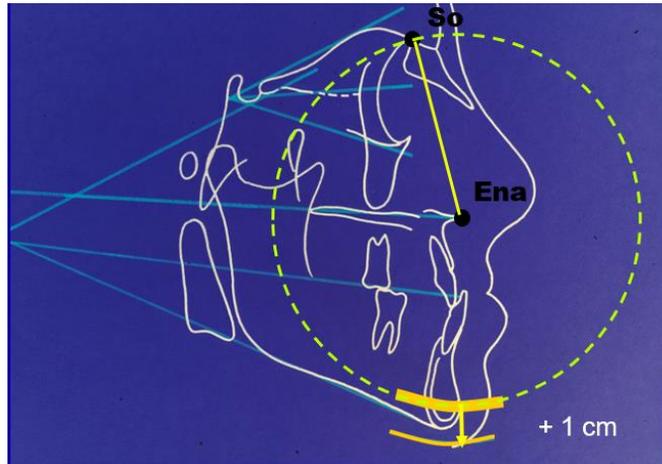


Figure 20 : Arc antérieur de l'analyse de Sassouni, le point menton est bien positionné.  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

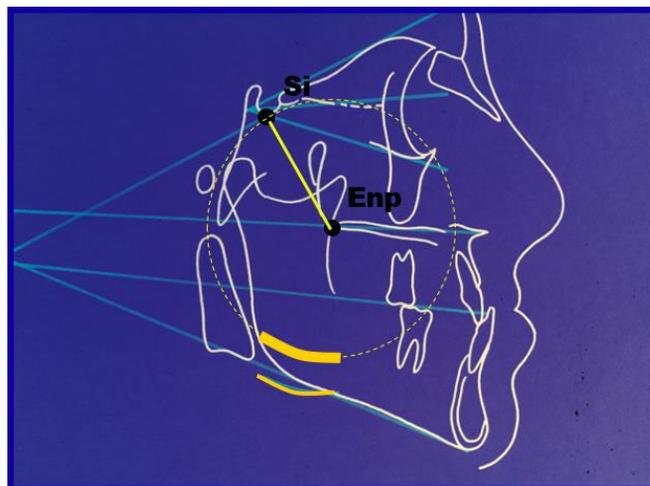


Figure 21 : Arc postérieur de l'analyse de Sassouni, le point gonion se trouve à 1 cm de cet arc. Il est bien positionné.  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

#### [7] Index de la hauteur facial (FHI)

L'étude de la dimension verticale peut se faire selon l'index de la hauteur faciale (FHI : Facial height index) établie en 1988 par Merrifield et Gebeck (11). Il s'agit du rapport entre la hauteur faciale postérieure (PFH) : qui correspond à la distance en millimètre depuis l'articulaire au point gonion sur la hauteur faciale antérieure (AFH) qui est calculée par la distance en millimètre entre le plan palatin au point menton.

La valeur normale est de 0,65 à 0,75 :

- Si le ratio est  $< 0,75$  : le schéma facial est hyperdivergent ;
- Si le ratio  $> 0,75$  : le schéma facial est hypodivergent.

Si la hauteur faciale antérieure grandit plus rapidement que la hauteur faciale postérieure on va se retrouver avec une rotation mandibulaire vers le bas et l'arrière. Selon certains auteurs, le FHI serait plus significatif que la valeur du FMA (11).

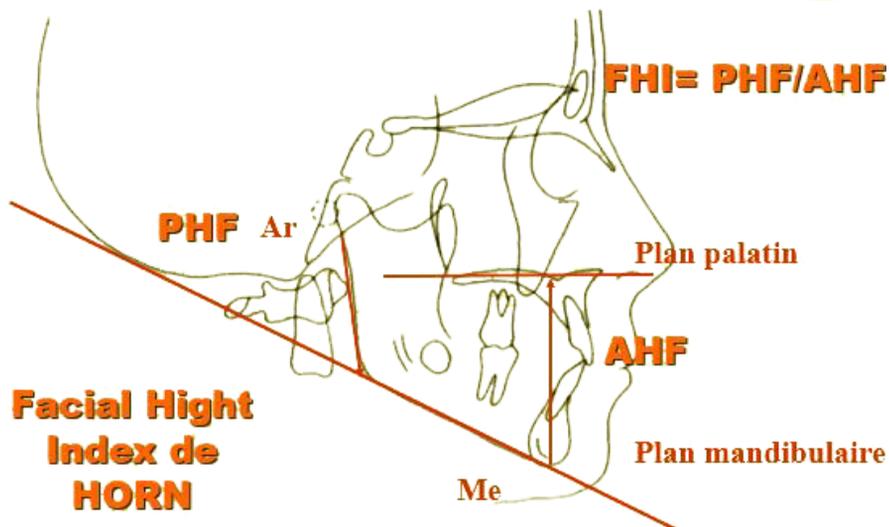


Figure 22 : Analyse de l'index de la hauteur faciale (FHI)  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

#### [8] Analyse de Schudy

Elle consiste à mesurer l'angle goniale formé par la tangente de la branche montante de la mandibule (passant par le condyle) au bord inférieur de la mandibule. Cet angle est en moyenne de 128 degrés  $\pm$  6 degrés :

- S'il est > 134 degrés le sujet est hyperdivergent ;
- S'il est < 122 degrés il sera hypodivergent.

#### [9] Analyse de Delaire

En 1978, Delaire met en place sa propre analyse architecturale crânio-faciale. Huit lignes sont utilisées. Elles sont notées de CF1 à CF8. Les lignes CF5 et CF8 définissent la dimension verticale.

La ligne CF5 est perpendiculaire à la ligne CF4 passant par l'épine nasale antérieure (ENA). CF4 correspond à la ligne passant par l'épine nasale antérieure et l'épine nasale postérieure (ENA-ENP). CF7 correspond à la ligne crânio-occlusale, elle définit le plan d'occlusion. Cette ligne est tangentielle aux surfaces occlusales des prémolaires et passe légèrement en dessous du bord inférieur des incisives. La ligne CF8 est parallèle à C1 passant par l'épine nasale antérieure. La ligne C1 s'étend de la suture fronto-maxillaire à la partie la plus postérieure de l'occipus (12).

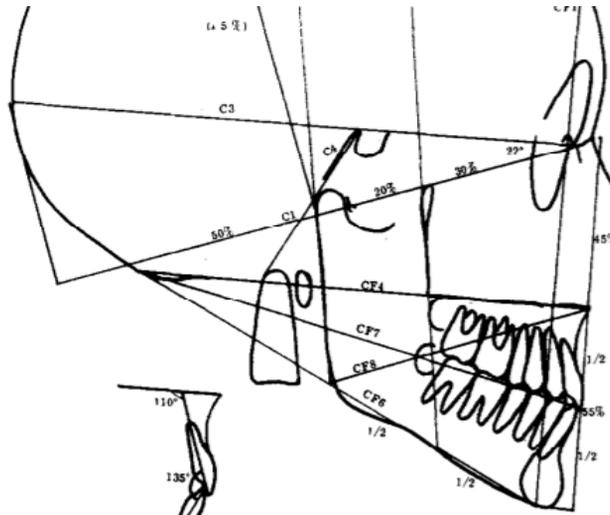


Figure 23 : Lignes CF1 à CF8 de l'analyse de Delaire (12)

D'après l'analyse crânio-faciale de Delaire si la ligne CF7 se trouve :

- Au-dessus de l'occiput, le sujet est considéré hyperdivergent ;
- En dessous, il est hypodivergent.

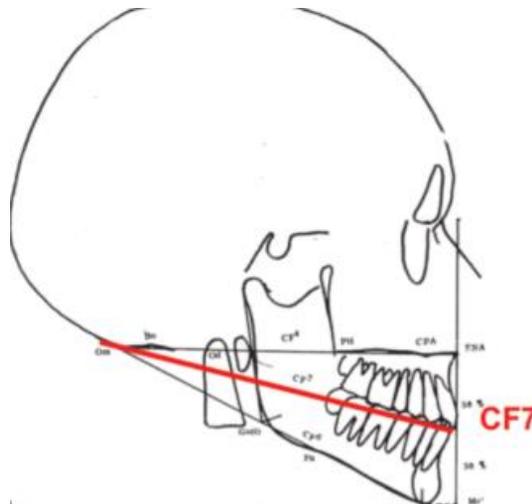


Figure 24 : Ligne crânio-occlusale de l'analyse de Delaire. La ligne passe par l'occiput, le sujet est équilibré dans le sens vertical (13).

#### [10] Analyse de Downs

L'axe Y de Downs correspond à l'angle formé entre le plan de Francfort et la ligne passant par le centre de la selle turcique et le gnathion (S-Gn). Il décrit l'orientation de croissance de l'individu. La valeur moyenne de cet angle est de 59 degrés  $\pm$  3 degrés :

- Si l'angle diminue, on parle d'une tendance à une rotation horizontale de la mandibule ;
- Si l'angle augmente, on parle d'une croissance verticale de la mandibule.

## Etude des rapports squelettiques verticaux

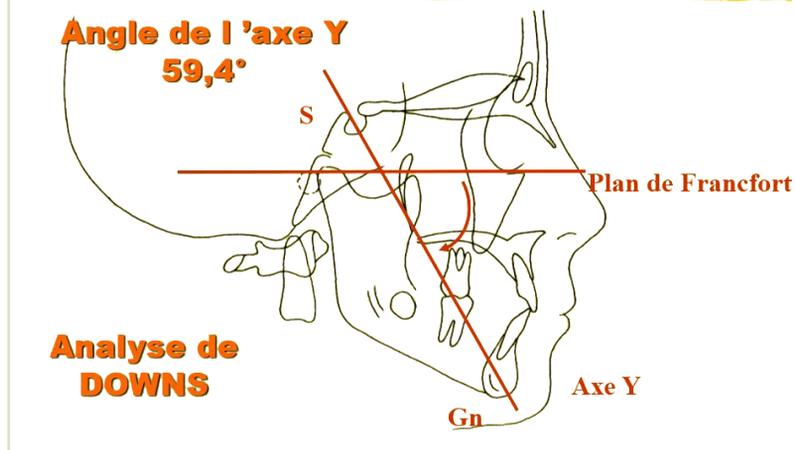


Figure 25 : Analyse de Downs  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

[11] Pour conclure

Nous avons pu voir qu'il existe de nombreuses analyses sur TRP pour étudier la dimension verticale de nos patients.

La téléradiographie de profil permet également de mettre en évidence certaines structures comme :

- Le carrefour aéropharyngé ;
- Les végétations ;
- Les amygdales ;
- La position linguale ;
- La posture céphalique.

### 1.4.1.2. Téléradiographie de face

Elle permet d'analyser :

- Une éventuelle anomalie des condyles ;
- Une asymétrie des ramus et du corpus ;
- Une déviation de la cloison nasale ;
- La morphologie des cornets ;
- Les sinus ;
- Des dysmorphoses transversales.

### I.4.2. Les photographies

Les photographies sont un élément clé du dossier médical. De nos jours, elles sont sous forme informatiques. Elles permettent d'aider le praticien à étudier le cas à postériori, à poser un diagnostic positif et à constituer une trace de la situation initiale dans le dossier du patient. Il s'agit d'une obligation médico-légale.

### I.4.3. Les moulages

Ils sont également indispensables au dossier médical initial. Ils peuvent être réalisés sous forme dématérialisée via l'empreinte optique ou bien en plâtre à partir d'une empreinte alginate. Ils aident au diagnostic en permettant la prise de mesures millimétriques. Ils sont obligatoires avant tout traitement orthodontique.

## I.5. Diagnostic

### I.5.1. Diagnostic positif

L'hyperdivergence peut être causée par un excès vertical antérieur, une insuffisance verticale postérieure, ou l'association des deux. A l'aide des différences analyses céphalométriques précédemment étudiées, l'orthodontiste doit être capable de déceler l'origine de l'hyperdivergence.

#### I.5.1.1. Hyperdivergence par excès vertical antérieure (EVA)

Si l'angle FMA est augmenté avec un indice de Wendel Wylie supérieure à 55% pour l'étage inférieur on parlera d'hyperdivergence par excès vertical antérieur.

Si le point menton se trouve au-delà de l'arc de cercle de rayon [ENA-So] + 1 cm de l'analyse de Sassouni on pourra également parler d'hyperdivergence par EVA.



Figure 26 : Patients hyperdivergents par excès vertical antérieur avec une augmentation de l'indice de Wendel Wylie  
(Collection personnelle)

### 1.5.1.2. Hyperdivergence par insuffisance verticale postérieure (IVP).

Si le FMA est augmenté avec un indice de Wendel Wylie correct (55%) et avec un point gonion (Go) se situant au-dessus de l'arc postérieur vertical de Sassouni, on parlera d'hyperdivergence par insuffisance verticale postérieure.

C'est l'ensemble des différentes analyses sur téléradiographie de profil et l'examen clinique du patient qui permettent à l'orthodontiste de poser le diagnostic positif de l'hyperdivergence. Il est très important de trouver son origine afin d'adapter notre prise en charge clinique.



*Figure 27 : Patiente présentant une classe II squelettique par rétromandibulie dans un contexte d'hyperdivergence sévère par insuffisance verticale postérieure (Collection personnelle du Pr Le Gall)*

## 1.5.2. Diagnostic étiologique

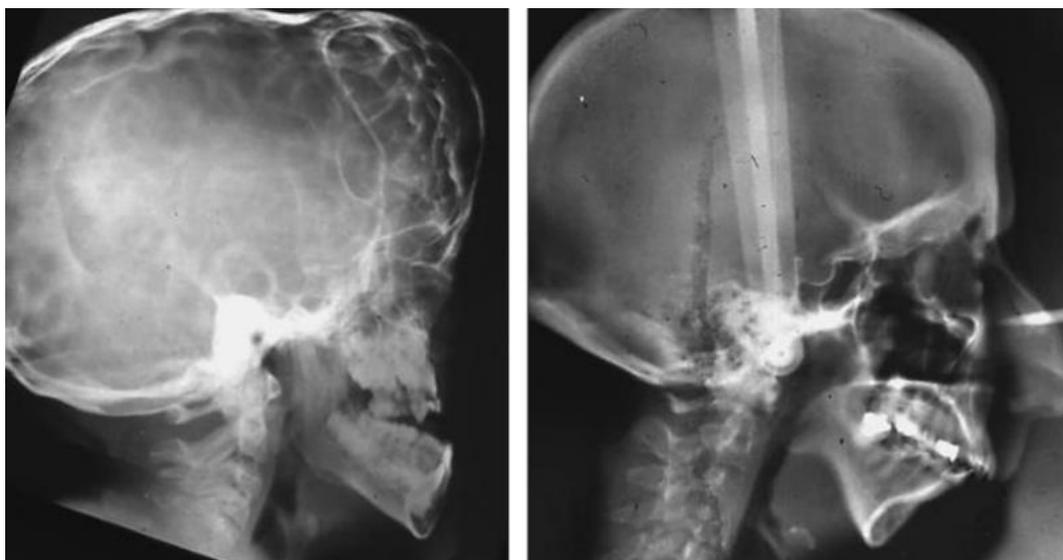
L'hyperdivergence est une dysmorphose multifactorielle. Les étiopathogénies sont diverses :

- Héritaires et congénitales ;
- Pathologiques ;
- Fonctionnelles ;
- Musculaires ;
- Iatrogènes.

### 1.5.2.1. Héritaire et congénital

Le facteur héréditaire constitue une étiologie importante de l'hyperdivergence. En consultation, il n'est pas étonnant de voir que les parents présentent la même dysmorphose verticale que leur enfant. L'hérédité est plus impliquée dans la dimension verticale que dans la dimension antéro-postérieure (3).

L'hyperdivergence sévère peut être due à une pathologie comme par exemple la maladie de Crouzon, une polyarthrite rhumatoïde, une hypercondylie... Le diagnostic positif de l'hypercondylie sera posé après scintigraphie.



*Figure 28 : Patients présentant un excès vertical antérieur d'origine syndromique (13)  
 a) A gauche : patient atteint d'un syndrome de Crouzon  
 b) A droite : patient atteint d'une polyarthrite rhumatoïde*

#### 1.5.2.2. Fonctionnel

##### [1] Parafonction

Les parafonctions sont multiples et sont à l'origine de nombreuses dysmorphoses pouvant entraîner un mauvais développement crânio-facial. Parmi les parafonctions, on retrouve :

- Les habitudes de succion non nutritives (HSNN) comme la succion du pouce ou de la tétine. Elles entraînent une augmentation de la divergence faciale par ouverture du plan mandibulaire. De plus, la présence du pouce ou de la tétine empêche la croissance des procès alvéolaires antérieurs ce qui s'oppose à l'égression des incisives et peut entraîner une infraclusion antérieure d'origine fonctionnelle ;
- L'aspiration labiale ;
- L'onychophagie.



*Figure 29 : Patient suçant son pouce jour et nuit. On note une infraclusion antérieure de canine à canine due à une infra-alvéolie des incisives supérieures et inférieures.  
 (Collection personnelle)*

## [2] Dysfonction

Les dysfonctions chez l'hyperdivergent sont multiples :

- Dysfonction linguale :

L'interposition linguale antérieure s'oppose à la présence d'un guide antérieur fonctionnel. Cette interposition est à l'origine d'une infraclusion antérieure par infra-alvéolie des incisives. Des exercices de rééducation linguale et une prise en charge orthophonique sont indispensables pour rééduquer la langue. La langue peut présenter une dysmorphose de forme, de taille type macroglossie, de position avec un frein lingual trop court...



*Figure 30 : Patient présentant une déglutition primaire avec interposition linguale antérieure à l'origine d'un manque de recouvrement antérieur (Collection personnelle)*

- La ventilation :

La ventilation orale est la principale cause de l'hyperdivergence. Elle perturbe le bon développement crânio-facial de l'enfant en entraînant une inoclusion labiale avec une position linguale basse. La ventilation physiologique est nasale stricte de jour comme de nuit.

Chez le ventilateur buccal, la position mandibulaire se trouve abaissée ce qui favorise un schéma de croissance à rotation postérieure. Pour compenser la ventilation orale, le patient peut présenter une posture céphalique vers le haut afin de favoriser le passage de l'air pour la respiration. Il est important de réaliser un interrogatoire rigoureux sur les antécédents rhinopharyngés de l'enfant, allergiques, la présence de troubles du sommeil ou de ronflements...

La ventilation orale peut être la conséquence d'une obstruction des voies aériennes par hypertrophie des tonsilles pharyngiennes, des amygdales, des cornets, ou par la présence d'une déviation de la cloison nasale. Il est indispensable de réaliser un examen oto-rhino-laryngologique (ORL) précis avant de commencer tout traitement orthodontique en cas de suspicion de terrain ORL modifié.

Le syndrome d'apnée hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS) est à l'origine d'une obstruction partielle ou complète des voies aériennes supérieures. La prévalence est de 1 à 4% dans la population. Le SAHOS augmente la sécrétion de cortisol ce qui diminue la sécrétion des hormones de croissance à l'origine des dysmorphoses crânio-faciales. De plus, le SAHOS est à l'origine d'une diminution de la qualité du sommeil, d'une position linguale basse favorisant l'ouverture buccale à l'origine de ronflements.

Le SAHOS favorise une croissance verticale et vers l'arrière de la mandibule.

- La déglutition :

La déglutition est primaire pendant la petite enfance pour devenir secondaire vers 18 mois. La déglutition secondaire dite mature s'effectue lorsque les arcades sont en occlusion, les lèvres jointives, la langue au niveau de la papille bunoïde et sans contraction des muscles péri-oraux (orbiculaires, labiaux et jugaux).

On parlera de déglutition atypique vers l'âge de 6-7ans dès lors qu'il y aura une interposition linguale, une contraction des muscles élévateurs ou une activité labiale. La persistance d'une interposition linguale antérieure lors de la déglutition est un réel problème en orthodontie car elle empêche de retrouver un guidage antérieure fonctionnel et peut-être à l'origine d'une récurrence après dépose du traitement orthodontique. Il est donc indispensable de détecter précocement une déglutition primaire afin de la traiter le plus rapidement. Pour y parvenir, l'orthodontiste donnera des exercices de rééducation linguale et/ou les orientera chez un orthophoniste.

- La mastication :

La mastication doit être bilatérale alternée afin d'obtenir une croissance harmonieuse des mâchoires. A l'interrogatoire, il est nécessaire de demander s'il existe un côté préférentiel de mastication. Il pourra être objectivé également en faisant mâchonner un chewing-gum quelques minutes au patient. Au cours de l'examen clinique, l'orthodontiste doit regarder la présence d'usures dentaires plus marquées d'un côté que de l'autre. Elles traduisent une mastication unilatérale.

Enfin, l'étude de la mastication peut également se faire à travers les angles fonctionnels de Planas. Une différence entre les angles de Planas révèle une mastication unilatérale dominante du côté où l'angle est le plus petit.

#### 1.5.2.3. Musculature

La musculature joue un rôle important dans le développement vertical de la face. En effet, s'il existe une faible tonicité musculaire lors des forces masticatrices la croissance alvéolaire verticale des secteurs postérieurs ne sera pas inhibée. On aura alors un profil hyperdivergent. La sangle musculaire chez l'hyperdivergent est faible contrairement au sujet hypodivergent. Il faudra alors essayer de stimuler cette musculature en donnant à nos patients des exercices de musculatures des muscles péri-oraux comme : l'alimentation d'aliments durs, la mastication de chewing-gum ou l'orienter chez un kinésithérapeute (7).

#### 1.5.2.4. Iatrogène

L'hyperdivergence d'un patient peut être aggravée lors du traitement orthodontique avec :

- Une force-extra-orale (FEO) à traction basse. Celle-ci entraîne une égression des molaires et donc une ouverture du compas mandibulaire. C'est pour cette raison qu'il faudra toujours utiliser une FEO à traction haute chez le sujet hyperdivergent permettant de réaliser le contrôle vertical de la molaire par ingression si nécessaire.
- Un activateur de classe II. La force passant à distance du centre de résistance du maxillaire (qui se situe au niveau de l'apophyse malaire), elle entraîne un moment horaire sur le système à l'origine d'une bascule du plan palatin. Cette bascule contribue à l'aggravation de la rotation postérieure chez l'hyperdivergent. L'utilisation de l'activateur de classe II doit donc être très limitée chez l'hyperdivergent. S'il est utilisé il doit impérativement être porté en association à une force extra-orale à traction haute.

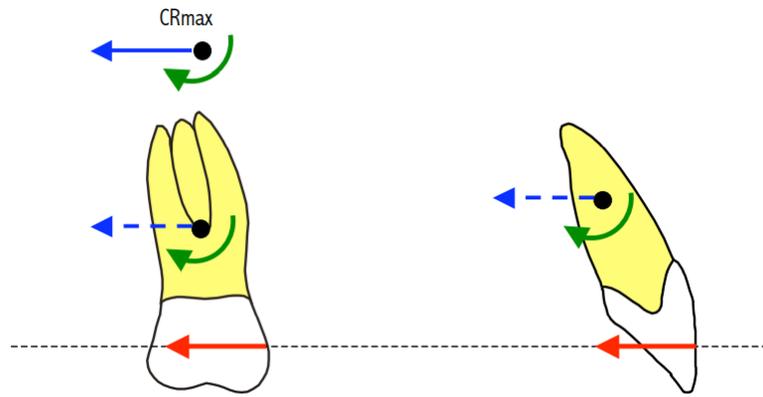


Figure 31 : Présence d'un moment horaire sur le système lors de l'utilisation d'un activateur de classe II entraînant une bascule horaire du plan palatin (14)

- Les traitements multi-attaches peuvent aggraver la dimension verticale de nos patients lors des phases de nivellement ou lors de l'utilisation des tractions inter-arcades de classe II ou III qui entraînent une égression molaire.
- L'utilisation d'une plaque de surélévation rétro-incisive ou de cales antérieures est contre indiquée chez le sujet hyperdivergent. En effet, elle entraîne une inoclusion postérieure favorisant l'égression molaire et donc la divergence faciale.
- Le masque de Delaire favorise une bascule horaire de la mandibule aggravant la dimension verticale.
- Les impacts d'une disjonction maxillaire sur la dimension verticale ont été étudiés dans de nombreux articles. Certaines études montrent une augmentation de la hauteur de l'étage inférieur après disjonction (15). Tandis que dans d'autres études plus récentes, ils ne trouvent pas de répercussion sur la dimension verticale après disjonction (16).

Ainsi, le patient hyperdivergent devra être traité avec vigilance afin de ne pas aggraver son schéma facial au cours du traitement.

### I.5.3. Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel de la dimension verticale se fait entre un sujet hypodivergent, normodivergent ou hyperdivergent.

L'ensemble des analyses étudiées précédemment va nous permettre de poser le diagnostic d'hyperdivergence sur téléradiographie de profil après étude des différents signes de rotation postérieure de Björk.

Patient	<b>HYPERDIVERGENT</b>	<b>HYPODIVERGENT</b>
Tête du condyle	Orienté en arrière	Orienté vers le haut
Symphyse	Longue et effilée	Epaisse en bulbe d'oignon
Canal dentaire	Droit	Angulé
Angle goniale	Ouvert	Fermé
Plan palatin et mandibulaire	Divergents	Parallèles
Ramus	Incliné vers l'avant et court	En « rocking chair »
Corpus	Echancrure pré angulaire	Convexité du bord inférieure
FMA	>25 °	<25 °
Hauteur de l'étage inférieure de la face	Augmenté	Diminué

*Figure 32 : Tableau récapitulatif des signes de rotation postérieure ou antérieure sur téléradiographie de profil selon Björk (Collection personnelle)*

Dès que le diagnostic d'hyperdivergence a été posé, il faudra également faire le diagnostic différentiel entre une hyperdivergence due à un excès vertical antérieur (EVA) ou à une insuffisance verticale postérieure (IVP).

En cas d'infraclusion antérieure, on réalisera un diagnostic différentiel entre une béance antérieure d'origine fonctionnelle (alvéolo-dentaire) ou squelettique.

- Les infraclusions antérieures d'origine fonctionnelle peuvent être due à :
  - Une infra-alvéolie des incisives supérieures ;
  - Une infra-alvéolie des incisives inférieures ;
  - L'association des deux ;
  - Une supra-alvéolie molaire.
  
- Les béances antérieures d'origine squelettique sont généralement héréditaires, elles se caractérisent par une béance qui s'étend au-delà des canines. Une origine fonctionnelle peut s'ajouter à cette dysmorphose.

## **II. EFFETS DES DIFFERENTS MOYENS THERAPEUTIQUES ORTHODONTIQUES SUR L'HYPERDIVERGENCE ET SON CONTROLE**

### II.1. Myothérapie fonctionnelle

Dès la petite enfance, il faut intercepter une malocclusion de la dimension verticale. A ce stade, elle est souvent fonctionnelle. Les objectifs seront la suppression des parafunctions et des dysfonctions.

#### II.1.1. Myothérapie fonctionnelle active

En denture temporaire, il faudra réaliser en premier lieu une myothérapie fonctionnelle active. Elle passe par :

- La suppression des parafunctions (suction pouce-tétine-objets, aspiration) par une prise de conscience de la part de l'enfant et des parents. Le volontariat est à favoriser en premier lieu.
- L'élimination des dysfonctions en rétablissant une ventilation nasale stricte diurne et nocturne. Pour y parvenir, il faut vérifier l'absence d'obstacles à la ventilation lors d'une consultation chez un ORL, apprendre à l'enfant à se moucher une narine après l'autre, se masser le nez etc...
- La rééducation de la posture linguale en donnant des exercices ludiques. L'objectif est d'aider l'enfant à repositionner sa langue au niveau de la papille bunoïde.

Des séances de kinésithérapie linguale ou d'orthophonie pourront être prescrites pour retrouver une bonne posture linguale. De manière générale, la correction se fait spontanément lors de l'arrêt des parafunctions et la rééducation des dysfonctions si la prise de conscience de l'intéressée est réelle.

#### II.1.2. Myothérapie fonctionnelle passive

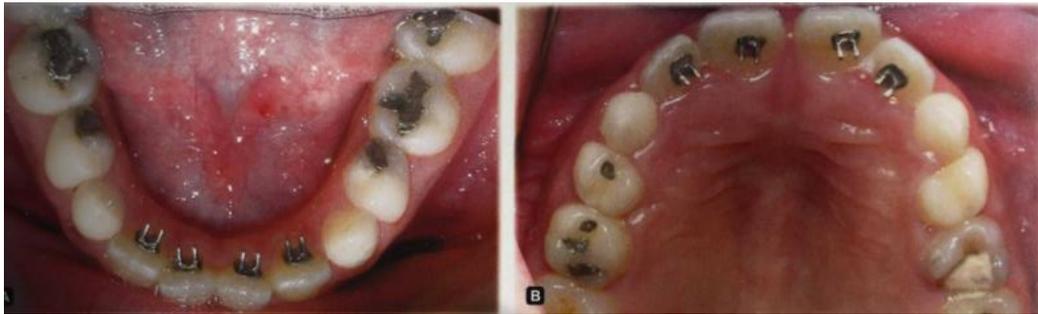
En présence d'échec, il faudra réaliser une myothérapie fonctionnelle passive. Elle repose sur l'utilisation d'appareils orthodontiques :

- La grille à langue amovible ou fixe. Elle permet de stopper les habitudes de succion non nutritive et d'éviter les pulsions linguales. Elle se compose d'un écran lingual antérieur en résine ou métallique. Il est positionné derrière les faces linguales des incisives. L'ensemble est supporté par des bagues scellées sur les molaires ou par une plaque amovible. Cela permet d'assurer le repositionnement lingual.



Figure 33 : Grille à langue scellée sur bague 16/26 (17)

- Les éperons pics langues. Ils sont collés sur les faces palatines des incisives. Ils permettent d'empêcher les interférences linguales et assurent la croissance alvéolaire des incisives.



*Figure 34 : Pique-langue mis sur les faces linguales des dents antérieure empêchant l'interposition linguale antérieure (17)*

- L'éducateur fonctionnel associé à des exercices (massage du nez, mouchage...) favorise la ventilation nasale stricte, un repositionnement lingual tout en stoppant les parafonctions (18). Il présente une languette antérieure qui permet de stimuler la langue en position haute.



*Figure 35 : Educateur fonctionnel (19)*

- L'enveloppe linguale nocturne (ELN) permet une position linguale haute et favorise la déglutition mature. Elle permet également de retrouver une proprioception de la pointe de la langue avec le palais.



*Figure 36 : Enveloppe linguale nocturne*

- Le bloc de morsure postérieur. Il s'insère en occlusale entre les deux mâchoires. Il est réalisé en résine acrylique. L'orthodontiste l'utilise pour empêcher l'égression des molaires. Son objectif est de créer une surélévation verticale qui étire les muscles et créer une force intrusive sur les molaires entraînant une autorotation de la mandibule vers le haut et l'avant (20) (21). Il permet ainsi de contrôler la dimension verticale en évitant l'égression postérieure parasite. Cet appareil doit être porté au moins 12 heures par jour pour démontrer son efficacité.

Récemment décrit, le Clark TwinBlock (22) présente un bloc de morsure maxillaire et mandibulaire associé à une force extra-orale (FEO) à traction haute afin de mieux contrôler la dimension verticale en évitant toute égression molaire.

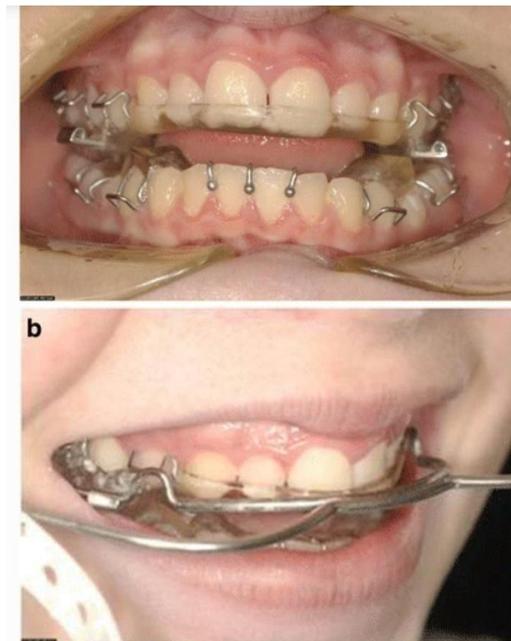


Figure 37 : TwinBlock composé de deux attelles acryliques associées à une FEO à traction haute permettant de mieux contrôler la dimension verticale (22).

- Le bionator ou bionator de Balters. Il permet de corriger une béance (17). C'est un appareil amovible qui est constitué d'un monobloc de résine rigide. Il se compose (17) :
  - D'un bloc de résine antérieure s'opposant à l'interposition linguale antérieure
  - D'un bloc de résine occlusal au niveau des secteurs latéraux postérieurs qui évite l'égression molaires (22).
 A chaque séance, une couche de résine acrylique est ajoutée en postérieure pour augmenter son effet. Attention : cet appareil étant rigide, il ne permet pas les mouvements fonctionnels mandibulaires tel qu'une avancée mandibulaire (comme le ferait un activateur de classe II) ou une expansion maxillaire.

Les principaux effets retenus du Bionator sont (17) (22) :

- Limitation de l'égression molaire voire leur intrusion ;
- Fermeture de la béance antérieure ;
- Diminution de la convexité faciale constatée par une rotation anti-horaire de la mandibule.

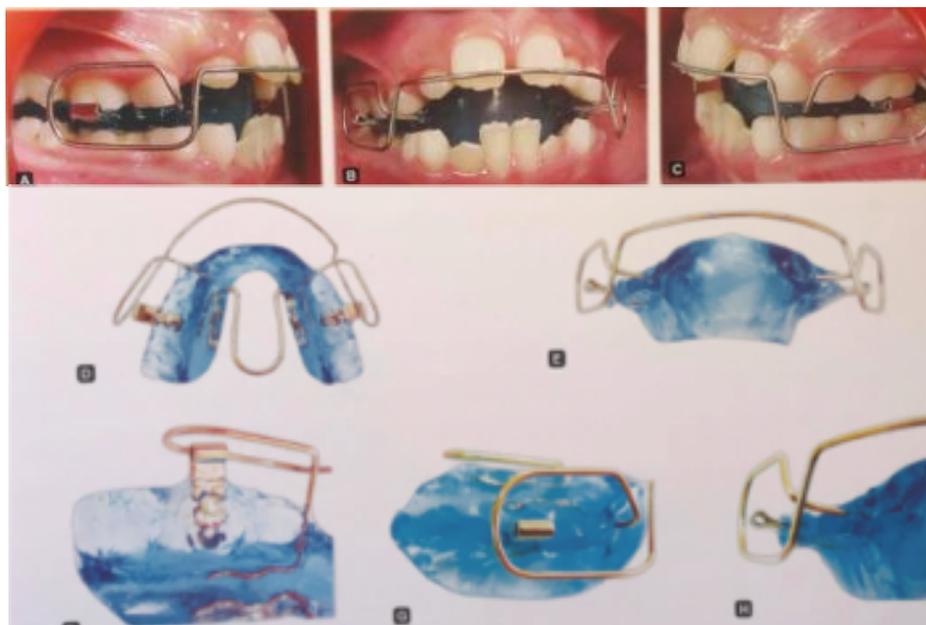


Figure 38 : Le Bionator se compose d'un bloc de résine antérieur s'opposant à l'interposition linguale antérieure et d'un bloc de résine occlusal en postérieur évitant l'égression molaire (17).

## II.2. Appareils orthodontiques conventionnels

### II.2.1. Les auxiliaires de traitement

#### II.2.1.1. Les forces extra-orales

De manière générale, les forces extra-orales se composent :

- D'un arc facial ;
- D'un arc interne vestibulaire ;
- D'un casque ou d'une bande cervicale permettant un point d'appui péri-crânien.



Figure 39 : Force extra-orale à traction haute avec un casque à appui péri-crânien (23)

Les FEO sur bagues se composent d'un arc interne vestibulaire qui se glisse dans les tubes accessoires des bagues de la première molaire maxillaire. Les branches externes pourront être courtes, moyennes ou longues.

Chez le sujet hyperdivergent il faudra toujours utiliser une FEO à traction haute qui exerce :

- Une force ingressive sur la molaire, elle sera d'autant plus marquée que les branches externes sont basses. La force passant à distance du centre de résistance (Cr) de la dent, il existe un moment horaire qui entraîne une disto-version de celle-ci.

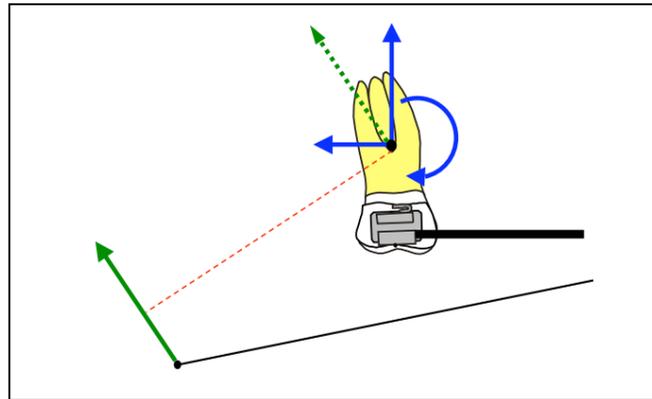


Figure 40 : Force extra-orale à traction haute avec des branches externes longues et basses (14)

- Une force distalante de l'arcade maxillaire ;
- Une rotation anti-horaire de la mandibule assurant un contrôle de la hauteur faciale antérieure ;
- Un maintien d'ancrage dans les dimensions verticale et antéro-postérieure ;
- Un contrôle des effets parasites des traitements multi-attaches notamment l'égression molaire (en technique d'Edgewise)

La force appliquée pour une FEO est d'environ 300 grammes. Elle doit être portée environ 14 heures par jour pendant six mois.

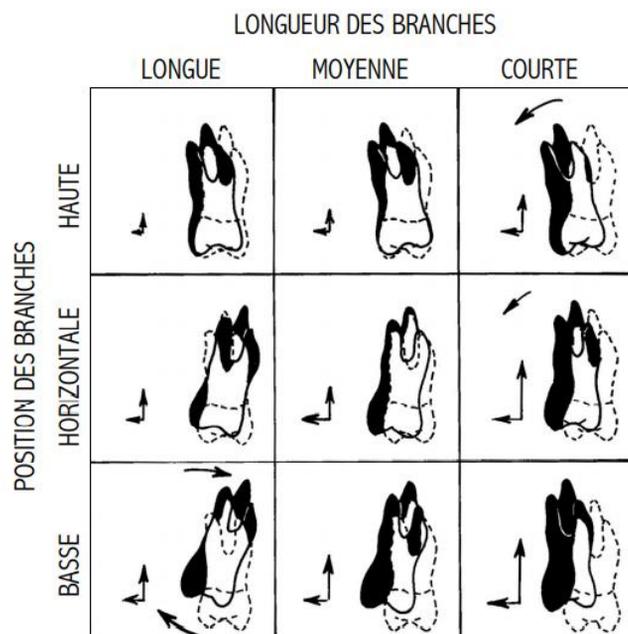


Figure 41 : Différents effets des FEO à traction haute selon la longueur de la branche (longue, moyenne ou courte) et leurs positions (haute, horizontale ou basse) (14)

Il est possible de réaliser une FEO à traction haute avec une attelle occlusale maxillaire (24). Elle implique plus de dents dans la mécanique par rapport à une FEO seule scellée sur bagues. Cette attelle pourra être en matière acrylique ou métallique. Elle recouvre l'ensemble des dents et s'adapte occlusalement pour former un plan d'occlusion qui va établir des contacts réguliers avec les surfaces occlusales des dents inférieures. L'attelle occlusale maxillaire est efficace pour corriger la position antéro-postérieure du maxillaire et l'intrusion des molaires (24) (21).



*Figure 42 : Attelle occlusale en acrylique associée à une FEO à traction haute ayant pour but l'ingression des secteurs postérieurs maxillaire (24).*

La FEO doit présenter une ligne d'action passant au plus près du centre de résistance du maxillaire afin d'assurer un bon contrôle de la dimension verticale. Il se situe au niveau de l'apophyse malaire à environ 45 degrés vers le haut par rapport au plan occlusal.

#### II.2.1.2. L'arc transpalatin ou arc de Goshgarian

L'arc transpalatin est un appareil orthodontique fixe qui présente de nombreuses fonctions :

- Maintien de l'ancrage au niveau postérieur en solidarissant les deux molaires entre elles ;
- Maintien de la position transversale des molaires ;
- Contrôle la dimension verticale en évitant les effets parasites d'égression des molaires grâce à la langue qui effectue une pression au cours des mouvements de déglutition ;
- Contrôle de la position antéro-postérieure des molaires ;
- Possibilité de réaliser une expansion ou une contraction de l'arcade via la boucle ;
- Correction des mésio-rotations des 16 et 26 ;
- Possibilité d'incorporer des informations de torque au niveau des premières molaires ;
- Eviter la vestibulo-version des molaires lors de leurs ingressions via un dispositif d'ancrage temporaire tel les mini-vis.

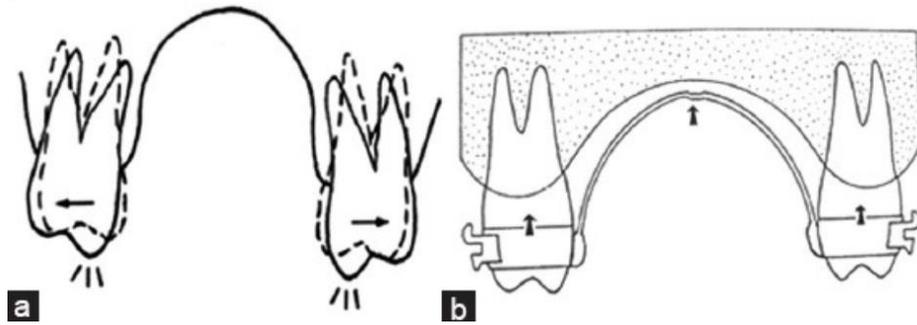


Figure 43 : Intérêt de l'arc transpalatin (25)

- a) Lorsqu'une force intrusive passe à distance du centre de résistance de la dent il existe une version corono-vestibulaire de la dent.
- b) L'arc transpalatin maintien et empêche la bascule radiculo-palatine des molaires lors de leur intrusion

L'ajout d'une pastille sur l'arc transpalatin le transforme en "Gosh-Nance" ce qui augmente le contrôle de la dimension verticale. En effet, la langue exercerait une plus forte pression sur la pastille antérieure située au niveau du palais favorisant l'intrusion molaire.

Lors de sa mise en place, l'orthodontiste devra être vigilant et vérifier l'absence de compression de la muqueuse palatine (aspect blanchâtre) qui pourrait entraîner une irritation ou blessure de la muqueuse.

II.2.1.3. Appareil d'intrusion rapide des molaires (RMI : Rapid Molar Intrusion)

Chez un patient présentant un excès de croissance verticale antérieure, l'orthodontiste pourra utiliser le RMI (26) (27).

Cet appareil présente l'avantage de ne pas dépendre de la coopération du patient. Il favorise l'intrusion rapide des molaires. Son utilisation est non visible du fait de son positionnement postérieur (26). Deux modules élastiques sont fixés sur les brackets des premières molaires maxillaires et mandibulaires. Une force relie ces deux modules.

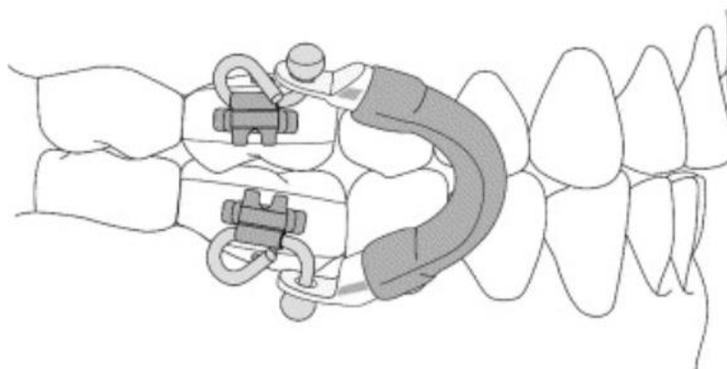


Figure 44 : RMI : appareil d'intrusion molaire se glissant au niveau des tubes des premières molaires (26)

Le RMI génère une force intrusive au niveau des molaires de 800 grammes de chaque côté lors de sa pose. Puis cette force passe à 450 grammes à la fin de la première semaine pour arriver ensuite à 250 grammes. La force intrusive passe à distance du centre de résistance des molaires ce qui induit une version corono-vestibulaire des molaires. Pour lutter contre cet effet parasite, le RMI devra toujours être utilisé avec un arc lingual à la mandibule et une barre palatine au maxillaire afin de maintenir les molaires.

L'intrusion molaire est observée uniquement sur les dents porteuses de l'appareil. C'est pour cette raison que si les deuxièmes molaires sont présentes, il faudra les solidariser aux premières molaires via un sectionnel pour obtenir l'intrusion de l'ensemble des molaires. Les contacts occlusaux présents sur les autres dents devront être enlevés par une phase de nivellement ou par avulsion des dents mal positionnées afin de permettre l'intrusion de l'ensemble des deux arcades.

Cet appareil a montré une avancée de la mandibule et du pogonion ce qui traduit une rotation anti-horaire de la mandibule grâce à l'ingression postérieure (26).

Son utilisation est conseillée pour les classes I ou II squelettique avec infraclusion antérieure. Il est contre-indiqué dans les classes III squelettiques afin de ne pas aggraver le pronostic.

#### II.2.1.4. Les cales de surélévation

Les cales de surélévation sont de plus en plus utilisées en orthodontie. Elles peuvent être utilisées en début de traitement pour éviter des interférences sur les attaches en occlusion d'intercuspidation maximale (OIM) lors du collage.

Chez un patient hyperdivergent, il faudra réaliser des cales de surélévation sur les dents postérieures, afin de favoriser une ingression molaire lors des contacts occlusaux. Les cales antérieures entraînent une égression molaire qui est contre indiquée chez l'hyperdivergent.

Les cales de surélévation devront être symétriques pour éviter une bascule du plan d'occlusion et une latérodéviation induite par celles-ci. Elles devront être retirées dès que possible afin de ne pas créer de dysfonction.



*Figure 45 : Cales de surélévation positionnées sur les molaires chez un individu hyperdivergent.  
(Collection personnelle du Dr Ulysse Castaner)*

### II.2.1.5. Les tractions inter-arcades (TIA)

Les élastiques ont un rôle primordial dans la correction des décalages antéro-postérieurs :

- Pour rappel, l'utilisation des tractions inter-arcades de classe II a pour but le recul en masse de l'arcade maxillaire et une avancée mésiale de l'arcade mandibulaire (« effet tiroir ») afin de corriger le décalage antéro-postérieur des arcades (3).
  - Les tractions inter-arcades de classe II entraînent un moment horaire avec une bascule du plan d'occlusion. Le moment est augmenté plus la longueur de l'élastique est grande. Cette bascule va donc aggraver l'hyperdivergence.
  - Pour éviter cette bascule du plan d'occlusion il est conseillé d'utiliser des élastiques intermaxillaires courts (de 4 à 5) chez l'hyperdivergent car la force passe pratiquement par le centre de résistance de l'arcade et n'engendre aucun moment.
  - Pour diminuer les effets indésirables dentaires lié à l'utilisation des TIA de classe II (comme par exemple l'égression de la canine maxillaire) ; il peut être judicieux de clipper un crochet sur l'arc en distal des canines pour se rapprocher du centre de résistance. Ainsi on diminue l'intensité du moment, la version et l'égression de la canine maxillaire.

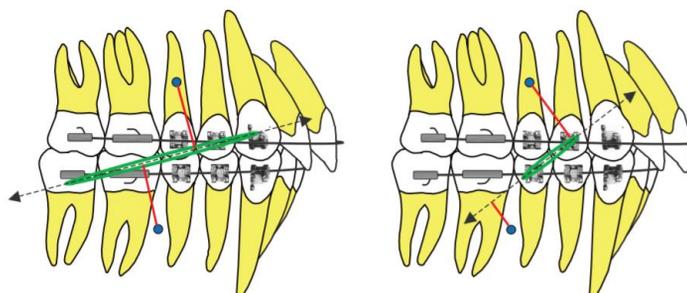


Figure 46 : Effets biomécaniques des tractions inter-arcades de classe II sur la dimension verticale.

- a) A gauche : TIA de classe II de la canine maxillaire à la deuxième molaire mandibulaire présentant une action antéro-postérieure et un moment important de bascule horaire du plan d'occlusion.
- b) A droite : TIA de classe II court (de la première prémolaire maxillaire à la deuxième prémolaire mandibulaire) qui sont à favoriser chez l'hyperdivergent car ils n'entraînent pas de bascule horaire du plan d'occlusion (28).

- Les élastiques de classe III permettent une mésialisation des dents maxillaires et une distalisation des dents mandibulaires. Ils s'accrochent de la partie antérieure de l'arcade mandibulaire à la partie postérieure de l'arcade maxillaire. Ils existent plusieurs façons de les disposer comme pour les TIA de classe II : de manière courtes ou longues. Les élastiques de classes III entraînent une version et égression de la molaire maxillaire favorisant une rotation postérieure de la mandibule qui augmente la divergence faciale (3). Les TIA de classe III courts sont donc à favoriser chez l'hyperdivergent.
- ⇒ Pour conclure, les tractions inter-arcades devront être utilisées avec précaution chez le sujet hyperdivergent pour éviter au maximum les effets parasites. Leur temps d'utilisation devra être raccourci et leurs forces plus faibles (22).

Afin d'agir dans la dimension verticale nous utiliserons des tractions inter-arcades verticales :

- Les élastiques verticaux antérieurs en U, W, M, ou une boîte antérieure (accrochée sur 12, 22, 32, 42) vont permettre une composante verticale entraînant une égression des incisives favorable à la fermeture d'une faible béance antérieure (3).
- Les élastiques d'intercuspidation permettent de fermer une béance latérale. Ils se disposent en forme de triangle, ou sous forme de W, M, Z (3).
- Les élastiques de Schudy sont des élastiques avec une composante verticale et antéropostérieure, ils permettent de fermer une faible béance antérieure par égression antérieure.

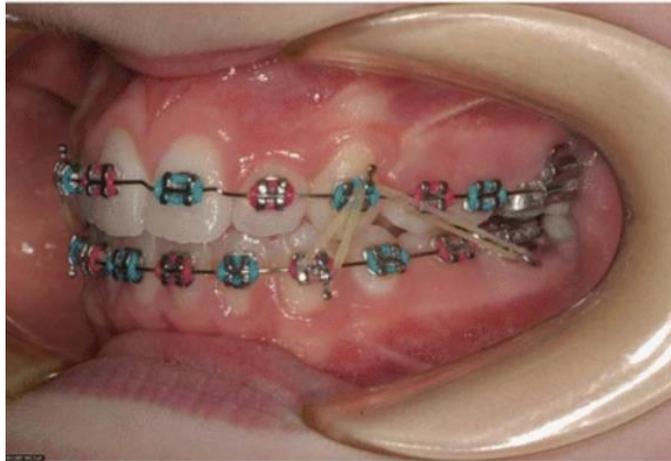


Figure 47 : Elastique de classe II avec composante verticale pour fermer une béance antérieure (22)

Pour corriger la dimension transversale on peut utiliser des tractions inter-arcades :

- En diagonale de la canine maxillaire à la canine mandibulaire controlatérale par exemple afin de corriger une déviation des milieux. Ils peuvent être associé ou non à des TIA de classe II d'un côté et des TIA de classes III de l'autre. Il faudra contrôler notre patient à RDV réguliers pour éviter tout effet indésirable de bascule frontale du plan d'occlusion et d'augmentation du schéma vertical (3).

### II.2.2. Traitements par multi-attaches

Les traitements par multi-attaches permettent de traiter l'ensemble des malocclusions dentaires. Ils existent différentes techniques et philosophie de traitement :

- Edgewise standard de Tweed-Merrifield ;
- Technique segmentée de Ricketts ;
- Technique d'arc droit avec des attaches pré-informées ;
- Technique linguale.

Plusieurs actes sont susceptibles d'aggraver la divergence mandibulaire :

- Le nivellement de la courbe de Spee ;
- L'utilisation des tractions inter-arcades de type classe II ou III qui entraîne une égression des molaires et donc une ouverture du compas.

L'orthodontiste devra anticiper les effets parasites de la mécanique et les contrôler pour ne pas aggraver le schéma vertical du patient.

### !!2.2.1...Technique Edgewise

#### [1] Tweed

La technique Edgewise a été développée par Tweed en 1925. Elle utilise des attaches non informées présentant une gorge horizontale. Les informations de premier, deuxième et troisième ordre sont réalisées sur l'arc par l'intermédiaire de plicatures.

Sa philosophie de traitement consiste à repositionner les dents dans leurs bases osseuses en particulier les incisives mandibulaires pour assurer la stabilité du traitement en utilisant la notion de « préparation d'ancrage » notamment à la mandibule. Elle consiste à positionner une dent ou un groupe de dent dans une position telle qu'elle puisse résister à l'action mécanique qui va s'exercer sans que l'ancrage ne soit sollicité.

Tweed a été un des premiers à développer l'idée d'extraire des dents (en particulier les prémolaires) pour permettre de repositionner correctement les incisives dans la corticale et faciliter la correction du décalage antéro-postérieur.

L'analyse céphalométrique est pour lui un moyen précis de diagnostic grâce au triangle de Tweed décrit dans la partie précédente (29).

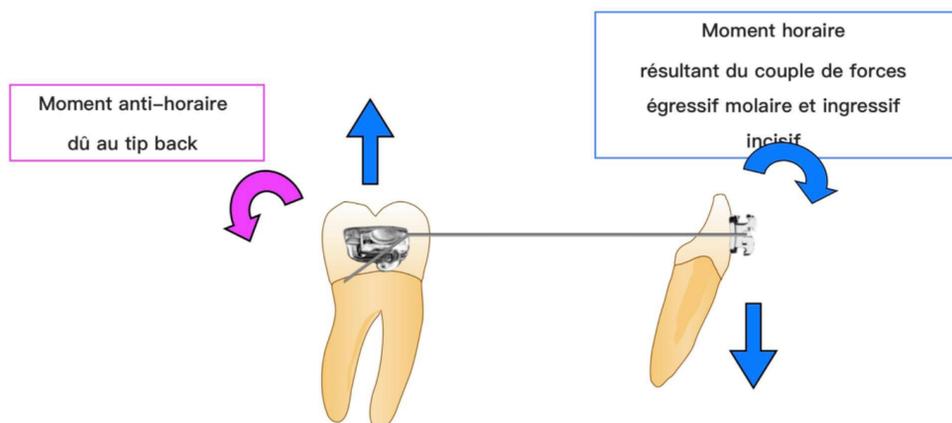
Nous allons alors nous intéresser au contrôle de la dimension verticale dans ses traitements.

#### Préparation d'ancrage :

Avant de débuter toute mécanique intermaxillaire de classe II, Tweed prépare l'arcade mandibulaire en réalisant :

- Une déformation de deuxième ordre sur l'arc qui consiste à réaliser un tip back sur les molaires et prémolaires mandibulaires afin de les positionner en « piquet de tente » pour résister aux tractions inter-arcades de classe II.

La réalisation d'un tip back au niveau des secteurs latéraux mandibulaires entraîne un moment anti-horaire de la molaire (disto-version) et donc un moment horaire sur le système. Il se traduit par une égression des molaires et une ingression des incisives mandibulaires. Nous sommes dans une situation biomécanique de V asymétrique.



*Figure 48 : Situation biomécanique de V asymétrique lors d'une préparation d'ancrage selon la philosophie de Tweed. Le tip back molaire entraîne un moment horaire sur le système à l'origine d'une égression molaire et d'une ingression incisive.*

*(Collection personnelle du Pr Le Gall)*

- La force ingressive sur les incisives (résultante du moment horaire du système) passe à distance du centre de résistance et entraîne un mouvement de vestibulo-version des incisives. Pour lutter contre cet effet parasite, Tweed met en place des élastiques de classe III allant d'un crochet soudé à l'arc en distal des incisives mandibulaires à la molaire maxillaire. Mais l'utilisation des élastiques de classe III entraîne une force mésialante et égressive sur la molaire maxillaire qui aggrave la dimension verticale.
- C'est pour cette raison que l'utilisation d'une force extra-orale (FEO) à traction haute à appui molaire est indispensable en préparation d'ancrage pour contrôler la dimension verticale et éviter l'égression molaire.

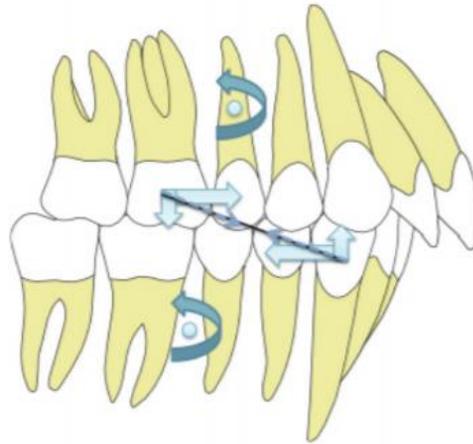


Figure 49 : Effet des TIA de classe III : mésialisation et égression de la molaire maxillaire (28)

Mécanique inter-arcade :

Une fois les arcades préparées, la correction de la classe II squelettique se fera par l'utilisation d'élastiques de classe II associés au port d'une FEO à traction haute (portée 12 heures par 24 heures) afin de contrôler la dimension verticale lors des TIA.

La FEO permet :

- D'éviter la bascule horaire du plan d'occlusion lors de l'utilisation des TIA de classe II (30)(31) ;
- D'éviter l'égression de la molaire maxillaire dans les cas de classe III afin de contrôler le schéma facial du patient.

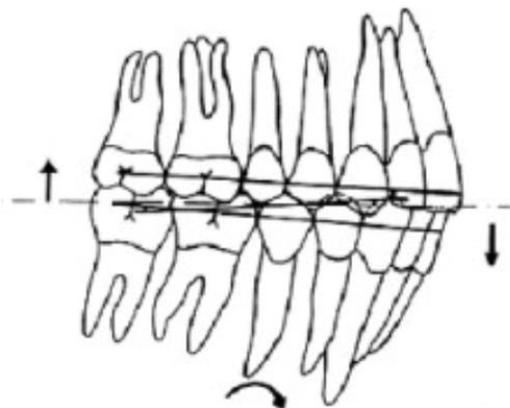


Figure 50 : L'utilisation des tractions inter-arcades de classe II entraînent une bascule horaire du plan d'occlusion qui aggrave la dimension verticale (30).

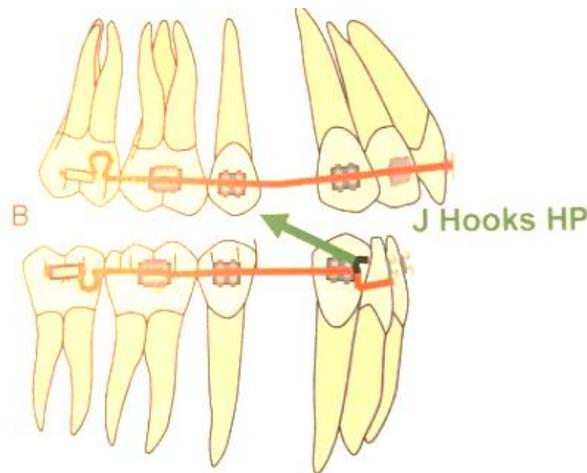
Pour résumer, le contrôle de la dimension verticale en technique de Tweed s'effectue grâce à une force extra-orale à traction haute à appui molaire.

## [2] Merrifield

Merrifield fait progresser les raisonnements de la technique d'Edgewise. On parle alors de technique Edgewise Tweed-Merrifield. Il a apporté des outils diagnostic à la technique Edgewise afin de déterminer la nécessité ou non d'extraire.

La technique de Tweed-Merrifield regroupe cinq grands concepts (29) :

- Bagage séquentiel des dents afin de mieux contrôler les forces ;
- Mouvements séquentiels des dents ;
- Préparation d'ancrage séquentiel grâce à l'incorporation d'une déformation de second ordre sur l'arc. Cette préparation séquentielle entraîne moins d'effet parasite et permet un meilleur contrôle de la dimension verticale. Merrifield développe le concept du « Ten-Two system » ou « Twelve-Two system » : dix ou douze dents servent d'ancrage pour redresser deux autres dents. La préparation d'ancrage va concerner d'abord la deuxième molaire, puis la première molaire et enfin la seconde prémolaire.
  - o Cette préparation d'ancrage s'accompagne comme pour Tweed d'une déformation de tip back sur l'arc, de traction intermaxillaire de classe III, et d'une force directionnelle à traction haute « High Pull Head Gear » orientée à 40 degrés au-dessus du plan d'occlusion (30). Leur force doit être d'environ 8 onces soit 200 grammes et doivent être portés 12 heures par jour.
  - o Une fois la préparation d'ancrage réalisée, la correction de la classe II se fera par des TIA associées à des élastiques verticaux antérieurs et le port d'une force directionnelle à traction haute : le HPJH (High Pull J Hooks) fixée sur un crochet entre l'incisive et la canine mandibulaire. Le HPJH permet d'éviter la vestibuloversion et l'ingression des incisives.



*Figure 51 : Force directionnelle à traction haute de type HPJH (High Pull J Hooks) maintenue par un crochet soudé sur l'arc en mésial des canines manduculaires. Le HPJH permet de contrôler les effets parasites de la mécanique (3).*

- Contrôle de la dimension verticale grâce au HPJH avec appui crânien qui empêche la bascule du plan d'occlusion et permet ainsi de contrôler la divergence faciale de notre patient (30).
- Traitements tardifs en technique d'Edgewise car il est nécessaire d'attendre l'éruption de la deuxième molaire.

### [3] Technique d'arc à boucles multiples : MEAW (Multiloop Edgewise Archwire)

Cette technique d'arc MEAW a été introduite par Kim et al en 1987 (32)(33). Elle peut être utilisée avec n'importe quelle classe d'Angle.

Elle présente des objectifs de traitement adaptés (32) (33) (22):

- Repositionnement vertical des incisives maxillaire et mandibulaire ;
- Redressement des dents postérieures (33). Le redressement des molaires est important dans les cas « d'open bite » car on retrouve en général une mésioversion qui entraîne un contact uniquement postérieur lorsque le patient est en OIM. Ce dernier est à l'origine d'une béance antérieure. Le redressement de l'axe des molaires est donc indispensable pour retrouver une occlusion convenable.

La forme de l'arc MEAW est composée de boucles en forme de « L ». Leur hauteur verticale est de 2/3 mm, et la partie horizontale est de 5 mm pour la première boucle et peut s'étendre jusqu' 8-9 mm entre les molaires (32). Il y a cinq boucles de chaque côté de l'arc. L'arc utilisé sera en général un fil acier 0,016 x 0,022 inch (22).

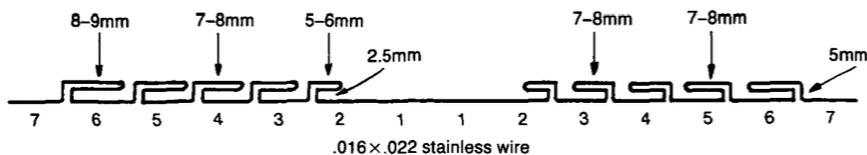


Figure 52 : Multiloop Edgewise Archwire (MEAW) maxillaire présentant des boucles avec une partie verticale et horizontale (32)

L'arc MEAW contient :

- Une composante verticale qui permet de réaliser une séparation entre les dents. Elle donne de la flexibilité à l'arc et un contrôle horizontal des dents (33).
- Une composante horizontale qui diminue le rapport charge/flexion assurant une flexibilité de l'arc et un meilleur contrôle vertical.

Avant d'insérer cet arc MEAW, les dents doivent être alignées et nivelées à l'aide d'un fil 0,018 par exemple. Entre chaque boucle il faudra vérifier l'inclinaison vestibulo linguale des dents, la symétrie de l'arc, et veiller à ce que la partie verticale des boucles soit à distance des tissus mous pour éviter toute irritation. Cette technique repose sur la mise en place de tip back au niveau des secteurs postérieurs en fonction de la nécessité de correction axiale. Le tip back commence en général au niveau de la seconde prémolaire, il est entre 3 et 5 degrés.

L'orthodontiste doit rajouter sur l'arc une courbe physiologique accentuée au maxillaire et une courbe de spee inversée à la mandibule pour contrôler la dimension verticale. Sans auxiliaires de traitement, ces courbures entraînent une ingression des dents antérieures non souhaitées. Il est donc impératif d'adjoindre des élastiques inter-arcade verticaux afin d'éviter l'intrusion des incisives et de favoriser la force intrusive sur les molaires. Les élastiques antérieurs doivent être portés 24 heures sur 24. Ils sont de 3/16 inch soit une force de 150 grammes (32)(34).



*Figure 53 : Système MEAW associé à des élastiques verticaux inter-arcade antérieur afin de contrer les effets parasites et de favoriser l'ingression postérieure (32)*

Il a été montré que la technique MEAW est efficace dans les cas d'open-bite modéré avec hyperdivergence modérée.

#### II.2.2.2. Technique Bioprogressive de Ricketts

En 1950, Ricketts crée une technique dérivée de l'Edgewise. Elle est basée sur la segmentation des arcades afin d'obtenir un meilleur contrôle. C'est la technique Bioprogressive. La segmentation des arcades permet d'augmenter le contrôle dans les trois dimensions. Les forces sont ainsi mieux maîtrisées (point d'application, direction, sens, intensité).

Cette technique consiste à s'occuper des secteurs latéraux puis des secteurs antérieurs. Les informations de premier, second et troisième ordre sont incorporées dans les attaches (à la différence de la technique d'Edgewise).

Il est important de considérer la technique Bioprogressive comme un concept de traitement et non comme une technique. En effet, la technique segmentée est encore utilisée de nos jours en amont ou en complément d'un traitement par arc droit (7).

Le diagnostic repose sur une analyse rigoureuse des fonctions. Elle recommande une prise en charge précoce en passant par une phase interceptive (à la différence de la technique d'Edgewise qui attend l'apparition des deuxième molaires) (35).

En technique bioprogressive, le contrôle de la dimension verticale se fait grâce à l'arc de base ou une force extra-orale (FEO) à traction haute selon le cas.

L'arc de base décrit par Ricketts est toujours d'actualité dans notre pratique d'orthodontie. Il est incorporé dans le tube des molaires et dans les gorges des brackets incisifs. Il contourne gingivalemment les prémolaires et les canines. Selon le cas, il peut servir d'ancrage molaire, de redressement des dents ou d'ingression/égression des incisives (36).

Pour fermer une béance antérieure, on peut réaliser un arc de base d'égression. Il faudra réaliser un toe in et un tip forward molaire (mésio-version de la couronne) ainsi qu'une incorporation de torque corono-vestibulaire antérieure et de torque corono-palatin postérieur.

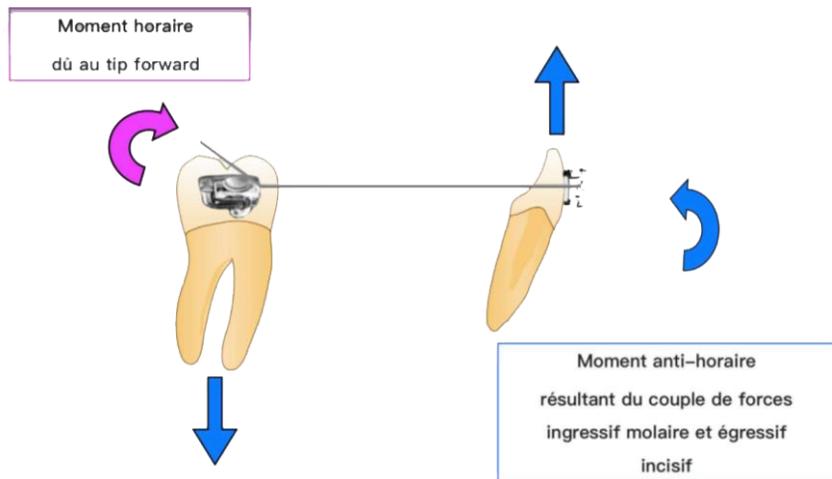


Figure 54 : Arc de base d'égression à la mandibule selon Ricketts.  
Le tip forward incorporé sur la molaire entraîne un moment anti-horaire sur le système à l'origine d'une égression incisive et d'une intrusion molaire.  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

### II.2.2.3. Technique d'arc droit avec attaches pré informées (straight wire)

En 1970, la technique d'Edgewise s'est transformée par l'apparition de la technique des arcs droits avec des attaches pré-informées. Elle est initiée par Andrews.

Des nouvelles attaches sont commercialisées avec des informations dans les trois ordres. L'importance du positionnement du bracket sur la dent est alors primordiale.

De nos jours, plusieurs types d'attaches existent (gorges en 0,018 x 0,025 ou 0,022 x 0,028) :

- Attaches conventionnelles. L'orthodontiste utilisera une ligature élastomérique ou métallique pour ligaturer.
- Attaches auto-ligaturantes actives ou passives

En 1981, le Dr Terrell Root décrit une nouvelle philosophie de traitement (le « Level Anchorage system ») qui repose sur un système d'arc droit avec préparation d'ancrage en utilisant des attaches 0,018 x 0,025.

Pour chacun de ces cas il étudie « l'ancrage disponible », « l'ancrage nécessaire » et les « économiseurs d'ancrage ». Ils permettent de réduire la quantité d'ancrage nécessaire. Il s'agit d'une FEO, une barre palatine, des extractions par exemple.

Root s'est particulièrement intéressé au contrôle de la dimension verticale dans ses traitements.

Il utilise une barre palatine afin :

- D'éviter l'égression des secteurs postérieures maxillaires et ainsi contrôler la dimension verticale lors de ses traitements ;
- D'éviter la rotation mésio-palatine des premières molaires maxillaires lors de la fermeture des espaces après extraction ;
- De renforcer l'ancrage postérieur ;
- De maintenir les molaires pour éviter une vestibulo-version lors de leur ingression avec une FEO à traction haute.

Root utilise également une FEO à traction haute pour contrôler la dimension verticale. Elle permet d'inhiber la croissance alvéolaire maxillaire postérieure et favorise ainsi l'ingression molaire.

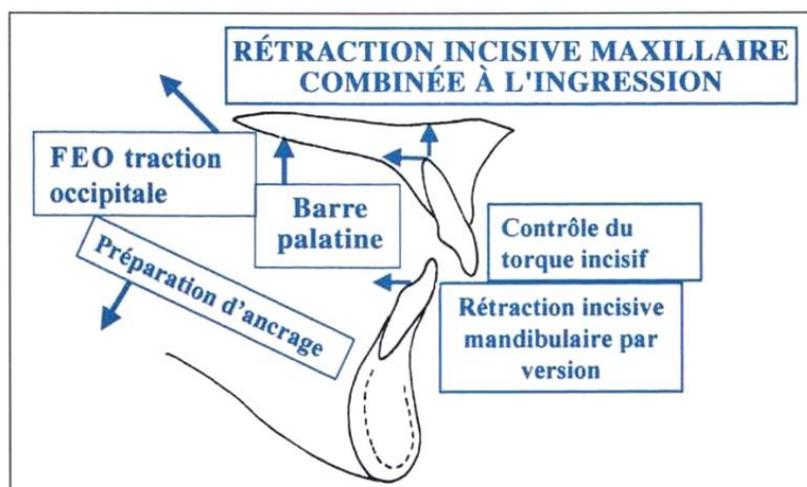


Figure 55 : Contrôle de la dimension verticale selon Root dans le traitement des classe II (37)

La technique d'arc droit est une technique égressive comme tous les traitements multi-attaches :

- Le nivellement de la courbe de spee entraîne une égression molaire plus importante chez le sujet hyperdivergent que chez l'individu hypodivergent. Cela est dû aux faibles activités musculaires chez le sujet hyperdivergent (38). Le nivellement de la courbe de spee se réalise dès les premières phases de traitements avec un arc Niti.
- Les conséquences verticales du nivellement dépendent du deuxième ordre des molaires.
  - o Au maxillaire : en cas de mauvais positionnement le nivellement de la courbe de compensation entraîne du tip forward sur les molaires. Nous sommes dans une situation biomécanique de V asymétrique qui engendre un moment horaire sur le système avec une ingression molaire et une égression des incisives maxillaires. Cette situation est favorable chez le sujet hyperdivergent avec infraclusion antérieure ; il sera donc intéressant de prendre en charge les secondes molaires maxillaires dès les premières phases de nivellement.

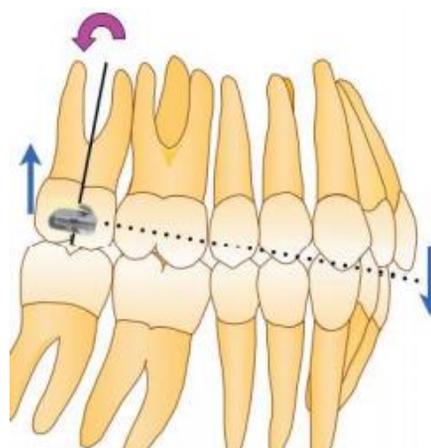


Figure 56 : Nivellement maxillaire, situation biomécanique de V asymétrique entraînant une ingression molaire et une égression incisive (39)  
(Collection personnelle du Pr Le Gall)

- A la différence à la mandibule, il n'est pas intéressant de prendre en charge les secondes molaires dès les premières phases de nivellement. Cela entraîne un tip back sur la molaire et donc un moment horaire sur le système qui est à l'origine d'une égression molaire et d'une ingression incisive. Ce mouvement n'est pas désiré chez l'hyperdivergent.
- Les tractions inter-arcades de classe II ou III augmentent la hauteur verticale de l'étage inférieure (30). Chez l'hyperdivergent, il faudra limiter leur utilisation dans le temps et favoriser des TIA courtes.

L'utilisation d'une FEO à traction haute permet de contrer les effets égressifs et la dimension verticale. Cependant les FEO sont de plus en plus rare de nos jours, les orthodontistes préfèrent l'utilisation des mini-vis. La barre palatine et le Gosh-Nance restent d'actualité pour contrôler l'égression molaire lors du traitement par multi-attaches mais leurs effets sur la dimension verticale sont faibles.

En cas de béance antérieure chez le sujet hyperdivergent deux solutions thérapeutiques sont possibles :

- L'égression des incisives ;
- L'ingression postérieure.

#### [1] L'égression incisives

En cas d'infraclusion antérieure, on pourra réaliser une égression des incisives. Cette option est une solution de compromis, elle pourra être effectuée seulement après rééducation linguale. Elle sera réalisée uniquement chez le patient présentant une faible hyperdivergence avec béance antérieure d'origine fonctionnelle. Au sourire, le patient ne devra pas présenter un sourire gingival pour ne pas l'aggraver. Aucune correction du profil ne sera réalisée par cette méthode car nous avons une correction purement alvéolaire.

L'égression des incisives peut se faire par différents moyens :

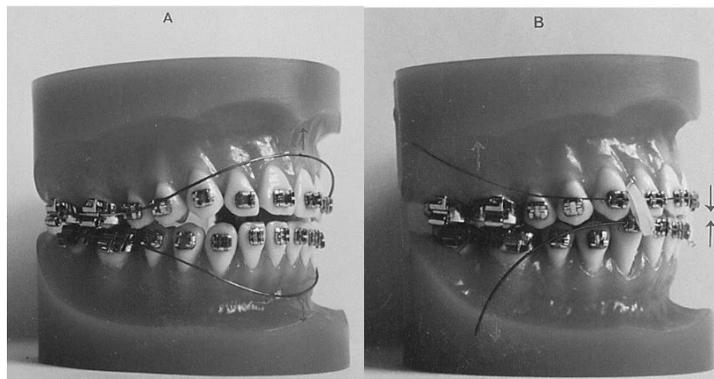
- Les élastiques verticaux antérieurs. Ils sont accrochés au niveau des 12/22/32/42 (boîte antérieure), ils doivent être portés 24 heures sur 24 et assurent l'égression des incisives. Leur efficacité est maximale s'ils sont bien portés mais la correction est purement alvéolaire. La force égressive passant à distance du centre de résistance des incisives, il y a un moment horaire corono-linguale. Pour pallier cet effet parasite nous utilisons un arc rigide de pleine section auquel on pourra ajouter du torque corono-vestibulaire.
- L'arc de base d'égression selon Ricketts en overlay d'un arc continu.
- Elle peut être réalisée par un collage différentiel des attaches sur les incisives. Un collage plus gingival permettra d'égresser les dents. Cependant, des effets parasites peuvent survenir sur les dents antagonistes. Il est donc conseillé de ne pas réaliser un collage différentiel sur un grand nombre de dents.
- Un step d'égression de 12 à 22 et de 32 à 42 sur un arc acier. Il faudra être vigilant de ne pas créer de « marche inesthétique » entre les dents.

- Des courbes sur l'arc peuvent être favorables à l'égression des incisives. Une courbe de spee marquée à la mandibule et une courbe occlusale inversée au maxillaire favorisent l'égression antérieure.
- L'apport des ancrages osseux permettra une bonne égression du bloc antérieure sans effets parasites.

### [2] L'intrusion molaire

Elle est à favoriser chez le sujet hyperdivergent avec infraclusion antérieure. Elle permettra une diminution du compas par autorotation mandibulaire favorable à la diminution de la divergence faciale et à la fermeture de la béance antérieure. L'ingression molaire pourra être réalisée via :

- Des cales postérieures afin de permettre l'ingression molaire lors des forces masticatoires ;
- Un collage différentiel en occlusal sur les molaires permettant une légère ingression de ces dernières ;
- Un step d'ingression sur l'arc au niveau des molaires ;
- Des courbes occlusales sur l'arc : Enacar et al ont utilisé des fils en nickel titane au maxillaire à courbe accentuée et à courbe inversée à la mandibule associés à des élastiques intermaxillaires. Cette technique semble être plus simple et plus hygiénique que les arcs à boucles. Ils réduisent le temps de travail au fauteuil et évitent toute irritation des tissus mous (40).



*Figure 57 : Courbes occlusales sur l'arc*

*A : Courbe accentuée au maxillaire et inversée à la mandibule*

*B : Force intrusive et redressement exercés sur les molaires (40)*

Pour pallier à l'ingression des dents antérieures qu'entraînent ces arcs nous ajouterons des élastiques verticaux afin de maintenir l'action ingressive postérieure. Ces élastiques devront être changés une fois par jour par le patient. Une fois la béance antérieure fermée, des élastiques antérieurs sont utilisés sous forme de boîte ou de boxe. Cette étude a montré une extrusion et un redressement des incisives associés à une rotation anti-horaire du plan d'occlusion. L'intrusion molaire n'est pas significative mais elles se sont redressées (40).

### II.2.3. Traitements par gouttières

Les traitements par gouttières sont de plus en plus demandés du fait de leur caractère « invisible » et amovible.

Les aligneurs sont une bonne alternative dans le traitement des classes II chez un sujet hyperdivergent. En effet, les gouttières englobent l'ensemble des surfaces dentaires. Elles évitent l'égression molaires et permettent de mieux contrôler la dimension verticale qu'en traitement multi-attaches (41)(42).

En cas d'infraclusion antérieure :

- Si le diagnostic est une infra-alvéolie des incisives ; des taquets d'égressions rectangulaires biseautés sont mis en place sur la face vestibulaire de la dent ;
- Si le diagnostic est une supra alvéolie des molaires ; l'ingression des molaires sera réalisée grâce à une double épaisseur dans la gouttière entraînant une force ingressive. Si l'ingression est supérieure à 2mm, elle sera réalisée avec des auxiliaires de traitement telles les mini-vis ;
- Si la divergence est sévère ; un traitement ortho-chirurgical pourra être réalisé avec des gouttières.

Dans une étude, aucune augmentation significative du SN-GoGn n'a été rapporté dans le traitement de la classe II avec aligneurs (41). Ainsi ils semblent être une bonne alternative de traitement des infraclusions antérieures chez nos sujets hyperdivergents (43) (44).

### II.2.4. Les extractions

Chez l'hyperdivergent les avulsions aideraient à la fermeture du compas mandibulaire et faciliteraient la prise en charge orthodontique (45). Cependant elles sont très controversées pour contrôler la dimension verticale (46) (47). La décision d'extraire ne sera donc pas prise en charge uniquement selon la typologie verticale du patient.

Elle sera prise en cas de problème :

- Intra-arcade comme une dysharmonie dento-maxillaire (encombrement mandibulaire, repositionnement incisif à réaliser, courbe de spee marquée), d'un délabrement dentaire important ... ;
- Inter-arcade : en l'absence de croissance résiduelle chez un patient présentant un décalage antéro-postérieur des arcades. Les extractions sont une solution de compromis chez les patients refusant une chirurgie orthognatique.

Il faut noter que la fermeture des sites d'extractions est plus facile à réaliser chez le sujet hyperdivergent que chez le sujet hypodivergent. En effet, l'activité musculaire est plus faible et l'os moins compact chez l'individu « long face ». Les dents se déplacent plus facilement.

Les possibilités d'extractions sont nombreuses :

- Avulsion des 14/24 chez le sujet classe II hyperdivergent. Elles n'entraînent pas d'amélioration du profil. L'orthodontiste obtient une classe I canine et II molaire : on parle de classe II thérapeutique. La rétromandibulie est toujours présente et le point menton toujours en arrière. La correction est purement dentaire par distalisation du secteur antérieur maxillaire (48).

- Avulsion des 14/24/34/44 qui permet un repositionnement incisif mandibulaire. Ce repositionnement pourra être important et nécessite alors un recul de la zone antérieure supérieure s'il n'y a pas de croissance mandibulaire. Il faudra alors être vigilant aux répercussions esthétiques. En effet, le recul de la zone antérieure maxillaire et mandibulaire chez le sujet hyperdivergent peut entraîner un profil rétrusif.
- Avulsion des 14/24/35/45 (ou 15/25/35/45) assurent un recul du secteur antérieur maxillaire. L'extraction des 35/45 va dans le sens de la correction de la classe II. Elles permettent de réaliser moins de préparation d'ancrage et donc d'éviter les effets parasites tout en rendant plus facile le contrôle de la dimension verticale (30). Cependant des mesures d'ancrage devront être prises au maxillaire. La rétraction du bloc antérieur maxillaire après extraction entraîne une pseudo égression des incisives qui peut être favorable en cas de légère infraclusion antérieure.
- L'extraction des troisièmes molaires aide à la fermeture du compas chez l'hyperdivergent.

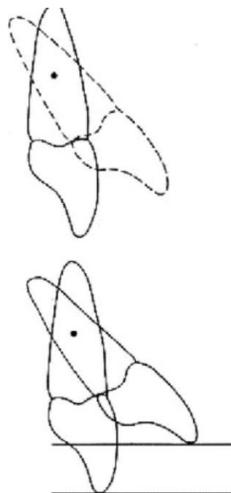


Figure 58 : Pseudo-égression de l'incisive lors d'un mouvement de rétraction des incisives (49)

### III. APPORT DES ANCRAGES OSSEUX CHEZ LE SUJET HYPERDIVERGENT

#### III.1. Généralités sur les mini-vis

##### III.1.1. Histoire des mini-vis

Depuis leur apparition, elles font parties intégrantes de l'arsenal thérapeutique en orthodontie. En 1945, les premières vis osseuses étaient en acier inoxydable vitallium. Il a été constaté une perte fréquente de ces dernières due à une infection du site (50). Soixante ans plus tard, les vis sont réalisées en titane. Ce matériau est plus solide que l'acier inoxydable vitallium et entraîne peu de réaction à la chaleur, à l'électricité et aux forces magnétiques. Le titane est biocompatible et inerte. Il a montré une très bonne ostéointégration permettant une excellente stabilité de la vis et son maintien pendant la durée du traitement orthodontique. Nous favorisons, à l'heure actuelle les vis en titane de type V car elles sont plus résistantes à la traction (faible quantité d'alliage) (50).

Les mini-vis se mettent et se déposent facilement, elles sont peu invasives. L'ostéointégration de celles-ci n'est pas recherchée et la mise en charge est immédiate. Elles pourront être placées chez l'adulte ou chez l'enfant si la densité osseuse et la position des germes le permettent (50) (51).

Les mini-vis proposées sur le marché sont très nombreuses et peu onéreuses. Elles sont en général toutes auto-forantes et auto-taraudantes pour assurer une pose en un seul temps sans forage préalable à la différence des implants (52). Les diamètres des mini-vis varient de 1,2 à 2 mm et leur longueur varie entre 7,9 et 11 mm (52) (51) (50). La tête de la mini-vis diffère d'une marque à l'autre et influence directement sur la mécanique que va mettre en place l'orthodontiste.

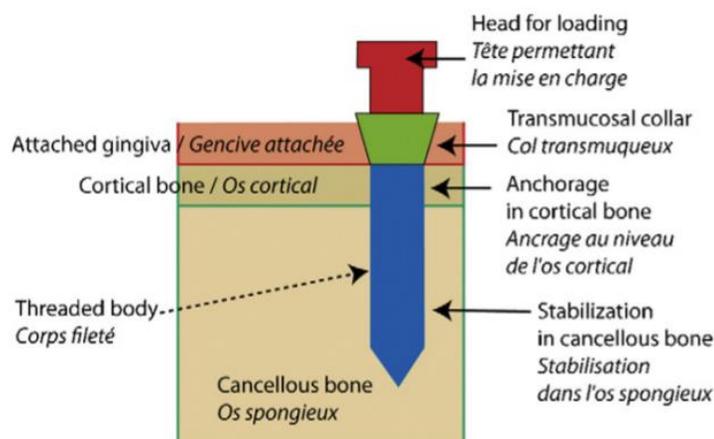


Figure 59 : Schéma d'une mini-vis (52)

##### III.1.2. Mise en place d'une mini-vis

La pose de mini-vis est de plus en plus pratiquée de nos jours. Le taux de réussite des mini-vis est de 90% (51) (53) (54) (55).

La mise en place d'une mini-vis se réalise après examen radiologique (2D type rétro-alvéolaire ou 3D type cone-beam). Il est recommandé de réaliser uniquement une anesthésie de surface au niveau du site de la mini-vis afin que le patient puisse témoigner de sa douleur si elle se rapproche du ligament alvéolo-dentaire ou d'une structure anatomique. Les mini-vis peuvent être posées par l'orthodontiste ou le chirurgien-dentiste. Un guide chirurgical peut être utilisé (51). C'est un acte peu invasif.

Les mini-vis se posent entre les racines dentaires en gencive kératinisée. Sa position doit être anticipée afin de ne pas gêner le déplacement dentaire lors de notre mécanique. Idéalement, elles doivent être placées perpendiculairement à la corticale osseuse afin d'assurer une plus grande stabilité (56). Cependant, cette position peut gêner le déplacement dentaire, c'est pour cette raison que certains auteurs préconisent une position plus en diagonale de la mini-vis (56) (52) (51) (50).

Il est important de connaître et de prévenir nos patients des éventuelles complications que les mini-vis peuvent engendrer (50) :

- Endommagement des racines dentaires, des vaisseaux, du sinus lors de la pose ;
- Perte, fracture ou infection ;
- Dépôt de plaque en regard de la mini-vis ;
- Ulcération des tissus mous en regard de la mini-vis ;
- Difficulté à la mise en place des élastiques, des chaînettes par le patient...

### III.2. Application orthodontique des mini-vis

Un des objectifs principaux de l'orthodontiste est de réussir à déplacer les dents avec un minimum d'effets indésirables. Dans les traitements orthodontiques conventionnels, on note souvent des mouvements parasites (action/réaction) non désirés. C'est pour cette raison que la notion d'un ancrage strict a été développée. Elle permet à l'orthodontiste de réaliser certains mouvements dentaires unitaires ou en masse sans aucun effets parasites (52) (57) (51) (58). C'est le moyen d'ancrage le plus fiable en orthodontie ; on parle d'ancrage absolu (52) (51) (54).

De nos jours, les mini-vis font partie intégrante de l'arsenal thérapeutique en orthodontie. Ce sont des dispositifs d'ancrage temporaire. Ils ont l'avantage de ne pas dépendre de la coopération du patient et donc d'assurer une bonne efficacité. L'utilisation des ancrages osseux comme mécanique intrusive a montré de très bons résultats thérapeutiques dans le temps.

Les ancrages osseux peuvent être utilisés dans de nombreuses situations cliniques :

- Contrôle d'un schéma de croissance à rotation postérieure ;
- Ingression dentaire unitaire ou en masse ;
- Distalisation ou mésialisation d'une dent ou d'un groupe de dents ;
- Maintien d'ancrage ;
- Rétraction du bloc antérieur ;
- Traction des canines incluses ;
- Contrôle des effets parasites des mécaniques de classe II par exemple.

La mécanique avec mini-vis est intrusive à la différence des mécanothérapies conventionnelles. Elles peuvent donc être utilisées en association des traitements multi-attaches pour assurer un meilleur contrôle de la dimension verticale (50).

Les mini-vis peuvent être utilisées en :

- Ancrage direct : la mécanique orthodontique (chainette, ressort, élastiques) est fixée directement sur la mini-vis afin de réaliser les déplacements dentaires souhaités.

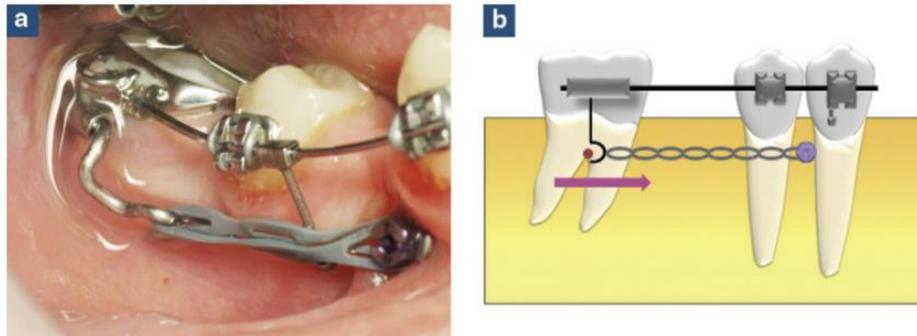


Figure 60 : Principe de l'ancrage direct où une chainette est placée de la mini-vis à la potence de la 46 pour assurer sa mésialisation (52)

- Ancrage indirect : le système de force qui va induire le déplacement dentaire est relié directement aux traitements par multi-attaches. C'est un auxiliaire qui relie la mini-vis à l'appareillage orthodontique ou à la dent que l'on souhaite déplacer. La mini-vis devra avoir une tête en forme d'attache orthodontique avec une gorge afin d'y insérer l'auxiliaire qui est maintenue par une ligature métallique.

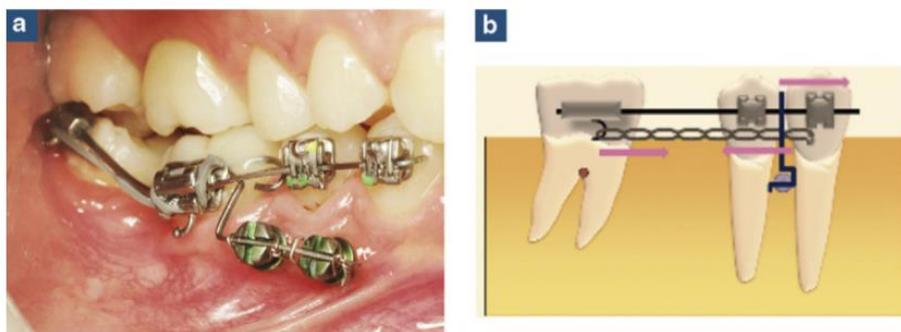


Figure 61 : Ancrage indirect

a) Vue clinique b) Schéma de mésialisation de la 47 via une chainette reliée à un auxiliaire entre 44-45 (52)

- Cantilever : il existe un troisième principe. Il s'inspire de l'ancrage direct et indirect. L'ancrage est direct mais la solidarisation du cantilever est celui de l'ancrage indirect.



Figure 62 : Technique cantilever sur mini-vis (52)

Les forces d'application sur les mini-vis sont d'environ 200 à 400 grammes (50). Cependant des forces légères doivent être utilisées pendant les premières semaines lors de la mise en charge.

### III.3. Mini-vis et dimension verticale

Les dispositifs d'ancrage temporaire sont très intéressants dans le contrôle de la dimension verticale.

- En cas d'hyperdivergence modéré ; ils peuvent être utilisés pour réaliser une ingression molaire pure ou pour contrer les effets parasites d'une égression molaire lors d'un traitement multi-attaches.
- En cas d'hyperdivergence plus sévère ; ils peuvent être utilisés pour réaliser une rotation anti-horaire de la mandibule par ingression des molaires maxillaires et mandibulaires diminuant ainsi la hauteur faciale antérieure (59) (58) (57) (60) (61) (62).

Pour rappel, les mouvements d'ingression sont les plus difficiles à réaliser en orthodontie car ils vont à l'encontre du mouvement physiologique d'une dent (57). Ils nécessitent une résorption osseuse apicale. L'ingression d'une dent pluriradiculée est plus difficile à réaliser que celle d'une dent monoradiculée car la surface de contact est moindre.

Le choix du protocole biomécanique va dépendre de la sévérité de la divergence faciale, de la présence ou non d'une béance antérieure et du rapport entre la lèvre et les dents supérieure au sourire.

#### III.3.1. Ingression antérieure avec mini-vis

Chez les patients hyperdivergents avec un sourire gingival inesthétique, la correction pourra être réalisée par ingression antérieure à l'aide d'ancrage osseux.

L'intrusion antérieure est difficile à réaliser en traitement conventionnel. Elle nécessite un ancrage important qui entraîne souvent des mouvements parasites sur les dents adjacentes (50) (63) (64) :

- Vestibulo-version des incisives ;
- Egression et version des dents postérieures ayant pour conséquence l'augmentation de la dimension verticale ;
- Extrusion de la canine ;
- Bascule anti-horaire du plan d'occlusion.

L'ancrage par mini-vis diminue l'apparition de ces mouvements. Elles peuvent être associées aux techniques conventionnelles. La mécanique est alors plus fiable, plus simple et le temps de traitement se trouve raccourci (57) (50).

##### III.3.1.1. Positionnement des mini-vis

Pour ingresser le secteur antérieur, la mini-vis doit être positionnée au plus près du centre de résistance de la dent sans gêner son déplacement (50) (57) (55) (65). La position de la mini-vis va dépendre de nos objectifs de traitement et de la position initiale vestibulo-linguale des incisives (63) (50). Elles assurent un bon contrôle de la position des incisives dans les trois dimensions lors de leur ingression (57).

D'après différentes études, le centre de résistance des quatre incisives maxillaires se trouve à environ 8- 10 mm apicalement de l'attache et à 5-7 mm distalement des incisives latérales (66) (67) (65). Selon Burstone le centre de résistance des incisives supérieures se trouve à environ 33% de la longueur radulaire de l'apex à la crête alvéolaire. La mini-vis devra être placée plus près du centre de résistance des incisives pour assurer une ingression pure.

### III.3.1.2. Nombre de mini-vis nécessaire pour l'ingression du bloc antérieur

Il a été montré à travers différentes études que l'utilisation d'une seule mini-vis située au niveau apicale des deux incisives centrales à proximité de l'épine nasale suffit pour réaliser l'intrusion du bloc antérieur maxillaire (63) (68). Cependant, la présence d'une seule mini-vis entraîne une vestibulo-version importante des incisives. Cet effet peut être utile dans un cas de classe II,2 par exemple. Si cette vestibulo-version n'est pas souhaitée, il faudra contrôler cet effet en rajoutant un torque corono-lingual.

Lorsque que l'on aura besoin d'un meilleur contrôle des incisives ou lorsque celles-ci sont correctement positionnées il faudra placer deux mini-vis pour diminuer les effets parasites de vestibuloversion. Elles seront placées entre les racines de l'incisive centrale et latérale ou entre la latérale et la canine (69).

A chaque séance, on vérifiera l'ingression symétrique du bloc antérieur grâce à la position des bords libres et l'absence de bascule du plan d'occlusion.

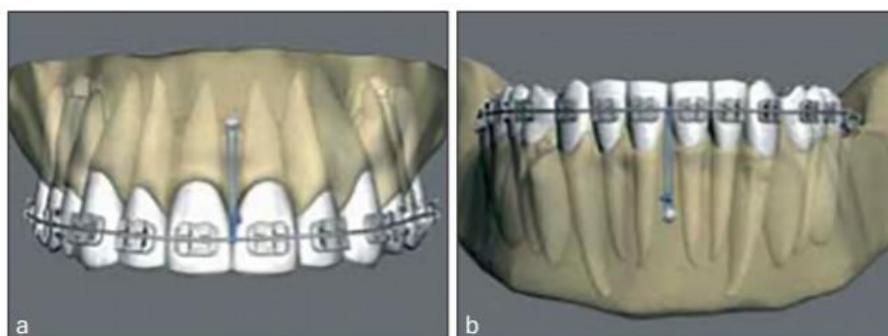


Figure 63 : Ingression du bloc antérieur à l'aide d'une seule mini-vis lorsque la vestibulo-version des incisives est acceptée (57)

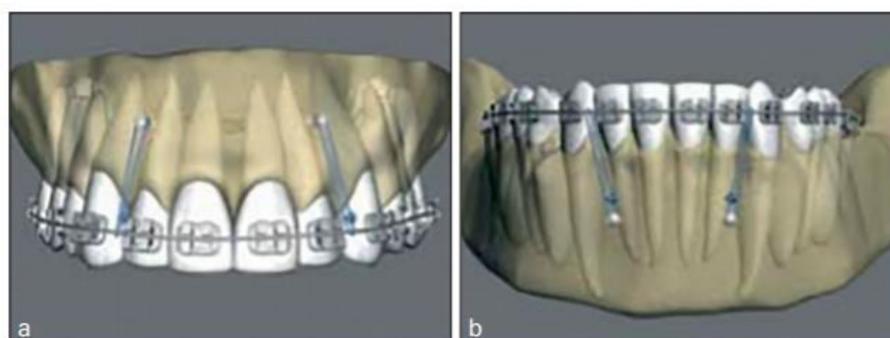


Figure 64 : Ingression des incisives grâce à l'utilisation de deux mini-vis permettant un meilleur contrôle de leur axe et inclinaison (57)

La force nécessaire à l'intrusion d'une incisive centrale maxillaire est de 25 grammes et de 50 grammes pour l'incisive centrale et latérale. Ainsi 100 grammes sont nécessaires pour ingresser les quatre incisives (50).

Chez un sujet hyperdivergent avec un sourire gingival ; on associera souvent une ingression des secteurs postérieurs à l'ingression antérieure.

### III.3.2. Intrusion postérieure avec mini-vis

Les patients hyperdivergents avec une béance antérieure squelettique nécessitent une ingression des molaires postérieures plutôt qu'une égression des incisives afin d'éviter un préjudice esthétique majeur au niveau du profil (excès vertical antérieur) et du sourire (sourire gingival) (70) (50). Selon Haris et Butler, chez le sujet « long-face » les racines des incisives seraient plus courtes avec une réduction du support osseux compromettant une extrusion antérieure. De plus, les dents égressées seraient moins stables que l'intrusion (71).

Chez l'hyperdivergent l'ingression postérieure est la solution de choix car elle permet :

- Une projection plus antérieure et haute du pogonion favorable à la coaptation labiale ;
- Une rotation anti-horaire mandibulaire ;
- Une diminution de la hauteur verticale de l'étage inférieure ;
- Une correction d'une béance antérieure.

L'intrusion des molaires supérieures est indiquée pour pallier l'excès de croissance verticale alvéolaire postérieure chez le patient hyperdivergent (72) (73). En effet, les molaires maxillaires et mandibulaires sont plus extrudées chez l'individu hyperdivergent avec béance antérieure que chez l'individu normodivergent (74). On parle alors de supra-alvéolie molaire.

L'objectif de traitement est donc l'intrusion des secteurs postérieures pour créer une rotation anti-horaire de la mandibule permettant de fermer une béance antérieure (72) (75). Pour réaliser ce mouvement, l'orthodontiste devra s'intéresser au contrôle tridimensionnel des dents postérieures.

L'étude se fera sur (50) (57) :

- La forme de l'arcade souhaitée : il faudra veiller à ne pas réaliser de l'expansion ou de la contraction ;
  - Le torque postérieur : il devra être réalisé en fonction des rapports de l'os basal et de l'occlusion postérieure ;
  - Le plan d'occlusion : il pourra être divisé en deux groupes.
    - o L'ingression parallèle : elle consiste à ingresser autant les molaires que les prémolaires. On l'utilise pour corriger un sourire gingival ou chez l'hyperdivergent ;
    - o L'ingression dite non parallèle : elle consiste à ingresser plus la deuxième molaire que les prémolaires. Elle est nécessaire à la correction d'une béance antérieure. Cette ingression est plus difficile à réaliser ;
  - L'axe des dents.
- *Contrôle du premier et du troisième ordre*

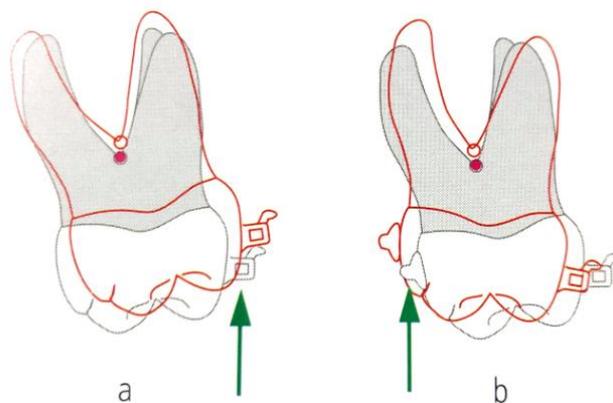
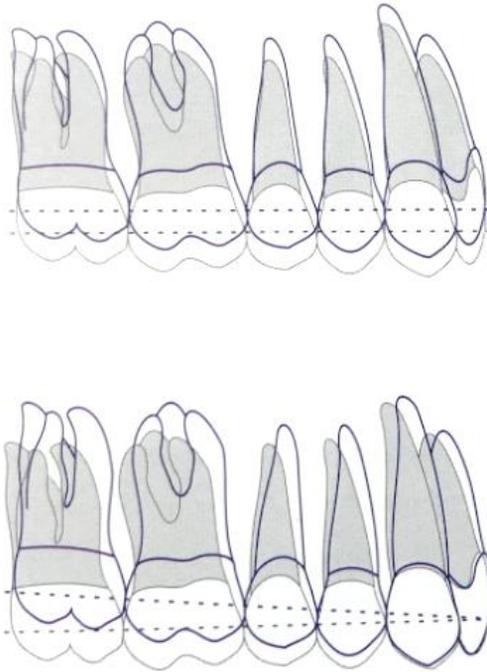


Figure 65 : Effet de l'ingression molaire au niveau du troisième ordre

a) Une force ingressive positionnée uniquement en vestibulaire entraîne une version coronovestibulaire de la dent lors de son intrusion.

b) L'ajout d'une force ingressive en palatin permet un meilleur contrôle de l'axe de la dent lors de son intrusion (50).

- *Contrôle du plan d'occlusion et du second ordre*

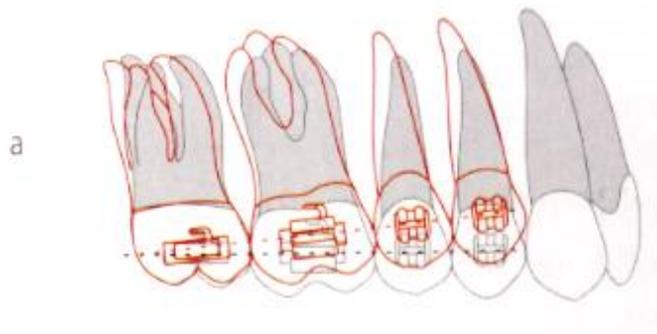


*Figure 66 : Contrôle du plan d'occlusion lors de l'ingression*

*a) Ingression parallèle du plan d'occlusion*

*B) Ingression non parallèle : la deuxième molaire est plus ingressée que les prémolaires (50).*

Le contrôle du second ordre devra être réalisé lors de la mécanique. Si la mini-vis ne peut pas être placée idéalement, il est alors difficile d'obtenir une intrusion pure des secteurs postérieurs. Une mini-vis positionnée plus antérieurement entraîne une intrusion prémolaire supérieure à celle des molaires (surfaces radiculaires moins grande) ainsi qu'un mouvement de version de celles-ci. En effet, la force étant appliquée en avant du centre de résistance du segment postérieur, un moment de version des molaires apparaît. Cette version va à l'encontre d'une courbe occlusale fonctionnelle, son contrôle est donc indispensable (50).



*Figure 67 : Force d'intrusion appliquée antérieurement pour raison anatomique : l'ingression des prémolaires est supérieure à celle des molaires avec un effet de version de ces dernières (50)*

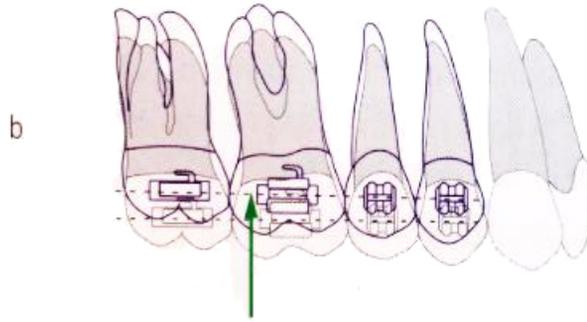


Figure 68 : La position verticale et l'axe de la seconde molaire doivent être contrôlés lors de l'intrusion des secteurs postérieurs (50)

- Contrôle de la forme d'arcade

En pratique, l'utilisation des mini-vis sans arc continue est plus favorable à l'ingression des molaires. Cependant, il existe de nombreux effets parasites liés à l'absence d'arc au niveau du contrôle de l'axe de la dent et de la forme d'arcade. C'est pour cela que l'utilisation d'un arc continu associé à des mini-vis sera préférentiellement utilisé afin d'obtenir un meilleur contrôle dans les trois dimensions.

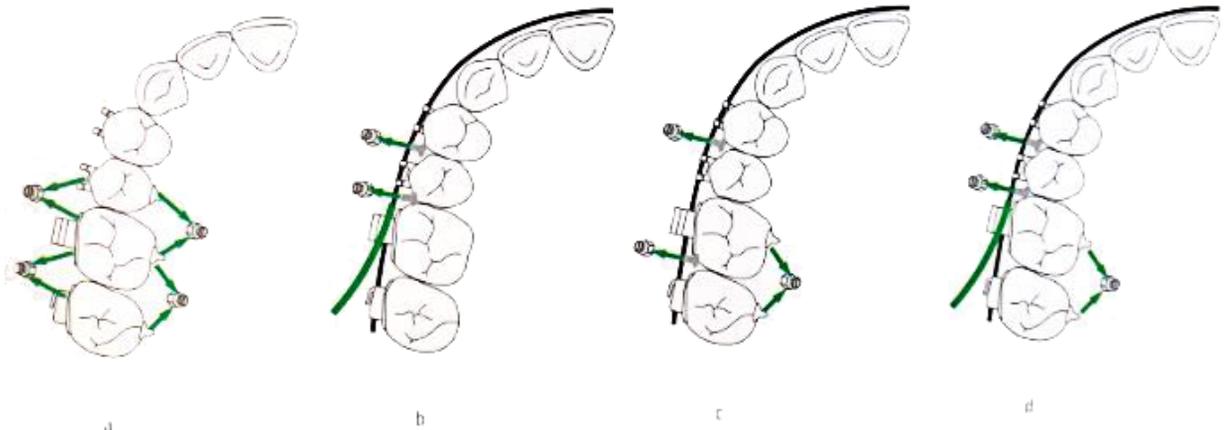


Figure 69 : Techniques d'ingression postérieure à l'aide de mini-vis

- a) Ingression postérieure uniquement via des mini-vis positionnées en vestibulaire et en palatin
- b) Ingression postérieure avec mini-vis en vestibulaire et arc continu
- c) d) Ingression postérieure avec mini-vis en vestibulaire et palatin associées à un arc continu (50)

### III.3.2.1. Difficultés radiculaires et anatomiques

L'intrusion postérieure est un des mouvements orthodontiques le plus difficile à réaliser (50) (61) (57). Les molaires présentent plusieurs racines (deux à trois) qui sont longues et larges. Elles nécessitent donc une force orthodontique plus importante et plus longue que les dents antérieures. Il est rapporté moins de résorption radiculaire lors des ingressions postérieures qu'antérieures (50). Le centre de résistance des molaires est difficile à identifier du fait de la variabilité des individus. De manière générale, il se trouve au niveau de la zone de furcation. La mini-vis devra être posée apicalement à celle-ci afin de prévoir le mouvement d'intrusion de la molaire. L'ingression de la

deuxième molaire est la plus difficile à réaliser car c'est la dent qui présente les plus longues racines. En postérieur, l'os cortical est moins dense et les sites d'accès plus difficiles ce qui complique la mise en place d'une mini-vis en situation idéale. On préférera ainsi poser la mini-vis dans la zone prémolaire.

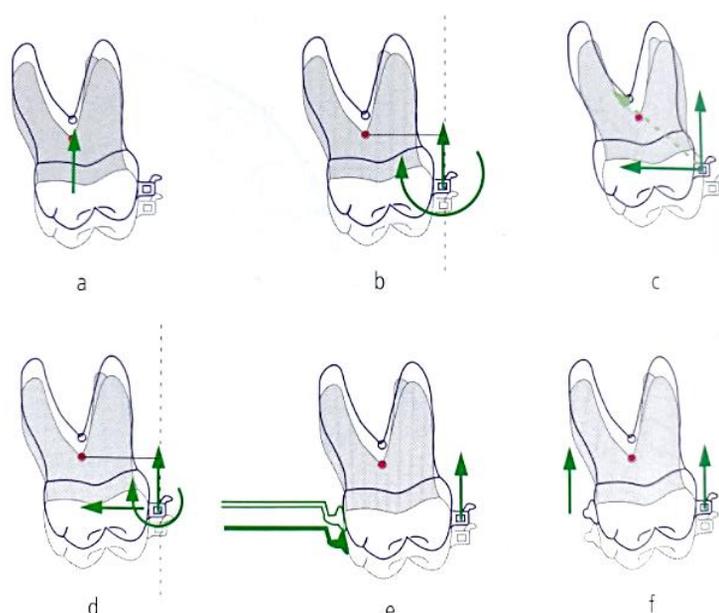
Pour rappel, l'os cortical est moins épais chez le sujet hyperdivergent que chez l'hypodivergent ce qui facilite le mouvement d'intrusion.

### III.3.2.2. L'intrusion des molaires maxillaires

La force intrusive passe à distance du centre de résistance de la dent qui se trouve du côté palatin de la zone de furcation. Il existe alors un moment horaire sur la molaire produisant une vestibulo-version de la dent.

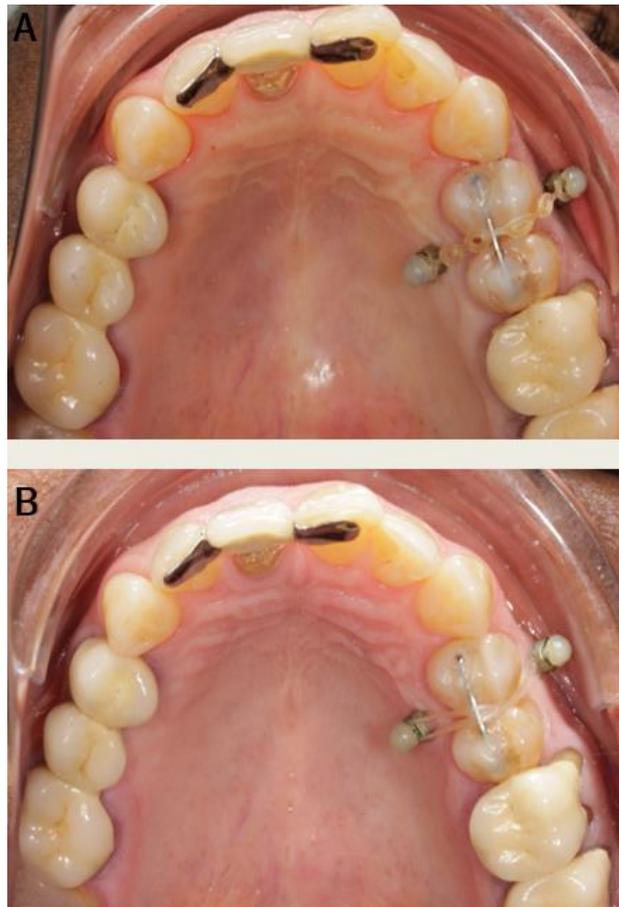
Pour pallier cette vestibulo-version il faudra :

- Ajouter du torque corono-palatin. Ce torque est difficile à contrôler et son efficacité est plutôt faible.
- Réaliser une contraction de l'arcade mais cette technique est peu prédictible ;
- Associer les deux techniques mais l'ajustage précis reste délicat ;
- Ajouter un arc transpalatin en plus des mini-vis afin de maintenir les molaires dans la dimension transversale et d'éviter leur vestibulo-version (57) (76). Cette technique est plus efficace mais peut poser des problèmes de confort pour le patient (21) (59) ;
- Ajouter une mini-vis en palatin pour disposer de deux points d'application pour l'intrusion molaire. Cette technique est préférable.



**Figure 70 : Contrôle du premier et troisième ordre des molaires lors de leur intrusion**  
**a) Force intrusive passant au niveau du centre de résistance de la molaire provoquant un mouvement d'ingression pure**  
**b) Intrusion molaire associée à du torque corono-palatin sur l'arc**  
**c) Intrusion molaire associée à une constriction sur l'arc**  
**d) Intrusion molaire associée à du torque corono-palatin et contraction de l'arc.**  
**e) Intrusion molaire associée à un arc transpalatin**  
**f) Intrusion molaire associée à deux mini-vis : palatine et vestibulaire (50)**

Dans la littérature, il est noté que l'ajout d'une mini-vis palatine est favorable à l'ingression molaire maxillaire. Elle potentialise le résultat quantitativement et qualitativement grâce à un vecteur résultant plus important et permet un meilleur contrôle de la dent. On obtient ainsi une intrusion quasi pure en évitant les mouvements parasites (77) (57). Pour réaliser ce mouvement on relie les deux mini-vis via des chaînettes élastomérique sous forme de « hamac ». Elles sont collées occlusalement à la dent par de la résine pour éviter leur mouvement. Des ressorts en Niti ou des élastiques peuvent être mis en place également ce qui permettra d'espacer les rendez-vous de contrôle et de délivrer une force continue en évitant les résorptions (78) (57). La force d'intrusion nécessaire est d'environ 150 grammes (62) (71).



*Figure 71 : Ingression des prémolaires grâce à deux mini-vis reliées entre elles sous forme de « hamac » via une chaînette élastomérique (photo A) ou des élastiques (photo B).  
(Collection personnelle du Dr Thomas Olivier)*

Il est possible de positionner deux mini-vis espacées en vestibulaire associées à une mini-vis palatine pour assurer un meilleur contrôle de l'inclinaison du plan d'occlusion lors de la mécanique intrusive. Cela permet d'augmenter la force et le nombre de dent impliqué dans la mécanique d'intrusion, assurant un bon contrôle de la position verticale et axe des dents (50).

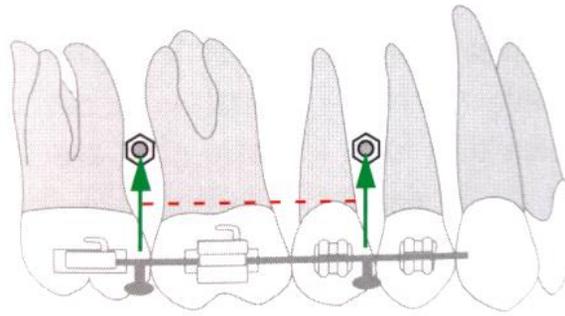


Figure 72 : Mise en place de deux mini-vis espacées en vestibulaire pour augmenter la force intrusive du secteur postérieur. Une mini-vis palatine est également présente pour contrôler la mécanique (50)

Une autre technique a été décrite pour réaliser l'intrusion des molaires maxillaires ; la mise en place de mini-vis au centre du palais avec des attachements. Cette méthode serait d'un point de vue biomécanique la solution idéale. La force potentialise l'intrusion des molaires car le point d'application se situe au plus près du centre de résistance des molaires (50). De plus, cette zone est un bon emplacement pour la stabilité des mini-vis car les tissus mous sont fins et le tissu osseux est dense (79). Cependant ces mini-vis sont souvent inconfortables pour nos patients et donc difficilement réalisable en clinique. Il est alors préférable de favoriser des mini-vis palatines interdentaires en complément de la mini-vis vestibulaire comme étudié précédemment.

### III.3.2.3. L'intrusion des molaires mandibulaires

Il faut noter que la mise en place d'une mini-vis mandibulaire parallèlement aux mini-vis maxillaire est nécessaire afin d'éviter une égression réactionnelle des molaires mandibulaires lors de l'intrusion des dents maxillaires (57) (60) (58).

L'intrusion est plus difficile à réaliser que celle des molaires maxillaires par la présence d'un os cortical plus dense. A la mandibule, il est difficile de mettre des mini-vis entre la première molaire et la deuxième molaire car l'espace interdentaire vestibulaire est faible et les insertions musculaires sont très mobiles avec une traction importante (50).

La pose de mini-vis en lingual est contre-indiqué. La mise en place d'un arc lingual est donc indispensable pour éviter la version des molaires lors de leur intrusion (73) (76) (57) (50) (80). Il va permettre de contrôler la dimension transversale, les axes et la forme des arcades lors de la mécanique.

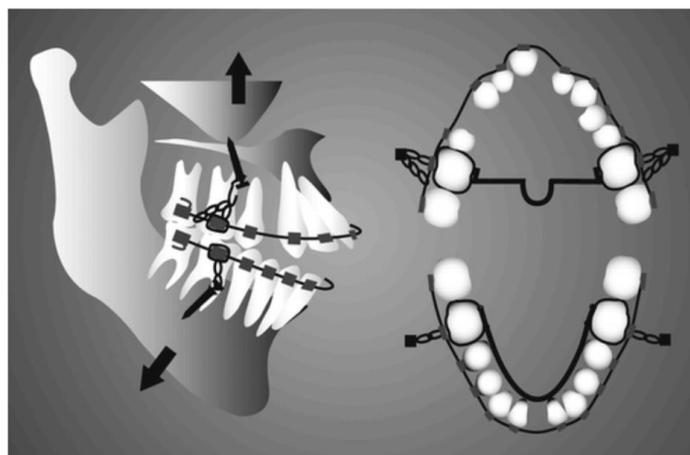


Figure 73 : Intrusion des molaires avec mini-vis en vestibulaire associées à un arc transpalatin au maxillaire et à un arc lingual à la mandibule pour éviter la vestibulo-version des dents (81)

#### III.3.2.4. Technique d'arc à boucles multiples (MEAW) et mini-vis

La technique MEAW a été récemment associée à l'utilisation de mini-vis pour traiter les sujets « long face » avec open bite (82). Les mini-vis assurent un contrôle de la dimension verticale en assurant une ingression postérieure favorable à la fermeture de l'open bite. L'utilisation d'élastique antérieure évite la proalvéolie liée à cette mécanique (82). Cette technique permet une auto-rotation mandibulaire qui évite une chirurgie orthognatique plus lourde (82) (71).

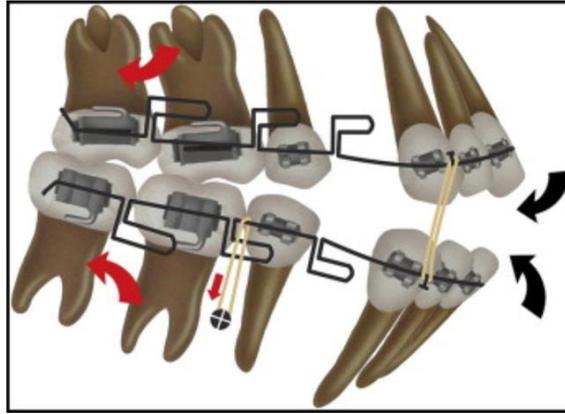


Figure 74 : Technique MEAW associée à l'utilisation de mini-vis postérieures pour corriger la dimension verticale par ingression des molaires (82)

#### III.3.2.5. Résultats

D'après une étude, l'intrusion moyenne des molaires maxillaire par rapport au plan palatin est de 2,3 mm pour les premières molaires et de 1,6 mm pour les secondes molaires (59) (83). Il a également été montré que 1 mm d'intrusion postérieure entraînerait une position du menton de 3 à 4 mm vers l'avant et le haut ce qui est favorable à la réduction de l'hyperdivergence et à la classe II squelettique (76).

### III.3.3. Aide aux traitements multi-attaches et par gouttières

L'utilisation des mini-vis en multi-attaches ou par gouttières est de plus en plus utilisée pour contrer les effets indésirables de la mécanique extrusive conventionnelle.

#### III.3.3.1. Phase de nivellement

Dès les premières phases de traitement, l'utilisation des mini-vis assure le contrôle de la dimension verticale. Elles permettent d'éviter une égression molaire parasite lors du nivellement de la courbe de spee.

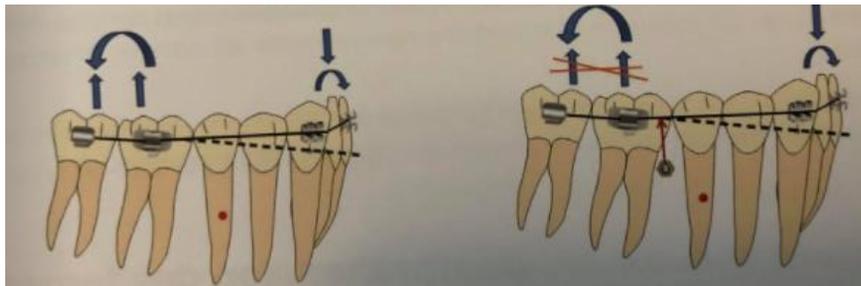


Figure 75 : L'égression de la molaire mandibulaire lors du nivellement de la courbe de spee est contrée par l'utilisation d'une mini-vis par secteur (62).

### III.3.3.2. Tractions inter-arcades

Les mini-vis permettent de contrôler la dimension verticale de nos patients lors de l'utilisation des tractions inter-arcades (TIA) de classe II ou III :

- La mise en place d'une mini-vis au niveau de la molaire mandibulaire permet d'éviter son égression et sa mésialisation sous l'effet des TIA de classe II. On parle :
  - o D'ancrage direct : si l'élastique est positionné de la canine maxillaire ou d'un croché soudé à l'arc à la mini-vis mandibulaire ;
  - o D'ancrage indirect : si l'élastique est relié directement à la molaire mandibulaire qui est elle-même ligaturée à la mini-vis. Cette dernière option est réalisée uniquement lorsque la mini-vis ne peut pas être placée au niveau de la première molaire mandibulaire pour raison anatomique.

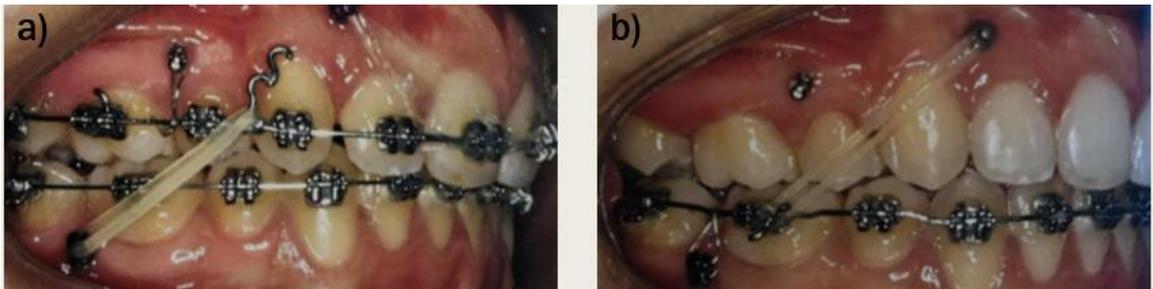


Figure 76 : Traction inter-arcades de classe II sur mini-vis (62)

- a) L'élastique est directement accroché à la mini-vis mandibulaire : ancrage direct.
- b) L'élastique est accroché à la molaire mandibulaire reliée elle-même à la mini-vis via une ligature : ancrage indirect.

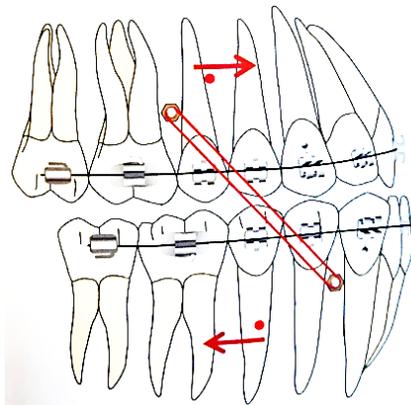


Figure 77 : Traction inter-arcades de classe III sur mini-vis : ancrage direct (62)

- Mise en place d'une mini-vis au niveau du bloc antérieure maxillaire pour éviter la bascule horaire du plan d'occlusion et contrôler la divergence faciale sous l'effet des TIA.

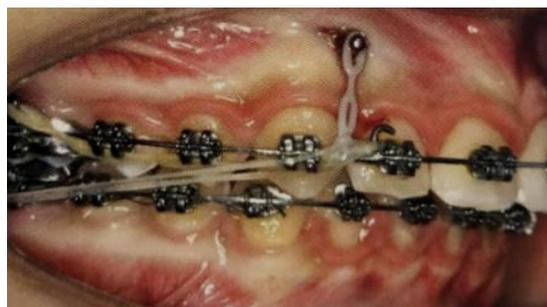


Figure 78 : Mini-vis maxillaire permettant de contrôler la bascule horaire du plan d'occlusion lors de la rétraction incisive (62)

### III.4. Alternative à la chirurgie orthognatique chez le sujet « long-face »

L'apparition des ancrages osseux permet de repousser les limites orthodontiques. Ils élargissent notre prise en charge en facilitant la correction d'un excès vertical antérieur par intrusion des molaires évitant ainsi une chirurgie orthognatique (83) (78) (61) (84). Cette thérapeutique est moins lourde et bien acceptée par le patient car elle présente peu d'effets indésirables (58) (84).

Les dispositifs d'ancrages temporaires permettent d'obtenir une rotation anti-horaire mandibulaire assurant une correction antéro-postérieure du décalage squelettique et diminuant la hauteur faciale antérieure (57) (58) (60) (85) (86) (84) (71) (87) (88). Ces nouveaux dispositifs sont d'une grande utilité et offrent de nouvelles possibilités à l'orthodontiste. En effet, il s'agit de la malocclusion la plus difficile à traiter en orthodontie sans chirurgie (59) (57) (87).

#### III.4.1. Mini-vis antérieure et postérieure

Pour traiter un patient présentant une hyperdivergence modérée à sévère il faudra souvent associer un ancrage osseux postérieur et antérieur (64) (57). L'association de ces mini-vis va permettre de diminuer la hauteur alvéolaire verticale à la fois postérieurement et antérieurement. Cette méthode a été réalisée dans de nombreuses études (63) (57) (58) (60) (85).

L'ingression du bloc antérieur maxillaire a été réalisée par deux mini-vis reliées à l'arc (60) (57). L'ingression des secteurs postérieurs est réalisée par mini-vis ou plaque d'ancrage situées postérieurement comme étudié précédemment.



*Figure 79 : Rotation anti-horaire mandibulaire via la pose de mini-vis postérieures et antérieures (60)*

D'après différentes études, on obtiendrait une rotation anti-horaire mandibulaire entre 2,3 et 4 degrés (86) (74) (84) (71) et une intrusion molaire moyenne de 2 mm (86) (84) (71).

### III.4.2. Mini-plaques

Selon Sugawara et al, l'utilisation de plaque d'ancrage est plus efficace que les mini-vis (89). En effet, elles sont très efficaces pour une ingression en masse des dents ou leur recul (86) (90) (71). Ces mini-plaques sont plus résistantes, immobiles et sont placées à distance des dents ce qui évite les interférences au cours des mouvements dentaires (52) (84). Elles sont placées au-dessus des apex des racines. Avec les mini-plaques, les dents peuvent se déplacer grâce à un point d'application de la force plus proche du centre de résistance de l'arcade. On obtient ainsi un mouvement continu et efficace par comparaison aux mini-vis (52).

Ces plaques sont dérivées des plaques d'ostéosynthèse et sont en titane de grade 2.

Pour l'orthodontie, nous utilisons en général des plaques TEB (Systeme Ancotek, société Tekka) (52).



*Figure 80 : Plaques TEB (Systeme Ancotek, société Tekka) (52)*

Ces mini plaques TEB présentent un corps perforé permettant leur fixation par des mini-vis en titane. Il faut deux ou trois mini-vis avec une longueur de 5 mm. Le corps présente une forme en I vertical ou une forme horizontale en L ou T. Elles mesurent entre 5,7 à 10 mm (52) (84).

La tête de la mini-plaque présente :

- Des crochets qui permettent de recevoir les systèmes orthodontiques ;
- Des calibrages pour assurer l'insertion des auxiliaires ;



*Figure 81 : Mini-plaque d'ancrage reliées à l'arc afin d'ingresser le secteur postérieur (52)*

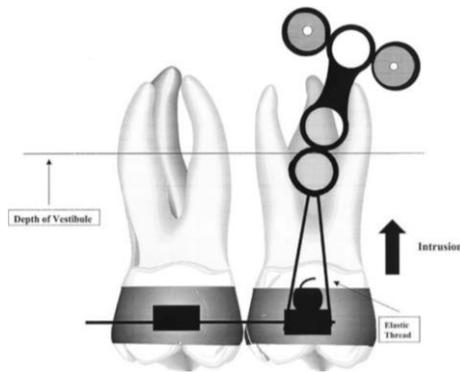


Figure 82 : Ingression postérieure en masse grâce à l'utilisation d'une mini-plaque et d'un sectionnel (84)

Les mini-plaques sont mises en place sous anesthésie locale ou générale quand une chirurgie orthognatique ou avulsion des troisièmes molaires est prévue par exemple (52) (86).

Leur pose est plus difficile que les mini-vis. Elles nécessitent l'intervention d'un chirurgien spécialisé.

Le protocole simplifié est le suivant :

- Incision verticale au niveau de la ligne mucco-gingivale et remontant de 10 à 15 mm en muqueuse alvéolaire ;
- Décollement sous périoste ;
- Mise en place de la mini-plaque. Elle est préformée à l'aide d'une pince pour s'adapter au mieux à l'anatomie du patient. Le corps de la mini-plaque est positionné environ à 5 mm au-dessus des apex des dents. Il doit être en contact de l'os pour éviter tout frottement qui entraînerait une irritation. Le choix des plaques dépend de l'anatomie du patient.
- Fixation des mini plaques se fait avec des mini-vis d'ostéosynthèse ;
- Sutures ;
- Prescription : une antibiothérapie associée à une prise d'anti-inflammatoire.

Il y a peu de complication post-opératoire.

La localisation des mini-plaques varie selon la thérapeutique :

- Au maxillaire : on les mettra au niveau des piliers malaire (entre la première et la deuxième molaire : zone de densité osseuse maximale) ou au niveau des canines.
- A la mandibule : elles seront positionnées entre la première et la deuxième molaire, entre la canine et la première prémolaire ou bien au niveau symphysaire.

Ces ancrages présentent de nombreux avantages :

- Gain de temps lors d'un traitement orthodontique ;
- Déplacement dentaire sans effets parasites sur les autres dents ;
- Absence de coopération du patient ;
- Intrusion molaire en masse sans solliciter l'ancrage ;
- Pas de gêne lors des déplacements dentaires par comparaison au mini-vis ;
- Peu de perte des mini-plaques à la différence des mini-vis.

Chez les patients présentant une béance antérieure et un excès vertical antérieur, les mini-plaques ont montré une intrusion significative de 3,37 mm des molaires maxillaires par rapport au groupe témoin (91). Une rotation anti-horaire de la mandibule significative en 6 à 8 mois est également soulignée diminuant la divergence faciale (91) (92) (86) (87) (88). Cette intrusion a été réalisée à l'aide des mini-plaques zygomatiques avec l'utilisation de force intrusive de 400 grammes (91) (71). L'utilisation d'un arc transpalatin a permis d'éviter la vestibulo-version des molaires. Cette méthode permet une impaction en masse des dents sans effets indésirables notables (84).

La mise en charge des mini-plaques est très rapide. Elle doit se faire sous deux, trois jours. Les forces utilisées doivent être faibles pendant les trente premiers jours. Un ressort hélicoïdal en Niti est placé de chaque côté entre la mini-plaque et l'arc. Il délivre une force intrusive de 400 grammes (92) (71). Sa mise en fonction se fait une semaine après la pose afin de permettre la bonne cicatrisation des tissus.

L'intrusion molaire se poursuit jusqu'à la fermeture de la béance antérieure (84). Les molaires ingressées sont alors stabilisées par une ligature métallique entre les tubes des molaires et les mini-plaques (84). Leur intrusion moyenne est de 1,8 mm à 3 mm (84) (71) (84).



Figure 83 : Correction d'une béance antérieure par mini-plaques zygomatiques chez un sujet hyperdivergent (84)

Des études ont montré que l'ingression d'un groupe de dents peut être réalisée par l'utilisation d'attelles en résine associées à des ancrages osseux (74) (93) (92). Ces attelles recouvrent la surface occlusale des dents à ingresser. Elles sont reliées entre elles par un arc rigide au niveau palatin et par des attaches en vestibulaire. Un ressort hélicoïdal en Niti relie l'attelle aux mini-plaques ou mini-vis d'ancrage afin de réaliser l'intrusion (93) (92). Les ressorts en Niti mesurent 9 mm de long et exercent une force de 400 grammes. Les rendez-vous de contrôle se déroulent toutes les quatre semaines (92).



Figure 84 : Attelle en résine au niveau des surfaces occlusales des dents postérieures pour assurer leur intrusion en association avec des ancrages osseux (74)

Il faudra associer à ce dispositif maxillaire des mini-vis mandibulaires permettant d'éviter l'égression réactionnelle. Une fois l'impaction réalisée, un traitement multi-attaches conventionnel est mis en place et l'ingression est maintenue par une ligature métallique entre les tubes molaires et les mini-plaques zygomatiques. Cette technique a montré une rotation anti-horaire de la mandibule permettant une diminution de la hauteur de l'étage inférieure de la face (74). Pour éviter une récurrence, une plaque de Hawley doit être portée en contention ainsi qu'un positionneur de nuit.



Figure 85 : Intrusion des dents postérieures à l'aide d'attelles buccales reliées aux plaques d'ancrages par des ressorts hélicoïdaux en Niti chez un homme de 40 ans (93)

Une intrusion postérieure de 2 mm entraînerait une fermeture antérieure d'environ 4 mm, favorable à la fermeture d'une béance antérieure (93).

#### III.4.3. L'apport de la corticotomie

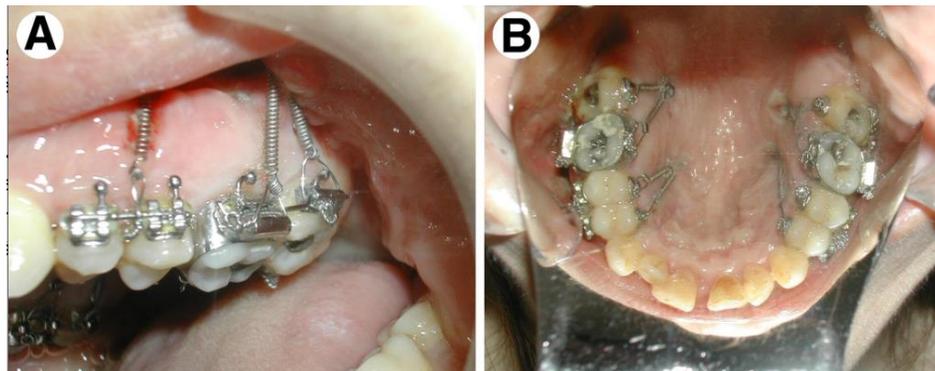
Des études ont montré l'intérêt des corticotomies pour l'intrusion molaire (21) (94). Il s'agit de corticotomie subapicale. Celle-ci est réalisée en complément des ancrages squelettiques pour potentialiser l'intrusion (62).

La corticotomie est réalisée sous anesthésie locale en subapicale avant la mise en place de l'ancrage osseux. Les incisions verticales ont été réalisées à environ 2-3 mm au-dessus de la crête alvéolaire jusqu'à 5-6 mm au-delà de l'apex. Le lambeau s'étend du côté mésial de la dent la plus antérieure et du côté distal de la dent la plus postérieure. Une incision horizontale est réalisée à 4-5 mm au-dessus de l'apex des dents reliant les deux traits d'incision verticaux. Ils sont réalisés du côté vestibulaire et palatin.

Les ancrages osseux sont ensuite posés au niveau des processus zygomatique stabilisés par des mini-vis. L'ajout de deux mini-vis palatines entre les molaires et les prémolaires a pour but d'améliorer le vecteur d'intrusion palatin et d'éviter leurs vestibulo-versions. Les mini-vis sont en titane (2,3 mm de diamètre et 13 mm de longueur) (94).

Les dents ingressées sont ensuite stabilisées par des arcs en acier 0,016 x 0,022. Après cicatrisation des tissus mous, des ressorts hélicoïdaux en Niti ont été mis reliant l'ancrage zygomatique aux attaches dentaires. Les patients sont suivis toutes les trois semaines pour la réactivation du ressort si nécessaire. Les forces appliquées étaient de 200 à 300 grammes pendant 12 à 15 semaines (94).

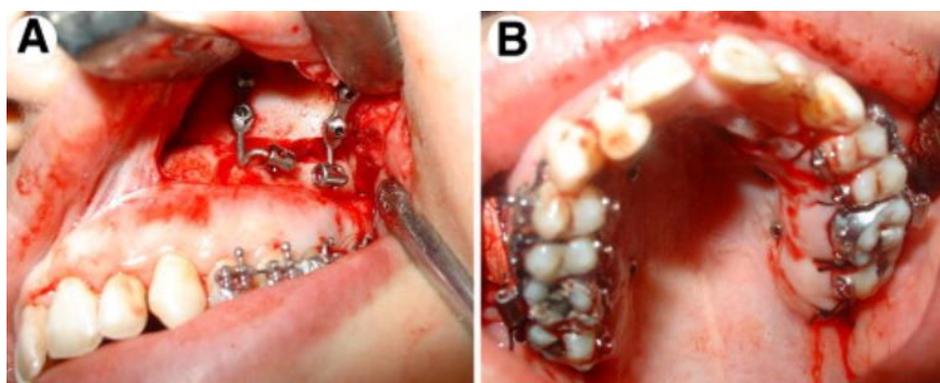
L'intrusion des molaires maxillaires a entraîné une rotation anti-horaire de la mandibule et aucune résorption radiculaire n'a été observée lors de cette étude (94).



*Figure 86 : Intrusion postérieure via mini-plaque.*

*a) Force intrusive vestibulaire grâce à des ressorts hélicoïdaux en Niti reliés à la mini-plaque zygomatiche*

*b) Force intrusive palatine grâce à des ressorts Niti reliés aux mini-vis (94)*



*Figure 87 : Mini-plaque zygomatiche associée à des mini-vis en palatin (94)*

La corticotomie doit être réalisée avant traitement. Elle permet de raccourcir la durée de traitement et de diminuer le risque de résorptions radicaires (95).

Bien que les mini-vis aient montré leur efficacité comme système d'ancrage absolu, elles semblent être moins stables pour réaliser l'intrusion molaire que les mini-plaques zygomatiche.

Elles sont plus résistantes et il y a moins de risque de perte du dispositif qu'avec des mini-vis (71). Les mini-vis contrairement aux plaques d'ancrage ne peuvent pas être posées en zone zygomatiche car l'os cortical y est moins dense et une inflammation gingivale pourrait se produire. De manière générale les mini-vis sont plus simples à mettre en place mais leur perte est plus fréquente (81).

Pour conclure, les différentes études retrouvées dans la littérature ont montré de bons résultats pour l'intrusion des secteurs postérieurs avec mini-plaques zygomatiche. Il est rapporté une diminution de la hauteur faciale antérieure grâce à une rotation anti-horaire de la mandibule (84) (61). Ces plaques semblent être une réelle alternative à la chirurgie orthognatique dans le contrôle de la dimension verticale, en effet elles sont peu invasives, peu couteuses et bien tolérées par les patients (84).

#### III.4.4. Les implants

Les implants dentaires sont efficaces comme système d'ancrage osseux pour réaliser l'intrusion des dents. Cependant ils nécessitent une intervention chirurgicale plus difficile à réaliser ainsi qu'une ostéointégration à la différence des mini-vis ou mini-plaques. Enfin, ils sont beaucoup plus onéreux (81) (96). Ils trouvent leur intérêt dans le cas d'une prise en charge orthodontico-prothétique lorsqu'ils sont déjà présents.

#### III.5. Le suivi

Le maintien de la position des dents après l'utilisation de ces ancrages est un réel challenge pour l'orthodontiste.

La récurrence existe du fait :

- D'une éventuelle dysfonction linguale persistante ;
- De la faible musculature chez l'hyperdivergent ;
- De la croissance ;
- Des mouvements dentaires physiologiques ;
- De la ventilation orale.

Selon la littérature, l'ingression dentaire est un mouvement avec une récurrence acceptable comparativement aux autres déplacements dentaires. L'ingression n'entraîne pas de nouvelle formation osseuse, elle implique uniquement un remodelage osseux. Les structures parodontales se réorganisent lentement dans la zone péri-apicale après une ingression dentaire. Afin de laisser le temps à ce remodelage il est intéressant de débiter l'intrusion dès les premières phases de traitement pour maintenir les résultats pendant la période du traitement actif (50).

Selon de nombreux auteurs, on retrouve une récurrence de 20 à 30% de l'intrusion molaire avec les dispositifs d'ancrage temporaire (21) (83) (45). Il a été montré que la majorité des récurrences interviennent durant la première année de contention (21) (83) (76). Il est donc impératif de sur corriger l'intrusion molaire et de prévoir une contention appropriée (83) (76) (88).

Dans les cas de béance, il est important en fin de traitement de contrôler la déglutition de nos patients. S'il persiste une dysfonction linguale, il faudra maintenir une rééducation active (exercices ludiques, séance d'orthophoniste...) et favoriser une contention spécifique (97). L'enveloppe linguale nocturne (ELN) favorise une position haute de la langue et donc sa rééducation.

La béance antérieure est une malocclusion très récidivante du fait d'un contexte fonctionnel défavorable et difficilement réeducable.

Les contentions possibles sont multiples :

- Un fil de contention collé 3-3 ne suffit pas à maintenir une ingression postérieure. Il faudra y ajouter un fil de contention sur les molaires postérieures en palatin ;
- Le port d'une gouttière maxillaire thermoformée reliée aux mini-vis pendant au moins un après l'intrusion est un dispositif de contention fiable qui permet de stabiliser les résultats (21). Par la suite, les mini-vis sont déposées mais le port d'une gouttière de contention à vie est fortement conseillée (93) . Elle devra être portée le plus souvent possible au minimum toutes les nuits ;
- On peut également mettre une plaque de Hawley avec adjonction de résine en postérieure ou un bloc de morsure. La résine agit comme un « rempart » au niveau des dents postérieures empêchant leur égression.

L'importance du calage en fin de traitement est indispensable afin d'obtenir un contact tripodique et éviter tout égression postérieure lors du non port de la gouttière.

Pour résumer, la contention est indispensable dans les cas d'intrusion molaire chez l'hyperdivergent. La rééducation linguale est la clé de voute de la réussite au long terme d'un traitement.

Des séances de kinésithérapie ou d'orthophonie peuvent être prescrites même après le traitement. De plus, des exercices de mastications avec des chewing-gum pourront être expliqués afin de solliciter la musculature hypotonique du sujet hyperdivergent (76).

## **IV. APPORT DE LA CHIRURGIE ORTHOGNATIQUE CHEZ LE PATIENT PRESENTANT UNE HYPERDIVERGENCE SEVERE**

De nos jours grâce à l'apport des ancrages osseux, les indications de chirurgies orthognatiques sont de plus en plus repoussées.

Dès lors qu'une dysmorphose squelettique antéro-postérieure (classe II ou III) ou transversale s'ajoute à une hyperdivergence sévère, l'indication chirurgicale doit être posée. En effet, elle reste la solution de choix dans les cas sévères. Les possibilités opératoires sont variées et vont dépendre de l'étiologie de la divergence faciale (98). Elles ont pour objectif l'amélioration fonctionnelle et esthétique du patient. Ces chirurgies pourront être réalisées précocement en cas de préjudice majeur ou en fin de croissance.

### IV.1. Chirurgies de l'hyperdivergence

#### IV.1.1. Généralités

Les chirurgies orthognatiques chez l'hyperdivergent doivent être fonctionnelles.

Elles permettent au patient :

- De retrouver une ventilation nasale stricte en libérant les voies aériennes ;
- De retrouver l'espace nécessaire pour la langue ;
- De permettre une occlusion labiale non forcée au repos ;
- De diminuer les tensions musculaires et ligamentaires en désinsérant celles-ci ou en déplaçant les structures squelettiques (13).

Il s'agit d'une prise en charge pluridisciplinaire qui implique une étroite collaboration entre l'orthodontiste et le chirurgien maxillo-faciale (99).

Les étapes du traitement orthodontique sont les suivantes :

- Une phase orthodontique pré-chirurgicale est presque toujours nécessaire pour aligner, niveler, redresser les axes dentaires et réaliser les décompensations dento-alvéolaires nécessaires. Les deuxièmes molaires devront être prises en charge pour éviter toutes interférences ou prématurités.

Lorsque la décompensation dento-alvéolaire semble correcte et que le patient est en arc acier pleine taille, l'orthodontiste réalise des modèles pré-chirurgicaux pour vérifier la faisabilité ou non de la chirurgie. Si l'occlusion ne perturbe pas l'acte chirurgical, le « feu vert » pourra être donné au chirurgien. Sinon, il faudra réaliser des modifications sur l'arc afin de rendre possible la chirurgie.

Des clips chirurgicaux devront être mis en place entre chaque attache sur l'arc acier juste avant l'intervention. Ils permettent au chirurgien de stabiliser les mâchoires dans la position souhaitée.

Au réveil, le chirurgien fera porter des tractions inter-arcades selon la malocclusion initiale de notre patient et réalisera des radiographies post-opératoires.

- Après la chirurgie, il y'a une phase de finition orthodontique. Elle dure environ six mois. L'orthodontiste revoit son patient à quinze jours post opératoire. La position des tractions inter-arcades est ajustée à ce rendez-vous. Un suivi mensuel sera mis en place pour profiter du phénomène d'accélération de remodelage (RAP) qui potentialise les déplacements dentaires. Ce phénomène dure environ deux à trois mois.
- Pour accompagner sa chirurgie, le patient est orienté chez un kinésithérapeute pour réaliser une rééducation maxillo-faciale.

Ces chirurgies se réalisent sous anesthésie générale. L'intubation est nasotrachéale afin de laisser libre la cavité orale. La durée moyenne de l'hospitalisation est d'environ 48 heures, elle peut varier selon le type de chirurgie. L'alimentation sera liquide à molle le temps de la consolidation osseuse soit environ un à deux mois (99).

#### IV.1.2. Chirurgie maxillaire de Le Fort 1

Il s'agit d'une chirurgie d'ostéotomie du maxillaire. Ces chirurgies ont été décrites dans les années 1930 par Wasmund et Schuchardt. Elle consiste à séparer la partie alvéolodentaire du maxillaire du reste de la face (99).

La chirurgie de Le Fort 1 ou chirurgie d'impaction du maxillaire est la chirurgie de référence pour corriger une hyperdivergence sévère chez un patient présentant un sourire gingival selon Garber et Salama. Elle est indiquée dès qu'il existe un sourire gingival de quatre millimètres (100).

Elle consiste à impacter le maxillaire pour diminuer la hauteur verticale du visage.

Cette chirurgie provoque "spontanément" une auto-rotation mandibulaire qu'il faudra anticiper pour prévoir ou non une chirurgie bi-maxillaire. Cette chirurgie se réalise sous anesthésie générale.

Elle se réalise synthétiquement par (99) :

- Une incision vestibulaire muccopériostée au dessus de la ligne muco-gingivale allant de 13 à 23;
- Un décollement antérieur et latéral du périoste afin de visualiser l'émergence des nerfs sous-orbitaires ;
- Un décollement de la muqueuse des fosses nasales jusqu'aux fissures ptérygomaxillaires ;
- L'ostéotomie se réalise à la scie, à la fraise ou au piézotome afin de séparer la structure dentée du maxillaire du reste du maxillaire. Elle passe au travers des fosses nasales et des sinus maxillaires en sectionnant les parois de ces cavités.

Le chirurgien réalise une incision horizontale du maxillaire dans le vestibule au dessus de la ligne muco-gingivale et s'étend en postérieur jusqu'à la deuxième molaire ;

- L'abaissement du maxillaire se réalise grâce à un distracteur. A ce stade le maxillaire est mobilisable dans les trois dimensions de l'espace. Des mouvements d'impaction, d'épaction, d'avancée, ou de recul du maxillaire pourront être envisagés.
- Le maxillaire est ensuite bloqué dans la situation souhaitée grâce à des mini-plaques disposées sur les piliers canins et les cintres maxillo-malaires.

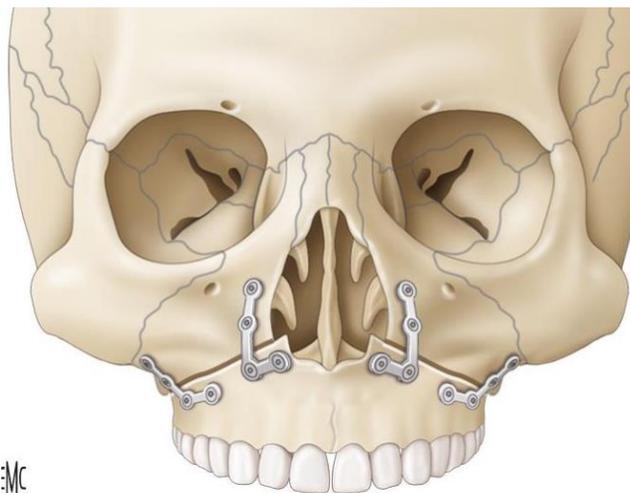


Figure 88 : Plaques d'ostéosyntheses après chirurgie de Le Fort 1 (99)

L'impaction de Le Fort 1 peut être réalisée avec ou sans segmentation. Les chirurgies de Le Fort 1 sans segmentation présenteraient moins de récurrence, et moins de risques post opératoires que les chirurgies de Le Fort 1 avec segmentation (risque de nécrose avasculaire, dommages des racines dentaires, geste chirurgical plus long...) (101).

Dans certains cas d'hyperdivergence sévère, la courbe occlusale maxillaire étant très marquée, il est conseillé de ne pas la niveler et de conserver sa « décroche » entre les dents antérieures et postérieures grâce à des arcs de base ou sectionnels (102). Dans ce cas, une chirurgie d'impaction de Le Fort 1 avec segmentation sera nécessaire et permettra de rétablir une courbe occlusale fonctionnelle favorable à une bonne occlusion dentaire (101).

Les segmentations peuvent être intéressantes pour compléter la préparation orthodontiques et pallier ainsi aux limites du traitement. Au niveau orthodontique, il faudra prévoir un torque coronovestibulaire des incisives maxillaires en adéquation avec la rotation anti horaire du maxillaire lors de la chirurgie d'impaction de Le Fort 1.

A noter, que lors d'une chirurgie de Le Fort 1, les nerfs alvéolaires supérieurs qui assurent l'innervation sensitive des dents maxillaires sont sectionnés. Cette section peut entraîner une perte de la sensibilité des dents maxillaires qui n'est pas constante d'un patient à l'autre. Le retour de cette sensibilité dentaire est variable d'un individu à l'autre (dès les premiers jours post opératoires jusqu'à environ six mois) (103).

De plus, le patient doit être prévenu qu'il existe des risques sur l'esthétique du nez en post opératoire. Après une chirurgie de Le Fort 1, l'angle naso-labial s'ouvre avec un relèvement de la pointe du nez (104). Il est donc possible que les ailes du nez soient perturbées. Une rhinoplastie secondaire peut être envisagée dès le début de traitement (105).

Ainsi, la chirurgie orthognatique d'impaction du maxillaire permet d'éviter une solution de compromis orthodontique par égression des incisives lors d'une béance antérieure. Cette égression incisive est très inesthétique et instable dans le temps : aggravation du sourire gingival et absence de correction de l'hyperdivergence squelettique (106).

La chirurgie d'impaction du maxillaire est une chirurgie stable dans le temps (107) car elle va dans le sens d'un relâchement des fibres musculaires (13).

#### IV.1.3. Ostéotomie mandibulaire

Les patients ayant une hyperdivergence par insuffisance vertical postérieure (IVP) présentent une faible hauteur ramale. L'ostéotomie d'allongement des branches montantes et d'avancement mandibulaire font parties de l'arsenal thérapeutique du sujet hyperdivergent.

Cette chirurgie peut être réalisée seule lorsque le maxillaire est idéalement positionné, ou en complément d'une impaction de Le Fort 1 lorsque l'auto-rotation « spontanée » de la mandibule n'est pas suffisante à la correction antéro-postérieure du décalage squelettique. Elle fut imaginée par Schuchardt puis mise au point par Obwegeser et Dal Pont dans les années 1960 (99).

Cette chirurgie consiste à réaliser des ostéotomies sagittales bilatérales des branches montantes (Obwegeser-Dalpont) sous anesthésie générale. La principale difficulté anatomique est le nerf alvéolaire inférieur.

La mandibule peut être déplacée dans les trois dimensions de l'espace. Cette chirurgie est particulièrement indiquée dans les cas de classe II squelettique par rétromandibulie dans un contexte d'hyperdivergence avec béance antérieure.

L'auto-rotation et l'avancée mandibulaire permettent d'améliorer la ventilation nasale stricte par augmentation du carrefour aéro-pharyngé.

L'ostéotomie mandibulaire se réalise schématiquement par :

- Une incision muco-périostée au-dessous de la gencive attachée, parallèlement à la ligne oblique externe mandibulaire allant de la deuxième molaire au trigone rétro-molaire ;
- Une incision vestibulaire postérieure ;
- Un décollement sous périoste exposant la table externe mandibulaire jusqu'au rebord basilaire en bas et au foramen mentonnier en avant ;
- Une ostéotomie à la fraise, à la scie ou au piézotome pour protéger le nerf alvéolaire inférieur et le nerf lingual ;
- La mandibule est alors mobilisable dans les trois dimensions de l'espace. La mise en place de plaque d'ostéosynthèse se fera postérieurement au niveau ramale pour fixer la mandibule dans la position souhaitée.

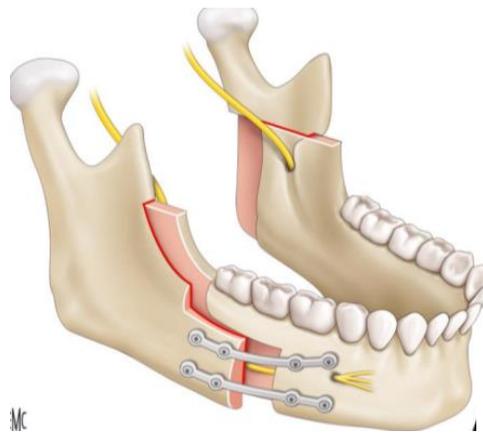


Figure 89 : Plaque d'ostéosynthèse après ostéotomie mandibulaire (99)

La chirurgie de rotation anti-horaire de la mandibule seule est une chirurgie très récidivante car elle met en tension les tissus mous, les muscles masticateurs (sangle ptérygo-massétérine), sus-hyoïdiens et éleveurs de la mandibule, ainsi que le ligament sphéno-mandibulaire (13)(108).

C'est pour cela qu'il sera indispensable d'associer à ce type de chirurgie :

- Une désinsertion des muscles sus-hyoïdiens, de la sangle ptérygo-massétérien et du ligament sphéno-mandibulaire (13) ;
- Une hypercorrection pour diminuer la récurrence post opératoire.

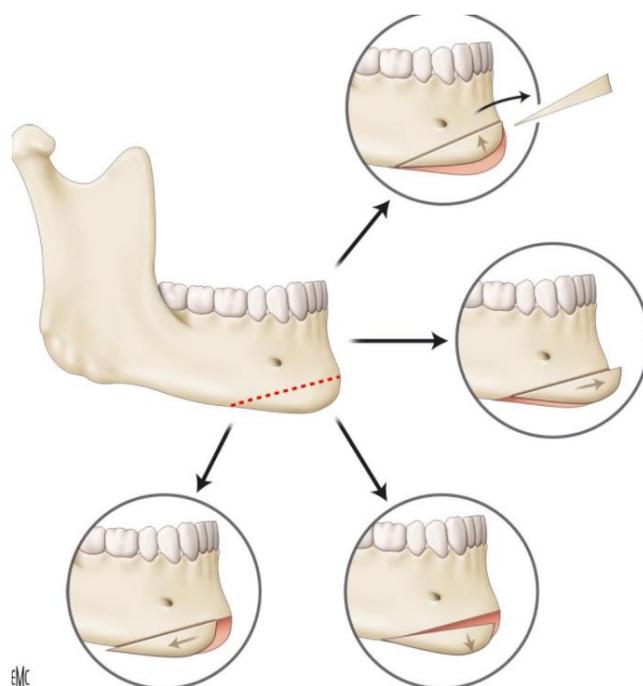
La chirurgie de rotation anti-horaire mandibulaire est déconseillée tant que possible chez l'hyperdivergent si elle est réalisée seule. Elle est alors souvent associée à une impaction du maxillaire. Cette double ostéotomie est une solution favorable et pérenne qui va dans le sens du relâchement des fibres musculaires (109) (108).

#### IV.1.4. Génomoplastie

La génomoplastie est une chirurgie orthognatique qui consiste à corriger la position du menton dans les trois dimensions de l'espace par la mobilisation de la symphyse mentonnaire. C'est une chirurgie à visée fonctionnelle et esthétique. Elle fait partie de l'arsenal thérapeutique du sujet hyperdivergent avec excès vertical antérieur.

Elle est réalisée seule ou en association à une ostéotomie maxillo-mandibulaire (110) (111). Cette intervention nécessite une anesthésie générale. Elle peut être réalisée en ambulatoire. C'est une chirurgie peu invasive. Les douleurs post opératoires sont faibles et bien tolérées.

La génomoplastie consiste à réaliser une ostéotomie segmentaire du menton. L'incision se réalise dans le fond du vestibule sous la ligne muco-gingivale des incisives mandibulaires en préservant les nerfs dentaires mandibulaires.



*Figure 90 : Mobilisation du point menton dans les différentes directions après génomoplastie (99)*

Cette chirurgie intervient sur le sillon labio-mentonnaire et rééquilibre ainsi les étages de la face en diminuant la hauteur de l'étage inférieur. Elle intervient en complément d'une chirurgie bi-maxillaire. En effet, le ramus étant court chez l'hyperdivergent, les patients présentent une encoche prégoniaque marquée et une compensation alvéolaire verticale de la symphyse. Cette intervention va donc permettre de diminuer la hauteur verticale de la symphyse.

En général on peut réaliser une génomoplastie :

- De réduction qui consiste à réaliser deux traits d'ostéotomies horizontaux et d'éliminer le fragment intermédiaire afin de réduire la hauteur de la symphyse ;
- D'avancement qui consiste à réaliser un seul trait d'ostéotomie horizontal.

Il est conseillé de réaliser la génomoplastie avant l'âge de quinze ans afin d'obtenir de meilleurs résultats (111). La quantité d'os apposée est plus importante chez l'adolescent en début de croissance qu'en fin de croissance. De plus, une meilleure cicatrisation a été observée chez les individus en début de croissance (111).

La génioplastie redirige la croissance mandibulaire dans le sens d'une rotation antérieure avec gain antéro-postérieur du point menton. Elle aide à corriger une classe II squelettique chez l'hyperdivergent (112).

Il faudra cependant attendre l'évolution des canines avant de réaliser cette intervention (soit environ 12/13 ans). A noter que cet acte peut être réalisé en première intention avant même de débuter un traitement orthodontique ou être réalisé pendant le traitement. Avant le traitement, elle aidera l'orthodontiste dans sa prise en charge en normalisant les fonctions et le sillon labio-mentonnier. Les génioplasties précoces sont de plus en plus pratiqu es.

Pour résumer, les objectifs de la génioplastie sont variés :

- Fonctionnel : réduction de l'hyperactivité des muscles abaisseurs de la mandibule et de la houppe du menton pour permettre une occlusion labiale au repos et ainsi favoriser la ventilation nasale stricte (113) (114) ;
- Esthétique : diminution de la hauteur de l'étage inférieur en repositionnant le point menton et en supprimant la contraction des muscles péri-oraux ;
- Orthopédique : réorientation de la direction de croissance de la mandibule vers l'avant et le haut (rotation antérieure de la mandibule) (114) ;
- Orthodontique : faciliter la prise en charge et stabiliser les résultats au long terme évitant les récidives tel qu'une réouverture d'une béance antérieure par exemple (115) (113).

La génioplastie est une chirurgie stable dans le temps (113). Elle est considérée aujourd'hui comme une interception orthopédique (112).



*Figure 91 : Patient hyperdivergent ayant subi une génioplastie fonctionnelle pendant la croissance  
a) Photo de gauche : Patient hyperdivergent par excès vertical antérieur. Profil convexe, étage inférieur de la face augmenté, contraction des muscles péri-oraux au repos, absence de sillon labio-mentonnier.*

*b) Photo du milieu : Patient à vingt jours post génioplastie fonctionnelle.*

*c) Photo de droite: Patient à huit mois post génioplastie : convexité faciale diminuée, présence d'un sillon labio-mentonnier, diminution de la contraction des muscles péri-oraux au repos.*

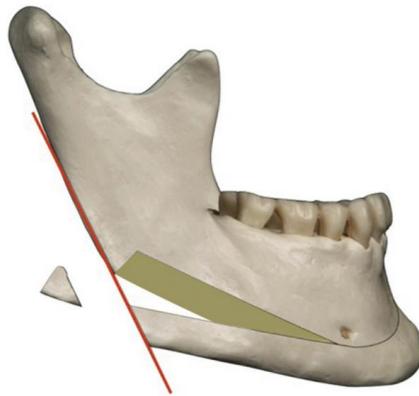
*(Collection personnelle)*

#### IV.1.5. Chin-wing

Le chin-wing décrit par Triaca en 2010, est une technique de génioplastie. Elle s'étend plus postérieurement jusqu'à l'angle mandibulaire et permet ainsi une meilleure correction de l'hyperdivergence chez le sujet « long face » (116).

Cette chirurgie consiste à réaliser une ostéotomie de la bordure basale de la mandibule associée ou non   une excision de l'angle du menton. Le chin-wing permet une séparation du bord basilaire de la mandibule de sa portion dentée (99). Cette chirurgie présente l'avantage de réduire la divergence mandibulaire, de diminuer la hauteur faciale de l'étage inférieur et d'assurer une occlusion labiale au repos.

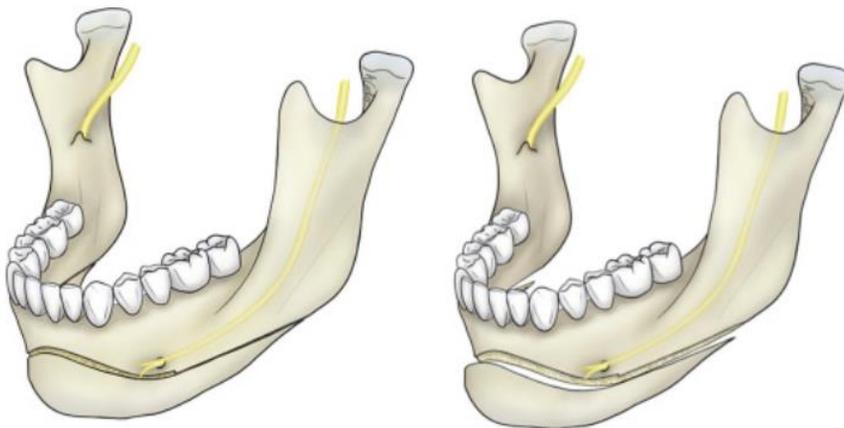
Sa contre-indication majeure est une position trop basse du nerf alvéolaire inférieur. Un cone beam devra être réalisé en amont. Elle est pratiquée par peu de chirurgiens du fait de sa difficulté opératoire.



*Figure 92 : Ostéotomie antérieure et postérieure s'étendant jusqu'à l'angle mandibulaire (117)*

La chirurgie « mini-wing » est une variante du chin-wing qui s'étend de la région du menton à la branche horizontale de la mandibule. Elle correspond à sectionner une aile du menton comme dans la technique du chin-wing mais l'incision est plus réduite. On peut associer cette chirurgie à une ostéotomie bilatérale sagittale de la mandibule pour corriger les décalages squelettiques antéro-postérieurs. Contrairement au chin-wing classique, une position très basse du nerf alvéolaire inférieur n'est pas une contre-indication (118).

C'est une intervention plus rapide et simple que le chin-wing avec moins de complications post opératoires. L'intervention est légèrement plus difficile qu'une génioplastie conventionnelle sans augmenter les complications post opératoire par rapport à celle-ci (118).



*Figure 93 : Mini chin-wing : incision antérieure au niveau du menton et postérieure au niveau du corps de la mandibule (118)*

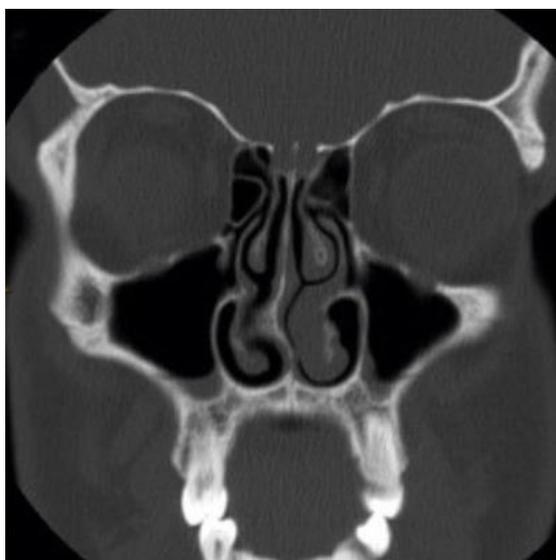
#### IV.1.6. Chirurgies ORL (oto-rhino-laryngologie)

Les patients souffrant d'obstruction des voies aériennes supérieures présentent une ventilation orale « forcée » avec une inocclusion labiale. Cette dysfonction augmente leur schéma de croissance vertical (114).

De nombreuses études ont montré qu'un ventilateur buccal présente un excès de hauteur de l'étage inférieur, un angle goniale plus ouvert et une position plus rétrusive de la mandibule que les patients présentant une ventilation nasale stricte (114) (119). Il a également été démontré une augmentation significative de la hauteur faciale antérieure chez les patients présentant une déviation de la cloison nasale (119). Il est donc indispensable de rétablir les fonctions physiologiques de nos patients.

Les chirurgies ORL sont nombreuses et interviennent souvent en complément d'une chirurgie orthognatique chez le sujet hyperdivergent.

Les causes d'une ventilation orale sont nombreuses (une hypertrophie des cornets nasaux, une déviation de la cloison nasale...). Elles devront impérativement être traitées localement ou chirurgicalement afin de favoriser une ventilation nasale stricte et de stabiliser les résultats orthodontiques dans le temps.



*Figure 94 : Examen tridimensionnel mettant en évidence une déviation de la cloison nasale vers la droite avec hypertrophie des cornets à gauche (104)*

Les chirurgies ORL les plus souvent réalisées sont :

- La septoplastie : en cas de déviation importante de la cloison nasale. Cette intervention permet de repositionner la cloison nasale et de favoriser la ventilation nasale stricte ;
- La turbinectomie : elle est souvent associée à la septoplastie. Elle diminue l'hypertrophie des cornets nasaux par radiofréquence le plus souvent. Le passage de l'air se trouve alors facilité ;
- L'amygdalectomie : elle peut être réalisée dès l'âge de trois ans en cas d'hypertrophie pour favoriser une ventilation nasale, diminuer les SAHOS... ;
- L'adénoïdectomie : elle sera réalisée lorsque les végétations entraînent des otites fréquentes ou lorsqu'elles gênent à la respiration nasale stricte.

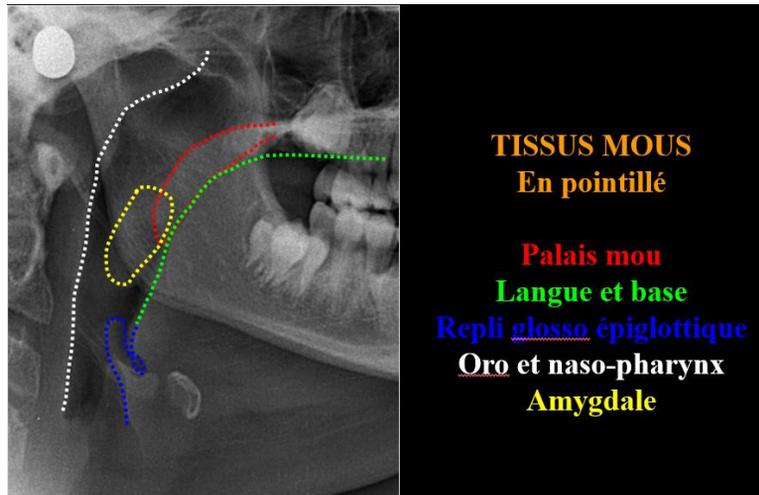


Figure 95 : Téléradiographie de profil permettant de mettre en évidence les tissus mous  
(Collection du Pr Le Gall)

Dans certains cas, ces chirurgies pourront être réalisées dans le même temps opératoire que la chirurgie orthognatique ou dans un second temps opératoire.

Les chirurgies ORL devront être réalisées le plus tôt possible afin d'éviter qu'une dysfonction ne s'installe et perturbe le schéma de croissance de notre patient. Il est donc indispensable d'intercepter dès le plus jeune âge des ventilateurs oraux et de les orienter chez un ORL.

#### IV.2. Aide au traitement orthodontique

Lorsqu'elle est indiquée, la chirurgie orthognatique est une aide indispensable pour l'orthodontiste afin de traiter plus rapidement et facilement son patient. Celle-ci ne doit jamais être repoussée lorsqu'elle est inévitable car elle amènerait l'orthodontiste à réaliser des compensations dento-alvéolaires non bénéfiques pour le patient avec un risque important de récidence.

La chirurgie améliore les fonctions et l'esthétique assurant ainsi une croissance harmonieuse de la face.

#### IV.3. Apport fonctionnel et esthétique

##### IV.3.1. L'apport fonctionnel

L'ensemble des chirurgies orthognatiques précédemment décrite présente un intérêt fonctionnel majeur :

- Rétablir une ventilation physiologique nasale ;
- Pérenniser l'occlusion labiale de repos ;
- Diminuer les tensions musculaires pour assurer une occlusion labiale au repos ;
- Libérer le carrefour aéropharyngé pour permettre une ventilation nasale stricte ;
- Redonner à la langue son espace fonctionnel ;
- Diminuer le syndrome d'apnée/hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS) qui assure un sommeil de meilleure qualité (120).

### IV.3.2. L'apport esthétique

Les chirurgies orthognatiques permettent de rétablir l'esthétique faciale de nos patients en :

- Diminuant la hauteur faciale antérieure ;
- Supprimant un sourire gingival disgracieux ;
- Supprimant la contraction des muscles de la houppe du menton et donc l'aspect de « peau d'orange » ;
- Redessinant les sillons et les traits caractéristiques du visage (le sillon labio-mentonnier) ;
- Repositionnant le point menton en harmonie avec la face.

### IV.4. Pronostic et stabilité

Le pronostic d'un traitement orthodontico-chirurgical est grandement amélioré par rapport à un traitement sans chirurgie. Le patient est généralement satisfait et peut objectiver une amélioration fonctionnelle et esthétique.

La stabilité post-chirurgicale d'un sujet hyperdivergent est liée au type de chirurgie orthognatique qui a été réalisée.

La chirurgie d'impaction maxillaire est la plus stable pour corriger une béance chez l'hyperdivergent car elle est peu influencée par l'activité musculaire. En cas de récives, elles sont observées durant la première année.

L'ostéotomie mandibulaire seule semble montrer des récives chez le sujet hyperdivergent car elle met en tension les tissus mous, les insertions ligamentaires et musculaires. Elle est à éviter ou à adjoindre à une chirurgie d'impaction maxillaire (121) (122) (123).

Les études montrent des meilleurs résultats au long terme lors d'une chirurgie bi maxillaire : impaction postérieure du maxillaire associée à une ostéotomie mandibulaire (121) (122) (124) (108) (125). L'association de ces deux chirurgies semble être la référence pour traiter chirurgicalement un patient hyperdivergent.

Les génioplasties montrent de bon résultat au long terme. Elles sont réalisées seules ou associées à une autre ostéotomie.

La récive dentaire est liée à l'apparition d'une béance antérieure souvent liée à un mauvais contrôle des fonctions. La récive squelettique post-chirurgicale est liée à l'augmentation du plan mandibulaire (122). Plus la béance antérieure initiale est importante, plus le risque de récive sera important (101) (122).

De manière générale, les chirurgies orthognatiques présentent de bons résultats. La stabilité au long terme est significativement améliorée comparativement à un cas traité sans chirurgie.

Pour rappel, après une chirurgie orthognatique il est indispensable d'orienter le patient chez un kinésithérapeute pour réaliser une rééducation maxillo-faciale et linguale afin d'éviter toute récive.

L'orthodontiste devra fournir un moyen de contention stable comme une enveloppe linguale nocturne, une plaque de Hawley, une contention fixe collée, une gouttière thermoformée. Un suivi régulier est indispensable dans le temps.

## **CONCLUSION**

Le diagnostic positif de l'hyperdivergence est posé après analyses céphalométriques sur téléradiographie de profil. L'origine de l'hyperdivergence devra être réalisée entre un excès vertical antérieur ou une insuffisance verticale postérieure grâce aux analyses de Sassouni et de Wendel Wylie.

De nombreuses dysfonctions ont été retrouvées chez l'hyperdivergent en particulier la ventilation orale, la dysfonction linguale, le syndrome d'apnée hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS). Elles devront être traitées précocement en collaboration avec un spécialiste ORL.

L'objectif de traitement en orthodontie doit être à la fois fonctionnel pour rétablir une ventilation nasale stricte et une occlusion labiale au repos mais aussi esthétique en corrigeant la position du point menton et du sillon labio-mentonnier par exemple. Sa prise en charge nécessite une démarche plurifactorielle qui prendra en compte les anomalies squelettiques, dento-alvéolaires et fonctionnelles dans les trois dimensions.

Il est plus difficile de traiter un patient qui présente des signes de rotation postérieure de Björk qu'un sujet hypodivergent. En effet, nos mécaniques sont dites « égressives » et tendent donc à aggraver la divergence faciale du patient. Le contrôle de la dimension verticale devra être fait dès les phases de nivellement de la courbe de Spee ou lors des tractions inter-arcades de classe II ou III.

En technique d'Edgewise, une force extra-orale à traction haute était constamment utilisée au cours du traitement afin de contrôler la dimension verticale. De nos jours, depuis l'apparition des mini-vis l'orthodontiste préférera utiliser ce dispositif d'ancrage car il est moins encombrant et généralement mieux accepté par le patient. Les traitements par aligneurs semblent être satisfaisants, en recouvrant l'ensemble des surfaces occlusales ils s'opposent à l'égression.

Les avulsions dentaires bien que favorisées chez le sujet hyperdivergent n'ont pas montré de consensus sur la diminution de la dimension verticale chez le sujet « long face » au cours du traitement.

En cas d'hyperdivergence légère à modérée, les dispositifs d'ancrage temporaire vont permettre de réaliser une intrusion postérieure. La mise en place de trois mini-vis au maxillaire : deux en vestibulaires et une en palatin associées à un arc continu potentialisent l'intrusion tout en gardant un bon contrôle des dents et de la forme d'arcade.

L'apport des mini-plaques d'ancrage permettent de traiter efficacement un patient présentant une hyperdivergence modérée à sévère. D'après différentes études, ces mini-plaques zygomatiques entraînent une intrusion postérieure en masse favorisant une rotation anti-horaire de la mandibule ce qui diminue la divergence mandibulaire et la hauteur faciale antérieure. De plus en plus utilisées, elles se présentent comme une réelle alternative à la chirurgie orthognatique car elles présentent peu de risques opératoires, elles sont bien acceptées par les patients et sont peu coûteuses comparativement à une chirurgie.

En cas d'hyperdivergence sévère associée à d'autres anomalies squelettiques antéro-postérieure ou transversale la chirurgie orthognatique de Le Fort 1 ou bi-maxillaire semblent être la référence. La génioplastie fonctionnelle réalisée pendant la croissance est de plus en plus pratiquée. Elle permet une redirection de la croissance dans le sens d'une rotation antérieure avec gain antéro-postérieure du point menton.

La contention devra être longue et efficace afin de maintenir les résultats dans le temps.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Schudy FF. Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. *Angle Orthod.* avr 1964;34(2):75-93.
2. SFODF. Dictionnaire des termes d'orthognathodontie. 2007, 96 p.
3. Boileau M-J, Canal P. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte: Tome 1 principes et moyens thérapeutiques. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2011. (Techniques dentaires).
4. Aknin J-J. Croissance craniofaciale. EMC (Elsevier Masson, Paris), Orthopédie dentofaciale. 2008, 23-455-C-10.
5. Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juin 1969;55(6):585-99.
6. Muller L. Céphalométrie et orthodontie. Paris: Société des publications médicales et dentaires; 1962.
7. L'orthodontie française - Volume 70 - Tome 1 - 1999.
8. Becht MP, Mah J, Martin C, Razmus T, Gunel E, Ngan P. Evaluation of masseter muscle morphology in different types of malocclusions using cone beam computed tomography. *Int Orthod.* mars 2014;12(1):32-48.
9. Attia P, Massoni M, Favot P. Pronostic et plan de traitement en orthopédie dentofaciale en fonction des méthodes employées. EMC (Elsevier Masson, Paris), Orthopédie dentofaciale. 2020, 23-498-A-10.
10. Dumitrache M, Gabison K, Atrtchine A, Chabre C. Trois analyses céphalométriques usuelles. EMC (Elsevier Masson, Paris), Médecine buccale. 2016, 56764.
11. Horn AJ. Facial height index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* août 1992;102(2):180-6.
12. Delaire J, Schendel SA, Tulasne J-F. An architectural and structural craniofacial analysis: A new lateral cephalometric analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* sept 1981;52(3):226-38.
13. Tulasne J-F, Solyom É. Hyperdivergence squelettique. Considérations chirurgicales. *Rev Orthop Dentofac.* sept 2010;44(3):333-51.
14. Dahan S, Salvadori A. Biomécanique en O.D.F: applications pratiques. [S.l.]: s.n.; 2007.
15. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 2004;126(5):569-75.
16. Lineberger MW, McNamara JA, Baccetti T, Herberger T, Franchi L. Effects of rapid maxillary expansion in hyperdivergent patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juill 2012;142(1):60-9.
17. Ianni Filho D. Béance, un défi ! traitement du cas squelettiques, chirurgicales [sic], sans chirurgie orthognatique. Brésil: Campinas; 2009.
18. Landeau J-M. Traitement d'un cas d'hyperdivergence. Apport de l'éducation fonctionnelle. *Rev Orthop Dentofac.* sept 2010;44(3):353-8.

19. Rollet D. Interception des malocclusions à l'aide des éducateurs fonctionnels. *Réal Clin.* 26:13.
20. McNamara JA Jr. An experimental study of increased vertical dimension in the growing face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1977; 71: 382–395.
21. Hakami Z. Molar intrusion techniques in orthodontics: A review. *J Int Oral Health* 2016;8:302-306.
22. Reichert I, Figel P, Winchester L. Orthodontic treatment of anterior open bite: a review article—is surgery always necessary? *Oral Maxillofac Surg.* sept 2014;18(3):271-7.
23. Costi A. Ancrages orthodontiques. EMC (Elsevier Masson, Paris), Orthopédie dentofaciale. 2019, 23-750-A-10.
24. Amini F, Jafari A, Farahani AB, Eslamian L. Orthopedic effects of splint high-pull headgear—A cephalometric appraisal. *Orthod Waves.* sept 2010;69(3):92-101.
25. Kumar ND, Krishna BRG, Shamnur N, Mithun K. Modified Transpalatal Arch for Molar Intrusion. *J Int Oral Health JIOH.* 2014;6(6):88-9.
26. Carano A, Machata W, Siciliani G. Noncompliant treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 2005;128(6):781-6.
27. Çınsar A, Alagha AR, Akyalçın S. Skeletal Open Bite Correction with Rapid Molar Intruder Appliance in Growing Individuals. *Angle Orthod.* juill 2007;77(4):632-9.
28. Hayat M. Thèse : Le contrôle de la position de l'incisive mandibulaire dans les traitements orthodontiques des classes II par tractions intermaxillaires. Nice - 2016.
29. Kerner A, Montluc N, Brandy I, Dumitrache M, Lejoyeux E, Garcia R. Techniques multiattache. EMC (Elsevier Masson, Paris), Orthopédie dentofaciale. 2011, 23-490-C-10.
30. Lamarque S. The importance of occlusal plane control during orthodontic mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* mai 1995;107(5):548-58.
31. Sung J-H, Park H-S, Kyung H-M, Kwon O-W, Kim I-B. L'ancrage des micro-implants dans le système des forces directionnelles. *Int Orthod.* juin 2004;2(2):137-61.
32. Kim YH. Anterior Openbite and its Treatment with Multiloop Edgewise Archwire. *Angle Orthod.* oct 1987;57(4):290-321.
33. Ribeiro GLU, Regis S, da Cunha T de MA, Sabatoski MA, Guariza-Filho O, Tanaka OM. Multiloop edgewise archwire in the treatment of a patient with an anterior open bite and a long face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juill 2010;138(1):89-95.
34. Kim YH, Han UK, Lim DD, Serraon MaLP. Stability of anterior openbite correction with multiloop edgewise archwire therapy: A cephalometric follow-up study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juill 2000;118(1):43-54.
35. Lejoyeux E Une philosophie orthodontique. Entretien avec Carl F Gugino. *Rev Orthop Dentofac* 1991 ; 25 : 137-146.
36. Mascarelli L, Salvadori A. Technique bioprogressive. EMC (Elsevier Masson, Paris), Orthopédie dentofaciale. 2001, 23-490-D-20.

37. Labarrère H. Le contrôle de la dimension verticale en technique de Root 2<sup>e</sup> partie : les classes II. *Orthod Fr.* mars 2005;76(1):27-65.
38. Rozzi M, Mucedero M, Pezzuto C, Cozza P. Leveling the curve of Spee with continuous archwire appliances in different vertical skeletal patterns: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2017;151(4):758-66.
39. Onghena T. Thèse : Supraclusion : bases diagnostiques, objectifs et solutions thérapeutiques. Marseille - 2019. :130.
40. Küçükkeles N, Acar A, Demirkaya AA, Evrenol B, Enacar A. Cephalometric evaluation of open bite treatment with NiTi arch wires and anterior elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 1999;116(5):555-62.
41. Caruso S, Nota A, Ehsani S, Maddalone E, Ojima K, Tecco S. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2019;19.
42. Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Daher S, Cugliari G, Deregibus A. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study. *Progress in Orthodontics.* 2016.
43. Garnett BS, Mahood K, Mai Nguyen, Al-Khateeb A, Siqi Liu, Boyd R, et al. Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances. *Angle Orthod.* janv 2019;89(1):3-9.
44. Moshiri S, Araújo EA, McCray JF, Thiesen G, Kim KB. Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with Invisalign. *Dent Press J Orthod.* 2017;22(5):30-8.
45. Ng CST, Wong WKR, Hagg U. Orthodontic treatment of anterior open bite. *Int J Paediatr Dent.* 2008;18(2):78-83.
46. Janson G, Valarelli FP, Beltrão RTS, de Freitas MR, Henriques JFC. Stability of anterior open-bite extraction and nonextraction treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juin 2006;129(6):768-74.
47. De Freitas MR, Beltrão RTS, Janson G, Henriques JFC, Caçado RH. Long-term stability of anterior open bite extraction treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* janv 2004;125(1):78-87.
48. Martin M. Technique de Tweed-Merrifield et dimension verticale dans les classes II hyperdivergentes. *Orthod Fr.* mars 2005;76(1):13-25.
49. Sarver et Weissman - Nonsurgical treatment of open bite in nongrowing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(6):651-659.
50. Lee J, Kim JK, Park YC, Vanarsdall Jr RL. Applications cliniques des mini-implants en orthodontie. Quintessence Publishing Co. Ltd; Chicago, 2008. 274 p.
51. Darque F, Ellouze S. Biomécanique des mini-implants d'ancrage : illustrations cliniques. *Int Orthod* 2007;5:357-92.
52. Thébault B, Bédhet N, Béhaghel M, Elamrani K. The benefits of using anchorage miniplates. Are they compatible with everyday orthodontic practice? *Int Orthod.* déc 2011;9(4):353-87.

53. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* oct 2003;124(4):373-8.
54. Berens A, Wiechmann D, Rüdiger J. L'ancrage intra-osseux en orthodontie à l'aide de mini- et de microvis. *Int Orthod.* sept 2005;3(3):235-43.
55. Lee K-J, Park Y-C, Hwang C-J, Kim Y-J, Choi T-H, Yoo H-M, et al. Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* août 2011;140(2):224-32.
56. Pickard MB, Dechow P, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of miniscrew orientation on implant stability and resistance to failure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 janv 2010;137(1):91-9.
57. Ayadi I, Dallel I, Ben Rejeb S, Tobji S, Ben Amor F, Ben Amor A. Ingression orthodontique sur mini-vis d'ancrage. *Orthod Fr.* déc 2018;89(4):397-410.
58. Lin JC-Y, Liou EJ-W, Bowman SJ. Simultaneous Reduction in Vertical Dimension and Gummy Smile Using Miniscrew Anchorage. 2010;(3):157-170.
59. Hart TR, Cousley RRJ, Fishman LS, Tallents RH. Dentoskeletal changes following mini-implant molar intrusion in anterior open bite patients. *Angle Orthod.* nov 2015;85(6):941-8.
60. Wang X-D, Zhang J-N, Liu D-W, Lei F, Liu W, Song Y, et al. Nonsurgical correction using miniscrew-assisted vertical control of a severe high angle with mandibular retrusion and gummy smile in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* mai 2017;151(5):978-88.
61. Alsafadi AS, Alabdullah MM, Saltaji H, Abdo A, Youssef M. Effect of molar intrusion with temporary anchorage devices in patients with anterior open bite: a systematic review. *Prog Orthod.* déc 2016;17(1):9.
62. Ellouze S, Darqué F, Ortial J-P, Kyung H-M. Mini-implants: l'orthodontie de demain. Paris: Quintessence international; 2012. (Les essentiels).
63. De Araújo TM, Nascimento MHA, Franco FCM, Bittencourt MAV. Tooth intrusion using mini-implants. *M H A.* :14.
64. Jain RK, Kumar SP, Manjula WS. Comparison of Intrusion Effects on Maxillary Incisors Among Mini Implant Anchorage, J-Hook Headgear and Utility Arch. *J Clin Diagn Res JCDR.* juill 2014;8(7):ZC21-4.
65. Ruenpol N, Sucharitpwatskul S, Wattanawongskun P, Charoenworarluck N. Force direction using miniscrews in sliding mechanics differentially affected maxillary central incisor retraction: Finite element simulation and typodont model. *J Dent Sci.* juin 2019;14(2):138-45.
66. Matsui S, Caputo AA, Chaconas SJ, Kiyomura H. Center of resistance of anterior arch segment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 août 2000;118(2):171-8.
67. Reimann S, Keilig L, Jäger A, Bourauel C. Biomechanical finite-element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors. *Eur J Orthod.* juin 2007;29(3):219-24.
68. Kim TW, Kim H. *Clinical Application of Orthodontic Mini-implant.* Myung Mun Publishing, 2008, 416p.

69. Mizrahi E, Mizrahi B. Mini-screw implants (temporary anchorage devices): orthodontic and pre-prosthetic applications. *J Orthod.* juin 2007;34(2):80-94.
70. Deguchi T, Kurosaka H, Oikawa H, Kuroda S, Takahashi I, Yamashiro T, et al. Comparison of orthodontic treatment outcomes in adults with skeletal open bite between conventional edgewise treatment and implant-anchored orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2011;139(4, Supplement):S60-8.
71. Krishnaswamy NR. Vertical control with TADs: Procedures and protocols. *Semin Orthod.* mars 2018;24(1):108-22.
72. Kucera J, Marek I, Tycova H, Baccetti T. Molar height and dentoalveolar compensation in adult subjects with skeletal open bite. *Angle Orthod.* juill 2011;81(4):564-9.
73. Kuroda S, Sugawara Y, Tamamura N, Takano-Yamamoto T. Anterior open bite with temporomandibular disorder treated with titanium screw anchorage: Evaluation of morphological and functional improvement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2007;131(4):550-60.
74. Ileri Z, Karacam N, Isman E, Kalayci A, Sari Z. Moderate to severe anterior open-bite cases treated using zygomatic anchorage. *J World Fed Orthod.* déc 2012;1(4):e147-56.
75. Seres L, Kocsis A. Closure of Severe Skeletal Anterior Open Bite With Zygomatic Anchorage. *J Craniofac Surg.* mars 2009;20(2):478-82.
76. Park H-S, Kwon O-W, Sung J-H. Nonextraction treatment of an open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* sept 2006;130(3):391-402.
77. Sugii MM, Barreto B de CF, Francisco W, Simone KRI, Bacchi A, Caldas RA. Extruded upper first molar intrusion: Comparison between unilateral and bilateral miniscrew anchorage. *Dent Press J Orthod.* 2018;23(1):63-70.
78. Kuroda S, Sakai Y, Tamamura N, Deguchi T, Takano-Yamamoto T. Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults: Comparison with orthognathic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 2007;132(5):599-605.
79. Park Y-C, Lee S-Y, Kim D-H, Jee S-H. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juin 2003;123(6):690-4.
80. Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew Anchorage in Skeletal Anterior Open-bite Treatment. *Angle Orthod.* 1 janv 2007;77(1):47-56.
81. Kuroda S, Katayama A, Takano-Yamamoto T. Severe Anterior Open-Bite Case Treated Using Titanium Screw Anchorage. *Angle Orthod.* août 2004;74(4):558-67.
82. Xu Z, Hu Z, Wang X, Shen G. Severe anterior open bite with mandibular retrusion treated with multiloop edgewise archwires and microimplant anchorage complemented by genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 2014;146(5):655-64.
83. Baek M-S, Choi Y-J, Yu H-S, Lee K-J, Kwak J, Park Y-C. Long-term stability of anterior open-bite treatment by intrusion of maxillary posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* oct 2010;138(4):396.e1-396.e9.

84. Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 2002;122(6):593-600.
85. Chae J-M. A new protocol of Tweed-Merrifield directional force technology with microimplant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juill 2006;130(1):100-9.
86. Erverdi N, Usumez S, Solak A. New Generation Open-bite Treatment with Zygomatic Anchorage. *Angle Orthod.* mai 2006;76(3):519-26.
87. Shirasaki K, Ishihara Y, Komori H, Yamashiro T, Kamioka H. Comprehensive approach to simultaneous molar intrusion and canine retraction in the treatment of Class II anterior open bite using miniscrew anchorage. *Dent Press J Orthod.* mai 2020;25(3):e1.
88. González Espinosa D, de Oliveira Moreira PE, da Sousa AS, Flores-Mir C, Normando D. Stability of anterior open bite treatment with molar intrusion using skeletal anchorage: a systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics - 2020.*
89. Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, Nagasaka H, Nanda R. Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juin 2006;129(6):723-33.
90. Jones JP, Elnagar MH, Perez DE. Temporary Skeletal Anchorage Techniques. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* févr 2020;32(1):27-37.
91. Akan S, Kocadereli I, Aktas A, Taşar F. Effects of maxillary molar intrusion with zygomatic anchorage on the stomatognathic system in anterior open bite patients. *Eur J Orthod.* févr 2013;35(1):93-102.
92. Erverdi N, Usumez S, Solak A, Koldas T. Noncompliance Open-Bite Treatment with Zygomatic Anchorage. *Angle Orthod.* nov 2007;77(6):986-90.
93. Scheffler NR, Proffit WR, Phillips C. Outcomes and stability in patients with anterior open bite and long anterior face height treated with temporary anchorage devices and a maxillary intrusion splint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 2014;146(5):594-602.
94. Akay MC, Aras A, Günbay T, Akyağın S, Koyuncue BÖ. Enhanced Effect of Combined Treatment With Corticotomy and Skeletal Anchorage in Open Bite Correction. *J Oral Maxillofac Surg.* mars 2009;67(3):563-9.
95. H. Suya Corticotomy in orthodontics E. Hösl, A. Baldauf (Eds.), *Mechanical and Biological Basis in Orthodontic Therapy*, Hüthig, Heidelberg (1991), pp. 207-226.
96. Prosterman B, Prosterman L, Fisher R, Gornitsky M. The use of implants for orthodontic correction of an open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* mars 1995;107(3):245-50.
97. Garrett J, Araujo E, Baker C. Open-bite treatment with vertical control and tongue reeducation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 févr 2016;149(2):269-76.
98. Park JH, Papademetriou M, Gardiner C, Grubb J. Anterior open bite correction with 2-jaw orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* janv 2019;155(1):108-116.e2.
99. Deffrennes G, Ferri J. Ostéotomies maxillomandibulaires : techniques chirurgicales et indications - *ClinicalKey Student - 2018;31(1):1-13.*

100. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol* 2000. 1996;11(1):18-28.
101. Ismail IN, Leung YY. Anterior open bite correction by Le Fort I osteotomy with or without anterior segmentation: which is more stable? *Int J Oral Maxillofac Surg*. juin 2017;46(6):766-73.
102. Hernández-Alfaro F. Syndrome d'hyperdivergence faciale. *Orthod Fr*. déc 2016;87(4):479-89.
103. Bonnot P, Salles F, Cheynet F, Blanc JL, Ricbourg B, Meyer C. Récupération de la sensibilité dentaire maxillaire après ostéotomie de Le Fort I. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale*. nov 2014;115(5):279-86.
104. Garcia C, Olivi P. Angle naso-labial et chirurgie orthognathique. *Int Orthod*. mars 2015;13(1):43-60.
105. Piral - 2011 - Le sourire gingival.pdf [Internet]. [cité 18 janv 2021]. Disponible sur: <https://odf-edpsciences-org.lama.univ-amu.fr/articles/odf/pdf/2011/04/odf2011454p393.pdf>
106. Bailey LJ, Proffit WR, Blakey GH, Sarver DM. Surgical modification of long-face problems. *Semin Orthod*. sept 2002;8(3):173-83.
107. Greenlee GM, Huang GJ, Chen SS-H, Chen J, Koepsell T, Hujoel P. Stability of treatment for anterior open-bite malocclusion: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. févr 2011;139(2):154-69.
108. Stansbury CD, Evans CA, Miloro M, BeGole EA, Morris DE. Stability of Open Bite Correction With Sagittal Split Osteotomy and Closing Rotation of the Mandible. *J Oral Maxillofac Surg*. janv 2010;68(1):149-59.
109. Acar YB, Erdem NF, Acar AH, Erverdi AN, Ugurlu K. Is Counterclockwise Rotation With Double Jaw Orthognathic Surgery Stable in the Long-Term in Hyperdivergent Class III Patients? *J Oral Maxillofac Surg*. sept 2018;76(9):1983-90.
110. Frapier L, Garcia C, Farmakis I, Leplus M. Effets de l'impaction maxillaire et de la génioplastie, dans le sens vertical. *Int Orthod*. juin 2004;2(2):163-76.
111. Chamberland S, Proffit WR, Chamberland P-E. Génioplastie fonctionnelle chez les patients en croissance. *Orthod Fr*. juin 2016;87(2):175-88.
112. Frapier L, Jaussent A, Yachouh J, Goudot P, Dauvilliers Y, Picot M-C. Impact de la génioplastie en période péripubertaire sur la croissance mandibulaire. *Int Orthod*. déc 2010;8(4):342-59.
113. Kumar BL, Raju GKP, Kumar ND, Reddy GV, Naik BR, Achary CR. Long Term Stability Following Genioplasty: A Cephalometric Study. *J Int Oral Health JIOH*. avr 2015;7(4):44-50.
114. Frapier L, Picot M-C, Gonzales J, Massif L, Breton I, Dauvilliers Y, et al. Troubles ventilatoires et croissance faciale : intérêt de la génioplastie précoce. *Int Orthod*. mars 2011;9(1):20-41.
115. Raberin M. Critères de réussite esthétique des génioplasties. *Orthod Fr*. juin 2016;87(2):191-203.
116. Pouzoulet P, Cheynet F, Guyot L, Foletti JM, Chossegros C, Cresseaux P. Chin wing: Technical note. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. sept 2018;119(4):315-8.

117. Triaca A, Brusco D, Guijarro-Martínez R. Chin wing osteotomy for the correction of hyperdivergent skeletal class III deformity: technical modification. *Br J Oral Maxillofac Surg.* oct 2015;53(8):775-7.
118. Cordier G, Sigaux N, Carlier A, Ibrahim B, Cresseaux P. Mini wing osteotomy: A variant of chin wing osteotomy. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery* - 2019;121(3):282-285.
119. D'Ascanio L, Lancione C, Pompa G, Rebuffini E, Mansi N, Manzini M. Craniofacial growth in children with nasal septum deviation: A cephalometric comparative study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* oct 2010;74(10):1180-3.
120. Posnick JC, Adachie A, Singh N, Choi E. "Silent" Sleep Apnea in Dentofacial Deformities and Prevalence of Daytime Sleepiness After Orthognathic and Intranasal Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* avr 2018;76(4):833-43.
121. Reyneke JP, Ferretti C. Anterior Open Bite Correction by Le Fort I or Bilateral Sagittal Split Osteotomy. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* août 2007;19(3):321-38.
122. Maia FA, Janson G, Barros SE, Maia NG, Chiqueto K, Nakamura AY. Long-term stability of surgical-orthodontic open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* sept 2010;138(3):254.e1-254.e10.
123. Burden D, Johnston C, Kennedy D, Harradine N, Stevenson M. A cephalometric study of Class II malocclusions treated with mandibular surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* janv 2007;131(1):7.e1-7.e8.
124. Ding Y, Xu T-M, Lohrmann B, Gellrich N-C, Schwestka-Polly R. Stability Following Combined Orthodontic-surgical Treatment for Skeletal Anterior Open Bite – a Cephalometric 15-Year Follow-up Study. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie.* mai 2007;68(3):245-56.
125. Espeland L, Dowling PA, Mobarak KA, Stenvik A. Three-year stability of open-bite correction by 1-piece maxillary osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* juill 2008;134(1):60-6.

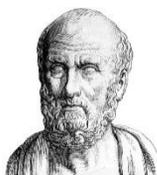
## Table des figures :

Figure 1 : Facteurs intervenant dans la croissance verticale de la face selon Schudy (3).....	3
Figure 2 : Superposition des implants montrant un schéma de croissance à rotation antérieure (3) .....	5
Figure 3 : Patiente de 12 ans présentant un schéma de croissance à rotation antérieure (Collection personnelle) .....	5
Figure 4 : Superposition des implants montrant un schéma de croissance à rotation postérieure (3).....	6
Figure 5 : Patient présentant tous les signes de rotation postérieure de Björk (Collection personnelle).....	6
Figure 6 : Les deux types de rotation postérieure selon Björk (6) .....	7
Figure 7 : Patients présentant une augmentation de hauteur de l'étage inférieure de la face. Visage leptoprosope, cernes visibles, effacement des sillons naso-géniens, lèvres hypotoniques et contraction des muscles péri-oraux (Collection personnelle) .....	9
Figure 8 : Patients présentant un excès de hauteur de l'étage inférieur de la face. Profils convexes de type classe II squelettique, distance cervico-mentonnaire réduite, angle goniale ouvert et contraction des muscles péri-oraux au repos. (Collection personnelle).....	9
Figure 9 : Patients hyperdivergents présentant un sourire gingival avec excès de croissance verticale des procès alvéolaires antérieurs (Collection personnelle) .....	10
Figure 10 : Patients hyperdivergents présentant une arcade maxillaire en V, avec un palais étroit et profond (Collection personnelle) .....	11
Figure 11 : Patiente hyperdivergent présentant une infraclusion antérieure, une courbe de Spee plate, un encombrement antérieur mandibulaire (Collection personnelle).....	11
Figure 12 : Patient hyperdivergent avec une infraclusion antérieure sévère s'étendant de prémolaire à prémolaire. Le recouvrement antérieur est diminué. (Collection personnelle).....	12
Figure 13 : Patient hyperdivergent présentant une occlusion inversée unilatérale droite avec déviation du point inter incisif maxillaire de 2 mm à droite du plan sagittal médian. (Collection personnelle) .....	13
Figure 14 : Les lignes jaunes délimitent le muscle masseter. L'angle est plus élevé à gauche chez l'hypodivergent qu'à droite chez l'hyperdivergent (8). .....	13
Figure 15 : Triangle de Tweed : Plan de Francfort-Plan mandibulaire-Axe de l'incisive inférieure (9).....	15
Figure 16 : Analyse de la hauteur faciale antérieure selon Wendel Wylie (Collection personnelle du Pr Le Gall) .....	16
Figure 17 : Analyse de Steiner (9).....	17
Figure 18 : Patient présentant des signes de rotation postérieure de Björk : angle goniale ouvert, condyle orienté vers l'arrière, symphyse longue et effilée, les plans mandibulaire et palatin sont divergents (Collection personnelle).....	18
Figure 19 : Analyse de Ricketts (10) .....	19
Figure 20 : Arc antérieur de l'analyse de Sassouni, le point menton est bien positionné. (Collection personnelle du Pr Le Gall) .....	20
Figure 21 : Arc postérieur de l'analyse de Sassouni, le point gonion se trouve à 1 cm de cet arc. Il est bien positionné. (Collection personnelle du Pr Le Gall).....	20

Figure 22 : Analyse de l'index de la hauteur faciale (FHI) (Collection personnelle du Pr Le Gall)	21
Figure 23 : Lignes CF1 à CF8 de l'analyse de Delaire (12)	22
Figure 24 : Ligne crânio-occlusale de l'analyse de Delaire. La ligne passe par l'occiput, le sujet est équilibré dans le sens vertical (13).	22
Figure 25 : Analyse de Downs (Collection personnelle du Pr Le Gall)	23
Figure 26 : Patients hyperdivergents par excès vertical antérieur avec une augmentation de l'indice de Wendel Wylie (Collection personnelle)	24
Figure 27 : Patiente présentant une classe II squelettique par rétromandibulie dans un contexte d'hyperdivergence sévère par insuffisance verticale postérieure (Collection personnelle du Pr Le Gall)	25
Figure 28 : Patients présentant un excès vertical antérieur d'origine syndromique (13)	26
Figure 29 : Patiente suçant son pouce jour et nuit. On note une infraclusion antérieure de canine à canine due à une infra-alvéolie des incisives supérieures et inférieures. (Collection personnelle)	26
Figure 30 : Patient présentant une déglutition primaire avec interposition linguale antérieure à l'origine d'un manque de recouvrement antérieur (Collection personnelle)	27
Figure 31 : Présence d'un moment horaire sur le système lors de l'utilisation d'un activateur de classe II entraînant une bascule horaire du plan palatin (14)	29
Figure 32 : Tableau récapitulatif des signes de rotation postérieure ou antérieure sur téléradiographie de profil selon Björk (Collection personnelle)	30
Figure 33 : Grille à langue scellée sur bague 16/26 (17)	32
Figure 34 : Pique-langue mis sur les faces linguales des dents antérieure empêchant l'interposition linguale antérieure (17)	32
Figure 35 : Educateur fonctionnel (19)	32
Figure 36 : Enveloppe linguale nocturne	33
Figure 37 : TwinBlock composé de deux attelles acryliques associées à une FEO à traction haute permettant de mieux contrôler la dimension verticale (22).	33
Figure 38 : Le Bionator se compose d'un bloc de résine antérieur s'opposant à l'interposition linguale antérieure et d'un bloc de résine occlusal en postérieur évitant l'égression molaire (17).	34
Figure 39 : Force extra-orale à traction haute avec un casque à appui péri-crânien (23)	34
Figure 40 : Force extra-orale à traction haute avec des branches externes longues et basses (14)	35
Figure 41 : Différents effets des FEO à traction haute selon la longueur de la branche (longue, moyenne ou courte) et leurs positions (haute, horizontale ou basse) (14)	35
Figure 42 : Attelle occlusale en acrylique associée à une FEO à traction haute ayant pour but l'ingression des secteurs postérieurs maxillaire (24).	36
Figure 43 : Intérêt de l'arc transpalatin (25)	37
Figure 44 : RMI : appareil d'intrusion molaire se glissant au niveau des tubes des premières molaires (26).	37
Figure 45 : Cales de surélévation positionnées sur les molaires chez un individu hyperdivergent. (Collection personnelle du Dr Ulysse Castaner)	38
Figure 46 : Effets biomécaniques des tractions inter-arcades de classe II sur la dimension verticale.	39

Figure 47 : Elastique de classe II avec composante verticale pour fermer une béance antérieure (22) .....	40
Figure 48 : Situation biomécanique de V asymétrique lors d'une préparation d'ancrage selon la philosophie de Tweed. Le tip back molaire entraîne un moment horaire sur le système à l'origine d'une égression molaire et d'une ingression incisive. (Collection personnelle du Pr Le Gall) .....	41
Figure 49 : Effet des TIA de classe III : mésialisation et égression de la molaire maxillaire (28) ...	42
Figure 50 : L'utilisation des tractions inter-arcades de classe II entraînent une bascule horaire du plan d'occlusion qui aggrave la dimension verticale (30). .....	42
Figure 51 : Force directionnelle à traction haute de type HPJH (High Pull J Hooks) maintenue par un crochet soudé sur l'arc en mésial des canines mandibulaires. Le HPJH permet de contrôler les effets parasites de la mécanique (3). .....	43
Figure 52 : Multiloop Edgewise Archwire (MEAW) maxillaire présentant des boucles avec une partie verticale et horizontale (32).....	44
Figure 53 : Système MEAW associé à des élastiques verticaux inter-arcade antérieur afin de contrer les effets parasites et de favoriser l'ingression postérieure (32) .....	45
Figure 54 : Arc de base d'égression à la mandibule selon Ricketts. Le tip forward incorporé sur la molaire entraîne un moment anti-horaire sur le système à l'origine d'une égression incisive et d'une intrusion molaire. (Collection personnelle du Pr Le Gall) .....	46
Figure 55 : Contrôle de la dimension verticale selon Root dans le traitement des classe II (37) .....	47
Figure 56 : Nivellement maxillaire, situation biomécanique de V asymétrique entraînant une ingression molaire et une égression incisive (39) (Collection personnelle du Pr Le Gall) .....	47
Figure 57 : Courbes occlusales sur l'arc.....	49
Figure 58 : Pseudo-égression de l'incisive lors d'un mouvement de rétraction des incisives (49) .....	51
Figure 59 : Schéma d'une mini-vis (52) .....	52
Figure 60 : Principe de l'ancrage direct où une chaînette est placée de la mini-vis à la potence de la 46 pour assurer sa mésialisation (52).....	54
Figure 61 : Ancrage indirect .....	54
Figure 62 : Technique cantilever sur mini-vis (52) .....	54
Figure 63 : Ingression du bloc antérieur à l'aide d'une seule mini-vis lorsque la vestibulo-version des incisives est acceptée (57) .....	56
Figure 64 : Ingression des incisives grâce à l'utilisation de deux mini-vis permettant un meilleur contrôle de leur axe et inclinaison (57).....	56
Figure 65 : Effet de l'ingression molaire au niveau du troisième ordre.....	57
Figure 66 : Contrôle du plan d'occlusion lors de l'ingression (50). .....	58
Figure 67 : Force d'intrusion appliquée antérieurement pour raison anatomique : l'ingression des prémolaires est supérieure à celle des molaires avec un effet de version de ces dernières (50) .....	58
Figure 68 : La position verticale et l'axe de la seconde molaire doivent être contrôlés lors de l'intrusion des secteurs postérieurs (50).....	59
Figure 69 : Techniques d'ingression postérieure à l'aide de mini-vis .....	59
Figure 70 : Contrôle du premier et troisième ordre des molaires lors de leur ingression (50) .....	60

Figure 71 : Ingression des prémolaires grâce à deux mini-vis reliées entre elles sous forme de « hamac » via une chaînette élastomérique (photo A) ou des élastiques (photo B). (Collection personnelle du Dr Thomas Olivier) .....	61
Figure 72 : Mise en place de deux mini-vis espacées en vestibulaire pour augmenter la force intrusive du secteur postérieur. Une mini-vis palatine est également présente pour contrôler la mécanique (50) .....	62
Figure 73 : Intrusion des molaires avec mini-vis en vestibulaire associées à un arc transpalatin au maxillaire et à un arc lingual à la mandibule pour éviter la vestibulo-version des dents (81) .....	62
Figure 74 : Technique MEAW associée à l'utilisation de mini-vis postérieures pour corriger la dimension verticale par ingression des molaires (82).....	63
Figure 75 : L'égression de la molaire mandibulaire lors du nivellement de la courbe de spee est contrée par l'utilisation d'une mini-vis par secteur (62) .....	63
Figure 76 : Traction inter-arcades de classe II sur mini-vis (62) .....	64
Figure 77 : Traction inter-arcades de classe III sur mini-vis : ancrage direct (62).....	64
Figure 78 : Mini-vis maxillaire permettant de contrôler la bascule horaire du plan d'occlusion lors de la rétraction incisive (62) .....	64
Figure 79 : Rotation anti-horaire mandibulaire via la pose de mini-vis postérieures et antérieures (60).....	65
Figure 80 : Plaques TEB (Systeme Ancotek, société Tekka) (52) .....	66
Figure 81 : Mini-plaque d'ancrage reliées à l'arc afin d'ingresser le secteur postérieur (52).....	66
Figure 82 : Ingression postérieure en masse grâce à l'utilisation d'une mini-plaque et d'un sectionnel (84).....	67
Figure 83 : Correction d'une béance antérieure par mini-plaques zygomatiques chez un sujet hyperdivergent (84).....	68
Figure 84 : Attelle en résine au niveau des surfaces occlusales des dents postérieures pour assurer leur intrusion en association avec des ancrages osseux (74).....	68
Figure 85 : Intrusion des dents postérieures à l'aide d'attelles buccales reliées aux plaques d'ancrages par des ressorts hélicoïdaux en Niti chez un homme de 40 ans (93) .....	69
Figure 86 : Intrusion postérieure via mini-plaque. a) Force intrusive vestibulaire grâce à des ressorts hélicoïdaux en Niti reliés à la mini-plaque zygomatique b) Force intrusive palatine grâce à des ressorts Niti reliés aux mini-vis (94) .....	70
Figure 87 : Mini-plaque zygomatique associée à des mini-vis en palatin (94).....	70
Figure 88 : Plaques d'ostéosyntheses après chirurgie de Le Fort 1 (99) .....	74
Figure 89 : Plaque d'ostéosynthèse après ostéotomie mandibulaire (99) .....	76
Figure 90 : Mobilisation du point menton dans les différentes direction après génioplastie (99) .....	77
Figure 91 : Patient hyperdivergent ayant subit une génioplastie fonctionnelle pendant la croissance (Collection personnelle) .....	78
Figure 92 : Ostéotomie antérieure et postérieure s'étendant jusqu'à l'angle mandibulaire (117) .....	79
Figure 93 : Mini chin-wing : incision antérieure au niveau du menton et postérieure au niveau du corps de la mandibule (118).....	79
Figure 94 : Examen tridimensionnel mettant en évidence une déviation de la cloison nasale vers la droite avec hypertrophie des cornets à gauche (104).....	80
Figure 95 : Téléradiographie de profil permettant de mettre en évidence les tissus mous (Collection du Pr Le Gall) .....	81



## SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonorée et méprisée de mes confrères si j'y manque.



## **ATTALI-RAYNAUD Léa – Prise en charge de l’hyperdivergence en orthodontie**

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2021

Rubrique de classement : Orthopédie dento-faciale

### Résumé :

L’hyperdivergence constitue une dysmorphose squelettique de la dimension verticale. Un examen clinique extra-oral, intra-oral, et fonctionnel aidé par des analyses céphalométriques sur téléradiographie de profil sont indispensables pour poser son diagnostic. L’hyperdivergence étant la cause ou la conséquence de nombreuses dysfonctions, il est indispensable d’orienter précocement le patient chez un spécialiste ORL afin de ne pas aggraver la dysmorphose lors de la croissance.

En orthodontie, il s’avère plus difficile de traiter un sujet hyperdivergent qu’un patient hypodivergent, son pronostic est généralement plus défavorable. En effet, nos mécaniques utilisées en traitement multi-attaches sont dites « égressives ». Le contrôle de la dimension verticale est donc indispensable et devra être réalisé dès les premières phases de traitement. L’égression molaire parasite peut se contrôler grâce au port d’une force extra-orale à traction haute ou l’utilisation des mini-vis. Ces dernières sont de plus en plus utilisées car elles sont plus efficaces et mieux acceptées par nos patients. Les dispositifs d’ancrage temporaire comme l’apparition des mini-plaques ont montré de bon résultat chez le sujet hyperdivergent. Cependant, en cas de dysmorphoses plus sévères associées à d’autres anomalies de la dimension antéro-postérieure et transversale une chirurgie orthognatique reste la solution la plus fiable dans le temps.

Mots clés : hyperdivergent ; infraclusion antérieure ; traitement multi-attaches ; aligneurs ; mini-vis ; ancrage en orthodontie ; dispositifs d’ancrage temporaire ; intrusion molaire ; chirurgie orthognatique ; génioplastie

## **ATTALI-RAYNAUD Léa – Management of hyperdivergence in orthodontic**

### Abstract:

Hyperdivergence constitutes a skeletal dysmorphism of the vertical dimension. An extraoral, intraoral and functional clinical examination with cephalometric analysis on lateral telerradiography are essential to make a diagnosis. Hyperdivergence is both a cause and consequence of many dysfunctions, patients must therefore be referred to an ORL specialist very quickly so as not to aggravate the dysmorphism during growth.

Hyperdivergent patients are more difficult for orthodontists to treat than hypodivergent patients, their prognosis are usually less favorable. The mechanics that we use for braces treatment are indeed said to be “egressive”. Vertical dimension control is therefore essential and shall be carried out in the early stages of treatment. Parasitic molar egression can be achieved by wearing a high Pull face bow or by the use of miniscrews : these ones are increasingly being used because they are more effective and better accepted by our patients. Temporary anchorage devices such as mini-anchoring plates have shown good results in hyperdivergent subjects. However, in case of more severe dysmorphism coupled with other anomalies of the anteroposterior and transverse dimension, orthognathic surgery remains the most reliable solution over time.

Keywords : Long face syndrome; open bite; braces; aligners; miniscrews; orthodontic anchorage; temporary anchorage devices; molar intrusion; surgery orthognathic; genioplasty