

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 62

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire  
le 24/09/2019

par

LE BASTARD Marion  
Née le 11 décembre 1991 à AGEN

Long-terme des techniques orthodontiques et/ou chirurgicales de  
correction des infraclusies antérieures chez le patient  
hyperdivergent en denture permanente - Revue de la littérature

Président : Professeur CLAUSS François

Assesseurs : Docteur BOLENDER Yves

Docteur WAGNER Delphine

Docteur ROBALDO Damien

Membre invité : Docteur LUTZ Jean-Christophe



UNIVERSITE DE STRASBOURG

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG**

Doyen : Professeur C. TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur R. FRANK  
Professeur M. LEIZE  
Professeur Y. HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur W. BACON  
Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

**Professeurs des Universités**

V. BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
A. BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
F. CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
J-L. DAVIDEAU	Parodontologie
Y. HAIKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
O. HUCK	Parodontologie
M-C. MANIERE	Odontologie Pédiatrique
F. MEYER	Sciences Biologiques
M. MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
A-M. MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
C. TADDEI-GROSS	Prothèses
B. WALTER	Prothèses

**Maîtres de Conférences**

Y. ARNTZ	Biophysique moléculaire
S. BAHI-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
L. BIGEARD	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Y. BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
F. BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
A. BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
O. ETIENNE	Prothèses
F. FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
C-I. GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
S. JUNG	Sciences Biologiques
N. LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
D. OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
M. SOELL	Parodontologie
D. WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale
E. WALTMANN	Prothèses

**Equipes de Recherche**

N. JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche
Ph. LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
H. LESOT	CNRS / Directeur de Recherche
M-H. METZ-BOUTIGUE	INSERM / Directeur de Recherche
P. SCHAAF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité
B. SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

## *Remerciements*

A Monsieur le Professeur François CLAUSS,  
Président du jury,

*Je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements les plus sincères et de mon respect le plus profond.*

A Monsieur le Docteur Yves BOLENDER,  
Directeur du jury,

*Je vous remercie sincèrement de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse. Merci également pour votre accompagnement, qui m'aura apporté beaucoup, tout au long de mes études. Veuillez trouver dans ce travail toute l'expression de ma gratitude et de mon admiration la plus sincère.*

A Monsieur le Docteur Damien ROBALDO,  
Co-directeur du jury,

*Je te remercie d'avoir accepté de participer à mon travail et d'avoir pris de ton temps pour relire ma thèse. Ta disponibilité et tes conseils m'ont rendu un grand service. Je te souhaite le meilleur dans ta vie professionnelle et personnelle.*

A Madame le Docteur Delphine WAGNER,  
Membre du jury,

*Je vous remercie de faire partie de mon Jury de thèse. Je vous remercie également pour votre accompagnement à la faculté ainsi qu'en milieu hospitalier.*

A Monsieur Jean-Christophe LUTZ,  
Membre du jury,

*Je vous remercie d'avoir accepté d'intégrer mon jury de thèse. Je vous remercie également pour votre participation aux sessions orthodontico-chirurgicales ainsi que de m'avoir invité à venir assister à vos interventions chirurgicales.*

A mes parents,

*Merci pour tout votre soutien, depuis la P1 jusqu'à aujourd'hui et pour les années à venir. Merci d'avoir cru en moi toutes ces années.*

A ma sœur et mon frère, Laurie et Maxime et à Melissa

*Pour notre complicité bienveillante.*

A mes Marions adorées,

*A Marion B., je suis tellement contente que l'on soit devenue binôme en 5<sup>ème</sup> année à Pellegrin. Je n'oublierai jamais cette super année à Bordeaux passée avec toi et les prochaines à venir.*

*A Marion L., mon amie depuis le lycée et ma colocataire pendant de nombreuses années durant les années dentaires, même si on ne se voit plus très souvent je pense fort à toi.*

A Rahiti ma vahiné préférée,

*Que des bons moments passés avec toi en garde de nuit à Robert-Picqué et à Pellegrin, j'espère venir te voir dans ton île prochainement.*

A mes supers colocs de Strasbourg,

*A toi ma Clémence, devenues colocataires du jour au lendemain alors que nous ne nous connaissions pas. Tu es et resteras ma meilleure rencontre pendant cet internat. J'espère que l'on continuera à se voir malgré la fin d'internat qui approche.*

*A Gauthier alias « le parasite », même si quelques fois j'ai du mal à te supporter surtout quand tu voles mes Trésors, je t'adore quand même.  
Grâce à vous, le retour de l'hôpital n'a jamais été monotone.*

*A tous mes amis, internes et praticiens avec qui j'ai passé de bons moments, je suis contente de vous avoir rencontré et j'espère que l'on se reverra après l'internat.*



UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N°62

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire  
le 24/09/2019

par

LE BASTARD Marion  
Née le 11 décembre 1991 à AGEN

Long-terme des techniques orthodontiques et/ou chirurgicales de  
correction des infraclusies antérieures chez le patient  
hyperdivergent en denture permanente - Revue de la littérature

Président : Professeur CLAUSS François

Assesseurs : Docteur BOLENDER Yves

Docteur WAGNER Delphine

Docteur ROBALDO Damien

Membre invité : Docteur LUTZ Jean-Christophe

## Sommaire

Introduction.....	5
I- La béance .....	6
1.1 Définition et prévalence .....	6
1.1.1 L'hyperdivergence squelettique .....	6
1.1.2 La béance dentaire ou infraclusie .....	6
1.1.3 Prévalence de la béance dentaire antérieure ou infraclusie antérieure ..	7
1.2 Croissance crânio-faciale verticale .....	8
1.2.1 Croissance verticale et sagittale de la base du crâne .....	9
1.2.2 Croissance verticale du maxillaire.....	10
1.2.3 Croissance verticale mandibulaire .....	10
1.2.4 Croissance verticale des procès alvéolaires .....	13
1.3 Etiopathogénies.....	14
1.3.1 Facteurs génétiques .....	14
1.3.1.1 Hérité .....	14
1.3.1.2 Schémas de croissance défavorables .....	14
1.3.1.3 Facteurs congénitaux.....	14
1.3.2 Causes iatrogènes .....	15
1.3.3 Causes environnementales.....	15
1.4 Diagnostic.....	16
1.4.1 Anamnèse.....	16
1.4.2 Examen exobuccal.....	17
1.4.3 Examen endobuccal .....	18
1.4.4 Examen fonctionnel .....	19
1.4.5 Examens complémentaires.....	19
1.5 Diagnostic différentiel .....	21

1.6	Pronostic .....	21
1.7	Répercussions psychologiques et sociales .....	21
II-	Les traitements des béances .....	21
2.1	Traitement orthodontique .....	22
2.1.1	Traitement orthodontique sans avulsions .....	22
2.1.2	Traitement orthodontique avec avulsions .....	25
2.2	Chirurgie orthognathique .....	28
2.2.1	Chirurgie d'impaction maxillaire (ostéotomie de Lefort1) .....	29
2.2.2	Chirurgie mandibulaire (ostéotomies sagittales bilatérales Bilateral Sagittal Split Osteotomy).....	32
2.2.3	Chirurgie bimaxillaire .....	33
2.2.4	Ostéotomies segmentaires .....	33
2.2.5	Génioplastie .....	34
2.2.6	Chirurgie des tissus mous.....	34
2.3	L'ingression molaire grâce aux ancrages osseux .....	35
2.3.1	Indications.....	35
2.3.2	Contre-indications .....	35
2.3.3	Les différents dispositifs.....	36
2.3.3.2.1	Les mini-vis .....	36
2.3.3.2.2	Les mini-plaques .....	39
2.3.4	Mécanique d'ingression molaire avec ancrage osseux.....	41
2.3.5	Choix des molaires à ingresser.....	45
2.3.6	Optimisation du traitement par ingression molaire .....	45
2.3.7	Les effets dento-alvéolaires et squelettiques .....	45
2.3.7.1	Répercussions squelettiques .....	46
2.3.7.2	Répercussions sur les tissus mous .....	48
2.3.7.3	Répercussions dentoalvéolaires .....	49

2.3.8 Influence du potentiel de croissance et de la sévérité de l'infraclusion sur le choix thérapeutique .....	50
III- Stabilité des traitements des béances .....	51
3.1 La stabilité : analyse de la littérature .....	51
3.1.1 Stabilité des traitements avec et sans avulsion.....	51
3.1.2 Stabilité des traitements chirurgicaux.....	52
3.1.2 Stabilité traitement avec ingression molaire.....	57
3.2 Les facteurs d'instabilité .....	66
3.3 Moyens de contention .....	66
3.3.1 Les gouttières thermoformées .....	66
3.3.2 Plaque de Hawley modifiée.....	67
3.3.3 L'enveloppe linguale nocturne .....	67
3.3.4 Positionneur .....	68
3.3.6 Contentions actives par traction élastique sur ancrages osseux temporaires .....	69
Conclusion.....	71
Table des illustrations .....	74
Références Bibliographiques.....	77

## Introduction

Le terme de divergence squelettique a été introduit en 1964 par Schudy et caractérise la typologie de la face vue de profil et son équilibre vertical. L'hyperdivergence squelettique est l'apanage des faces longues. Elle se définit par une divergence de 3 plans relevés sur une téléradiographie de profil qui sont le plan selle turcique-nasion, le plan occlusal et enfin le plan mandibulaire.

Cette anomalie squelettique est entre autres souvent associée à une autre dysmorphose : l'infraclusion antérieure. Elle représente un véritable challenge pour les praticiens tant sur le choix des différentes alternatives thérapeutiques que pour leurs stabilités.

L'objectif de ce travail est de décrire et de comparer le long terme des différentes thérapeutiques mises en œuvre dans la correction de l'infraclusion antérieure chez les patients hyperdivergents en denture permanente.

Après avoir défini les termes d'hyperdivergence et de béance dentaire ou infraclusion, notre première partie rappellera les étiopathogénies et les critères sémiologiques de cette dysmorphose.

Nous exposerons dans une deuxième partie les thérapeutiques classiquement mises en œuvre que sont les traitements orthodontiques et orthodontico-chirurgicaux ainsi que le recours aux ancrages osseux. Ces derniers sont considérés comme une réelle alternative thérapeutique en permettant l'ingression molaire.

Nous discuterons enfin de la stabilité sur le long terme de ces différentes modalités thérapeutiques et parlerons des dispositifs de contention utilisés à la fin du traitement orthodontique.

## I- La béance

### 1.1 Définition et prévalence

#### 1.1.1 L'hyperdivergence squelettique

Le terme d'hyperdivergence a été introduit par Schudy en 1964 et peut être défini par une croissance verticale excessive des bases squelettiques maxillaire et mandibulaire. Elle se caractérise par une face longue avec divergence des plans crânio-faciaux : plans selle turcique-nasion, plan occlusal et plan mandibulaire (1,2).

Plusieurs auteurs à la suite de Schudy ont étudié l'hyperdivergence. Selon Tweed, le plan de Francfort est en général pris comme référence, avec un angle FMA (ligne reliant le point porion en postérieur et point orbital en antérieur et le plan mandibulaire) supérieur à 30°.

Différents termes sont souvent utilisés pour décrire une hauteur faciale augmentée : le terme hyperdivergence définie par Schudy en 1964, le terme dolichofacial par Ricketts dans les années 1970, béance squelettique par Sassouni en 1969, le terme de rotation postérieure par Björk en 1977, l'excès vertical antérieur par Muller en 1970 ou encore le terme de face adénoïde par Château ou de syndrome de la face longue.

#### 1.1.2 La béance dentaire ou infracluse

La béance dentaire est définie comme une caractéristique occlusale dans laquelle les dents maxillaires et mandibulaires ne sont pas en contact et dont le recouvrement vertical est nul. Ce défaut de contact peut se produire dans la région antérieure et/ou postérieure et être uni- ou bilatéral. Le terme a été introduit pour la première fois par Carabelli dès 1842 (3,4).

Sassouni classe les béances en infraclusions dentaires, dento-alvéolaires et squelettiques (5). Les deux premières sont le résultat d'un blocage mécanique de l'éruption des incisives et du développement vertical alvéolaire en l'absence de décalage squelettique. Elles sont associées à une proalvéolie, à une ingression

relative des dents antérieures, une hauteur molaire normale ou légèrement excessive et enfin à des parafunctions telles que la succion digitale.

La béance squelettique est plus complexe. Elle est associée à des perturbations du schéma de croissance normal des arcades. Ces patients présentent une croissance verticale squelettique excessive avec une hauteur faciale antérieure et inférieure augmentée (figure 1). Elle est généralement de nature plus grave que les béances dentaires, avec des contacts uniquement postérieurs dans les cas les plus sévères.

Le diagnostic différentiel entre les béances est difficile puisque cette malocclusion regroupe le plus souvent des étiologies à la fois dentaires et squelettiques (6).

Dung et Smith en 1988 rapportent que sur 250 patients avec une dimension verticale excessive, seulement 13% d'entre eux présentent une béance antérieure (7). Elle peut être camouflée par une compensation dentoalvéolaire avec une égression des dents antérieures dans de nombreux cas.

Béance dentaire	Hyperdivergence squelettique
- Défaut de recouvrement des bords incisifs antagonistes quand les dents postérieures sont en occlusion	- Défaut de recouvrement des bords incisifs antagonistes quand les dents postérieures sont en occlusion
- Blocage mécanique du développement vertical des incisives et du compartiment alvéolaire	- Hauteur faciale antérieure augmentée
- Relations squelettiques normales	- Angle goniale ouvert
	- Ramus mandibulaire court
	- Hauteur dento-alvéolaire postérieure augmentée

Figure 1 Diagnostic différentiel entre une béance dentaire et une hyperdivergence squelettique (6)

### 1.1.3 Prévalence de la béance dentaire antérieure ou infraclusie antérieure

L'incidence de la béance antérieure varie selon l'ethnie et l'âge dentaire.

Elle est plus fréquente chez les patients d'origine Afro-américaine (9.1% à 16.5 %) que Caucasienne (1.4% et 3.5%) (figure 2). Le pourcentage paraît faible surtout dans la population caucasienne mais la proportion de patients traités orthodontiquement pour cette malocclusion est élevée (17%) (6,8).

L'enquête NHANES III sur la santé et la nutrition, réalisée entre 1989 et 1994, estimait la prévalence de l'infracluse antérieure à 3,6% chez les 8-11 ans, 3,5% chez les 12-17 ans et 3,3% chez les 18-50 ans. Parmi eux, moins de 1% avaient une béance dentaire supérieure à 2 mm (figure 3) (9,10).

6 to 11 Years Old		12 to 17 Years Old	
Caucasian	African American	Caucasian	African American
1.4%	9.6%	1.2%	10.1%

Sample consisted of 8000 subjects in each age range.  
Data from: U.S. Health and Vital Statistics, 1973-1974.

Figure 2 Prévalence de l'infraclusion selon l'ethnie et l'âge (9)

	8-11	12-17	18-50
0 to -2 mm	2.7%	2.8%	2.7%
-3 to -4 mm	0.6%	0.5%	0.5%
<-4 mm	0.3%	0.2%	0.1%

Sample consisted of 14,000 subjects, weighted to represent the population of Caucasian, African American, and Hispanic citizens of the United States.  
Data from: NHANES III, 1989-1994.

Figure 3 Prévalence de l'infraclusion selon l'âge (9)

## 1.2 Croissance crânio-faciale verticale

D'après Schudy, elle dépend de la croissance du nasion, de la croissance verticale du corps du maxillaire, des procès alvéolaires postérieurs du maxillaire et mandibulaire et du corps mandibulaire (figure 4).(1) D'après de nombreux auteurs, le maxillaire est responsable de 70% de la croissance verticale. Ces différences dans le développement vertical conduisent à des modifications de la position mandibulaire influençant l'intégration du menton dans le profil (11).



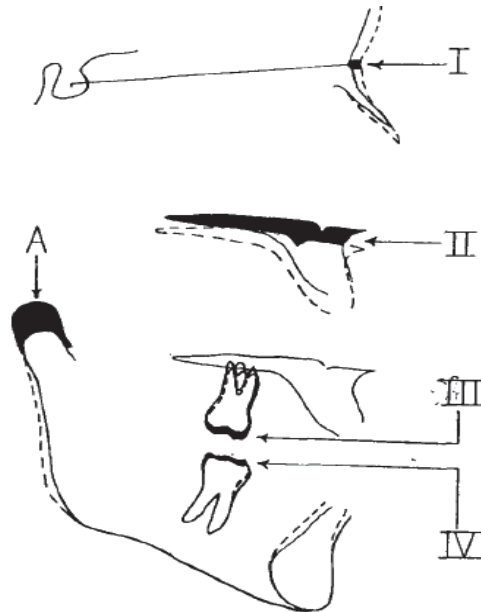


Figure 1 Croissance verticale selon Schudy 1964 (1)

### 1.2.1 Croissance verticale et sagittale de la base du crâne

Elle est influencée par l'activité de la synchondrose sphéno-occipitale : elle est composée de 2 parties, la première antérieure qui est stable après 3 ans, et l'autre oblique en bas et en arrière qui peut poursuivre sa croissance jusqu'à l'âge de 20 ans et plus. Cette croissance va retentir sur la hauteur verticale faciale, sur l'angle de la base du crâne et sur le type de rotation faciale (figure 5) (12).

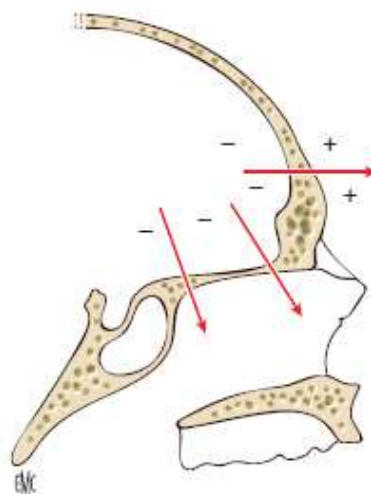


Figure 2 croissance de la base du crane (12)

### 1.2.2 Croissance verticale du maxillaire

La direction de croissance du maxillaire est orientée vers le bas et vers l'avant (figure 6). La croissance est suturale et est complétée par une croissance modelante périostée (13).

La croissance du complexe naso-maxillaire se produit en premier par la croissance de la base crânienne qui pousse le maxillaire en avant puis par remodelage périosté avec les phénomènes d'apposition/résorption du périoste.

Un phénomène apposition de périoste a lieu au niveau de la tubérosité, de la voûte palatine et s'oppose à celui de résorption qui s'effectue au niveau de la zone antérieure et au niveau du nez. On obtient un abaissement de l'épine nasale antérieure et une augmentation du volume sinusien maxillaire lors de l'éruption des premières et deuxièmes molaires permanentes. Le pic de croissance maxillaire s'effectue 6 mois avant le pic statural et 12 mois avant le pic de croissance mandibulaire. La croissance s'achève 1 à 2 ans avant la fin de la croissance staturale entre 15 et 17 ans (13).

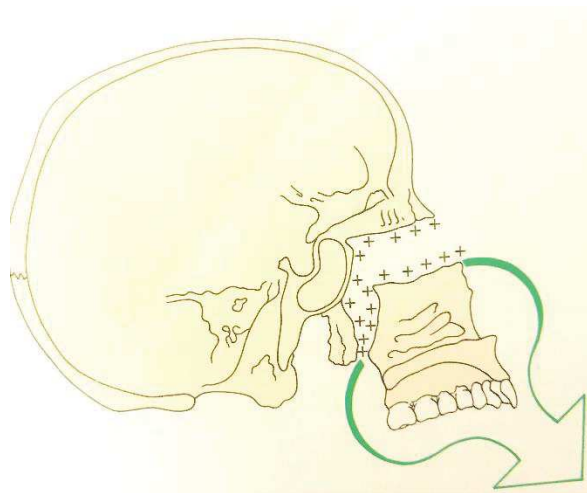


Figure 3 : croissance du maxillaire (14)

### 1.2.3 Croissance verticale mandibulaire

La croissance est dirigée vers le bas et vers l'avant et s'accompagne d'une rotation le plus souvent antérieure (13).

L'ossification est à la fois membraneuse et une cartilagineuse avec les cartilages secondaires de Meckel.

La croissance de la mandibule possède 3 composantes :

- La croissance verticale condylienne est responsable selon Sarnat de 80% de l'édification de la hauteur du ramus qui représente le centre le plus important de croissance mandibulaire. Selon les courbes de Björk, la croissance condylienne se poursuit au-delà de la croissance suturale de la face et un peu au-delà de la croissance staturale, jusqu'à l'âge de 22 ans chez le garçon et 18 ans chez la fille.
- La croissance modelante est le résultat d'une activité d'apposition et de résorption périostée du bord inférieur du corpus et du ramus qui a tendance à masquer les excès ou déficit de la croissance condylienne. Dans la rotation postérieure, on note une résorption antérieure et sous-symphysaire et une apposition postérieure et sous angulaire avec parfois création d'une encoche pré-angulaire.
- La croissance verticale par apposition au niveau des procès alvéolaires joue un rôle de rattrapage du jeu de croissance entre le maxillaire et la mandibule.

Björk en 1983 décrit les rotations mandibulaires grâce à la méthode des implants en tantale (repère fixe permettant d'observer l'évolution de la croissance) et par la méthode des superpositions céphalométriques (15) reprises par Proffit en 2013 dans son manuel (16) (figure 7):

- La rotation interne passe par le corps mandibulaire où chemine le nerf alvéolaire inférieur. On y retrouve deux rotations : la rotation autour du condyle (rotation matricielle) en A et la rotation centrée autour du corps de la mandibule (rotation intra-matricielle) en B.
- La rotation externe va tendre à compenser la rotation interne grâce aux surfaces de remodelage. Le bord postérieur de la partie inférieure de la mandibule tend à se résorber alors que la partie antérieure tend à rester inchangée ou à avoir une apposition osseuse légère.

D'après Björk, la rotation au sein de la mandibule (rotation interne) est masquée par les remodelages de surface et l'éruption dentaire. L'orientation de la mandibule résulte de la combinaison des rotations interne et externe.

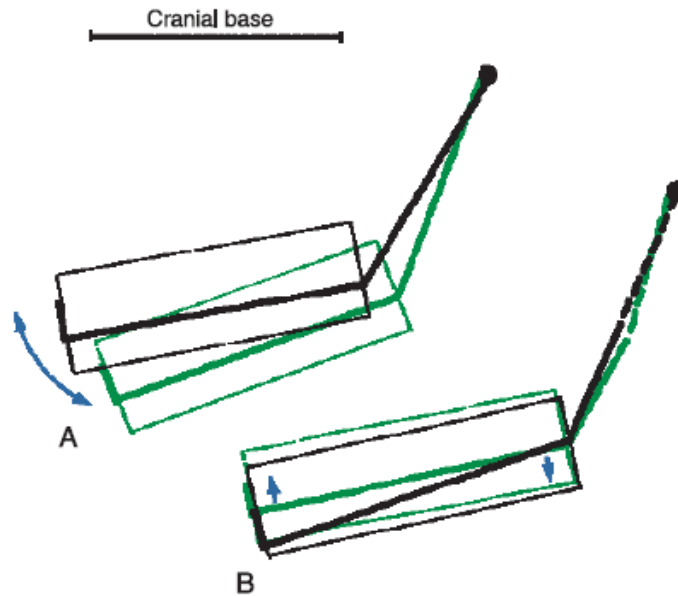


Figure 4 : A rotation interne autour du condyle, B rotation centrée sur le corps de la mandibule (16)

Björk décrit les signes structuraux de la rotation postérieure (figure 8) :

- le condyle est dirigé vers l'arrière et est relativement fin (1),
- le canal dentaire a un trajet rectiligne (2),
- l'angle mandibulaire est ouvert (3),
- l'échancrure pré-angulaire est marquée (4),
- la symphyse est orientée en haut et en arrière (5),
- la corticale symphysaire est fine (6),
- l'angulation inter-molaires est diminuée (7),
- l'étage inférieur de la face est augmenté (8).

L'ensemble de ces signes ne s'expriment pas toujours mais plus ils sont nombreux et plus la prévision de croissance tend vers l'hyperdivergence.

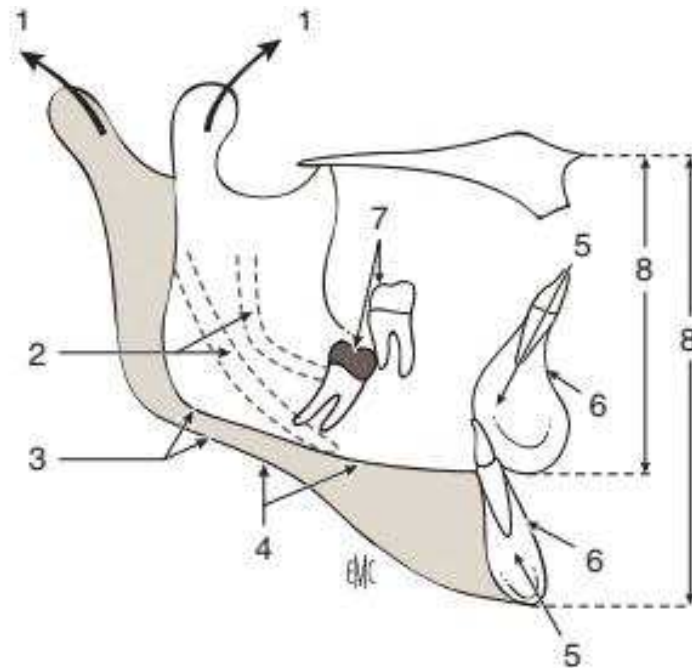


Figure 5 Signes structuraux de Björk de la rotation postérieure (en gris) (15)

#### 1.2.4 Croissance verticale des procès alvéolaires

Le processus de remodelage intervient aussi dans la croissance des procès alvéolaires. Ils contribuent à la croissance verticale totale.

Au maxillaire, les appositions osseuses se font sur les trois faces (interne, inférieure et postérieure) de la région alvéolaire postérieure et sur les deux faces (interne et inférieure) de la région du prémaxillaire. Selon Enlow (17), elle représente une dérive verticale de la dent et de son alvéole qui joue un rôle de rattrapage entre les croissances du maxillaire et de la mandibule.

A la mandibule, la denture se déplace vers le bas par croissance verticale du ramus. Ce déplacement est compensé par l'éruption dentaire.

L'association des croissances alvéolaire et condylienne représente l'élément le plus important du développement de la dimension verticale.

La dimension verticale de l'étage inférieur de la face suit une évolution discontinue lors de la croissance. Elle est dépendante de la croissance verticale alvéolaire jusqu'à 12 ans avec l'éruption des 2<sup>èmes</sup> molaires. Elle se poursuit jusqu' à l'âge de 17 ans grâce aux croissances opposées du maxillaire et de la mandibule (13).

### 1.3 Etiopathogénies

Les étiologies regroupent à la fois des facteurs environnementaux et des facteurs génétiques (18).

#### 1.3.1 Facteurs génétiques

##### 1.3.1.1 Hérité

La composante génétique d'une béance est principalement liée au potentiel de croissance inhérent du patient (19). Elle affecte les dimensions squelettiques mais aussi musculaires, comme la tonicité et les comportements neuromusculaires (20). Lors de l'anamnèse, il convient d'explorer les antécédents familiaux afin de prédire au mieux le potentiel de croissance du patient (8).

##### 1.3.1.2 Schémas de croissance défavorables

La hauteur faciale antérieure est déterminée par l'éruption des molaires mandibulaires et maxillaires et de la quantité de croissance verticale du maxillaire. Quand la croissance dentoalvéolaire est supérieure à la croissance verticale du condyle, on obtient une rotation postérieure de la mandibule. La présence d'une béance antérieure dépendra des compensations dentoalvéolaires.

L'excès vertical du maxillaire est une des causes le plus fréquemment rencontrées dans les cas de syndrome de face longue (21).

##### 1.3.1.3 Facteurs congénitaux

On retrouve cette malocclusion dans divers syndromes : dysostose cléido-crânienne, agénésie condylienne, cranio-sténoses, syndrome du 1<sup>er</sup> arc, maladies génétiques affectant le développement dentaire et osseux, dysplasie ectodermique, syndrome de Rieger, syndrome d'Apert, syndrome de Crouzon, syndrome de Treacher-Collins, séquence de Pierre Robin ... (20).

### 1.3.2 Causes iatrogènes

On peut citer les traumatismes condyliens ou une fracture de type Lefort du maxillaire (8,22,23).

Une mauvaise gestion de la mécanique orthodontique peut aussi provoquer une infraclusion antérieure par égression des molaires ou ingression des incisives. En outre, une version corono-vestibulaire des dents postérieures peut également aggraver l'infraclusion antérieure.

### 1.3.3 Causes environnementales

Les enfants présentant une béance peuvent présenter un déficit neuromusculaire et une faible tonicité musculaire de sorte que l'amplitude des forces occlusales serait insuffisante pour inhiber le développement vertical des secteurs alvéolo-dentaires postérieurs. Les conséquences éventuelles peuvent être une éruption excessive des dents postérieures, une rotation postérieure de la mandibule et une augmentation de la hauteur faciale antérieure (22,24). Cependant Fields et Proffit en 1983 publient une étude comparant les forces occlusales développées chez des enfants et des adultes normodivergents et hyperdivergents. Les forces occlusales sont identiques chez les enfants qu'ils soient normodivergents ou hyperdivergents alors qu'elles diminuent chez les adultes hyperdivergents. Les forces occlusales diminuent après que la croissance verticale ait eu lieu. Elles seraient donc un effet et non la cause de la malocclusion (25,26).

Une respiration buccale prolongée due à des tonsilles palatines ou des végétations adénoïdes hypertrophiques peut être un facteur contributif de la malocclusion d'où le terme de « faciès adénoïdien » mais elle n'est pas la principale étiologie. En effet Fields en 1991 montre dans son étude que la majorité des individus hyperdivergents n'ont pas une respiration buccale et doivent donc avoir un autre facteur étiologique comme cause principale (27). La figure 9 issue de l'étude de Fields montre qu'un quart des patients hyperdivergents respirent à moins de 50% par le nez (10% ont une respiration exclusivement orale et 15% à prédominance orale) alors que les trois quarts restants ont une respiration nasale (38% une respiration exclusivement nasale, 25% à prédominance nasale et 12% une respiration mixte).

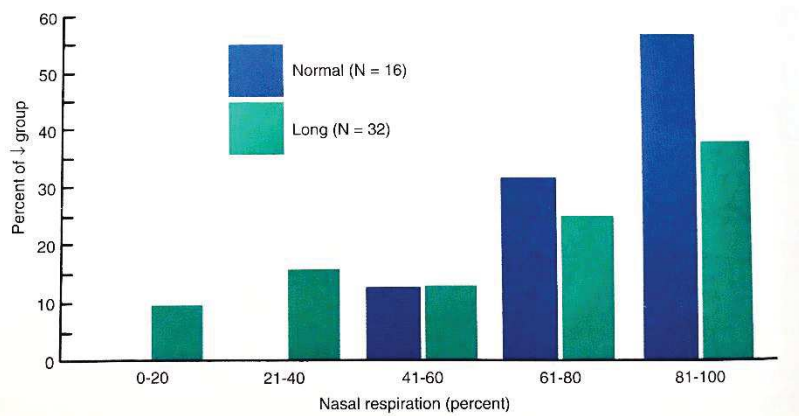


Figure 9 Comparaison de la respiration nasale entre les patients hyperdivergents et normodivergents (27)

Dawson met en évidence l'importance de la succion digitale, tétine, de la pulsion linguale et de la respiration buccale dans la béance antérieure (8,28,29) . 36 % des patients présentant cette malocclusion auraient une parafonction-dysfonction (24).

D'après Proffit, le rôle étiologique de la pulsion linguale est à modérer, elle serait plutôt une adaptation physiologique à l'infraclusie et un facteur d'entretien de la béance. De plus, la durée de la succion digitale ou de la pulsion linguale semble trop courte pour avoir un effet sur la croissance squelettique (14).

## 1.4 Diagnostic

### 1.4.1 Anamnèse

Il faudra interroger le patient sur le caractère familial de la dysmorphose, la présence de parafonctions telles que la succion digitale ou de dysfonctions (pulsions linguales, respiration buccale), les antécédents de traumatismes, médico-chirurgicaux, les pathologies générales et maladies génétiques, les pathologies en relation avec les troubles ventilatoires (asthme, rhino-pharyngites, otites...), les allergies qui peuvent induire une ventilation buccale (poussières, acariens...).



## 1.4.2 Examen exobuccal

### 1.4.2.1 De face

Dans la dimension transversale, nous retrouvons un visage étroit, une insuffisance transversale avec une aplasie de l'étage maxillaire et des orifices nasaires étroits (20).

Dans le sens vertical, le patient peut présenter un visage allongé, adénoïdien avec un effacement des plis nasogéniens et du sillon labio-mentonnier, crispation du muscle mentonnier ainsi qu'une inoclusion labiale au repos.

Au sourire, on peut retrouver des lèvres tendues ou au contraire éversées et atones, un sourire gingival antérieur et/ou postérieur. Ackerman et Proffit ont mis au point une analyse du sourire prenant en compte trois axes de rotation : le tangage (pitch), le roulis (roll) et le lacet (yaw) en plus des plans antéropostérieur, transverse et vertical. Celle-ci permet d'analyser la présence et l'orientation de la bascule du plan d'occlusion dans les trois dimensions (30). Le sourire gingival expose la totalité des couronnes antérieures et une quantité importante de gencive. Avec l'excès de croissance du maxillaire, on retrouve souvent un sourire gingival avec la lèvre inférieure qui recouvre les bords libres des canines et prémolaires maxillaires (figure 10). Cet excès de croissance du maxillaire peut être mesuré par céphalométrie en mesurant la distance entre le plan palatin et le bord des incisives maxillaires qui est environ 2mm plus élevé que les personnes normodivergentes. En fonction de la quantité d'exposition gingivale, plusieurs modalités thérapeutiques peuvent être envisagées (31).



*Figure 6 Sourire gingival par excès vertical maxillaire (30)*

#### 1.4.2.2 De profil

Les patients hyperdivergents ont souvent un profil convexe avec un menton effacé, le plus souvent associé à une Classe II squelettique.

La hauteur faciale postérieure est courte avec un ramus court, un angle goniale ouvert avec un plan mandibulaire très incliné, une échancrure prégoniale marquée, une hauteur faciale antérieure augmentée et une diminution de la distance cervico-mentonnaire (20).

Les tissus mous sont étirés avec contraction des muscles du menton et contraction de la lèvre supérieure avec allongement et effacement du philtrum lors de l'occlusion labiale. Le patient présente souvent une inoclusion labiale au repos.

#### 1.4.3 Examen endobuccal

##### 1.4.3.1 Intra-arcade

La voûte palatine peut-être étroite, haute en forme de V avec une insuffisance transversale du maxillaire. La courbe de Spee est peu marquée et elle peut être accentuée au maxillaire (20).

##### 1.4.3.2 Inter-arcade

L'hyperdivergence peut être associée à toutes les Classes d'Angle I II III. Dans le sens transversal, un déficit de la distance intermolaire et/ou intercanine peut être la cause d'une occlusion inversée uni/bilatérale ou d'une occlusion en bout à bout

transversale uni- ou bilatérale. Les milieux interincisifs peuvent ne pas être alignés avec le plan sagittal médian. Le praticien doit alors rechercher une éventuelle latérogнатhie ou latérodéviations mandibulaires.

Dans le sens vertical, il n'y a pas forcément de corrélation entre le recouvrement et la typologie faciale. Un patient hyperdivergent peut avoir un recouvrement correct par compensation dento-alvéolaire. A contrario, elle peut être aggravée par des facteurs dento-alvéolaires.

Les infraclusives peuvent s'étendre jusqu'aux prémolaires voire les molaires alors qu'une béance d'origine fonctionnelle concerne plus souvent la région incisivo-canine.

#### 1.4.4 Examen fonctionnel

Au repos, on peut retrouver une posture linguale basse avec ventilation orale, une macroglossie éventuelle, des tonsilles palatines et végétations hypertrophiques, une musculature masticatoire et labiale hypotonique. Plusieurs tests diagnostiques et examens sont à notre disposition pour analyser la perméabilité nasale : test du miroir de Glaser, test de Rosenthal et test du réflexe nasale.

La posture céphalique peut être modifiée pour faciliter le passage de l'air par la projection de la tête en avant avec une posture céphalique en extension (20).

En dynamique, une déglutition atypique avec interposition linguale entre les arcades, une contraction des muscles oro-faciaux permettant d'assurer l'occlusion labiale sont souvent décrites. Le tableau clinique peut aussi comporter des troubles phonatoires avec chuintement antérieur, un coefficient de mastication faible et des latérodéviations mandibulaires en rapport avec une anomalie du sens transversal et ou sagittal.

#### 1.4.5 Examens complémentaires

Des examens radiographiques peuvent venir compléter l'examen clinique : un orthopantomogramme à la recherche de pathologies condyliennes ou de traumatismes, et une téléradiographie de profil à la recherche des signes de la

rotation postérieure (signes de Björk). Beaucoup d'analyses (Ricketts, Steiner, Delaire, Sassouni, Schudy...) décrivent les signes de l'hyperdivergence décrits précédemment. Le diagnostic céphalométrique met en évidence une augmentation de tous les angles entre le plan mandibulaire ou plan d'occlusion et la base du crâne ou la face supérieure :

- $GoGn/Sn > 37^\circ$  d'après Steiner
- $FMA > 30^\circ$  d'après Tweed
- Plan d'occlusion/ Plan de Francfort  $> 13^\circ$
- Plan d'occlusion/ SN  $> 17^\circ$
- Augmentation de la hauteur faciale antérieure totale Na-Me et surtout de la hauteur faciale antérieure inférieure.

	Hypodivergents	Mésodivergents	Hyperdivergents
Hauteur faciale antérieure totale Na-Me	114.8mm	117.8mm	125.8mm
Hauteur faciale antérieure supérieure Na-ANS	52.87mm	51.3mm	50.84mm
Hauteur faciale antérieure inférieure ANS-Me	62.13mm	66.5mm	74.96mm
Rapport ANS-Me/Na-Me	54.12%	56.45%	59.59%
Hauteur faciale postérieure totale : distance de la ligne SN au plan mandibulaire passant par Ar	79.53mm	74.01mm	72mm
Rapport hauteur faciale postérieure totale/Na-Me	69.28%	62.91%	57.23%
Hauteur du ramus	50mm	45.8mm	42.8mm
Rapport hauteur ramus/ANS-Me	79.67%	68%	56.46%
Angle goniale	116.26°	125.1°	131.76°

Figure 7 Valeurs céphalométriques caractérisant les anomalies squelettiques verticales selon Schudy (21)

L'analyse radiologique en trois dimensions, le cone beam (CBCT) devient un outil radiologique de plus en plus utilisé en orthodontie. Il permet de réaliser le diagnostic de pathologies des articulations temporo-mandibulaires, d'analyser les relations squelettiques/dentaires et de réaliser des mesures céphalométriques plus précises. Lors du traitement, le CBCT s'avère être un outil intéressant pour la chirurgie

orthognathique. Il permet de prévisualiser les résultats esthétiques à l'aide de logiciel de simulations chirurgicales ainsi que de déterminer le placement d'ancrages osseux temporaires (32).

### 1.5 Diagnostic différentiel

Il permet de déterminer si la malocclusion est d'origine dentaire (seulement avec des étiologies fonctionnelles), ou dento-squelettique (interaction de facteurs fonctionnelles et génétiques) ou seulement squelettique.

### 1.6 Pronostic

Le pronostic dépend de la sévérité de l'hyperdivergence, du potentiel de croissance du patient et de la motivation au traitement.

### 1.7 Répercussions psychologiques et sociales

Les patients recherchent un traitement principalement pour des raisons esthétiques afin de corriger les dysmorphoses ayant un impact psychosocial telles qu'une face longue, un profil convexe, un sourire gingival marqué et étroit, une inoclusion labiale au repos. Cependant, des problèmes fonctionnels tels que la difficulté à inciser les aliments et les problèmes d'élocution peuvent aussi faire partie du motif de consultation.

## II- Les traitements des béances

Les béances d'origine dentoalvéolaires peuvent être traitées de manière orthodontique. Il est préférable pour les béances squelettiques de réaliser un traitement orthodontico-chirurgical afin de corriger la divergence squelettique. La décision du traitement ne repose pas uniquement sur les caractéristiques de la malocclusion, mais elle tient compte des besoins et des possibilités du patient (33). Si sa préoccupation est l'amélioration de l'esthétique de son visage (hauteur faciale excessive, menton en retrait...), la meilleure option reste l'approche orthodontico-chirurgicale (figure 12). Un traitement orthodontique à lui seul ne changera pas les relations squelettiques du tiers inférieur du visage, et n'aura guère d'impact sur les

tissus mous. Par contre, si le patient ne s'intéresse qu'à l'amélioration de ses relations dentaires, une approche orthodontique seule peut fournir des résultats satisfaisants en fonction de ses attentes (33).

<b>ORTHODONTIC CAMOUFLAGE OF SKELETAL MALOCCLUSION</b>
<b>Acceptable Results Likely</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Average or short facial pattern</li><li>• Mild anteroposterior jaw discrepancy</li><li>• Crowding &lt;4-6 mm</li><li>• Normal soft tissue features (nose, lips, chin)</li><li>• No transverse skeletal problem</li></ul>
<b>Poor Results Likely</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Long vertical facial pattern</li><li>• Moderate or severe anteroposterior jaw discrepancy</li><li>• Crowding &gt;4-6 mm</li><li>• Exaggerated features</li><li>• Transverse skeletal component of problem</li></ul>

Figure 8 Traitement orthodontique de camouflage d'une dysmorphose squelettique (34)

## 2.1 Traitement orthodontique

Lors de la planification du traitement orthodontique, il est nécessaire de déterminer comment corriger l'infraclusion, que ce soit par égression des dents antérieures ou par ingression des dents postérieures. Cette décision dépend du positionnement vertical des incisives maxillaires par rapport à la ligne du sourire qui quantifie la quantité d'exposition des incisives maxillaires ainsi que du découvrément gingival. L'égression des incisives maxillaires est indiquée dans les cas où la ligne du sourire est basse c'est à dire lorsque l'exposition des incisives est insuffisante lors du sourire. A l'inverse, lorsque la ligne du sourire est haute et découvre un excès de gencive supérieure à 4 mm, l'ingression des dents postérieures et antérieures est indiquée. Si la décision concerne l'égression des dents antérieures, le traitement peut être effectué sans ou avec extractions avec l'aide d'élastiques verticaux intermaxillaires (33,35).

### 2.1.1 Traitement orthodontique sans avulsions

#### 2.1.1.1 Egression des incisives

Le traitement par égression des incisives peut être réalisé en technique continue avec des élastiques verticaux ou en technique segmentée avec un arc d'égression. Il est recommandé de coller les attaches en position plus cervicale dans le secteur antérieur. L'utilisation d'élastiques intermaxillaires verticaux placés en antérieur permet d'égresser les incisives. Les patients doivent utiliser les élastiques en permanence 20 heures par jour, en les retirant uniquement pendant les repas pour obtenir des résultats satisfaisants. Pour faciliter la correction de l'infraclusie, il serait recommandé de coller les attaches avec une angulation mésiale (figure 13). Cette technique permettrait de corriger l'infraclusie mais sa stabilité sur le long terme serait faible (33,35).



Figure 9 Angulation mésiale des attaches pour corriger l'inclinaison mésiale dentaire (35)

La technique multiloop edgewise archwire (MEAW) introduite par Kim (1987) consiste à utiliser des arcs acier à boucles en L de section 0,016 × 0,022 pouce pour abaisser le rapport charge/flexion (figure 14). Des élastiques verticaux antérieurs sont utilisés en concomitance (35–37).



Figure 10 MEAW de Kim en 1987 (36)

En technique segmentée, l'arc d'égression est un système de force avec une force égressive sur les dents antérieures et un moment anti-horaire et une force ingressive sur le segment postérieur. Le moment anti-horaire n'est pas favorable et peut-être contré avec des élastiques verticaux insérés à l'extrémité antérieure des arcs sectionnels postérieurs. L'effet d'ingression sur les molaires reste faible et n'entraîne pas de version corono-vestibulaire car l'arc d'égression s'utilise en association avec un arc transpalatin. L'effet principal demeure l'égression du segment antérieur (figure 15) (38).

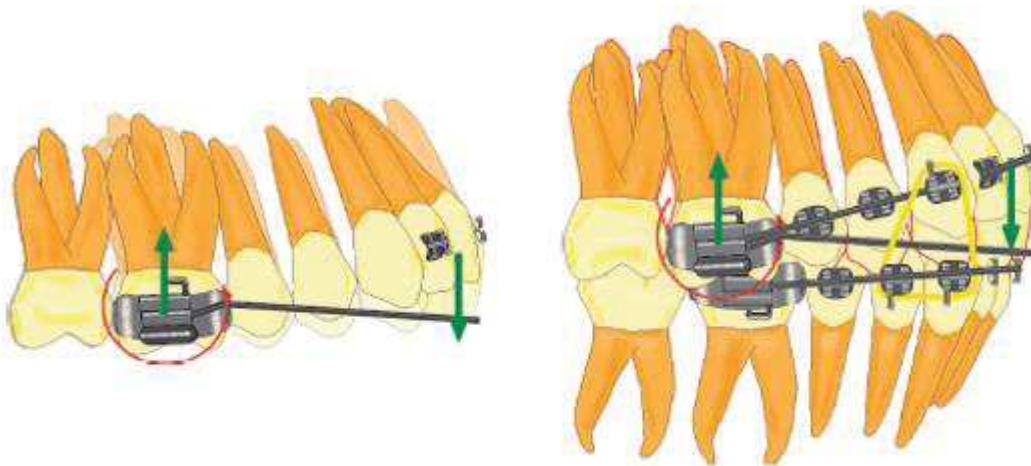


Figure 15 Arc d'égression avec élastiques verticaux postérieurs (38)

En technique continue, il est aussi possible d'inverser et accentuer la courbe de Spee des arcs mandibulaire et maxillaire en conjonction d'un port d'élastiques verticaux antérieurs. Cette mécanique aurait pour but d'ingresser les dents postérieures et d'égresser les dents antérieures (35).

Une grille anti-langue ou des pics langue peuvent être associés au traitement orthodontique afin de corriger les habitudes délétères qui peuvent être persistantes même chez les adultes, telles que la pulsion linguale.

L'acceptation est cependant difficile chez les adultes du fait des éventuelles difficultés de phonation.

#### 2.1.1.2 Contrôle vertical postérieur

La force extra-orale (FEO) haute permet le contrôle vertical voire une ingression relative des molaires maxillaires. Cependant, certaines études ont montré qu'elle



peut aussi provoquer une égression des molaires mandibulaires. Afin d'éviter cette compensation d'égression, l'utilisation concomitante d'un plan de morsure postérieur est recommandée, associé ou non avec des aimants. Les résultats cliniques obtenus sont faibles puisque l'ingression molaire serait de l'ordre de 0,5mm. L'arc transpalatin permettrait aussi une ingression relative mais faible des molaires (0,41 mm) d'après DeBerardinis. Ces techniques permettent le contrôle vertical des molaires mais ne permettent pas de corriger l'infraclusion antérieure par ingression des molaires (37,38). La raison principale semble être la faible puissance masticatoire chez les patients hyperdivergents.

### 2.1.2 Traitement orthodontique avec avulsions

Différentes stratégies d'extraction ont été suggérées afin de corriger les béances par l'extraction de prémolaires ou de molaires. L'avulsion des premières prémolaires est une pratique courante mais le schéma d'extraction est adapté individuellement au patient.

Ces extractions doivent être intégrées dans le plan de traitement orthodontique global afin de corriger d'autres anomalies, tels que l'encombrement, une biproalvéolie excessive ou une malocclusion de Classe II ou III. La sévérité de la béance influence également la décision d'extraction, de telle sorte que plus la béance est sévère, plus le recours aux extractions est important.

La mécanique d'extraction suit le « principe du pont-levis ». Cet effet entre en action lorsque les dents antérieures maxillaires et mandibulaires ont une inclinaison corono-vestibulaire. Lors de la rétraction, ces dents sont redressées par un mouvement de version incontrôlée corono-palatin et corono-lingual. La résultante est la fermeture progressive de la béance (figure 16)(35).

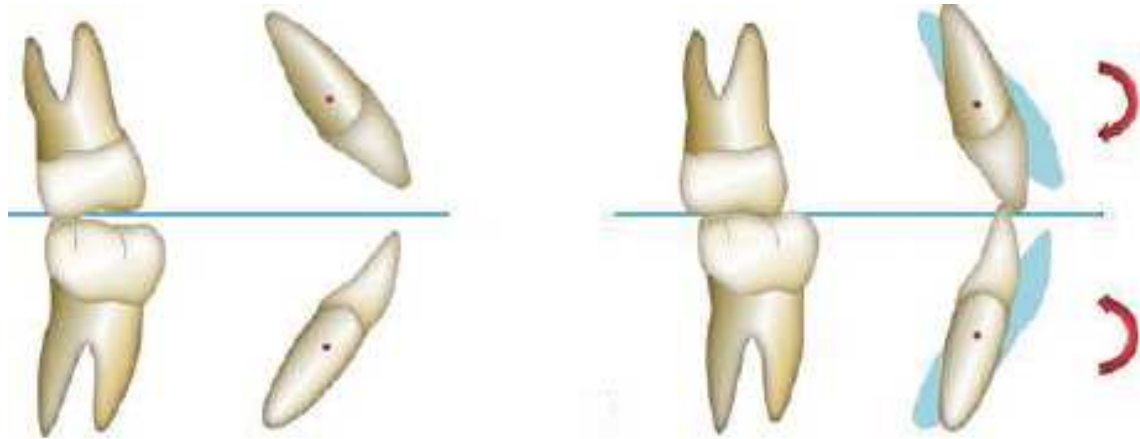


Figure 16 Fermeture de la béance par redressement incisif (par principe du " pont levis ")(35)

### 2.1.2.1 Biomécanique de la fermeture des espaces

On distingue 3 modes différents de fermeture des espaces au cas d'avulsion de prémolaires :

1. groupe A ou maximum d'ancrage au niveau des molaires. Dans ces cas on privilégie la rétraction des incisives
2. groupe B ou ancrage réciproque ou l'on désire autant rétracter le secteur antérieur que mésialiser les segments postérieurs
3. groupe C ou minimum d'ancrage au niveau des molaires. Dans ces cas on privilégie la mésialisation des secteurs postérieurs.

Des moments et des forces verticales différents viennent à être appliqués au niveau des segments antérieur et postérieur dans ces 3 cas de figure d'ancrage distinct.

Ainsi dans les ancrages du groupe A, un moment important horaire est appliqué au niveau du segment postérieur alors qu'un moment anti-horaire de plus faible intensité est exercé au niveau antérieur. Afin d'équilibrer le système de forces et de moments, des forces verticales s'exercent avec égression des molaires et ingression des incisives. Ces deux mouvements constituent ainsi un effet indésirable dans le cas d'une infraclusion antérieure. L'égression molaire peut être contre-carrée par l'utilisation d'une traction extra-orale haute. Le recours à des ancrages osseux pourrait constituer une alternative (figure 17).

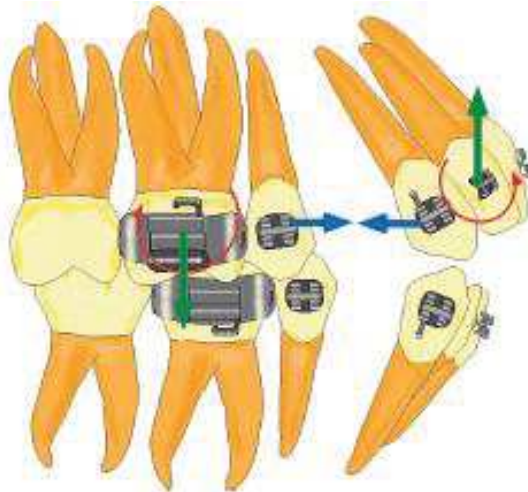


Figure 17 Fermeture d'espace en cas de groupe A (38)

La fermeture d'espace en groupe B est illustrée ci-dessous. Deux moments égaux et opposés sont exercés au niveau des segments antérieur et postérieur. Aucune force verticale n'est générée dans ce type de fermeture réciproque des espaces (figure 18).

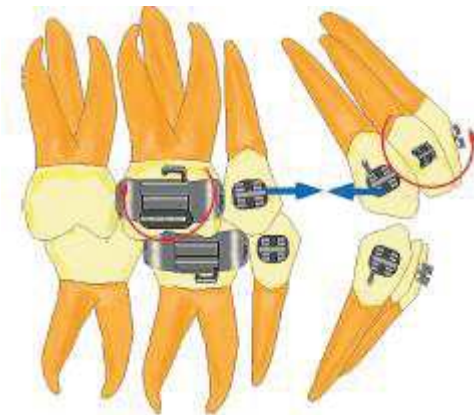


Figure 18 Fermeture d'espace en cas de groupe B (38)

Les forces verticales associées à des fermetures d'espace en groupe C (ancrage maximal antérieur) contribuent à la correction de l'infraclusion antérieure. Les forces verticales sont inversées par rapport au groupe A, une force égressive est ainsi exercée au niveau antérieur alors qu'une force d'ingression s'applique au niveau des secteurs postérieurs (figure 19).

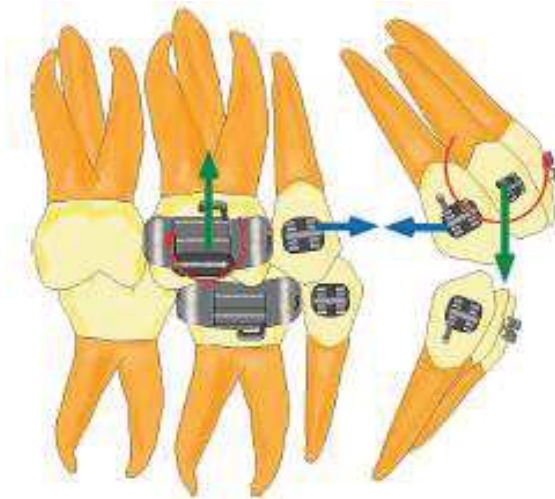


Figure 19 Fermeture d'espace en cas de groupe C(38)

## 2.2 Chirurgie orthognathique

La première intervention de chirurgie orthognathique rapportée a eu lieu en Virginie en 1849, a porté sur la mandibule et a été réalisée par Simon P. Hullahen.(39)

Elle permet l'amélioration de l'esthétique faciale, dentaire et fonctionnelle.

Le traitement orthodontico-chirurgical est divisé en étapes bien définies :

- traitement orthodontique de préparation pré-chirurgicale
- chirurgie orthognathique. Cette étape nécessite que la préparation orthodontique soit validée avec les modèles de réévaluation. L'étape chirurgicale requiert idéalement la réalisation d'une ou plusieurs gouttières chirurgicales à usage per-opératoire.
- phase de finition orthodontique
- contention

Le traitement orthodontique a plusieurs objectifs. Le premier est de préparer la denture à la chirurgie, de stabiliser les dents et les fragments osseux suite à la chirurgie lors de la cicatrisation et enfin de réaliser les finitions orthodontiques post chirurgie et la contention. L'orthodontiste doit veiller à éliminer les compensations dentoalvéolaires liées à la malocclusion. Lors d'une infraclusion, il faut décompenser

l'égression des incisives par ingression de celles-ci et suffisamment torquer les incisives maxillaires et mandibulaires avant la chirurgie. Par exemple, lors d'une impaction postérieure du maxillaire, il est nécessaire d'accentuer préalablement le torque corono-vestibulaire des incisives maxillaires en fonction de la rotation prévue des maxillaires.

Dans le cas d'arcade dentaire avec un seul plan occlusal, le nivellement et l'alignement peuvent être effectués avec des arcs continus. Toutefois, dans les cas de double plan occlusal, le nivellement de l'arcade maxillaire et la coordination doivent absolument être réalisées en technique segmentée afin d'éviter l'égression des incisives qui est délétère sur le plan esthétique et sur la stabilité au long terme. En effet, le mouvement d'égression des incisives maxillaires s'avère être très récidivant avec un retour à l'infraclusion. Ces mouvements sont ainsi effectués pendant la chirurgie et non pendant la préparation orthodontique (figure 20).

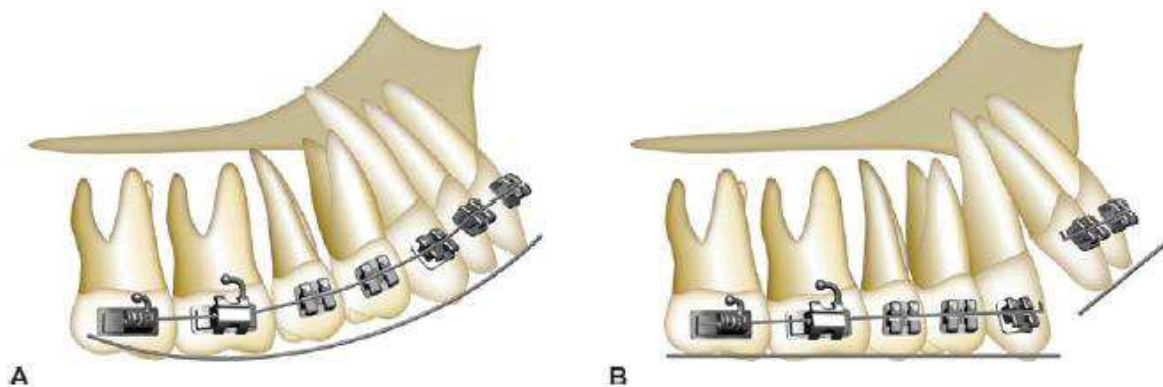


Figure 20 A Nivellement en continu versus B Nivellement segmenté de l'arcade maxillaire (40)

### 2.2.1 Chirurgie d'impaction maxillaire (ostéotomie de Lefort1)

La première ostéotomie de Lefort I utilisée pour la correction chirurgicale d'une malformation faciale a eu lieu en 1927 et a été entreprise par Wassmund. C'est en 1975, que Bell révolutionne l'ostéotomie du maxillaire (41), confirmée par les travaux de Schendel qui démontraient que l'on pouvait sans risque, sectionner la muqueuse vestibulaire sans crainte pour la vascularisation de l'os maxillaire.(42) Elle permet de réaliser dans les cas d'hyperdivergence squelettique une impaction postérieure, d'avancer le maxillaire et si besoin de réaliser de l'expansion.(43) L'ostéotomie

d'impaction de Le Fort I trouve ses indications dans la correction des infraclusies antérieures d'origine squelettique, la diminution de la hauteur faciale antérieure et la correction des sourires gingivaux présentant plus de 4 mm de gencive lors du sourire (figure 21). (31)

Degree	Gingival and mucosal display (mm)	Treatment modalities
I	2-4	Orthodontic intrusion Orthodontics and periodontics Periodontal and restorative therapy
II	4-8	Periodontal and restorative therapy Orthognathic surgery (Le Fort I osteotomy)
III	≥ 8	Orthognathic surgery with or without adjunctive periodontal and restorative therapy

Figure 21 Thérapeutiques possibles en fonction de la sévérité du sourire gingival (30)

La chirurgie sépare l'infrastructure maxillaire comportant l'arcade dentaire, du reste du maxillaire, tout en conservant sa vascularisation par son pédicule postéro-inférieur. Le plateau maxillaire est libéré de la base crânienne et est mobilisable dans les trois sens de l'espace (figure 22). Les mouvements d'impaction, de descente, de rotation ou de bascule du maxillaire deviennent possibles. D'après Proffit, une impaction postérieure est possible jusqu'à 10mm, un avancement du maxillaire entre 6-8 mm par contre le recul du maxillaire est difficile et peu pratiqué en raison des contraintes anatomiques (44).

Cette impaction maxillaire provoque une autorotation de la mandibule dans le sens anti-horaire. Il est toutefois nécessaire de prêter attention à l'avancement de la mandibule suite à l'autorotation induite par l'impaction maxillaire.

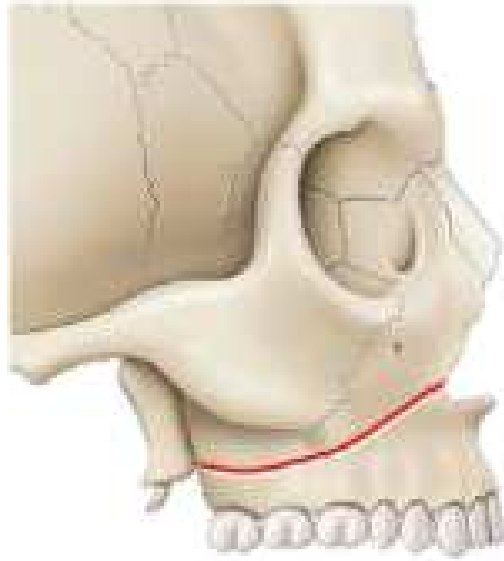


Figure 22 Ostéotomie de Lefort I (42)

Si plusieurs plans d'occlusions sont présents au sein de l'arcade maxillaire avec besoin ou non de réaliser de l'expansion transversale, on peut réaliser une ostéotomie de Lefort I en plusieurs parties (40) permettant de mobiliser plusieurs fragments dans la direction voulue (figure 23).

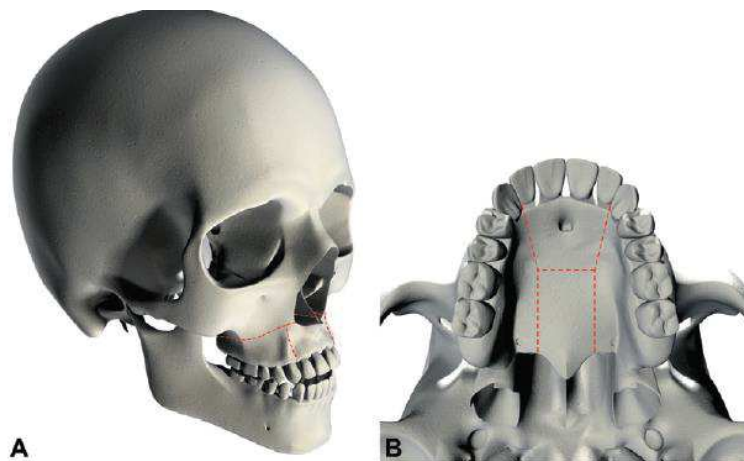


Figure 23 Ostéotomie multisegmentée de Le fort I (40)

Cette chirurgie peut provoquer une augmentation de la largeur des ailes du nez et d'exposition des narines.

## 2.2.2 Chirurgie mandibulaire (ostéotomies sagittales bilatérales Bilateral Sagittal Split Osteotomy)

Vilray Blair fut le premier à réaliser l'ostéotomie mandibulaire en 1925. En 1957 Trauner et Obwegeser puis Dal Pont en 1961 modifient la technique d'ostéotomie.(39,42)

L'ostéotomie sagittale des branches mandibulaires (OSBM) ou Bilateral Sagittal Split Osteotomy (BSSO) permet la mobilisation de l'arcade mandibulaire. L'intervention chirurgicale sépare en deux segments la branche mandibulaire de chaque côté du corps mandibulaire (figure 24). On obtient deux segments externes (contenant les articulations temporo-mandibulaires) et un fragment interne contenant les pédicules vasculo-nerveux et le corps antérieur de la mandibule. Celui-ci peut être mobilisé dans les trois plans de l'espace puis fixé dans la position voulue avec des plaques d'ostéosynthèses de chaque côté.

De nombreux trajets d'ostéotomie ont été décrits par différents auteurs (Blair, Schlössmann, Shuchardt, Obwegeser, Trauner, Dalpont, Epker, ...)



Figure 24 Ostéotomie sagittale selon Obwegeser et Epker (42)

L'ostéotomie bilatérale sagittale permet la rotation anti-horaire de la mandibule et de fermer l'infraclusion ainsi que de corriger les anomalies de la dimension sagittale faciale. Si elle n'est pas associée à un geste d'impaction du maxillaire, elle présente l'avantage d'éviter les modifications esthétiques potentiellement néfastes telles que l'augmentation de la largeur du cartilage alaire et des narines.



Cette procédure jugée moins stable que l'impaction maxillaire pour corriger l'infracluse fut progressivement abandonnée dans les années 1980 (45).

### 2.2.3 Chirurgie bimaxillaire

Une avancée ou un recul mandibulaire supplémentaire peut s'avérer nécessaire afin de corriger les décalages antéropostérieurs et verticaux résiduels. En effet, l'autorotation mandibulaire obtenue après chirurgie d'impaction maxillaire peut être insuffisante et nécessiter une avancée de la mandibule. Au contraire, on peut réaliser un recul mandibulaire si l'autorotation mandibulaire s'avère très importante afin d'éviter une prognathie mandibulaire.

### 2.2.4 Ostéotomies segmentaires

Elles sont rarement pratiquées puisque le risque principal est de léser les tissus dentaires et le parodonte. Le maintien d'une vascularisation suffisante est difficile avec ces techniques opératoires. En 1959 est décrite l'ostéotomie de Schuchardt qui réalise l'ostéotomie et l'impaction des secteurs prémolo-molaires maxillaires (figure 25).

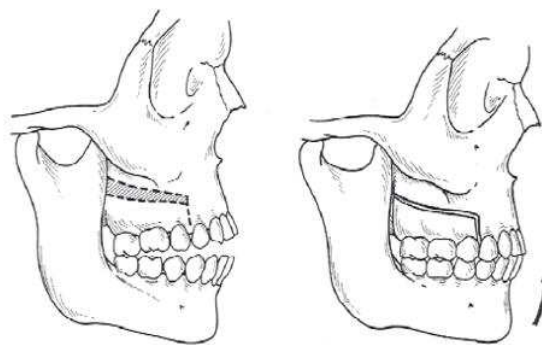


Figure 25 Ostéotomies de Schuchardt (46)

A la mandibule, l'ostéotomie de Kôle permet de réaliser l'ostéotomie antérieure mandibulaire et l'ascension du bloc antérieur (figure 26) (47).

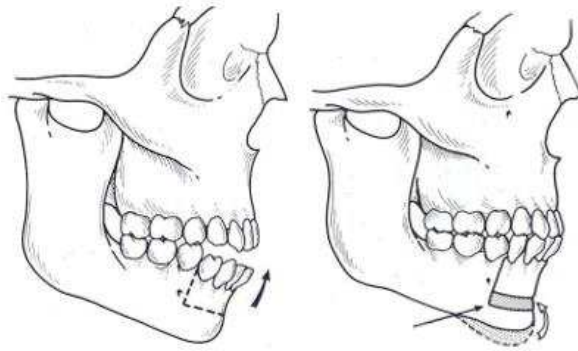


Figure 26 Ostéotomie de Köle (47)

### 2.2.5 Génomplastie

La génomplastie est souvent associée en complément des ostéotomies basales maxillaires et mandibulaires. Elle peut être réalisée dans le même temps opératoire ou différée.

On retrouvera la plupart du temps des génomplasties d'avancement et de réduction verticale lorsqu'il persiste un excès vertical antérieur ou lorsque le patient présente une progénie ou rétrogénie (figure 27) (48).

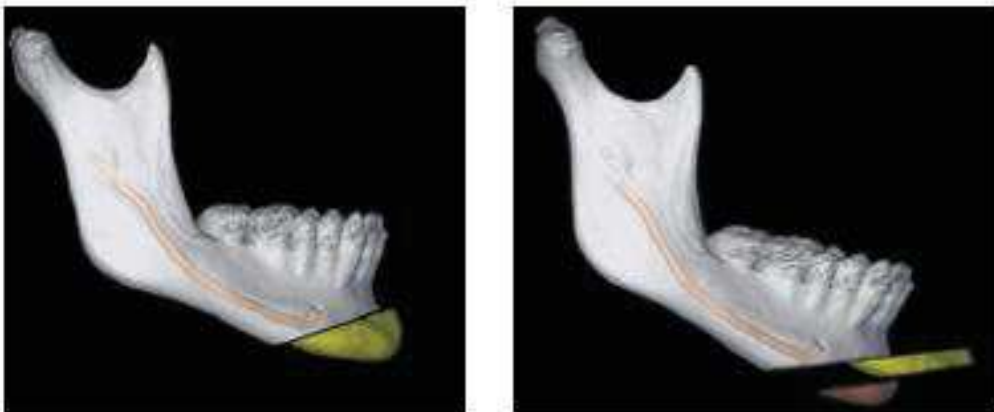


Figure 27 Génomplastie d'avancée/ de réduction verticale (48)

### 2.2.6 Chirurgie des tissus mous

Il s'agit de chirurgie ORL telles que l'adénoïdectomie, ou et l'amygdalectomie afin de dégager les voies respiratoires.

La glossoplastie peut se réaliser en cas de macroglossie vraie mais elle rarement indiquée.

Une technique récente consiste à injecter du botox afin de réduire le sourire gingival mais celle-ci demeure temporaire. Elle ne serait efficace que sur une durée limitée de 24 à 32 semaines (49).

### 2.3 L'ingression molaire grâce aux ancrages osseux

L'avènement des ancrages osseux commence dès 1945 avec Gainsforth et Higley avec les expérimentations animales. En 1983, Creekmore et Eklund commencent à ingresser les incisives maxillaires avec ces ancrages. C'est en 1999 que Sugawara et Umemori commencent à les utiliser afin de corriger les béances squelettiques en ingressant les molaires mandibulaires (50,51).

#### 2.3.1 Indications

L'utilisation d'ancrage osseux se réalise en présence d'une hyperdivergence squelettique par excès vertical postérieur. Cette ingression permettra au maxillaire de réaliser une rotation horaire du maxillaire et anti-horaire de la mandibule et de réduire la hauteur faciale antérieure. Une ingression molaire de 2 à 3 mm suffit généralement à corriger une infraclusion sévère. Une ingression molaire de 1 mm entraînerait une fermeture de l'infraclusion de 3 mm par rotation anti-horaire de la mandibule. Le temps nécessaire moyen est d'environ entre 5 et 10 mois (52).

Elle se réalise en denture permanente et nécessite une bonne santé parodontale (53).

La correction de l'infraclusion peut être obtenue avec différents types d'ancrages osseux : les mini-implants et les mini-plaques.

#### 2.3.2 Contre-indications

Elles sont les mêmes que celles retrouvées dans les traitements multi-attaches et de la chirurgie implantaire : (54)

- les infections aiguës ou chroniques locales ou systémiques (cardiopathies, diabète non équilibré, hémodialyse, trouble de la coagulation ou des défenses immunitaires),

- la radiothérapie de la région maxillo-faciale,
- les mauvaises qualité ou quantité osseuses susceptibles d'affecter la stabilité de l'ancrage (parodontopathies),
- les obstacles ou proximités anatomiques,
- les risques de résorptions radiculaires,
- la largeur d'os inter radiculaire insuffisante.

### 2.3.3 Les différents dispositifs

#### 2.3.3.1 Les implants dentaires

Ils peuvent être utilisés dans le cadre de l'ingression molaire si un implant est prévu dans le plan de traitement. Ce sont des prothèses qui nécessitent un temps d'ostéointégration (mise en charge retardée) et qui sont à visée définitive (55).

#### 2.3.3.2 Les dispositifs d'ancrages temporaires : mini-vis, mini-plaques

Appelés TADS (Temporary Anchorage Devices) à mise en charge immédiate. On retrouve dans les TADS les mini-vis et les mini-plaques.

##### 2.3.3.2.1 Les mini-vis

Les mini-vis sont des implants temporaires avec mise en charge immédiate (56). Elles ne sont pas destinées à être ostéointégrées. Elles doivent être placées dans la zone alvéolaire à distance des racines et des structures nerveuses. Le choix du diamètre et de la longueur de la mini-vis dépend de l'analyse radiographique et de l'axe d'insertion du site receveur. Le col de la mini-vis doit émerger dans la gencive attachée afin d'éviter l'inflammation gingivale.

Elles sont constituées d'une partie intra-osseuse cylindro-conique de longueur variable (5 à 10 mm) et de diamètre variable (1,2 à 2 mm), d'une partie extra-osseuse trans-gingivale avec un col lisse qui permet une bonne cicatrisation

gingivale et d'une tête extra-gingivale permettant de transmettre la force d'ancrage (figure 28).



*Figure 28 Forme générale des mini-vis (56)*

Les mini-vis peuvent être auto-taraudantes (leurs insertions doivent être précédées d'un forage avec un contre-angle) ou auto-taraudante et perforante (insertion directe au travers de la gencive avec un tournevis manuel ou un contre-angle sans forage préalable).

Il faut veiller à contrôler la stabilité primaire (en traction et compression) avant la mise en charge et réaliser un contrôle radiographique afin de vérifier l'axe d'insertion et le bon positionnement de la mini-vis (54).

Dans le cadre de l'ingression molaire, il faut anticiper la quantité d'ingression que l'on souhaite obtenir avant d'insérer la mini-vis. La hauteur entre les racines et la ligne muco-gingivale peut en effet s'avérer insuffisante par rapport à la quantité d'ingression que l'on souhaite obtenir.

Les caractéristiques de mini-vis les plus fréquemment utilisées pour ingresser les molaires sont : mini-vis auto-taraudantes et auto-perforantes, avec un petit diamètre (environ 1,5 mm), une longueur de filetage modérée (environ 8 mm), avec un col transgingival de 1 mm (côté vestibulaire) à 3 mm (côté palatin) et une vis à tête ronde facilitant l'application de chaînes élastiques ou de ressorts en Nickel Titane.

La mise en place peut être réalisée du côté palatin afin d'avoir plus de place entre les racines, d'avoir plus de gencive attachée et une bonne épaisseur corticale. Cependant, l'abord chirurgical est plus complexe et l'épaisseur des tissus plus importante (nécessitant une mini-vis avec un col transgingival long).

Les mini-vis présentent plusieurs avantages : (57)

- coût réduit par rapport aux mini-plaques

- faible caractère invasif : absence d'incisions ou de lambeaux, anesthésie locale
- mise en place rapide et possible en cabinet
- peu de douleurs et d'inconfort post-opératoire.

Les complications possibles sont :

- manque de stabilité primaire avec perte de la mini-vis (58)
- lésion du desmodonte et de la dentine radiculaire lors de l'insertion
- lésion lors du mouvement d'ingression molaire par proximité de la mini-vis avec les racines (59)
- inflammation gingivale si l'hygiène bucco-dentaire n'est pas suffisante
- une résorption apicale radiculaire des dents postérieures peut survenir bien qu'elle soit cliniquement non significative (60–62).

D'après une étude rétrospective parut en 2007 par Kuroda et Sugawara : les mini-vis ont un taux de réussite élevé d'environ 80%, identique à celui des mini-plaques, et présentent moins de douleurs et d'inconfort que les mini-plaques (figure 29) (63).

<i>Clinical variable</i>	<i>Type A</i>	<i>Type B</i>	<i>Miniplate with screws</i>
Success rate (%)	81.1	88.6	86.8
Size of screws (mm)			
Diameter	2.0 or 2.3	1.3	2.0
Length	7 or 11	6-12	5
Subjects (n)	18	40	22
Implants (n)	37	79	38

Figure 29 Taux de succès des mini-vis (type A et B) et des mini-plaques (63)

La figure 30 montre le taux d'inconfort entre les mini-plaques (colonnes grises), les mini-vis avec lambeau mucopériosté (colonnes noires) et les mini-vis sans lambeau mucopériosté (colonnes blanches). Les mini-plaques et les mini-vis avec lambeau mucopériosté provoquent plus de douleurs et d'inconfort post-opératoire que les mini-vis sans lambeau muco-périosté (63).

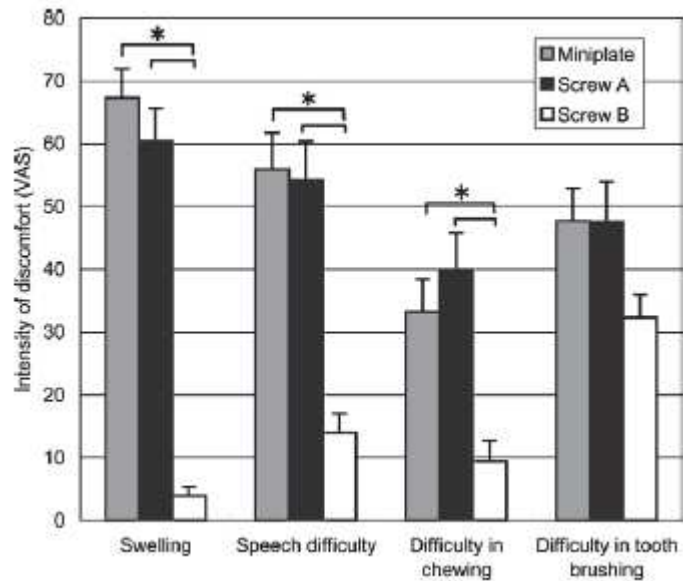


Figure 30 Taux d'inconfort après implantation des ancrages osseux (63)

#### 2.3.3.2.2 Les mini-plaques

Les mini-plaques en titane sont dérivées des plaques d'ostéosynthèse utilisées en chirurgie maxillo-faciale sur lesquelles a été ajoutée une extension pour mettre en place un ancrage orthodontique intraoral. Le corps peut être en forme de I, L ou Y percée de plusieurs orifices prévus pour les vis de fixation (figure 32). Le site de prédilection pour l'ingression molaire est le processus zygomatique du maxillaire. Les mini-plaques doivent être posées au moins deux semaines avant de commencer les mécanismes d'ingression selon Sherwood (53). Des études ultérieures contradictoires ont cependant soutenu la mise en charge précoce (64).

Pour éviter toute ingression par inadvertance de dents antérieures lors de l'ingression molaire avec un arc continu, la mini-plaque doit être posée plus distalement, dans l'alignement de la deuxième molaire afin de réaliser un moment horaire du maxillaire et limite les forces négatives potentielles sur les incisives. Certains auteurs utilisent des élastiques antérieurs de force légère lors d'une ingression molaire par plaque pour limiter l'ingression incisive (53).

La pose des mini-plaques passe par la levée d'un lambeau muco-périosté sous anesthésie locale ou générale. Elle est donc difficilement envisageable au sein d'une pratique courante en cabinet d'orthodontie (figure 31) puisqu'elles nécessitent 2 interventions chirurgicales, une lors de leur insertion et lors de leur dépose (56,65,66).

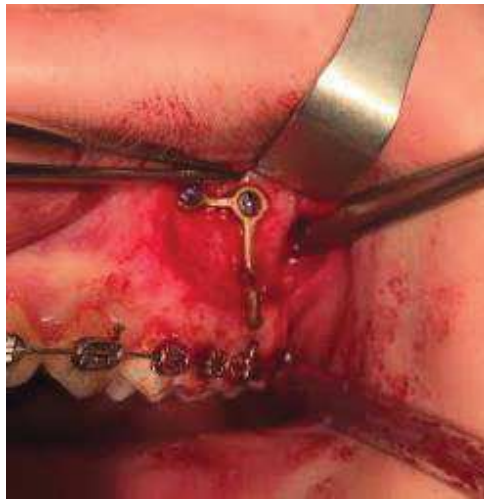


Figure 31 Mise en place d'une mini-plaque (Courtoisie du Dr Grollemund)

Elles ont la capacité d'avoir un ancrage suffisamment puissant pour déplacer plusieurs dents à la fois voire l'arcade entière. D'après Sherwood, des forces de 150g sont nécessaires avec l'aide de fils élastiques ou de ressorts hélicoïdaux (53).



Figure 32 Fiche technique d'une mini-plaque avec les formes possibles en I, L, Y (56)



Afin de diminuer le temps d'ingression molaire, une corticotomie peut être réalisée avant la pose des mini-plaques. Elle permettrait d'obtenir une ingression deux fois supérieure à celle obtenue sans corticotomie (67).

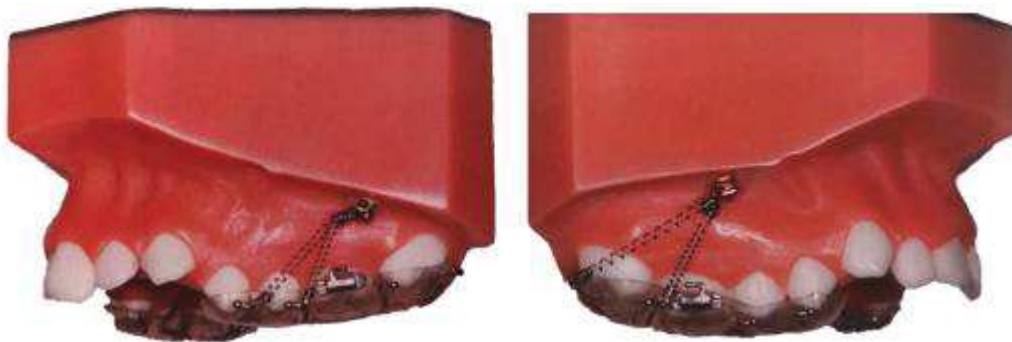
#### 2.3.4 Mécanique d'ingression molaire avec ancrage osseux

L'ingression molaire nécessite un contrôle vestibulo-lingual et mésio-distal des molaires à ingresser.

##### a) A l'arcade maxillaire

En présence de version des molaires, le redressement des axes dentaires est nécessaire avant ou pendant la phase d'ingression.

Il est possible de corriger les décalages sagittaux. Si on souhaite corriger une Classe II, la pose de l'ancrage osseux doit être réalisée entre la première et la deuxième molaire afin de distaler l'arcade maxillaire. Dans les cas de Classe III, au contraire le site d'insertion se situe entre la première molaire et la deuxième prémolaire (figure 33) (44).



*Figure 33 Gouttière occlusale pour l'ingression des secteurs postérieurs maxillaire en Classe II et Classe III respectivement (55)*

En présence d'un sourire gingival, la pose de deux mini-vis supplémentaires en vestibulaire avec des bras cantilevers entre la première molaire et deuxième prémolaire de chaque côté de l'arcade maxillaire permet d'ingresser le secteur

antérieur. L'ingression peut aussi se réaliser par l'insertion de mini-vis dans le secteur antérieur (68).

Dans le sens vestibulo-lingual, les effets parasites typiques sont la vestibuloversion des secteurs latéraux avec égression des cuspidés palatines des molaires et augmentation de la dimension transversale postérieure (figure 34). L'ingression nécessite alors des mini-vis dans les procès alvéolaires palatins ou bien d'un arc transpalatin afin de maintenir le sens transversal. Pour améliorer la stabilité, il est possible de réaliser l'ingression sur une gouttière recouvrant les secteurs molaires reliée aux mini-vis (figure 33).

La quantité de force d'ingression rapportée dans les cas cliniques est très variable. Selon Proffit, une force de 15 à 25 g est nécessaire pour ingresser chaque dent, une force de 100 gr serait alors suffisante pour ingresser deux molaires et deux prémolaires de chaque quadrant (53). Ces chiffres peuvent augmenter jusqu'à 450 à 500 g dans certains compte-rendus cliniques (58–60).

L'arc transpalatin doit être à distance du palais afin de permettre l'ingression des molaires et de prévenir un éventuel enfouissement. Il semblerait qu'une force bénéfique ingressive sur les molaires s'exerce grâce à la pression linguale produit sur l'arc (figure 34,35) (53). D'après Baek, il n'y a pas de différence statistiquement significative sur la quantité d'ingression entre les deux techniques d'ingressions ( par mini-vis + ATP et double mini-vis) (69). Si l'arc n'est pas suffisamment rigide, il est possible de mettre du coronopalatin sur les molaires si l'application de la force est en vestibulaire ou du torque coronovestibulaire si application de la force en palatin.

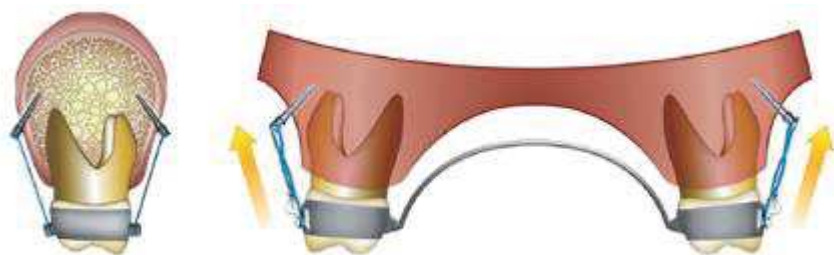


Figure 34 Contrôle des effets indésirables grâce à la mise en place de mini-vis ou par un arc transpalatin (52)



Figure 35 Ingression molaire avec mini-plaques et arc transpalatin (65)

Afin d'éviter les complications liées à l'ingression molaire par mini-vis au niveau des procès alvéolaires, une technique a été mise au point par Wilmes qui consiste à insérer les deux mini-vis dans la muqueuse palatine antérieure au niveau des rugosités papillaires. Cette technique s'appelle « Mousetrap Appliance » et consiste à avoir des bras de levier connectés à l'ATP, ancrés eux-mêmes par deux implants dans la partie antérieure du palais (figure 36). Ce site offre une bonne qualité osseuse et présente moins de risque de lésion des tissus dentaires et parodontaux. La stabilité des mini-vis et la quantité possible d'ingression se trouvent alors augmentées. Au repos les bras sont situés au-dessus du centre de résistance et lorsqu'ils sont activés par connexion avec les molaires, ils produisent une force ingressive constante (70–72).

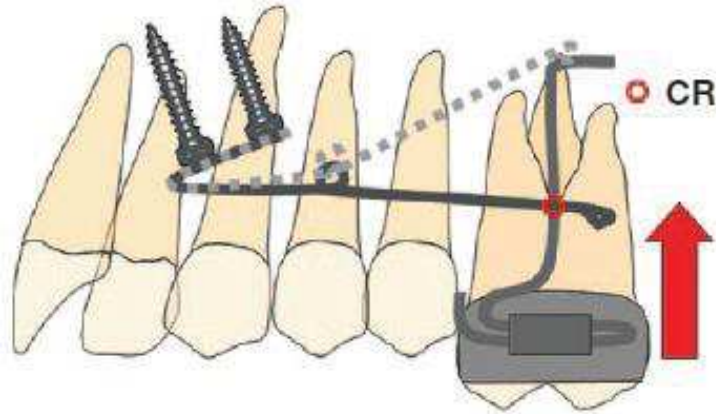


Figure 36 "Mousetrap appliance" (70)

Une autre technique consiste à insérer une mini-vis au milieu du palais, entre les branches de l'arc transpalatin et d'ingresser les molaires à l'aide de chaînettes élastomériques tendues des mini-vis aux crochets qui sont soudés sur l'arc transpalatin (figure 37) (73).



Figure 37 Arc transpalatin + mini-vis médiane palatine (73)

#### b) A l'arcade mandibulaire

Les mini-vis sont insérées en vestibulaire en regard des molaires à ingresser. L'insertion des mini-vis en lingual est déconseillée en raison des structures anatomiques. Le contrôle vestibulo-lingual des secteurs à ingresser est assuré par un arc lingual ou par un arc rigide en modulant les informations de troisième ordre.

L'intensité de l'activation est d'environ 150g à l'aide de ressorts en Nitinol qui délivrent une force continue minimisant les risques de lésions radiculaires (11).

### 2.3.5 Choix des molaires à ingresser

En raison de son efficacité et de sa stabilité, l'ingression de la molaire maxillaire est généralement préférée (70% des cas). Cependant d'après Paik (74), l'ingression de la molaire inférieure doit être envisagée dans plusieurs situations :

- plan occlusal mandibulaire incliné
- ligne du sourire basse
- surplomb insuffisant : correction par rétraction et ingression simultanée

D'après Ellouze et Darqué, l'égression de la molaire mandibulaire est un des facteurs responsables de la détérioration du profil chez l'hyperdivergent. La double ingression est le traitement de choix dans les cas les plus sévères où la fermeture maximale de l'angle du plan mandibulaire est nécessaire. Elle permet de prévenir l'égression compensatrice de la molaire inférieure et de garantir une réduction de la hauteur alvéolaire molaire totale (11).

### 2.3.6 Optimisation du traitement par ingression molaire

En 2013 lors du congrès annuel de l'American Association of Orthodontists à Philadelphie, Paik a montré l'intérêt de combiner pour les cas les plus sévères l'avulsions des troisièmes molaires et de prémolaires avec l'ingression des molaires. Il préconise aussi la rééducation des muscles masticatoires afin d'optimiser les résultats esthétiques et fonctionnels du traitement (57,75).

Une étude menée à Bordeaux par Cazenave sur des patients adultes hyperdivergents montre l'intérêt de l'utilisation de 4 mini-vis (2 au maxillaire et à la mandibule) comparée à l'utilisation de 2 mini-vis ou à l'absence de recours aux mini-vis. Les résultats montrent une rotation horaire systématique du maxillaire dans les protocoles avec quatre mini-vis contrairement au protocole avec deux mini-vis où la rotation horaire est aléatoire (11,76).

### 2.3.7 Les effets dento-alvéolaires et squelettiques

### 2.3.7.1 Répercussions squelettiques

On obtient une rotation anti-horaire de la mandibule avec diminution de l'angle mandibulaire, de la hauteur faciale antérieure totale, de la hauteur faciale antérieure inférieure (figure 39 et 40). Selon les modèles de prédiction réalisés par Marzouk et Kassem, une ingressio molaire de 3 mm avancerait le pogonion de 2,37mm en moyenne et réduirait la hauteur faciale de 3,18mm (66,77).

Selon Choi et Park (78) le centre de l'autorotation mandibulaire serait situé en moyenne 7,4 mm en arrière et 16,9 mm en dessous du condyle (figure 38).

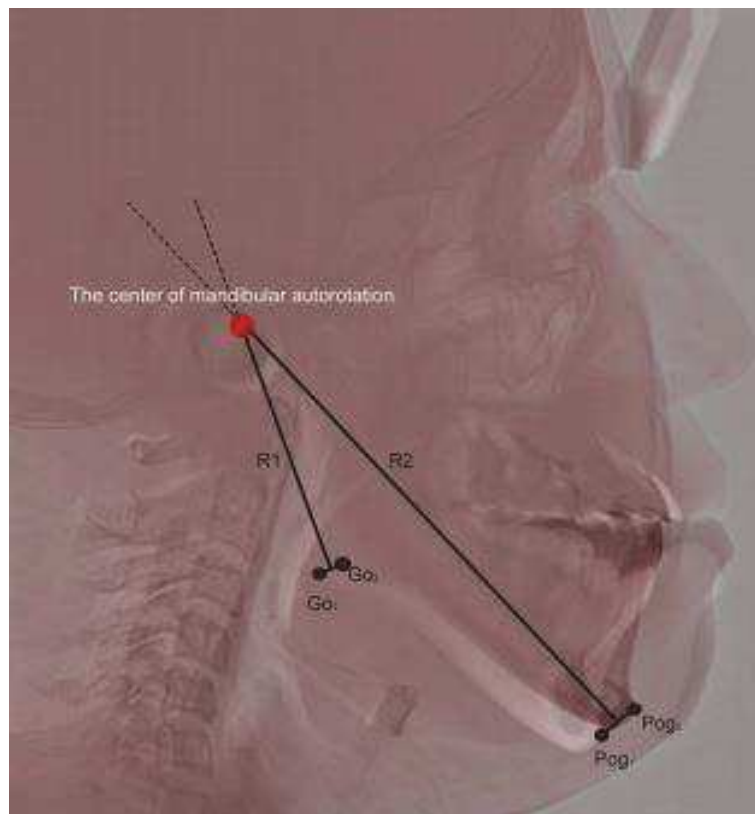


Figure 38 Localisation du centre de l'autorotation mandibulaire (78)

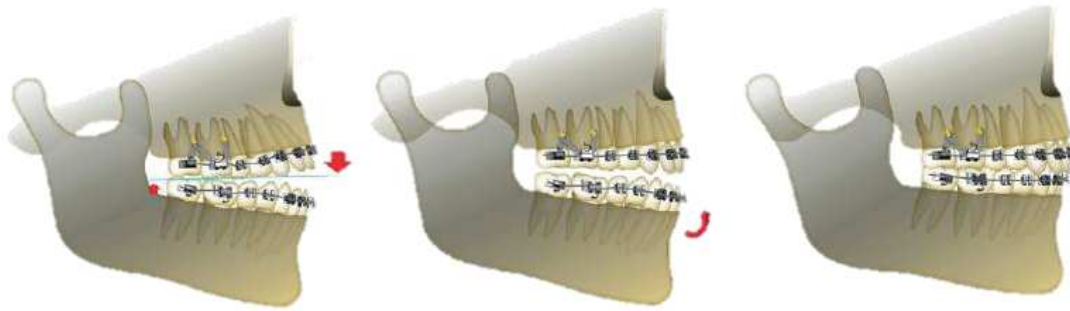


Figure 39 Rotation anti-horaire de la mandibule suite à l'ingression molaire (52)

La rotation antihoraire contribue à la correction antéropostérieure dans les classes II par la diminution de l'angle ANB. En présence d'une Classe I, il est important de quantifier cette autorotation et de prévoir une correction sagittale pour éviter l'apparition d'une Classe III dentaire.

Le tableau ci-dessous (figure 40) montre les modifications squelettiques retrouvées après ingression molaire dans les principales études sur ce sujet. Les résultats sont tous statistiquement significatifs (66,69,79). Les résultats de l'étude de Scheffler réalisée en 2014 ne sont pas comparables avec les autres études. En effet, les résultats céphalométriques comparent les résultats après la phase d'ingression molaire et après la fin du traitement orthodontique et non avec les mesures céphalométriques initiales des patients (80).

	Baek (2010)	Deguchi (2011)	Marzouk (2016)
ANB (°)	-0,66	-1,6	-3,84
Divergence (°)	-2,03 (SN-GoMe)	-3,6 (SN-MP)	-2,14 (SN-MP)
HFT (N-Me en mm)	-2,53	-3,6	-3,63

Figure 40 Mesures céphalométriques squelettiques (en rouge, les résultats statistiquement significatifs)

### 2.3.7.2 Répercussions sur les tissus mous

Dans l'étude de Marzouk et Kassem parue en 2018, les auteurs ont constaté un recul de la lèvre supérieure de 2,75 mm, une avancée de la lèvre inférieure de 1,78 mm (83% par rapport à la quantité d'ingression molaire), une diminution de la hauteur verticale faciale (tissus mous) de 3,12mm (rapport 1/1 par rapport à la quantité d'ingression molaire), une diminution de la convexité faciale de  $-3,92^\circ$  et une diminution de l'inocclusion labiale de 3,63 mm (Figure 41 et 42). Dans cette étude le traitement par ingression molaire a été réalisé avec avulsion de quatre prémolaires, les résultats concernant les tissus mous peuvent être biaisés en raison de ces extractions (81).

Le pogonion cutané avance de 80 % par rapport à la quantité d'ingression molaire. Selon le modèle de prédiction réalisé par Marzouk et Kassem, une ingression molaire de 3 mm favoriserait une avancée moyenne du pogonion cutané de 2,40mm (77).

Kuroda montre une diminution de la hauteur faciale avec diminution de N-Me (Nasion-Menton) de 4 mm, Pp avec Me (plan palatin-menton) de 3,6mm et des différences statistiquement significatives avec diminution de la convexité faciale et des prochélilies supérieure et inférieure (82).



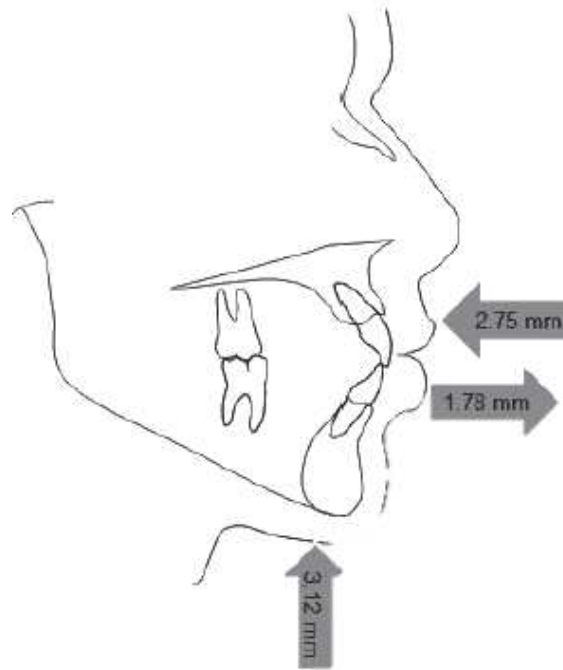


Figure 41 Modification des tissus mous après ingressio molaire (en direction et magnitude) (81)

	Avant traitement		Après traitement		Différences	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Interlabial gap (mm)	3,83	0,24	0,19	0,11	<b>-3,63</b>	0,43
SN'A' (°)	84,69	2,35	83,04	2,49	<b>-1,65</b>	0,24
SN'B'(°)	78,04	2,82	80,15	2,8	<b>2,12</b>	0,36
Soft tissue convexity (°)	17,7	0,81	13,79	0,54	<b>-3,92</b>	0,67
Nlab (°)	107,42	6,42	103,92	6,14	<b>-3,50</b>	0,88
Mlab (°)	133,92	2,42	134,06	3,10	0,13	0,49

Figure 42 Mesures céphalométriques des tissus mous avant et après traitement dans l'étude de Marzouk et Kassem (en rouge, les différences statistiquement significatives) (81)

### 2.3.7.3 Répercussions dentoalvéolaires

On peut énumérer les éléments suivants :

- diminution de la hauteur des procès alvéolaires postérieurs.

- une ingression molaire d'1mm produit une fermeture de la béance de 2 à 3mm. (53), Selon Marzouk et Kassem, 3 mm d'ingression molaire entraînent 6,09 mm de fermeture moyenne de la béance (77).
- une diminution du surplomb : 61 % par rapport à la quantité d'ingression molaire (77). Toujours selon Marzouk et Kassem, 3 mm d'ingression entraînent une diminution du surplomb de 1,83 mm (77).

### 2.3.8 Influence du potentiel de croissance et de la sévérité de l'infraclusion sur le choix thérapeutique

Dans les cas d'infraclusion légère à modérée pour les patients présentant un potentiel de croissance, les orthodontistes réalisent souvent un traitement non chirurgical (figure 43).

Un traitement orthodontique peut également être recommandé pour réduire la sévérité de la divergence verticale chez les adolescents afin de limiter le recours à une chirurgie orthognathique.

Inversement chez les adultes qui ne présentent plus de potentiel de croissance, le traitement orthodontico-chirurgical reste l'option de choix pour la majorité des orthodontistes. La raison principale évoquée est qu'elle offrirait une meilleure stabilité (10).

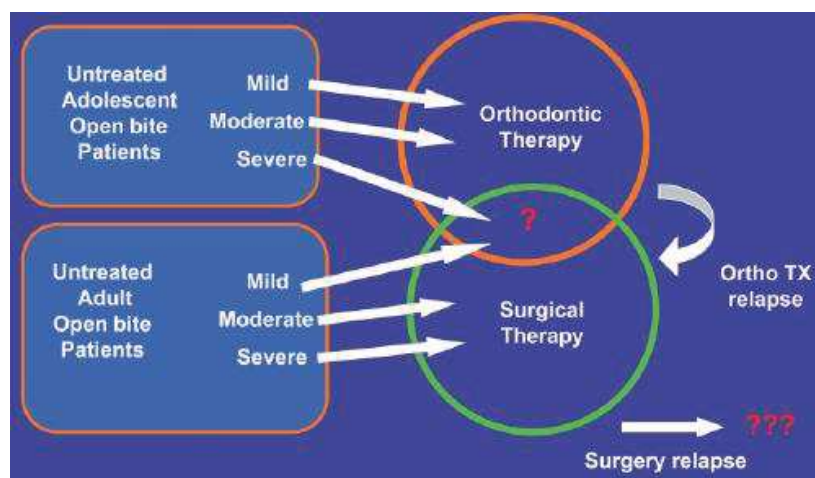


Figure 43 Stratégies thérapeutiques pour les adolescents et les adultes (10)

Lorsque la croissance est terminée à l'âge adulte, il persiste une croissance résiduelle verticale. Dans le cas d'adolescents, l'intervention chirurgicale est possible après le pic pubertaire mais il faut prévenir le patient du risque de récurrence et la possible réintervention chirurgicale. La réalisation de deux téléradiographies de profil à au moins un an d'intervalle est recommandée auprès de ces patients afin d'évaluer le potentiel de croissance.

### III- Stabilité des traitements des béances

La béance antérieure est considérée comme une malocclusion difficile à traiter et dont la correction s'avère compliquée à maintenir sur le long terme (récurrence allant de 17% à 60%) (figure 44) (83). Il n'y a pas de consensus concernant le traitement optimal mais les dernières études tendent à montrer que les interventions chirurgicales et dentoalvéolaires (par ingression des secteurs postérieurs) auraient une meilleure stabilité sur le long terme que le traitement orthodontique conventionnel.

<i>Author</i>	<i>Method</i>	<i>Mean closure</i>	<i>Relapse</i>	<i>n</i>
Comprehensive studies, postorthodontic treatment				
Lopez-Gavito et al <sup>1</sup>	Appliances		35% relapsed 3 mm or more	41
Dennison et al <sup>2</sup>	Surgery		42.9% relapsed	66
Janson et al <sup>3</sup>	Non-extraction; fixed appliances		38.1% relapsed	21
Hoppenreijts and van der Linden <sup>4</sup>	Orthodontics and surgery		19% relapsed	?
Al Yami et al <sup>5</sup>	Appliances		33% relapsed	1016
Lo and Shapiro <sup>6</sup>	Surgery		25% relapsed; 0.7-1.0 mm cited as insignificant	40
Gile <sup>7</sup>	Appliances		35% relapsed more than 1 mm	100
Katsaros and Berg <sup>11</sup>	Appliances		25% relapsed; those who could advance mandible to achieve incisor occlusion were not considered relapsed	20
Zuroff <sup>18</sup>	Appliances		60% relapsed; maximum relapse was 2.4 mm	64
Kim et al <sup>23</sup>	Multiloop edgewise archwire		Insignificant relapses of 0.23 mm for growing and 0.35 mm for nongrowing subjects	55
Huang et al <sup>20</sup>	Cribs		17% relapsed	33

Figure 44 Taux de stabilité des traitements de l'infraclusion selon le type de traitement réalisé (83)

#### 3.1 La stabilité : analyse de la littérature

##### 3.1.1 Stabilité des traitements avec et sans avulsion

En 2004 et 2006, De Freitas et Janson ont observé que le taux de récurrence du traitement de la béance dans les groupes avec ou sans avulsion était respectivement de 25,8% et 38,1%. Le traitement par extraction augmenterait donc la stabilité. Néanmoins, aucun des deux groupes n'a montré de différence cliniquement significative quant à la réapparition de la béance antérieure au cours de la période de suivi (33,84).

Ces résultats sont confirmés par une étude rétrospective récente publiée en 2015 par Salehi. La comparaison des groupes avec et sans extraction n'a pas montré de différence statistiquement significative en termes de stabilité 3 ans après la fin du traitement (85).

### 3.1.2 Stabilité des traitements chirurgicaux

De nombreuses études ont été réalisées afin d'analyser la stabilité des traitements orthodontico-chirurgicaux dans le cadre de l'infraclusion (86–97).

En 2011, Greenlee et Huang publient une méta-analyse comparant la stabilité des traitements chirurgicaux et non chirurgicaux. Les traitements chirurgicaux obtiennent globalement 82% de stabilité contre 75 % pour les non chirurgicaux à 12 mois après la fin du traitement orthodontique. Les résultats doivent être considérés avec prudence en raison de l'absence de groupe contrôle au sein des études et de la variabilité entre les études (groupe non comparable concernant l'âge entre les traitements chirurgicaux et non chirurgicaux) (98).

#### 3.1.2.1 Stabilité de l'impaction maxillaire de Lefort I - chirurgie bimaxillaire

Proffit en 2000 rapporte une diminution du recouvrement chez 7% des patients ayant eu une impaction maxillaire contre 12% avec une chirurgie bimaxillaire à un an post-chirurgie (99).

En 2007, il publie un article sur la stabilité hiérarchique des chirurgies orthognathiques. D'après l'auteur, l'impaction maxillaire serait la procédure la plus stable. (100) « Very stable » signifie qu'il y a plus de 90% de chance qu'il n'y ait pas de changement post-chirurgical qui soit cliniquement significatif (figure 45).

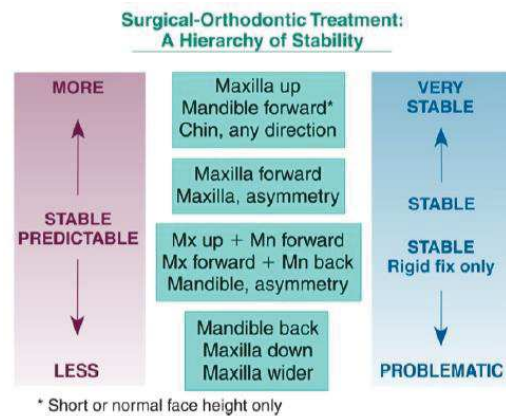


Figure 45 Stabilité hiérarchique des mouvements squelettiques lors des interventions de chirurgie orthognathique (100)

Une revue systématique de la littérature a été publiée en 2013 par Solano-Hernández (101) afin d'évaluer la stabilité des traitements orthodontico-chirurgicaux et d'estimer la quantité de récidence à court et long termes. L'autre objectif était aussi de déterminer si la stabilité dépendait du type d'intervention chirurgicale ou des moyens de fixation. Les critères d'inclusion des études étaient : essais cliniques réalisés sur l'homme, analyses céphalométriques post-chirurgie et lors du suivi et suivi minimal de 12 mois. Les études descriptives, les articles de synthèse ou les opinions d'expert étaient exclus. Les patients syndromiques, les rapports ou séries de cas, les groupes de moins de 10 patients faisaient aussi partie des critères d'exclusion.

La recherche bibliographique a été effectuée jusqu'en septembre 2010. Sur les 1252 articles, 9 études qui sont toutes rétrospectives ont été sélectionnées (figure 46). Les études sont de preuve faible (grade C), seulement deux de preuve modérée (grade B) et aucune de haut niveau de preuve (grade A).

Study	Year	Journal	Country	Study Design	Error of Method	Sample Size	Patient Collection	Age (yr)	Ethnic Background
Dehison et al <sup>48</sup>	1989	<i>Angle Orthod</i>	USA	CT, R	NR	28	UW (private practices of faculty)	24 (12-42.1)	NR
Bailey et al <sup>44</sup>	1994	<i>Int J Adult Orthodon Orthognath Surg</i>	USA	CT, R	NR	49 (41 F, 8 M)	UNC	23.0 (SD 9.1)	NR
Migniel et al <sup>49</sup>	1995	<i>Int J Adult Orthodon Orthognath Surg</i>	USA	CT, R	Yes	26 (25 F, 1 M)	UNC	25.92 (14-40)	NR
Hoppenreij et al <sup>45</sup>	1997	<i>Int J Oral Maxillofac Surg</i>	Netherlands	CT, R	Yes	267 (210 F, 57 M)	*	23.6 (14.3-45.5)	NR
Arpommaeklong and Heggie <sup>45</sup>	2000	<i>Aust Orthod J</i>	Australia	CT, R	Yes	37 (28 F, 9 M)	NR	21.7 (14-47)	NR
Fischer et al <sup>46</sup>	2000	<i>Eur J Orthod</i>	Sweden	CT, R	Yes	58 (40 F, 18 M)	SH	23 (14-49)	NR
Espeland et al <sup>47</sup>	2008	<i>Eur J Orthod</i>	Norway, Ireland	CT, R	Yes	40 (24 F, 16 M)	UO, surgery at UU	25.8 (SD 9.5, 16.2-52.2)	NR
Wriedt et al <sup>7</sup>	2009	<i>J Orofac Orthop</i>	Germany	CT, R	NR	19 (13 F, 6 M)	†	21.2 (17-30)	NR
Stansbury et al <sup>50</sup>	2010	<i>J Oral Maxillofac Surg</i>	USA	CT, R	Yes	28 (22 F, 6 M)	Oral surgeon's office	29.2 (14.0-54.6)	NR

Figure 46 Design des études incluses dans la revue systématique (101)

Les échantillons sont petits (de 19 patients à 58 patients) sauf dans l'étude de Hoppenreij parue en 1997 qui incluait 267 patients. Elles présentent des biais de sélection avec beaucoup plus de patients de sexe féminin et une large tranche d'âge (de 12 à 54 ans). La plupart des études incluses dans la revue ont des échantillons avec des patients dont l'intervention chirurgicale a été réalisée avant la fin de croissance. La croissance résiduelle a pu affecter les résultats quant à la stabilité du traitement.

L'un des problèmes avec l'interprétation des résultats actuels est que la plupart des études ont utilisé les téléradiographies de profil post-chirurgicales comme document de référence et non celles de fin de traitement orthodontique. Or, la phase de finition orthodontique post-chirurgicale a pu modifier le recouvrement.

De plus, il n'est pas possible d'analyser toutes les études sur le long terme puisque l'étude avec le BSSO (chirurgie mandibulaire) comporte un suivi limité à 1 an. Les mesures lors de l'analyse céphalométrique comportent une marge d'erreur importante. Les auteurs ont alors choisi de prendre en compte les variations de mesures supérieures à 2 mm ou 2°.

La variabilité de pratiques entre les chirurgiens et les différents procédés de fixation par plaques d'ostéosynthèse et fils intra-osseux compliquent davantage l'évaluation de la stabilité. Seulement une étude compare la stabilité obtenue entre ces deux procédés : les plaques semblent offrir des meilleurs résultats que les fils intra-osseux (89).

Toutes les études incluses dans la revue sont rétrospectives et par conséquent les conclusions sont d'un faible niveau de preuve. Des études prospectives, contrôlées, avec de grands échantillons et sélection d'échantillons en fonction de facteurs tels que le type de malocclusion, l'âge, le schéma de croissance et les caractéristiques spécifiques liées à la procédure et à la technique chirurgicale sont nécessaires afin de mieux quantifier la récurrence.

D'après la revue systématique de Solano-Hernández, la récurrence du sens vertical après traitement orthodontico-chirurgical quel que soit le type de chirurgie est une caractéristique que l'on retrouve chez un certain nombre de patients. Le recouvrement dentaire présente plus de variation et de récurrence avec la chirurgie de Lefort I. Au niveau du plan squelettique, le plan mandibulaire et les angles intermaxillaires présentent plus de récurrence à long terme avec la chirurgie bimaxillaire (figure 47).

Types de chirurgie	Impaction maxillaire de Lefort I	Bimaxillaire
Suivi	12-69 mois	12-72 mois
Recouvrement	-0.8 à +0.5 mm	-0.5 à +0.5 mm
Récurrence infraclusion	16%	12%
Divergence Plan mandibulaire	+ 1.2-1.4°	+1.4-2.9°
Hauteur faciale antérieure	+ 1.2-1.4 mm	+ 0.7-1.5 mm
Plan palatin	-0.1-0.6°	-0.3-0°
Angle intermaxillaire	+0.7°	+1-2.9°

Figure 47 Résultats des 2 types de chirurgie orthognathique sur le long terme (>12mois), en rouge les plus grandes variations de stabilité

Maia et Janson en 2010 ont publié une étude avec un échantillon de 39 patients sur un suivi de 8 ans. L'échantillon était divisé en 3 groupes en fonction de la malocclusion : Classe I, II, III sans distinction selon le type de chirurgie. Les groupes des Classes I et II montraient plus de récurrence avec respectivement 64,11% et 47,82% de stabilité que le groupe de Classe III avec 87,50% de stabilité (102).

### *3.1.2.2 Stabilité de la chirurgie mandibulaire*

La chirurgie mandibulaire était considérée comme peu stable dans les années 70s et 80s et est toujours considérée comme peu stable. Selon de nombreuses études dont celle de Proffit (104) et Teittinen (97), cette procédure souffre d'une faible stabilité. Huang en 2017 décrit la procédure d'ostéotomie bilatérale sagittale mandibulaire (BSSO) comme stable lié à des moyens de fixation qui seraient plus efficaces (103).

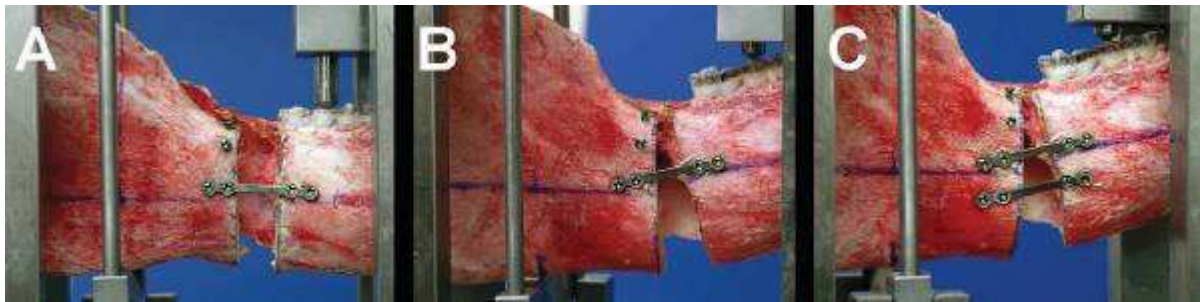
A partir de 1997 plusieurs études mais avec de petits échantillons visent à montrer que cette technique offre une bonne stabilité (93,105,106).

Une étude plus récente publiée en 2012 par Fontes, Bloomquist, Greenlee, Huang (107) sur 31 patients adultes avec un suivi sur 4,5 ans après dépose de l'appareillage orthodontique montre que bien qu'il y ait une perte d'environ 30% de la rotation anti-horaire chirurgicale à la fin du traitement orthodontique et une perte supplémentaire de 30% pendant la période de suivi, on a seulement une perte de la correction de l'infraclusion de 10 % sur le long terme. Seuls 3 des 31 patients (10%) ont récidivé jusqu'à un recouvrement négatif à 4,5 ans après le traitement. Les auteurs recommandent la chirurgie mandibulaire pour corriger simultanément la dysmorphose verticale (légère à modérée) et la dysmorphose sagittale.

Concernant la stabilité des moyens de fixations, une étude (108) parue en 2012 dans le Journal de Chirurgie Orale et Maxillofaciale compare la stabilité verticale et transversale précoce d'une avancée mandibulaire simple (groupe A), d'une avancée mandibulaire avec rotation anti-horaire stabilisée avec une mini-plaque (groupe B) et



deux mini-plaques (groupe C) sur des mandibules de porc montées sur un appareil délivrant des forces (figure 48).



*Figure 48 Groupe A avancement mandibulaire de 10 mm avec une mini-plaque, B : avancement de 10 mm avec 20 ° de rotation anti-horaire et fixation avec une mini-plaque et C : avancement de 10 mm + rotation anti-horaire de 20 ° et fixation par deux mini-plaques (108)*

Les groupes A et B présentaient une stabilité verticale inférieure significative par rapport au groupe C ( $p < 0,05$ ). La différence entre les groupes A et B n'était quant à elle pas statistiquement significative.

L'utilisation de deux mini-plaques dans les cas de rotation dans le sens anti-horaire, ou de chirurgie d'avancée mandibulaire importante, augmente la stabilité dans le sens vertical. Des études complémentaires sur l'utilisation de deux mini-plaques de fixation après une BSSO sont nécessaires afin d'évaluer la stabilité du recouvrement sur le long terme.

Les béances associées aux malocclusions de Classe I, II présentent souvent plus de récurrence que les malocclusions de Classe III.

En conclusion, l'impaction maxillaire de Lefort I ou la chirurgie bimaxillaire sont plus stables que la chirurgie mandibulaire réalisée isolément. Les résultats des dernières études montrent cependant que la chirurgie mandibulaire tend à devenir de plus en plus stable notamment grâce à l'amélioration des moyens de fixations (40,103).

### 3.1.2 Stabilité traitement avec ingression molaire

### 3.1.3.1 Etudes sur l'ingression molaire

Sugawara en 1999 est le premier à utiliser les ancrages osseux pour corriger l'infraclusion. En 2002, il publie une étude rétrospective avec 9 patients et 1 an de suivi après le traitement. Il corrige l'infraclusion en ingressant les premières molaires mandibulaires de 1,7mm et deuxièmes molaires mandibulaires de 2,8mm. Au cours du traitement, la hauteur faciale inférieure antérieure (ALFH) ( $P < 0,01$ ), l'angle du plan mandibulaire (ligne Francfort et MP) ( $P < 0,05$ ) et la hauteur des premières et deuxièmes molaires mandibulaires (L6-MP et L7-MP) ( $p < 0,01$ ) ont été diminués de manière significative. Par contre, le recouvrement ( $P < 0,01$ ) et la hauteur molaire maxillaire (U6-PP) ( $P < 0,05$ ) ont augmenté de manière significative. L'égression des incisives maxillaires et mandibulaires était faible.

La plupart des différences significatives dentaires se sont maintenues jusqu'à un an après la dépose de l'appareillage orthodontique. Cependant au niveau squelettique, il n'y avait pas de différence statistiquement significative concernant la hauteur faciale antérieure totale initiale et finale. La quantité de récidive moyenne à un an est de 0,5 mm soit 27.2 % pour la première molaire et de 0,9 mm soit 30.3 % pour la deuxième molaire (109).

Al-Dhubhani (110) a réalisé en 2018 une revue systématique de la littérature sur l'ingression molaire. La recherche de tous les essais cliniques contrôlés randomisés et non randomisés, études rétrospectives a été réalisée dans les bases de données électroniques et dans les revues orthodontiques. Sur les 384 articles sélectionnés au départ, seulement 3 essais contrôlés randomisés et 1 non randomisé ont été sélectionnés.

Toutes les études retenues sont rétrospectives sauf celle de Marzouk et Kassem. Les échantillons sont tous relativement petits (Baek : 9 patients) ; le plus grand compte 33 sujets dans l'étude de Scheffler (80). Le long terme (suivi sur 4 ans) est analysé dans une seule étude avec 25 patients (Marzouk et Kassem en 2016) (figure 49)(79).

On retrouve un faible niveau de preuve scientifique lié aux nombreux biais des études. Elles décrivent toutes une récurrence de l'infrclusion après la dépose de l'appareillage orthodontique mais avec un recouvrement qui reste positif chez les 95 sujets des quatre échantillons étudiés.

Study	Design	Method of intrusion	Sample Size & age	Initial open bite Mean values (SD)	TAD type	Open bite reduction Mean values (SD)	1 <sup>st</sup> Molar intrusion Mean values (SD)	Follow up Period	Relapse Mean values (SD)
Back et al. (2010) <sup>11</sup>	RTS	Two methods: 1. Miniscrews buccally and palatally. 2. Only buccal miniscrews with TPA.	N=9; M:1; F:8 Mean age: 23.7 y.	-3.91 mm (1.65)	Miniscrews	5.56 mm (1.94)	2.39 mm (1.76)	T1: 1 y T2: 3 y	T1: OB: 0.99 mm (1.05) MI: 0.40 mm (0.59) T2: OB: 1.20 mm (1.44) MI: 0.45 mm (0.46)
Deguchi et al. (2011) <sup>10</sup>	RTS	Buccal miniscrews attached to sectional archwire.	N= 30; F:30 15 pt. study group; Mean age: 25.7 y (6.4) & 15 pt. control group; Mean age: 22.9 y (4.9).	-4.4 mm (1.2)	Miniscrews	6.2 mm (1.7)	2.3 mm (1.3)	2 y	OB: 0.8 mm (1.1) MI: 0.5 mm (0.9)
Scheffler et al. (2014) <sup>7</sup>	RTS	Bonded maxillary splint attached to buccal TAD	N=30; M:11; F:19 Mean age: 24.1 y (10.7)	-1.2 mm (1.7)	Miniscrews (16 pt.) Miniplates (14 pt.)	2.2 mm (1.6)	2.3 mm (1.4)	T1: 1 y (only for 27 pt.) T2: 2 y or more (only for 25 pt.).	T1: OB: 0.3 mm (0.8) MI: 0.5 mm (1.1) T2: OB: 0.4 mm (1.1) MI: 0.5 mm (1.2)
Marzouk et al. (2016) <sup>9</sup>	nRCT	Buccal miniplates attached to sectional archwire with double TPA	N= 26; M:11; F: 15 Mean age: 22.4 y (2.3)	-4.75 mm (2.27)	Miniplates	6.93mm (1.99)	3.04 mm (0.79)	T1: 1 y T2: 4 y	T1: OB: 0.57 mm (0.09) MI: 0.31 mm (0.07) T2: OB: 0.77 mm (0.43) MI: 0.41 mm (2.03)

RTS = Retrospective study; nRCT = non-randomized clinical trial; OB = Overbite; MI = 1<sup>st</sup> Molar intrusion; pt. = Patients; y = year; TPA: Transpalatal arch.

Figure 49 Caractéristiques des études incluses dans la revue systématique de la littérature (110)

#### a- Stabilité dentaire du traitement avec ancrages osseux

	Baek (2010)		Deguchi (2011)	Scheffler (2014)		Marzouk (2016)	
	1 an	3 ans	2 ans	1 an	2 ans	1 an	4 ans
Recouvrement (mm)	-0,99	<b>-1,20</b>	-0,8	-0,3	-0,40	-0,57	-0,77
Distance U6-PP (mm)	+0,40	<b>+0,45</b>	+0,5	+0,50	+0,50	+0,31	+0,41
Distance U1-PP (mm)	-0,09	+0,27	<b>+0,1</b>	-0,30	-0,30	-0,18	+0,43
Distance L1-MP (mm)	-0,27	-0,04	-0,3	-0,20	-0,10	-0,30	-0,06
Distance L6-MP (mm)	x	x	<b>+1,7</b>	-0,6	-0,30	-0,29	-0,57

Figure 50 Stabilité dentaire du traitement par ancrage osseux (en rouge, les résultats statistiquement significatifs) (66,69,79,80)

L'étude de Baek réalisée en 2010 sur 9 patients et sur un suivi sur 3 ans a montré que l'infraclusion récidivait de 1,2 mm  $\pm$  1,44 ( $p \leq 0.05$ ) au bout de 3 ans post-traitement. Sur les 9 patients, 3 patients ont subi des avulsions de prémolaires. Une part importante de la récurrence (0,99 mm soit 82%) survient au cours de la première année suivant le traitement.

L'ingression molaire a montré une récurrence de 0,45 mm  $\pm$  0,46 ( $p \leq 0.05$ ) soit 20 % de récurrence à 3 ans de suivi. La majeure partie de cette récurrence (0,40 mm soit 95%) s'est encore produite durant la 1ère année de contention (figure 50). Suite à l'égression des molaires, une égression compensatrice des incisives maxillaires s'est produite.

Il n'y avait pas de corrélation significative entre les quantités d'ingression postérieure et de correction de l'infraclusion, ce qui indique que d'autres composants, tels que l'égression des dents antérieures, ont également contribué à la correction du recouvrement. Aucune corrélation n'a été trouvée entre la quantité d'ingression molaire et la quantité de récurrence (69).

Deguchi et Kuroda en 2011 ont comparé la stabilité d'un traitement orthodontique conventionnel avec un traitement par ingression molaire. Ils ont réalisé une étude sur un échantillon de 30 femmes (15 multi-attaches versus 15 ingressions molaires) avec un suivi sur 2 ans. Dans le groupe sans ancrage osseux, la correction de l'infraclusion a été réalisée par avulsions de prémolaires et par égression des incisives alors que dans le groupe avec ancrage osseux, la correction a été réalisée

par ingression molaire. On observe dans les 2 groupes une correction significative de l'infraclusion et pas de différence significative entre les groupes concernant la stabilité du traitement. Une égression des molaires supérieures (+0.50 mm) et inférieures (+1.7 mm,  $p \leq 0.05$ ) est retrouvée dans le groupe des ancrages osseux après la fin du traitement. Une contention avec surélévation postérieur est conseillée afin d'éviter la récurrence postérieure (66).

Scheffler et Proffit en 2014 ont aussi réalisé une étude rétrospective sur le traitement par ingression des molaires maxillaires sur 33 patients avec un suivi sur 2 ans. Durant le traitement, l'ingression molaire maxillaire moyenne obtenue est de 2,3 mm avec une égression moyenne de 0,6 mm des molaires mandibulaires. Pendant la première année de contention post-traitement, les molaires maxillaires égressent de 0,5 mm, alors que les molaires mandibulaires s'ingresse de 0,6 mm. Ils ont évalué les résultats de stabilité en pourcentage de patients présentant des modifications cliniquement significatives ( $> 2$  mm). Seuls 2 patients sur 25 (8%) ont présenté plus de 2 mm de récurrence de l'infraclusion, et 4 patients (16%) ont présenté une récurrence de plus de 2 mm des molaires maxillaires. Dans cette étude la moitié des patients était encore en cours de croissance (80).

En 2016 Marzouk et Kassem, 28 patients adultes avec une béance antérieure (entre -3 et -8 mm) ont été traités par ingression des segments postérieurs maxillaire avec des mini-plaques zygomatiques. Le biais principal de l'étude est que le traitement incluait l'avulsion des 4 prémolaires après l'ingression des molaires. Les analyses céphalométriques ont été réalisées avant traitement, en post-traitement, à 1 an et 4 ans après le traitement. L'ingression moyenne de la molaire maxillaire était de 3,04 mm et l'augmentation du recouvrement dentaire était de 6,93 mm. Les molaires maxillaires ingressées ont récidivé de 10,20% la première année après le traitement et de 13,37% à quatre ans après le traitement. L'infraclusion a récidivé respectivement de 8,19% et 11,18% après 1 an et 4 ans après le traitement (79).

La première année post traitement représentait 76,29% de la récurrence de l'ingression molaire et 73,2% du total de la récurrence de l'infraclusion. Les résultats ont montré une corrélation positive entre la quantité de récurrence au niveau molaire, la distance U6-PP (plan palatin) initiale, la quantité de récurrence du recouvrement et la sévérité de

l'infraclusion initiale ( $r = 0,392$ ;  $P = 0,035$ ). Par contre, une corrélation négative forte existe entre la quantité de récidence de la béance et la quantité d'ingression obtenue au cours du traitement ( $r = -0,856$ ;  $P = 0,001$ ) (figure 51) (79).

<b>Table VI. Correlation between total amount of relapse (T4-T2) with pretreatment severity (T1) and treatment change (T2-T1)</b>				
Variable 1 (T1)	Variable 2 (T4-T2)	r	P value	Significance
<b>Pretreatment measurements (T1) and total relapse (T4-T2)</b>				
U6-PP (mm)	U6-PP (mm)	0.543	0.009	†
Overbite (mm)	Overbite (mm)	0.392	0.035	*
Variable 1 (T2-T1)	Variable 2 (T4-T2)	r	P value	Significance
<b>Amount of correction (T2-T1) and total relapse (T4-T2)</b>				
U6-PP (mm)	U6-PP (mm)	-0.856	0.001	†
Overbite (mm)	Overbite (mm)	-0.314	0.046	*

T1, Pretreatment; T2-T1, changes produced by treatment; T4-T2, changes during 4 years posttreatment.  
\* $P \leq 0.05$ ; † $P \leq 0.01$ .

Figure 51 Corrélation entre la quantité totale récidence avec la sévérité de l'infraclusion (79)

Toutes les études montrent une récidence de l'infraclusion et de la hauteur molaire qui se manifestent pour la plus grande partie durant la première année après la fin du traitement orthodontique.

#### b- Stabilité squelettique du traitement avec ancrages osseux

	Baek (2010)		Deguchi (2011)	Scheffler (2014)		Marzouk (2016)	
	1 an	3 ans	2 ans	1 an	2 ans	1 an	4 ans
ANB (°)	0,00	+0,17	+0,20	x	x	+0,33	<b>+0,61</b>
SN-MP (°)	+0,27	+0,57	+1,60	+0,00	+0,00	+0,27	+0,51
AFH (mm)	+0,44	+0,90	+0,20	x	x	+0,57	+1,07

Figure 52 Stabilité squelettique du traitement par ancrages osseux (en rouge, les résultats statistiquement significatifs) (66,69,79,80)

Les études indiquent toutes une récidence squelettique non statistiquement significative avec rotation dans le sens horaire de la mandibule augmentant la divergence faciale, la hauteur faciale antérieure (figure 52) et une orientation du pogonion en bas et en arrière.

Dans l'étude de Baek, les valeurs statistiquement significatives sont l'augmentation de la divergence mandibulaire par rapport au plan de Francfort (FMA=+0.69°) et l'angulation du pogonion en bas et en arrière par rapport au SN (-0.86°) (69).

Deguchi et Kuroda en 2011 ont mis en évidence une rotation horaire du plan mandibulaire de 3° dans le groupe sans ancrage osseux. Dans le groupe des ancrages osseux, la correction est réalisée par ingression molaire et rotation dans le sens anti-horaire du plan mandibulaire. Deux ans après la fin du traitement, on constate une légère récidive non statistiquement significative de l'ANB (+0,20°), de la divergence mandibulaire (+1,60°) et de la hauteur faciale (+0,20 mm) dans le groupe avec ancrage osseux (66).

Scheffler et Proffit en 2014 notent une récidive de -0,2 mm à 1 ans et -0,3 mm à 2 ans de la hauteur faciale antérieure inférieure. L'angle du plan mandibulaire avec le plan selle turcique-nasion est resté stable. L'étude ne rapporte pas si les résultats sur le long terme sont statistiquement significatifs ou pas.

D'après la comparaison de leur étude par rapport aux 37 patients ayant bénéficié d'une impaction du maxillaire, la chirurgie permettrait d'obtenir une amélioration significative de la hauteur faciale par rapport à l'ingression molaire (80).

En 2016, Marzouk et Kassem ont observé une augmentation de l'angle ANB statistiquement significative à 4 ans ( $p \leq 0,05$ ). La divergence et la hauteur faciale antérieure ne présentent pas de différence statistiquement significative (SN-MP =0,51, AFH =1,07 mm). Il en est de même quant aux valeurs du recouvrement et de la hauteur des molaires maxillaires et mandibulaires par rapport aux plans palatin et mandibulaire dans les groupes en Classe I ou II dentaire (79).

#### c- Stabilité des tissus mous avec ancrages osseux

La réponse des tissus mous au traitement dépend de plusieurs facteurs (81) :

- l'épaisseur des tissus mous,
- la tension labiale,
- la hauteur du visage,

- la quantité de tissu adipeux ou musculaire,
- la zone de contact lèvre / dent,
- l'ethnie.

	Marzouk (2018)	
	1 an	4 ans
Facial convexity (°)	+0,25	+0,38
Interlabial gap (mm)	-0,12	-0,12
SN'A' (°)	+0,39	+0,53
SN'B' (°)	-0,47	<b>-0,66</b>
Nlab (°)	-1,00	<b>-1,60</b>
Mlab (°)	-0,60	<b>-0,78</b>

Figure 53 Stabilité des tissus mous du traitement par ancrages osseux (en rouge, les différences statistiquement significatives)(81)

Selon l'étude de Marzouk parut en 2018, 70% de la récurrence totale se produit la première année. La convexité faciale récidive de +0,25 ° à 1 an et de +0,38 ° à 4 ans post-traitement mais ces valeurs ne sont pas statistiquement significatives (figure 53). L'angle SN'B' diminue de 0,66° ( $p \leq 0,05$ ), l'angle SN'A' n'est pas statistiquement significatif. A quatre ans, la lèvre supérieure avance de 0,65 mm ( $p \leq 0,05$ ), la lèvre inférieure de 0,32 mm, le pogonion recule de 0,63 mm ( $p \leq 0,05$ ) et la hauteur faciale augmente de façon significative de 0,63 mm ( $p \leq 0,05$ ) (figure 54). L'angle nasolabial et labio-mentonnier diminuent de façon significative de -1,60° ( $p \leq 0,05$ ) et -0,78° ( $p \leq 0,05$ ). Bien que ces différences soient statistiquement significatives, elles ne le sont pas cliniquement (81).



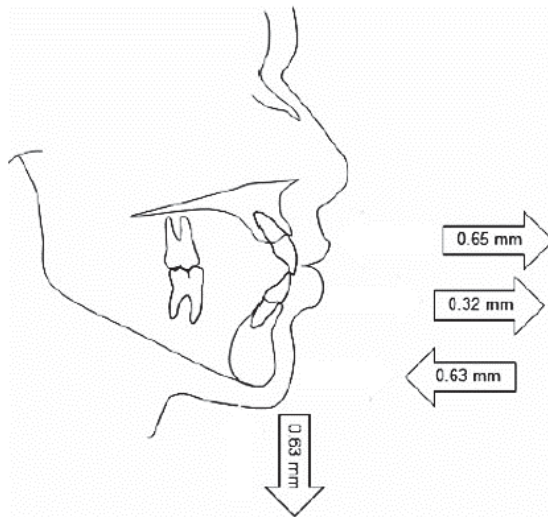


Figure 54 Changements moyens au niveau des tissus mous retrouvés sur le long terme dans l'étude (81)

### 3.1.3.2 Comparaison du traitement avec ancrage osseux avec le traitement orthodontico-chirurgical

A ce jour, il n'y a qu'une seule étude comparant l'ingression molaire avec la chirurgie orthognathique.

Kuroda en 2007 a comparé les résultats du traitement par ingression molaire par rapport à la chirurgie orthognathique. L'étude est rétrospective et l'échantillon se compose de 23 sujets présentant une infraclusion supérieure à 3mm. 10 patients sont traités par ingression molaire (mini-plaques ou mini-vis) et 13 patients par chirurgie bimaxillaire. Il n'y avait pas de différence significative dans les résultats du traitement entre l'ancrage squelettique et la chirurgie ; les hauteurs faciales ont été réduites de 4,0 et 3,8 mm et les recouvrements augmentés de 6,8 et 7,0 mm, respectivement.

Avec les ancrages osseux, l'ingression molaire est favorisée alors que par chirurgie les incisives ont tendance à s'égresser ( $p \leq 0,01$ ). La cause pourrait être le port d'élastiques intermaxillaires de cicatrisation en post-chirurgie.

Selon l'étude le résultat sur 2 ans est resté stable mais il n'y a pas de données sur le suivi (82).

### 3.2 Les facteurs d'instabilité

La récurrence peut être attribuée à : (19)

- l'incapacité à modifier la longueur des fibres musculaires et des fibres parodontales selon Kokich (111)
- l'hypotonie des muscles masticatoires avec de faibles forces masticatoires
- le potentiel de croissance en rotation postérieure
- une dysfonction telle que la pulsion linguale (19)
- l'égression des molaires ou un excès de torque corono-vestibulaire
- la réingression des incisives suite à une égression incisive orthodontique trop importante
- l'instabilité du fragment chirurgical : la stabilité est maximale lorsque les tissus mous sont détendus au cours de la chirurgie et moindre lorsqu'ils sont étirés. L'impaction du maxillaire permet ce relâchement et augmente ainsi la stabilité. (34).

### 3.3 Moyens de contention

Il y a peu d'études et un manque de preuve important concernant les modalités de contention chez les patients hyperdivergents traités orthodontiquement (10,22).

On retrouve essentiellement des dispositifs de contention classiques tels que les contentions collées, les gouttières thermoformées ou les plaques de Hawley. Cependant, ils peuvent être modifiés par l'ajout d'un recouvrement postérieur afin d'éviter l'égression molaire ou de permettre la mise en place de tractions inter-arcades. Des études montrent que les fils de contentions collées ne sont pas toujours suffisants pour maintenir la correction de l'infraclusion (85).

#### 3.3.1 Les gouttières thermoformées

L'utilisation d'une gouttière à la fois au maxillaire et à la mandibule permet aux dents postérieures d'être en contact et d'éviter l'éruption passive des molaires. Elles peuvent être modifiées avec l'adjonction de pics langue (112).



Figure 55 Gouttière thermoformée (22)

### 3.3.2 Plaque de Hawley modifiée

L'utilisation d'une plaque de Hawley seule ou avec un plan de morsure postérieur a le même objectif que les gouttières thermoformées. Cette plaque peut être modifiée avec une grille anti-langue ou des pics langues afin d'empêcher la langue de s'interposer entre les incisives.

D'après Janson, elle doit être portée en permanence pendant 6 mois puis seulement la nuit lors des 6 mois suivants (22,40).



Figure 56 Plaques de Hawley modifiées (22)

### 3.3.3 L'enveloppe linguale nocturne

L'ELN est un appareil thérapeutique amovible créée par le Dr Bonnet en 1992, permettant de repositionner la langue dans sa position physiologique. Elle est utilisée dans le cas de persistance de déglutition atypique (113).



*Figure 57 Enveloppe Linguale Nocturne (113)*

### 3.3.4 Positionneur

Il permet avec la pression exercée de l'appareil sur les dents postérieures de maintenir la correction du recouvrement. Cet appareil requiert une bonne motivation du patient. Le patient doit porter le positionneur la nuit et quatre heures en journée (22,43).

### 3.3.5 Contentions actives par tractions intermaxillaires

Ce dispositif a été décrit par Sheridan et utilise des contentions collées aux deux arcades avec des boutons ou des crochets collés sur les canines sur lesquels peuvent s'accrocher des élastiques intermaxillaires verticaux. Ils permettent de maintenir la correction de l'infraclusion et d'éviter l'interposition linguale entre les incisives (114).



*Figure 58 Contentions actives par tractions intermaxillaires (22)*

### 3.3.6 Contentions actives par traction élastique sur ancrages osseux temporaires

Les ancrages osseux qui ont servi à la correction de l'infraclusion peuvent être laissés en place en fin de traitement. Il est préconisé de les maintenir surtout pendant la première année de contention où la quantité de récurrence de l'ingression molaire est la plus importante. Ils peuvent alors être reliés activement à la contention amovible par des élastiques afin d'appliquer des forces d'ingression sur les dents postérieures (22,69).



Figure 59 Contentions actives par tractions élastiques sur ancrages osseux (22)



Figure 60 Contentions actives par tractions élastiques sur ancrages osseux(80)

### 3.3.7 Thérapie myofonctionnelle orofaciale

Selon certains auteurs, réaliser des exercices de rééducation de la fonction masticatoire aurait un effet bénéfique en augmentant la stabilité du traitement (115).

Une étude rétrospective de Smithpeter et Covell parue en 2010 montre l'intérêt de réaliser en même temps que le traitement orthodontique des exercices de

rééducation des fonctions pour maintenir la correction. Dans cette étude, le groupe expérimental avec le traitement orthodontique et la thérapie myofonctionnelle présentait une récurrence de  $0,48 \pm 0,8$  mm et le groupe contrôle (traitement orthodontique seul) présentait une récurrence plus importante ( $3,38 \pm 1,3$  mm). La différence du taux de récurrence était statistiquement significative (83).

Cependant cette étude comportait un conflit d'intérêt et un biais de sélection important puisque le groupe était constitué de 22 femmes sur 29 participants ce qui n'est pas représentatif de la population générale.

## Conclusion

Le traitement de l'infraclusion antérieure chez un patient hyperdivergent comporte différentes modalités qui dépendent principalement de la sévérité de l'infraclusion, de l'hyperdivergence, et de la motivation du patient. Le traitement de camouflage par orthodontie conventionnelle permet de corriger les relations dentaires mais n'aura qu'un impact clinique relatif sur les tissus mous. La chirurgie par impaction maxillaire de Lefort I associée ou non à la chirurgie mandibulaire d'ostéotomie sagittale reste la principale thérapeutique de correction de l'hyperdivergence avec béance squelettique chez le patient en denture permanente. L'utilisation plus récente de l'ingression molaire par ancrages osseux introduite par Sugawara en 1999 offre aujourd'hui des résultats probants associés à un caractère moins invasif par opposition à l'option de chirurgie orthognathique.

Toutes les études de la littérature mettent en évidence une diminution du recouvrement quelque que soit la modalité de traitement utilisée.

L'impaction maxillaire seule demeure le geste chirurgical le plus stable dans la correction de la hauteur faciale. Toutefois, la stabilité du recouvrement est améliorée quand l'impaction maxillaire est associée à une intervention mandibulaire. Actuellement, il n'existe pas de consensus quant à la stabilité de la seule chirurgie mandibulaire qui présentait historiquement davantage d'échecs à long terme. L'amélioration des moyens de fixations et les résultats des dernières études tendent cependant à réintroduire son indication.

Concernant la technique par ancrages osseux, les molaires ont tendance à s'égresser à nouveau surtout lors de la première année après dépose de l'appareil avec une diminution progressive du recouvrement de l'ordre de 20%. Par contre, l'analyse de la stabilité des tissus squelettiques ne révèle pas de différence statistiquement significative entre la fin de l'ingression molaire et sur le long terme. Enfin, concernant la stabilité des tissus mous, bien que les résultats soient statistiquement significatifs, les incidences cliniques semblent peu perceptibles à moyen terme.

Une seule étude confronte les résultats obtenus entre le traitement chirurgical et les ancrages osseux. L'efficacité semble similaire quant à la réduction de la hauteur faciale et l'augmentation du recouvrement. Cependant, les résultats ne permettent pas de conclure sur la différence de stabilité au long terme.

Il est admis par consensus qu'un système de contention rigoureux et adéquat doit être systématiquement mis en place auprès de tous nos patients quel que soit la modalité de traitement. L'identification des facteurs étiologiques permettra de choisir le protocole le plus adapté afin de prévenir cette récurrence.



## SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : LE BASTARD Marion

Titre de la thèse : Long terme des techniques orthodontiques et/ou chirurgicales de correction  
des infraclusives antérieures chez le patient hyperdivergent en denture  
permanente : revue de la littérature

Directeurs de thèse : Docteurs Yves BOLENDER et Damien ROBALDO

VU

Strasbourg, le :

20-08-19

Le Président du Jury,

**Pr François CLAUSS**  
HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG  
O-Rares  
Cliniques Rares Orales et Dentaires  
Professeur de Chirurgie Dentaire

VU

Strasbourg, le :

28 AOUT 2019

Le Doyen de la Faculté  
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg

Professeur C. TADDEI-GROSS

## Table des illustrations

Figure 1 Diagnostic différentiel entre une béance dentaire et une hyperdivergence squelettique (6).....	7
Figure 2 Prévalence de l'infraclusion antérieure selon l'ethnie et l'âge (9) .....	8
Figure 3 Prévalence de l'infraclusion antérieure selon l'âge (9).....	8
Figure 4 Croissance verticale selon Schudy 1964 (1) .....	9
Figure 5 Croissance de la base du crane (11).....	9
Figure 6 : Croissance du maxillaire (14) .....	10
Figure 7 : A rotation interne autour du condyle, B rotation centrée sur le corps de la mandibule (16).....	12
Figure 8 Signes structuraux de Björk (11) .....	13
Figure 9 Comparaison de la respiration nasale entre les patients hyperdivergents et normodivergents (27) .....	16
Figure 10 Sourire gingival par excès vertical maxillaire (30).....	17
Figure 11 Valeurs céphalométriques caractérisant les anomalies squelettiques verticales selon Schudy(17).....	20
Figure 12 Camouflage orthodontique d'une dysmorphose squelettique (34).....	22
Figure 13 Angulation mésiale des attaches afin de corriger l'inclinaison mésiale dentaire (35) .....	23
Figure 14 MEAW de Kim en 1987 (37).....	23
Figure 15 Arc d'égression avec élastiques verticaux postérieurs (39).....	24
Figure 16 Fermeture de la béance par redressement incisif (par principe du " pont levis ")(35).....	25
Figure 17 Fermeture d'espace en cas de groupe A (39) .....	26
Figure 18 Fermeture d'espace en cas de groupe B (39) .....	27
Figure 19 Fermeture d'espace en cas de groupe C (39) .....	27
Figure 20 A Nivellement en continu versus B Nivellement segmenté de l'arcade maxillaire (41) .....	29
Figure 21Thérapeutiques possibles en fonction de la sévérité du sourire gingival (30) .....	29
Figure 22 Ostéotomie de Lefort I (43).....	30
Figure 23 Ostéotomie multisegmentée de Le fort I (41) .....	31

Figure 24 Ostéotomies sagittales selon Obwegeser et Epker(43).....	32
Figure 25 Ostéotomie de Schuchardt (47).....	33
Figure 26 Ostéotomie de Köle (48).....	33
Figure 27 Génomoplastie d'avancée/ de réduction verticale (49).....	34
Figure 28 Forme générale des mini-vis (56).....	36
Figure 29 Taux de succès des mini-vis (type A et B) et des mini-plaques (63) .....	38
Figure 30 Taux d'inconfort après implantation des ancrages osseux (63).....	38
Figure 31 Mise en place d'une mini-plaque (Courtoisie du Dr Grollemund).....	39
Figure 32 Fiche technique d'une mini-plaque avec les formes possibles en I, L, Y (56) .....	40
Figure 33 Gouttière occlusale pour l'ingression des secteurs postérieurs maxillaires en Classe II et Classe III respectivement (55) .....	41
Figure 34 Force d'ingression avec point d'application en vestibulaire du centre de résistance : Inclinaison vestibulaire molaire (53) .....	42
Figure 35 Contrôle des effets indésirables grâce à la mise en place de mini-vis ou par un arc transpalatin (65).....	42
Figure 36 Ingression molaire avec mini-plaques et arc transpalatin (70).....	43
Figure 37 "Mouse trap appliance" (73) .....	43
Figure 38 Localisation du centre de l'autorotation mandibulaire (78) .....	45
Figure 39 Rotation anti-horaire de la mandibule suite à l'ingression molaire (53) ....	46
Figure 40 Mesures céphalométriques squelettiques .....	46
Figure 41 Modification des tissus mous après ingression molaire (en direction et magnitude) (81) .....	47
Figure 42 Mesures céphalométriques des tissus mous avant et après traitement (81) .....	48
Figure 43 Stratégies thérapeutiques pour les adolescents et les adultes (83).....	49
Figure 44 Taux de stabilité des études dans la littérature sur l'infraclusion (84).....	50
Figure 45 Stabilité hiérarchique des chirurgies (101) .....	51
Figure 46 Design des études incluses dans la revue systématique (102).....	52
Figure 47 Résultats des chirurgies sur le long terme (>12mois), en rouge les plus grandes variations de stabilité .....	54
Figure 48 Groupe A avancement mandibulaire de 10 mm avec une mini-plaque, B : avancement de 10 mm avec 20 ° de rotation anti-horaire et fixation avec une mini-	

plaque et C : avancement de 10 mm + rotation anti-horaire de 20 ° et fixation par deux mini-plaques (109) .....	55
Figure 49 Caractéristiques des études incluses dans la revue systématique de la littérature (111) .....	57
Figure 50 Stabilité dentaire du traitement par ancrage osseux (66,69,79,80) .....	58
Figure 51 Corrélation entre la quantité totale récidive avec la sévérité de l'infraclusion (79) .....	60
Figure 52 Stabilité squelettique du traitement par ancrages osseux (66,69,79,80) ..	60
Figure 53 Stabilité des tissus mous du traitement par ancrages osseux (81).....	62
Figure 54 Changements moyens au niveau des tissus mous constatés à long terme dans l'étude (81).....	63
Figure 55 Gouttière thermoformée (22) .....	65
Figure 56 Plaques de Hawley modifiées (22) .....	65
Figure 57 Enveloppe Linguale Nocturne (114) .....	66
Figure 58 Contentions actives par traction intermaxillaire (22).....	66
Figure 59 Contentions actives par traction élastique sur ancrages osseux (22).....	67
Figure 60 Contentions actives par traction élastique sur ancrages osseux(80).....	67

## Références Bibliographiques

1. Schudy FF. Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment. *Angle Orthod.* 1964;34(2):75- 93.
2. Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH, Epker BN, Mishelevich DJ. The long face syndrome : vertical maxillary excess. *Am J Orthod.* 1976 ;70(4):398- 408.
3. Parker JH. The interception of the open bite in the early growth period. *Angle Orthod.* 1971 ;41(1) :24- 44.
4. Carabelli G. *Anatomie des Mundes.* - Wien: Braumüller & Seidel, 1842; 244p.
5. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod.* 1969 ;55(2) :109- 123.
6. Caprioglio A, Fastuca R. Étiologie et traitements des béances antérieures chez les patients en croissance : une étude narrative. *Orthod Fr.* 2016 ;87(4):467- 477.
7. Dung DJ, Smith RJ. Cephalometric and clinical diagnoses of open bite tendency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(6):484- 490.
8. Ngan P, Fields HW. Openbite a review of etiology and management. *Pediatr Dent.* 1997:91-99.
9. Proffit WR, Fields HW, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998;13(2):97- 106.
10. Huang GJ, Greenlee GM. Stability of anterior open bite correction - An assessment of the evidence. In: Huang GJ, Richmond S, Vig K. *Evidence-based orthodontics.* - Chichester, West Sussex, UK: Blackwell Publishing, Ltd, 2011: 97- 117.
11. Ellouze S, Darqué F. Contrôle vertical molaire chez les patients hyperdivergents et dans les open bite squelettiques. In: Ellouze S, Darqué F. *Mini-implants/ L'orthodontie de demain.* - Paris: Quintessence international, 2012: 183- 215.
12. Akin JJ. Croissance craniofaciale. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie/Orthopédie-dentofaciale. 2008:1-21.
13. Ferrigno J-M, Tavitian P, Tosello A, Pouysségur V. Dimension verticale : aspects physiologiques. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Chirurgie orale et maxillo-faciale. 2016: 1-11.
14. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. The etiology of orthodontic problems. In: *Contemporary orthodontics.* 5th edition. - St-Louis: Mosby-Elsevier, 2013: 114- 145.
15. Bjork A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod.* 1983;5:1- 46.

16. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. 5th edition. - St-Louis: Mosby-Elsevier, 2013: 768p.
17. Enlow DH. A morphogenetic analysis of facial growth. *Am J Orthod.* 1966;52(4):283- 299.
18. Rijpstra C, Lisson J. Etiology of anterior open bite a review. *J Orofac Orthop.* 2016: 281-286.
19. Lin LH, Huang GW, Chen CS. Etiology and treatment modalities of anterior open bite malocclusion. *J Exp Clin Med.* 2013;5(1):1- 4.
20. Boileau M-J, Sameur M. Anomalies verticales. In: *Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte, traitement des dysmorphies et malocclusions. Tome 2.* Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson, 2013:131-160.
21. Schudy FF. The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 1965;35(1):36- 50.
22. Littlewood SJ. Contenir la correction des béances squelettiques. Comment améliorer la stabilité de nos résultats? *Orthod Fr.* 2016;87(4):457- 465.
23. Reyneke JP, Ferretti C. Anterior open bite correction by Le Fort I or bilateral sagittal split osteotomy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(3):321- 338.
24. Lentini-Oliveira DA, Carvalho FR, Rodrigues CG, Ye Q, Hu R, Minami-Sugaya H, Carvalho LBC, Prado LBF, Prado GF. Orthodontic and orthopaedic treatment for anterior open bite in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 9. Art.No.: CD005515.
25. Proffit WR, Fields HW. Occlusal forces in normal- and long-face children. *J Dent Res.* 1983;62(5):571- 574.
26. Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal- and long-face adults. *J Dent Res.* 1983;62(5):566- 570.
27. Fields HW, Warren DW, Black K, Phillips CL. Relationship between vertical dentofacial morphology and respiration in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(2):147- 154.
28. Dawson PE. Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems, 2nd ed. Saint-Louis:CV Mosby Co. 1989: 632p.
29. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, Mucedero M, Polimeni A. Sucking habits and facial hyperdivergency as risk factors for anterior open bite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(4):517- 519.
30. Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM, Ackerman MB, Kean MR. Pitch, roll, and yaw: Describing the spatial orientation of dentofacial traits. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(3):305- 310.

31. Silberberg N, Goldstein M, Smidt A. Excessive gingival display--etiology, diagnosis, and treatment modalities. *Quintessence Int.* 2009;40(10):809- 818.
32. Machado GL. CBCT imaging – A boon to orthodontics. *Saudi Dent J.* 2015;27(1):12- 21.
33. 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.* 2006;129(6):768- 774.
34. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Combined surgical and orthodontic treatment. Chapter 19. In: *Contemporary Orthodontics*. 5th edition. - St-Louis: Mosby-Elsevier, 2013: 685-724.
35. Janson G, Valarelli F. Open-bite treatment in the permanent dentition. In: Janson G. Valarelli F. *Open-Bite Malocclusion: treatment and stability*. 1st ed. Wiley-Blackwell; 2013: 129- 347.
36. Kim YH. Anterior openbite and its treatment with Multiloop Edgewise Archwire. *Angle Orthod.* 1987;57(4):290- 321.
37. DeBerardinis M, Stretesky T, Sinha P, Nanda RS. Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(6):700- 705.
38. Uribe FA, Janakiraman N, Nanda R. Management of Open-Bite Malocclusion. In: Nanda R. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*. 2<sup>nd</sup> ed Saint-Louis: Elsevier Saunders; 2015. p. 147- 179.
39. Hullihen SP. Case of elongation of the underjaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *Am J Dent Sci.* 1849;9:157-165.
40. Santana E, Janson M, Bombonatti R. Orthodontic-surgical treatment of anterior open bite. In: Janson G, Valarelli F. *Open-Bite Malocclusion : treatment and stability*. Saint-Louis: Wiley-Blackell; 2013 : 403- 438.
41. Bell WH. Le Fort I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg.* 1975;33(6):412- 426.
42. Deffrennes G, Ferri J, Garreau E, Deffrennes D. Ostéotomies maxillomandibulaires : techniques chirurgicales et indications. *EMC-Techniques chirurgicales - Tête et cou;* 2016:1-13.
43. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 4th ed. Saint-Louis: Mosby Elsevier. 2006:768p.
44. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Special considerations in treatment for adults. Chapter 18. In: *Contemporary orthodontics*. 5th edition. - St-Louis: Mosby-Elsevier, 2013: 623-684.
45. Joondeph DR, Bloomquist D. Open-bite closure with mandibular osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(3):296- 298.

46. Négrier B, Deffrennes D, Hadjean E, Vaugeois M. Ostéotomie de Schuchardt. EMC-Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique; 1992:1-0.
47. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med, Oral Pathol.* 1959;12(5):515- 529.
48. Ward JL, Garri JI, Wolfe SA. The osseous genioplasty. *Clin Plast Surg.* 2007 Jul;34(3):485-500.
49. Polo M. Botulinum toxin type A (Botox) for the neuromuscular correction of excessive gingival display on smiling (gummy smile). *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133:195- 203.
50. Baron P. Ancrages vissés en orthodontie. EMC-Odontologie/Orthopédie Dentofaciale.2015: 10:1-11.
51. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:166- 174.
52. Barros S, Garib D. Open-Bite Correction with Posterior Teeth Intrusion. In: Janson G, Valarelli F. *Open-Bite Malocclusion: treatment and stability.* Saint-Louis: Wiley Blackwell; 2013:349- 401.
53. Sherwood K. Correction of Skeletal Open Bite with Implant Anchored Molar/Bicuspid Intrusion. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(3):339-350,
54. Massif L, Frapier L. Utilisation clinique des minivis en orthodontie. EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie/ Orthopédie dentofaciale, 23-492-A-17,2006.
55. Melsen B. Indications d'ancrage squelettique en orthodontie. *Rev Orthop Dento Faciale.* 2006;40(1):41- 61.
56. Costi A. Ancrages orthodontiques. EMC-Médecine buccale 2018;13(1)1-6.
57. Reichert I, Figel P, Winchester L. Orthodontic treatment of anterior open bite : a review article, is surgery always necessary ? *Oral Maxillofac Surg.* 2014;18(3):271-217
58. Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(1):42- 47.
59. Daimaruya T, Takahashi I, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. Effects of maxillary molar intrusion on the nasal floor and tooth root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod.* 2003;73(2):158- 166.
60. Cifter M, Sarac M. Maxillary posterior intrusion mechanics with mini-implant anchorage evaluated with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 140:233- 241.
61. Al-Falahi B, Hafez AM, Fouda M. Three-dimensional assessment of external apical root resorption after maxillary posterior teeth intrusion with miniscrews in anterior open bite patients. *Dent Press J Orthod.* 2018;23(6):56- 63.



62. Heravi F, Bayani S, Radvar M. Intrusion of supra-erupted molars using miniscrews: Clinical success and root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:170- 175.
63. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung H-M, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(1):9- 15.
64. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod.* 2004 Jun;74(3):381-390.
65. Oliveira TFM de, Nakao CY, Gonçalves JR, Santos-Pinto A. Maxillary molar intrusion with zygomatic anchorage in open bite treatment: lateral and oblique cephalometric evaluation. *Oral Maxillofac Surg.* 2015;19(1):71- 77.
66. 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.* 2011;139:60-68.
67. Moon C-H, Wee J-U, Lee H-S. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1119- 1125.
68. Lin JC-Y, Liou EJ-W, Bowman SJ. Simultaneous reduction in vertical dimension and gummy smile using miniscrew anchorage. *J Clin Orthod.* 2010;44(3):157-170.
69. 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.* 2010;138(4):396.e1-396.e9.
70. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Nanda R, Drescher D. Upper-molar intrusion using anterior palatal anchorage and the mousetrap appliance. *J Clin Orthod.* 2013;47(5):314-320.
71. Wilmes B, Vasudavan S, Stocker B, Willmann JH, Drescher D. Closure of an open bite using the «mousetrap» appliance: a 3-year follow-up. *Aust Orthod J.* 2015;31(2):208- 215.
72. Wilmes B, Katyal V, Willmann J, Stocker B, Drescher D. Mini-implant-anchored Mesialslider for simultaneous mesialisation and intrusion of upper molars in an anterior open bite case: a three-year follow-up. *Aust Orthod J.* 2015;31(1):87- 97.
73. Paik CH, McComb R, Hong C. Differential molar intrusion with skeletal anchorage in open-bite treatment. *J Clin Orthod.* 2016;50(5):276- 89.
74. Paik CH, Park IK, Kim TW. Miniscrew implant anchorage for intrusion of teeth. In Paik CH, Park IK, Kim TW. *Orthodontic miniscrew implants.* Loanhead: Mosby Ltd. 2009: 143-209.
75. Paik CH. Molar intrusion using TADs: the key element to correcting anterior open bite and/or vertical excess problems. Oral presentation, 2013 Philadelphia AAO Annual Session.

76. Cazenave C. Étude mécanique de 47 cas cliniques traités avec ancrage micro-implantaire. Mémoire CECSMO, Bordeaux : Univ Bordeaux II, 2007.
77. Kassem HE, Marzouk ES. Prediction of changes due to mandibular autorotation following miniplate-anchored intrusion of maxillary posterior teeth in open bite cases. *Prog Orthod.* 2018;19(1):13.
78. Kim K, Choy K, Park Y-C, Han SY, Jung H, Choi YJ. Prediction of mandibular movement and its center of rotation for nonsurgical correction of anterior open bite via maxillary molar intrusion. *Angle Orthod.* 2018:1-7.
79. Marzouk ES, Kassem HE. Evaluation of long-term stability of skeletal anterior open bite correction in adults treated with maxillary posterior segment intrusion using zygomatic miniplates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(1):78- 88.
80. 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.* 2014;146(5):594- 602.
81. Marzouk ES, Kassem HE. Long-term stability of soft tissue changes in anterior open bite adults treated with zygomatic miniplate-anchored maxillary posterior intrusion. *Angle Orthod.* 2018;88(2):163- 170.
82. 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.* 2007;132(5):599- 605.
83. Smithpeter J, Covell D. Relapse of anterior open bites treated with orthodontic appliances with and without orofacial myofunctional therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(5):605- 614.
84. De Freitas MR, Beltrão RTS, Janson G, Henriques JFC, Cançado RH. Long-term stability of anterior open bite extraction treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):78- 87.
85. Salehi P, Pakshir HR, Hoseini SAR. Evaluating the stability of open bite treatments and its predictive factors in the retention phase during permanent dentition. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.* 2015;16(1):22- 29.
86. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability following superior repositioning of the maxilla by LeFort I osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(2):151- 161.
87. Bailey LJ, Proffit WR, philips C. Stability following superior repositioning of the maxilla by Le Fort I osteotomy: five-year follow-up. *Int J Orthodon Orthognath Surg.* 1994;9(3):163-173.
88. Miguel JA, Turvey TA, Philipps C, Proffit WR. Long-term stability of two-jaw surgery for treatment of mandibular deficiency and vertical maxillary excess. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(4):235-245.
89. Hoppenreijts TJ, Freihofer HP, Stoelinga PJ, Tuinzing DB. Skeletal and dento-alveolar stability of Le Fort I intrusion osteotomies and bimaxillary osteotomies in anterior open

- bite deformities. A retrospective three-centre study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1997;26(3):161- 175.
90. Arpornmaeklong P, Heggie AA. Anterior open-bite malocclusion: stability of maxillary repositioning using rigid internal fixation. *Aust Orthod J.* 2000;16(2):69- 81.
  91. 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.* 2008;134(1):60- 66.
  92. Wriedt S, Buhl V, Al-Nawas B. Combined treatment of open bite—Long-term evaluation and relapse factors. *J Orofac Orthop.* 2009; 70(4):318-326.
  93. 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.* 2010;68(1):149-159.
  94. Vincent C, Mercier JM, Perrin J-P, Khonsari RH. Stabilité osseuse des ostéotomies de Le Fort I d'impaction. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2012;113:76-80.
  95. Venkategowda PRH, Prakash AT, Roy ET, Shetty KS, Thakkar S, Maurya R. Stability of vertical, horizontal and angular parameters following superior repositioning of maxilla by Le Fort I osteotomy: a cephalometric study. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(1):10- 14.
  96. Kor HS, Yang HJ, Hwang SJ. Relapse of skeletal class III with anterior open bite after bimaxillary orthognathic surgery depending on maxillary posterior impaction and mandibular counterclockwise rotation. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(5):230-238.
  97. Teittinen M, Tuovinen V, Tammela L, Schätzle M, Peltomäki T. Long-term stability of anterior open bite closure corrected by surgical-orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2012;34(2):238- 243.
  98. 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.* 2011;139(2):154- 169.
  99. Proffit WR, Bailey LJ, Phillips C, Turvey TA. Long-term stability of surgical open-bite correction by Le Fort I osteotomy. *Angle Orthod.* 2000;70(2):112- 117.
  100. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med.* 2007;3-21.
  101. Solano-Hernández B, Antonarakis GS, Scolozzi P, Kiliaridis S. Combined orthodontic and orthognathic surgical treatment for the correction of skeletal anterior open-bite malocclusion: a systematic review on vertical stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(1):98- 109.
  102. 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.* 2010;138(3):1-10.

103. Huang GJ, Greenlee GM. Stability of anterior open bite treatment : some things old, some things new In: Katsaros C, Eliades T, Nanda R. Stability, Retention, relapse. 1st ed. Quintessence publishing; 2017: 125-131.
104. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1996;11(3):191 - 204.
105. Oliveira JA, Bloomquist DS. The stability of the use of bilateral sagittal split osteotomy in the closure of anterior open bite. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1997;12(2):101- 108.
106. Bisase B, Johnson P, Stacey M. Closure of the anterior open bite using mandibular sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2010;48(5):352-355.
107. Fontes AM, Joondeph DR, Bloomquist DS, Greenlee GM, Wallen TR, Huang GJ. Long-term stability of anterior open-bite closure with bilateral sagittal split osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 ;142(6):792- 800.
108. Nieblerová J, Foltán R, Hanzelka T, Pavlíková G, Vlk M, Klíma K, et al. Stability of the miniplate osteosynthesis used for sagittal split osteotomy for closing an anterior open bite: an experimental study in mini-pigs. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(4):482- 488.
109. Sugawara J, Baik UB, Umemori M, Takahashi I, Nagasaka H, Kawamura H, et al. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2002;17(4):243- 253.
110. Al-Dhubhani M. Stability of anterior open bite correction treated with posterior teeth intrusion using temporary anchorage devices. A systematic review. *Saudi J Oral Sci.* 2018;5(2):69-74.
111. Kokich VG, Rozencweig S. Interview with Vincent Kokich. *J Dentofacial Anom Orthod.* 2010;13(3):218- 222.
112. Uzdil F, Kayalioglu M, Kendi E, Toroglu MS. A new type of modified Essix retainer for anterior open bite retention. *Progr Orthod.* 2010;11(1):45- 52.
113. Bonnet B. Un appareil de reposturation: l'Enveloppe Linguale Nocturne. *Rev Orthop Dento Faciale.* 1992: 329-347.
114. Sheridan JJ, McFall J, Layfield LL. Force-amplified retention for corrected anterior open bites. *J Clin Orthod.* 1997;31(12):817- 820.
115. English JD, Olfert KDG. Masticatory muscle exercise as an adjunctive treatment for open bite malocclusions. *Semin Orthod.* 2005;11(3):164- 169.



LE BASTARD (Marion) - Long-terme des techniques orthodontiques et/ou chirurgicales de correction des infraclusies antérieures chez le patient hyperdivergent en denture permanente -

Revue de la littérature

(Thèse : 3<sup>ème</sup> cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2019 ; N°62)

N°43.22.19.62

Résumé:

Le traitement orthodontique des hyperdivergents squelettiques a de tout temps constitué un challenge pour les praticiens.

Si dans les premiers pas de l'Orthodontie, les traitements orthodontiques des hyperdivergents squelettiques ont traditionnellement été associés à des extractions de prémolaires afin de rétracter les incisives et d'ainsi augmenter le recouvrement incisif, les orthodontistes se sont tournés vers leurs collègues chirurgiens maxillo-faciaux afin de corriger les anomalies squelettiques sous-jacentes. Toutefois, de nouveaux développements thérapeutiques ont récemment vu le jour avec l'introduction d'ancrages osseux afin d'ingresser les dents postérieures et ainsi de s'affranchir d'une intervention de chirurgie orthognathique.

L'objectif de ce travail est de décrire et de comparer le long terme des différentes thérapeutiques mises en œuvre dans la correction des infraclusies antérieures chez le patient hyperdivergent en denture permanente.

Rubrique de classement : Orthopédie-dento-faciale

Mots clés : orthodontie ; stabilité ; infraclusies antérieures squelettiques ; denture permanente

MeSH : orthodontic ; stability ; skeletal open bite ; permanent dentition

Jury :

Président : Professeur CLAUSS François

Assesseurs : Docteur BOLENDER Yves

Docteur WAGNER Delphine

Docteur ROBALDO Damien

Membre invité : Docteur LUTZ Jean-Christophe

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale :

37 rue alsace lorraine

47000 Agen

Adresse de messagerie :

marion.lbd@gmail.com