

UNIVERSITE TOULOUSE III- PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2014

2014 TOU3 3041

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Laura CASTELBOU

le 1 Décembre 2014

DE L'INTERET DE L'INGRESSION MOLLAIRE CHEZ
L'HYPERDIVERGENT ADULTE :
REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE

Directeur de thèse : Dr Patricia OBACH-DEJEAN

JURY

Président :

1er assesseur :

2ème assesseur :

3ème assesseur :

Pr Michel SIXOU

Dr Sarah COUSTY

Dr Jean-Noël VERGNES

Dr Patricia OBACH-DEJEAN



UNIVERSITE TOULOUSE III- PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2014

2014 TOU3 3041

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Laura CASTELBOU

le 1 Décembre 2014

DE L'INTERET DE L'INGRESSION MOLLAIRE CHEZ
L'HYPERDIVERGENT ADULTE :
REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE

Directeur de thèse : Dr Patricia OBACH-DEJEAN

JURY

Président :

1er assesseur :

2ème assesseur :

3ème assesseur :

Pr Michel SIXOU

Dr Sarah COUSTY

Dr Jean-Noël VERGNES

Dr Patricia OBACH-DEJEAN





Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr Hugues CHAP

ASSESEURS DU DOYEN

• ENSEIGNANTS :

Mr CHAMPION Jean
Mr HAMEL Olivier
Mr POMAR Philippe

• PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme GRIMOUD Anne-Marie

• ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard
Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme GRAPELOUP Claude

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean +
Mr LODTER Jean-Philippe
Mr PALOUDIER Gérard
Mr SOULET Henri

➔ ÉMÉRITAT

Mme GRÉGOIRE Geneviève
Mr PALOUDIER Gérard

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mme DARIES, Mr MARTY

Mme BACQUÉ, Mr TOULOUSE

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mr PUJOL

Mr GARNAULT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Mlle BARON

Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr BARTHET***

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr PIOTROWSKI, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION***Chef de la sous-section :*** ***Mr CAMPAN***

Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr KÉMOUN***

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE

Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr GUIGNES***

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr ARCAUTE, Mr BONIN, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS,

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr CHAMPION***

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA

Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mme JONIOT***

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

A ma famille que j'aime tant

REMERCIEMENTS

A mes parents : Maman, Papa, Merci pour votre amour, votre confiance et votre soutien inconditionnels. Vous avez toujours cru en moi et accepté mes choix, je vous en remercie. Merci pour tout ce que vous m'apportez.

A Marie et Guillaume, que ferais-je sans vous ? Vous m'épaulez pour le meilleur et pour le pire. J'aime notre complicité, votre écoute et votre franchise; Merci pour notre beau trio.

A ma Mémé adorée, supportrice de toujours. Merci de ta bienveillance et de ton modèle de dynamisme à travers le temps.

A mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines; je pense à vous.

A mon parrain et à ma marraine, toujours présents malgré mon âge et la distance.

A Mamie, Pépé, Papi avec qui j'aurais voulu partager le début de la fin de mes études.

A Marie et Roseline pour nos souvenirs bordelais.

A Sophie et Gaëlle avec qui j'ai partagé les joies et les galères des débuts en clinique.

A Elena, Alice et Linda, belles surprises amicales; merci pour votre bonne humeur et tous ces bons moments partagés entre nos différentes personnalités.

Aux rencontres de l'internat : aux « anciennes » qui m'ont ouvert la voie de l'internat et des soirées toulousaines : Alexia, Magalie, Mélanie, Raphaëlle; et aux anciens nouveaux : Mathilde, Bertrand, Alex.

A Philippe, toujours prêt à m'écouter, me conseiller, me soutenir; merci pour ta chaleureuse compagnie pendant ton escale toulousaine; garde ton humour et ton optimisme.

Aux petits D2 et coll. qui ont bien grandi et m'ont si bien accueilli : Merci Laure, Dien, Clémence, Mélodie, Sophia, Laura, Lucie, Julie, Raphaëlle, Cécile, Vincent, Leonor, Romain, Clément, Amaury, Corentin, Lisa, Massimo, Julie de m'avoir fait découvrir la vie étudiante toulousaine; à nos week-ends, nos soirées, nos voyages, et tous ces moments inoubliables.

A ma promo d'ortho, la dernière mais la meilleure : Aurore, Marta, Chafik, Philippe Becaye, Sahbi, Wassim; pour avoir partagé ensemble les joies de la fac; et à nos « aînés » : Isabelle, Dounia, Sabrina, Valérian, Pierre, Linda...

Aux orthos de l'Hotel Dieu et nos longues fins d'après-midi du Mardi : Inès, Yasmine, Khadi, Eric.

A l'équipe enseignante qui m'a formé tout au long de mon cursus universitaire, particulièrement le Dr BLANDIN et son équipe, Julien, Luc, Rami, Jacques; Merci pour le partage de votre savoir de la Prothèse et votre goût du travail bien fait. Votre enseignement patient et rigoureux a été précieux durant ma dernière année d'internat.

Aux enseignants d'orthodontie de Toulouse, Merci pour vos conseils et critiques constructives.

Au personnel para-médical et administratif de la faculté qui me supporte encore avec le sourire.

A Camille et Florence grâce à qui j'ai réalisé mes premiers pas d'orthodontiste.

A Daniel et Louis pour m'avoir accordé leur confiance pour le début d'une longue et belle aventure. Au reste de l'équipe de Montauban : Servane, Nasser, Marie-Gaëlle, Fabienne, Marie, Chloé, Jean-Paul, Michel; c'est si agréable de travailler à vos côtés.

A mes aimables patients, qui m'ont beaucoup appris.

A notre président du jury

Monsieur le professeur Michel SIXOU

- Ancien Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.),
- Ancien Vice-Président Délégué à l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous remercions sincèrement d'avoir accepté de présider ce jury. Nous sommes reconnaissants du chaleureux accueil que vous nous avez réservé à notre arrivée dans la faculté de Toulouse, et de votre accessibilité.

Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude.

A notre jury

Madame le docteur Sarah COUSTY

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Diplôme d'Etudes Supérieures de Chirurgie Buccale (D.E.S.C.B.),
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Ancienne Interne des Hôpitaux de Toulouse,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Votre volonté et votre dynamisme au sein du service sont un modèle pour nous. Nous sommes reconnaissants de l'intérêt que vous avez porté à l' « ancien » internat, et de votre implication dans la formation des nouveaux internes.

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

A notre jury

Monsieur le docteur Jean-Noël VERGNES

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Epidémiologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Professeur associé, Oral Health and Society Division, Université McGill –Montréal, Québec – Canada,
- Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales,
- Master2 Recherche – Epidémiologie clinique,
- Diplôme d'Université de Recherche Clinique Odontologique,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Vous savez vous rendre disponible avec enthousiasme et intérêt. Nous vous remercions pour vos précieux conseils dans notre travail.

Expert dans votre domaine, et fort de votre expérience canadienne, nous sommes honorés de vous compter dans ce jury.

A notre directrice de thèse

Madame le docteur Patricia OBACH-DEJEAN

- Assistante hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Certificat d'Etudes Spéciales – mention : Orthodontie (CECSMO)

Votre parcours dans la profession est un exemple pour nous. Nous sommes reconnaissants du temps que vous consacrez aux étudiants pour leur transmettre votre grande expérience clinique.

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en ayant accepté de diriger notre thèse.

INTRODUCTION

L'hyperdivergence squelettique représente un défi thérapeutique pour les orthodontistes du fait de son caractère multifactoriel, de la difficulté à atteindre les objectifs de traitement et de l'instabilité des résultats.

En 1964 Subtelny et Sakuda disaient : « si une vraie béance squelettique est évidente, alors le traitement est impossible ».

En 2014, traiter l'hyperdivergence squelettique nécessite une collaboration pluridisciplinaire enrichissante assurant le rapprochement de spécialités médicales : chirurgie maxillo-faciale, kinésithérapie, oto-rhino-laryngologie, allergologie, pédiatrie, psychiatrie...

Lorsqu'une sévère dysmorphose verticale n'a pu être interceptée au cours de la croissance, existe-t-il d'autres alternatives à la chirurgie orthognathique ? La complexité et les risques du traitement chirurgical ont forcé les investigateurs à rechercher des procédures cliniques alternatives pour traiter les béances squelettiques en diminuant la hauteur faciale postérieure.

La solution thérapeutique d'ingression molaire, déjà utilisée mais sans résultat prédictible, est devenue plus fiable avec l'essor des ancrages squelettiques.

A l'aide d'une revue de la littérature, nous analyserons les résultats effectivement obtenus avec cette nouvelle stratégie thérapeutique.

L'enjeu est de diminuer l'invasion chirurgicale dans les thérapeutiques proposées aux adultes hyperdivergents.

INTRODUCTION.....	11
PARTIE 1 : L'HYPERDIVERGENCE	
1.1. Définition	16
1.2. La croissance crânio-faciale verticale.....	16
1.2.1. Croissance verticale de la base du crâne.....	17
1.2.2. Croissance verticale maxillaire	18
1.2.3. Croissance verticale mandibulaire	19
1.2.3.1. La mandibule, une entité complexe	19
1.2.3.2. Ses mécanismes de croissance.....	20
1.2.3.3. Ses rotations de croissance	21
1.2.4. Croissance alvéolaire	27
1.2.4.1. La croissance des procès alvéolaires postérieurs.....	28
1.2.4.2. La croissance des procès alvéolaires antérieurs.....	28
1.2.5. Bilan : Facteurs affectants les hauteurs faciales antérieures et postérieures	29
1.3. Etiopathogénie	29
1.3.1. Facteurs génétiques.....	29
1.3.1.1. Hérité.....	29
1.3.1.2. Potentiel de croissance défavorable.....	30
1.3.2. Facteurs congénitaux (dysembryopathies)	30
1.3.3. Facteurs hormonaux	30
1.3.4. Facteurs anatomiques	30
1.3.4.1. Une origine basicrânienne	30
1.3.4.2. Une origine mandibulaire	31
1.3.4.3. Une origine maxillaire	33
1.3.4.4. Une origine dentaire	34
1.3.4.5. Trouble morphologique de la langue.....	35
1.3.4.6. Pathologies des articulations temporo-mandibulaires	35
1.3.5. Facteurs environnementaux, fonctionnels	36
1.3.5.1. Parafunctions : succion digitale	36
1.3.5.2. Posture linguale antérieure (repos, déglutition, phonation).....	36
1.3.5.3. Troubles ventilatoires	36
1.3.5.4. Déficience neuro-musculaire	37
1.3.6. Cause iatrogène	37
1.3.6.1. Traitement orthodontique	37
1.3.6.2. Mauvaise réduction des fractures de type Lefort 1	38
1.3.6.3. Cicatrice chirurgicale.....	38
1.3.6.4. Gouttière iatrogène	39
1.3.7. Posture.....	39
1.4. Diagnostic	40
1.4.1. Anamnèse.....	40
1.4.2. Diagnostic clinique	40
1.4.2.1. Examen exobuccal : le « long face » syndrome	40
1.4.2.2. Examen endobuccal	42
1.4.2.3. Examen fonctionnel	43
1.4.2.4. Examens complémentaires	44
1.4.3. Diagnostic différentiel.....	50
1.5. Influence sur le pronostic.....	51
1.5.1. Dans les classes II	51
1.5.2. Dans les classes III.....	51
1.6. Thérapeutique.....	51

1.6.1. Indications.....	51
1.6.2. Principes.....	51
1.6.3. Moyens thérapeutiques.....	53
1.6.3.1. Myothérapie fonctionnelle.....	53
1.6.3.2. Force extra-orale à traction haute (High Pull High Gear ou HPHG)	53
1.6.3.3. Blocs de morsure postérieurs	54
1.6.3.4. Arc transpalatin.....	55
1.6.3.5. Multi-attaches	55
1.6.3.6. Chirurgie orthognathique.....	61
1.6.3.7. Chirurgie des tissus mous associée.....	66
1.6.3.8. L'ingression molaire par ancrage squelettique	67
1.6.4 Stabilité	80
1.7 Conséquences sans traitement.....	82
1.8 Synthèse	82
1.9 Bibliographie I	83

PARTIE 2 : REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE

2.1. Matériel et méthode.....	94
2.1.1. Stratégie de recherche.....	94
2.1.2. Bases de données interrogées	94
2.1.3. Critères de sélection	94
2.1.3.1. Critères d'inclusion.....	94
2.1.3.2. Critères d'exclusion	95
2.1.3.3. Stratégie de sélection	95
2.2. Résultats selon chaque base.....	96
2.2.1. Cochrane	96
2.2.2. Medline.....	96
2.2.3. Pubmed	97
2.2.4. Wok-Wos.....	97
2.2.5. EMC premium.....	97
2.2.6. Pascal.....	97
2.2.7. Effet "boule de neige" : recherche manuelle	97
2.3 Analyse.....	98
2.4 Discussion	100
2.4.1. Qualité.....	100
2.4.1.1. De la recherche	100
2.4.1.2. Des 34 résultats.....	101
2.4.1.3. De la méthodologie des articles	102
2.4.2. Les dispositifs mis en place.....	104
2.4.2.1. Pour réaliser l'expansion préalable.....	104
2.4.2.2. Pour exercer la force ingressive.....	104
2.4.2.3. Pour contrer les effets parasites	114
2.4.2.4 Efficacité.....	115
2.4.3. Les stratégies d'avulsions utilisées.....	115
2.4.4. Les dents ingressées	116
2.4.5. Le moment d'ingression	117
2.4.5.1. Par rapport au nivellement.....	117
2.4.5.2. Par rapport aux extractions	117
2.4.6 L'amélioration esthétique.....	118
2.4.6.1. Dans les classes II.....	118
2.4.6.2 Dans les classes III.....	118

2.4.7. Alternative à la chirurgie orthognathique	119
2.4.8. L'exploration des effets iatrogènes	120
2.4.9. Aspect fonctionnel	120
2.4.10. Stabilité	121
ANNEXE 1 : Tableau des données des articles sélectionnés	130
ANNEXE 2 : Liste des abréviations.....	130
Bibliographie II.....	131
CONCLUSION	137

Partie 1

L'HYPERDIVERGENCE

1.1. Définition

La dénomination d'hyperdivergence a été donnée par Schudy pour exprimer, par une valeur angulaire, la dysharmonie entre les parties antérieure et postérieure du massif facial sans précision du site causal (maxillaire, mandibulaire, basal, alvéolaire, condylien..). D'autres appellations ont été proposées pour qualifier les troubles verticaux des bases osseuses ⁽⁷⁵⁾, parfois contestées par le rapport de la Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale de 1989 ⁽¹⁵⁾ :

- Micro-oto-dysplasie (Bimler) : connotation pathologique.
- Leptoprosope (Muzj).
- Excès vertical antérieur (Muller).
- Faciès adénoïdien (Tomes puis Chateau).
- Dolichofacial (Ricketts), terme qui se réfère principalement aux proportions crâniennes et à la relation entre largeur et longueur : connotation anthropométrique.
- Rotation postérieure (Björk), terme qui sera réservé à la tendance évolutive;
- Open bite (Sassouni) ⁽¹¹¹⁾, qui sera évité pour ne pas faire de confusion avec les troubles occlusaux : béances alvéolo-dentaires.
- Long face syndrom (Opdebeeck).

Nous privilégierons le terme d' « hyperdivergence », sous entendu squelettique.

L'hyperdivergence ⁽¹²⁷⁾ est une anomalie des bases squelettiques dans le sens vertical caractérisée par une divergence importante des plans crânio-faciaux (base du crâne ou plan facial et bord inférieur de la mandibule).

Une augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure est décelable dès l'observation clinique par la sensation de face longue.

Les sources du service de santé publique des Etats-Unis suggèrent une incidence dans la population américaine adolescente avec une dentition mature d'approximativement 5 % bien qu'avec une plus grande proportion parmi la population noire ⁽¹¹⁵⁾. Aucune incidence concernant les adultes n'est publiée à ce jour.

1.2. La croissance crânio-faciale verticale

Les facteurs responsables de la croissance faciale sont multiples et variés. Ils sont intimement mêlés et interactifs et les cliniciens ne peuvent que les estimer globalement dans l'examen clinique approfondi de leurs patients ⁽⁷⁸⁾.

Le sens vertical dépend de plusieurs composantes de croissance ⁽³⁾ :

- La croissance de la base du crâne et son influence sur la position verticale de la cavité glénoïde.
- La croissance du maxillaire ou de l'étage supérieur de la face.
- La croissance condylienne.
- La croissance des procès alvéolaires maxillaires.
- La croissance des procès alvéolaires mandibulaires.

De ces cinq composantes de croissance (qu'on regroupera en basicrânienne, maxillaire, mandibulaire, alvéolaire) va dépendre la position finale de la mandibule dans l'architecture faciale. L'altération

d'une ou plusieurs de ces composantes va changer la position mandibulaire et, par conséquence, la hauteur faciale inférieure pouvant amener à des types faciaux extrêmes : les hyper- et hypo-divergents (figure 1).

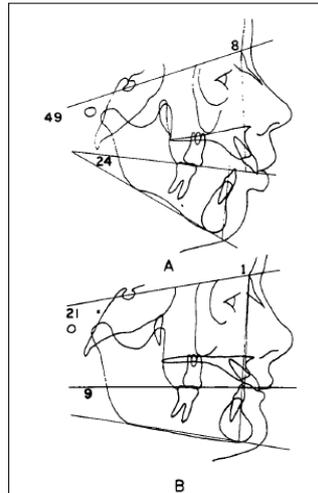


Figure 1. Deux types faciaux opposés : A=Type hyperdivergent, B= Type hypodivergent ⁽¹¹⁴⁾

1.2.1. Croissance verticale de la base du crâne

Elle est cartilagineuse et périostée.

La base du crâne est composée de 3 fosses :

- antérieure : ethmoïdo-frontale
- moyenne : temporo-sphénoïdale
- postérieure : occipitale

La croissance au niveau de la fosse antérieure, excepté le sinus frontal, cesse précocement : entre 2 et 5 ans. Les autres fosses, essentiellement la fosse moyenne, se modifient jusqu'à la fin de la croissance.

Les éléments principaux de la croissance de la base du crâne sont les synchondroses qui persistent entre les pièces osseuses, « zones » fertiles du cartilage du chondrocrâne avec une activité bipolaire. Cette croissance sous la dépendance de facteurs endocriniens et héréditaires n'est pas influencée par des facteurs mécaniques, selon la majorité des auteurs.

Deux synchondroses ont un rôle important ⁽¹⁵⁾ (figure 2) :

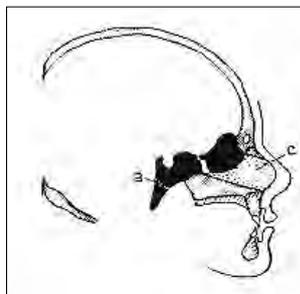


Figure 2. Synchondroses sphéno-occipitale (a) et septa-ethmoïdale (c)⁽¹⁵⁾(d'après BAUME)

La **synchondrose sphéno-occipitale**, active jusqu'à l'âge adulte, a une action longue et capitale dans la croissance verticale. Elle a un rôle prépondérant :

- dans les phénomènes d'ouverture - fermeture de l'angle de la base du crâne et d'allongement en bas et en arrière du basi-occipital.
- dans la position de la cavité glénoïde : migration dorsale de la fosse glénoïde qui tend à compenser la croissance des condyles. Delaire et Deshayes pensent que la position de la cavité glénoïde est liée à l'angle de la base du crâne, du fait des liaisons de l'écaïlle du temporal.
- dans la position des apophyses ptérygoïdes entraînées dans le mouvement en bas et en arrière du basi-occipital : en se redressant, elles augmentent la profondeur de la face ; en s'allongeant, elles augmentent la hauteur de la face; en s'écartant, elles augmentent les dimensions transversales de la face.

Son ossification commence à 12-13 ans chez les filles et 14-15 ans chez les garçons; elle se termine vers 20 ans (Baume et Scott).

La **synchondrose septo-ethmoïdale** possède une partie crânienne : la lame criblée de l'ethmoïde; et une partie faciale : la lame perpendiculaire et le septum nasal. Vers 2 ans la lame criblée de l'ethmoïde est ossifiée. Le cartilage nasal persistera lui très tardivement. Il est doué d'un potentiel indépendant de croissance (Delaire), sa direction oblique en bas et en avant lui confère selon Scott un rôle dans la croissance antéro-postérieure et verticale de la face.

1.2.2. Croissance verticale maxillaire

Elle est suturale et périostée.

L'activité des sutures fronto-maxillaire, fronto-malaire et maxillo-malaire assurent un déplacement en masse de la face et donc de l'arcade maxillaire vers le bas (figure 3).

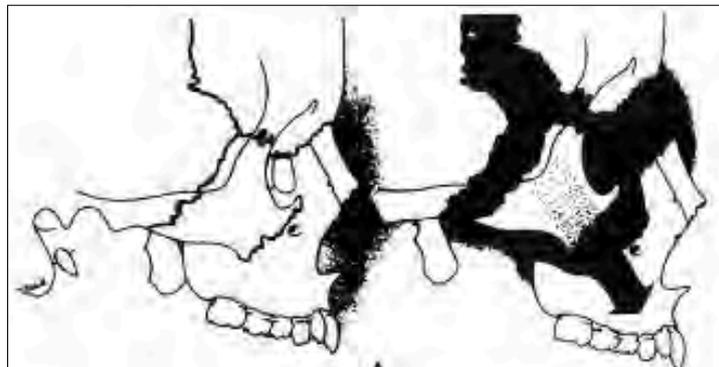


Figure 3. Déplacement du complexe naso-maxillaire⁽¹⁵⁾ (d'après Enlow et Dale)

Le remodelage périosté du maxillaire amène un abaissement du plan palatin : apposition côté buccal et résorption du côté nasal (figure 4).

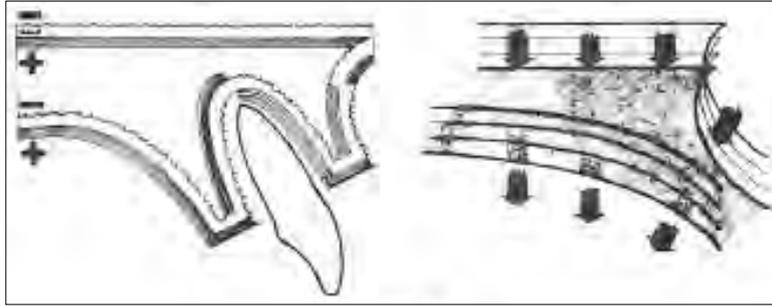


Figure 4. Abaissement du plan palatin⁽¹⁵⁾ (d'après Enlow et Dale)

1.2.3. Croissance verticale mandibulaire

Nous allons la décrire plus en détail, la mandibule ayant une place prépondérante dans le complexe crânio-faciale.

1.2.3.1. La mandibule, une entité complexe

On peut la subdiviser en (figure 5) :

- Un axe primitif, la portion neurale initiale : épine de Spix, carotte condylospigienne.
- Une portion musculaire : chaque muscle entraîne la création d'un centre cartilagineux d'apparition secondaire :
 - Le masséter : cartilage angulaire
 - Le temporal : cartilage coronoïde
 - Le mentonnier, les sus-hyoïdiens (surtout le génio-hyoïdien) : cartilage mentonnier.
 - Les muscles condylo-spigiens : cartilage condylien qui est le seul à subsister à la naissance avec une zone d'ossification mixte, cartilagineuse et membraneuse.
- Une portion dentaire.

Pour parler de croissance mandibulaire, il faut intégrer toutes ces portions.

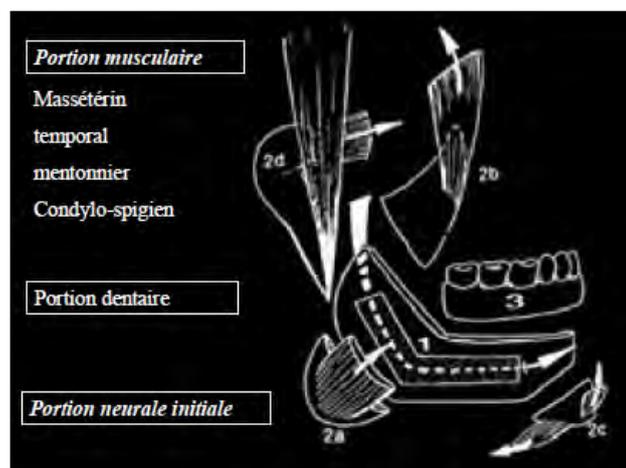


Figure 5. « La mandibule, une entité complexe » (F.DARQUE)

Cette description s'apparente aux unités fonctionnelles de Moss (1968) (figure 6) :

- Angulaire (matrice fonctionnelle périostée = masséter et ptérygoïdien médial)
- Coronoïdienne (matrice fonctionnelle périostée = temporal),
- Dento-alvéolaire (matrice fonctionnelle périostée = système dentaire)

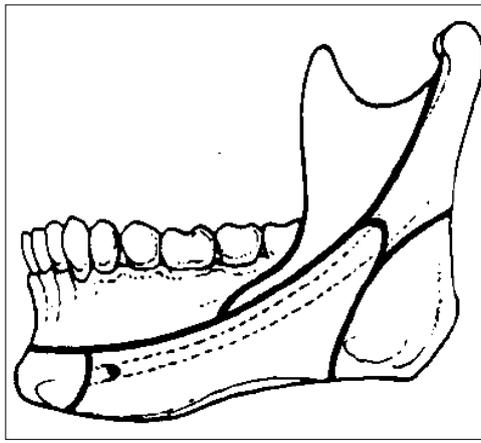


Figure 6. Représentation schématique des unités squelettiques qui constituent la mandibule anatomique selon MOSS ⁽⁷⁸⁾

1.2.3.2. Ses mécanismes de croissance

La mandibule est l'os facial qui a le plus grand potentiel de croissance post-natale. Elle peut être schématisée en :

- Croissance condylienne, sa composante verticale permettant le déplacement de la mandibule par rapport au crâne.
- Activité modelante d'apposition-résorption permettant un remodelage et un accroissement de la taille verticalement, essentiellement au niveau du bord inférieur de la mandibule.
- Croissance verticale des os alvéolaires.

1.2.3.2.1. Croissance condylienne

La croissance condylienne est l'élément principal de la croissance en hauteur de la branche montante. Le cartilage condylien présente à la fois une ossification membraneuse (périostée) et cartilagineuse.

Les avis divergent sur le rôle de la croissance condylienne : actif ou adaptatif.

Il est un site de croissance primaire actif doté d'une dynamique intrinsèque, une capacité de croissance indépendante pour les uns (Björk), surtout adaptatif et secondaire pour les autres (Delaire, MacNamara, Moss, Enlow). Selon Petrovic la croissance condylienne a un rôle de croissance interstitielle et appositionnelle adaptative entre l'articulation temporo-mandibulaire et « l'articulation occlusale », pour compenser une croissance excédentaire ou insuffisante du maxillaire. C'est la boucle cybernétique de Petrovic (1979) : la croissance du massif facial supérieur génère un dérèglement occlusal, provoquant un « signal d'erreur » qui entraîne l'activité du ptérygoïdien latéral et donc la croissance condylienne en vue d'un ajustement occlusal optimal. La croissance faciale verticale commencerait à affirmer son influence sur la croissance condylienne à travers le contact occlusal.

Ainsi son potentiel de croissance est déterminé génétiquement, mais ce potentiel s'exprime plus ou moins selon qu'il est plus ou moins sollicité par les matrices fonctionnelles.

Björk et Skieller ont montré que la direction principale de croissance condylienne était verticale, avec une composante antérieure.

Le cartilage condylien a un double rôle de cartilage articulaire et de croissance, l'un prédominant sur l'autre selon la période de développement : fœtale, post-natale, adulte (figure 7).

Une charge fonctionnelle physiologique doit lui permettre de remplir simultanément les deux fonctions.

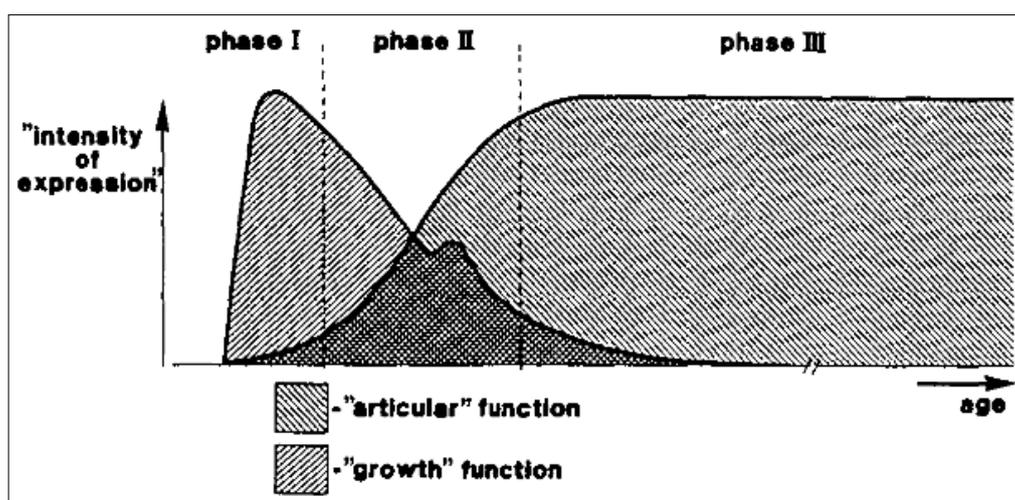


Figure 7. Fonction du cartilage condylien mandibulaire pendant la vie (d'après Copray, Dibbets, Kantomaa)⁽³²⁾.

La compréhension des effets de la croissance condylienne sur la position mandibulaire est fondamentale pour un diagnostic approprié de l'anomalie de la dimension verticale⁽¹³⁴⁾.

1.2.3.2.2. Croissance modelante

La mandibule bénéficie aussi d'un système périosté qui constitue un site de croissance secondaire passif, tributaire des forces qui s'exercent sur lui.

Il existe une apposition en surface au niveau du pogonion, avec un effet souvent insignifiant. Mais on peut occasionnellement voir des appositions appréciables dans la région.

On note également des phénomènes d'apposition-résorption du bord inférieur du corpus et du ramus qui a tendance à marquer les excès ou déficit de la croissance condylienne : c'est ce que Björk appelle la rotation intra matricielle (cf infra).

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.

1.2.3.3. Ses rotations de croissance

Ce sont des phénomènes de compensation, la direction et la quantité de croissance condylienne étant programmées génétiquement.

Il s'agit d'une dynamique, contrairement à la typologie, qui est un état, statique : « la rotation est au type facial ce que la dentition est à la denture » (Aknin).

Elles n'ont pas toujours été remarquées par les premiers investigateurs, car elles sont masquées par les phénomènes de remodelage ⁽¹⁴⁾.

Elles ne sont normalement pas détectables par des superpositions conventionnelles sur les structures de la base du crâne, mais requiert des superpositions sur les structures stables de la mandibule.

1.2.3.3.1. Selon Björk et Skieller

Ils précisent les rotations mandibulaires en 1983 en dissociant :

- La rotation totale du squelette (figure 8) : rotation de la ligne implantaire

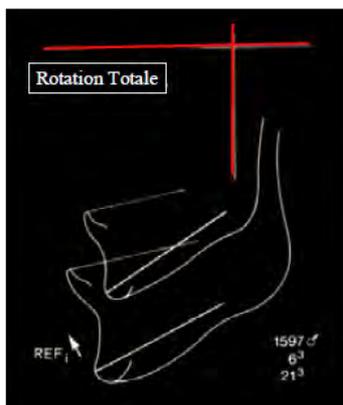


Figure 8. Rotation mandibulaire totale ⁽⁴⁰⁾

- La rotation matricielle (figure 9)

C'est la rotation des tissus mous de recouvrement de la mandibule par rapport à la base du crâne. Ces tissus mous sont définis par la ligne ML1 de Björk.

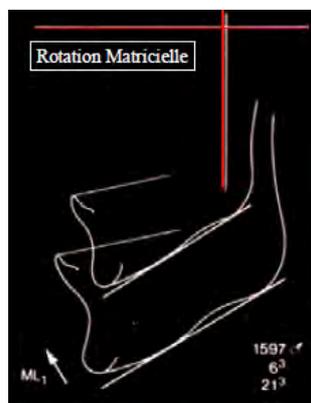


Figure 9. Rotation matricielle ⁽⁴⁰⁾

Le centre de rotation de cette matrice est localisé au niveau du condyle (figure 10).

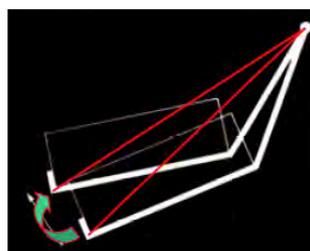


Figure 10. Centre de rotation matricielle ⁽⁴⁰⁾

- La rotation intramatricielle (figure 11)

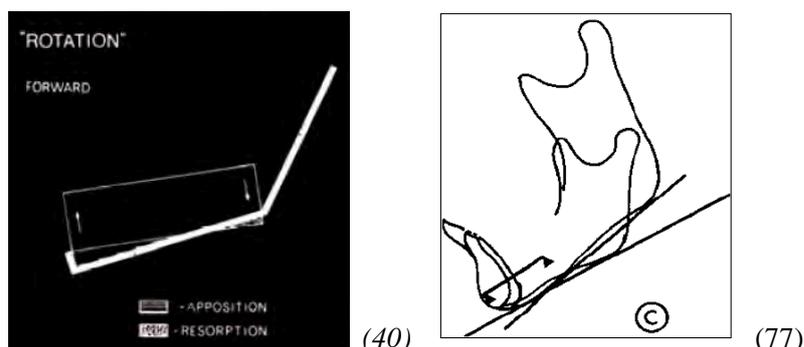


Figure 11. Rotation intramatricielle visible lors de la superposition sur la ligne implantaire

C'est la rotation du corpus à l'intérieur de la matrice. Ces rotations sont liées par :

- une apposition au niveau sous-symphysaire
- une résorption au niveau angulaire

On peut les mettre en évidence par superposition sur ML1.

Le centre de rotation est au niveau du corps mandibulaire (figure 12)

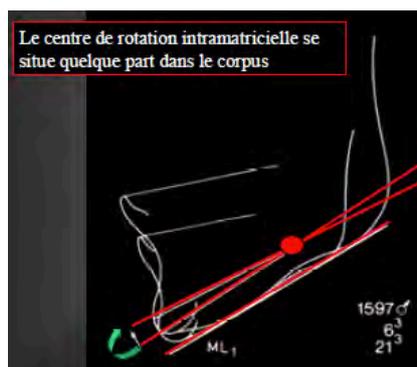


Figure 12. Centre de rotation intramatricielle ⁽⁴⁰⁾

Björk a ainsi amené une idée particulière : « la matrice musculaire et le squelette peuvent avoir des rotations différentes ».

« La rotation réelle ou rotation totale est généralement chez l'homme masquée en moyenne à 50% par le remodelage (rotation intra-matricielle) des mâchoires » (Nielsen).

Le contour mandibulaire visible sur une téléradiographie de profil est le résultat cliniquement observable. Il résulte de la confrontation du squelette et de sa matrice des tissus mous à l'interface périostée, chacun évoluant indépendamment. La rotation intramatricielle révèle ces différences de comportement. C'est « la mesure du changement de forme de la mandibule sur ses contours périostés par rapport à la ligne stable implantaire » (Lautrou).

Par nos thérapeutiques (orthodontique ou orthopédique), on peut influencer la rotation totale donc la rotation intramatricielle.

1.2.3.3.2. Selon Dibbets

Pour Dibbets (1985) le squelette et la matrice cohabitent : il leur trouve moins d'indépendance que Björk.

Il admet que la quantité de croissance du condyle est génétiquement déterminée, mais que sa direction de croissance est l'expression d'un mécanisme de compensation destiné à atténuer les effets de l'augmentation de la croissance condylienne quand celle-ci risque de provoquer un déséquilibre de la mandibule par rapport aux unités squelettiques associées, maxillaire par exemple.

Ce mécanisme de compensation est la rotation contrebalançante qui neutralise la croissance, résultant en un agrandissement sélectif de la mandibule. Ce remodelage tend à réduire le rendement de la croissance condylienne sur l'allongement de la diagonale mandibulaire : l'agrandissement de la mandibule ne correspond pas quantitativement à la croissance condylienne ⁽⁴⁶⁾.

Ainsi Rowe et Carlson (1990), inspirés par Dibbets, déclarent : la "rotation intramatrielle n'est pas immuable, elle peut être modifiée par des forces et des appareils orthopédiques. De plus, la rotation intramatrielle est un témoin majeur des effets du traitement, car elle est une des composantes révélatrices de la résistance que l'hôte oppose aux changements".

Cette résistance de l'hôte peut être celle de la matrice qui masque les effets de la thérapeutique en modelant le squelette et s'oppose au changement en opérant une croissance différente. Mais elle peut aussi être celle d'un condyle dont la quantité et même la direction de croissance (pour Björk et Skieller) devront être vaincues ou préservées pour le bon résultat thérapeutique (Lautrou).

1.2.3.3.3 Selon Lavergne et Gasson

Pour eux, la rotation mandibulaire est le mécanisme d'ajustement de la mandibule au complexe maxillaire ⁽³⁾ : la rotation postérieure cherche à augmenter la longueur mandibulaire totale.

Ils définissent les rotations positionnelle et morphogénétique, équivalentes respectives des rotations totale et intra-matrielle de Björk et Skieller.

Ils synthétisent toutes les possibilités de croissance maxillaire et mandibulaire en 33 types rotationnels, permettant de prévoir le développement d'un patient ainsi identifié.

1.2.3.3.4. Prévision du schéma de croissance vertical avant traitement

Son intérêt réside principalement chez le patient en croissance, pour savoir s'il aura tendance à évoluer en rotation postérieure et aggraver son hyperdivergence ou non (stabilisation voire amélioration) afin de planifier son traitement en tenant compte de son schéma de croissance avec les précautions particulières qui en découlent. En effet, un angle mandibulaire ouvert tend à s'ouvrir davantage.

Ces prévisions dérivent de constatations statistiques. De nombreuses variations et exceptions peuvent donc être observées.

Plusieurs méthodes prévisionnelles sont à notre disposition.

1.2.3.3.4.1. Etude longitudinale du développement

Elle est réalisée à l'aide d'examen téléradiographiques annuels. Son intérêt est limité comme le remodelage du bord inférieur de la mandibule masque en grande partie la rotation du squelette.

1.2.3.3.4.2. Méthode métrique

Cette prévision à l'instant T en fonction de données statistiques du développement n'est pas fiable pour Björk ⁽¹⁴⁾.

La mesure de l'index de hauteur faciale ne permet pas de prendre en compte la confrontation des différentes rotations, pas plus que la mesure de la divergence du plan mandibulaire par rapport à une

référence basicrânienne (ex : SN-Mp = angle entre le plan sella-nasion et le plan mandibulaire). Certains auteurs trouvent cependant que le degré de la divergence faciale a une signification sur la rotation mandibulaire.

Nahoum ⁽⁹²⁾ exploite la méthode métrique et affirme une tendance à l'hyperdivergence squelettique quand Hauteur Faciale Antérieure Supérieure (HFAS) / Hauteur Faciale Antérieure Inférieure (HFAI) < 0,65. Il déconseille alors un traitement orthodontique seul.

1.2.3.3.4.3. Méthode structurale : les lignes guides de Björk

Elle permet à l'aide d'un seul examen céphalométrique de prédire le sens de rotation, quand elle est marquée.

Cette méthode est basée sur ses études implantaires analysant le remodelage mandibulaire pendant la croissance.

Il a décrit 7 signes structuraux avec des caractéristiques typologiques de rotation postérieure (figure 13) :



Figure 13. Signes structuraux de Björk ⁽¹⁰⁾

- L'inclinaison du condyle mandibulaire est un signe caractéristique mais difficile à identifier sur les téléradiographies de profil où il est souvent masqué. Chez l'hyperdivergent il est incliné en arrière, avec une forme allongée, grêle.
- La courbure du canal mandibulaire est aussi un signe clair : chez les hyperdivergents, elle tend à être plus importante que celle du contour mandibulaire et de l'angle goniale, bien que plus rectiligne que chez l'hypodivergent.
- Le contour du bord inférieur de la mandibule (rebord basilaire) est très pathognomonique. Dans les rotations postérieures, l'apposition prononcée sous la symphyse et antérieurement donne un aspect arrondi avec une corticale fine. La résorption angulaire donne une concavité typique : l'échancrure pré-angulaire. L'angle mandibulaire est ouvert.
- La forme de la symphyse mandibulaire est également remarquable : peu épaisse, inclinée vers l'avant de la face avec un menton proéminent dans les types verticaux de croissance. L'évaluation est compliquée par le remodelage simultané des processus alvéolaires dans la direction opposée.
- L'orientation des incisives par rapport à la symphyse : l'angle interincisif est fermé chez l'hyperdivergent.
- L'angle inter-molaires : <180° chez l'hyperdivergent
- La proportion de l'étage inférieur de la face (hyperdéveloppement ou compression avec répercussion sur les lèvres) : augmentée chez l'hyperdivergent.

Plus il y a de signes, plus fiable sera la prédiction de croissance (figure 14).

Il est bon de noter que l'inclinaison du bord inférieur de la mandibule ou la mesure de la hauteur faciale totale au repos ne font pas partie des signes permettant l'évaluation de la direction de croissance pour Björk, bien qu'elles soient incluses dans la majorité des analyses céphalométriques.

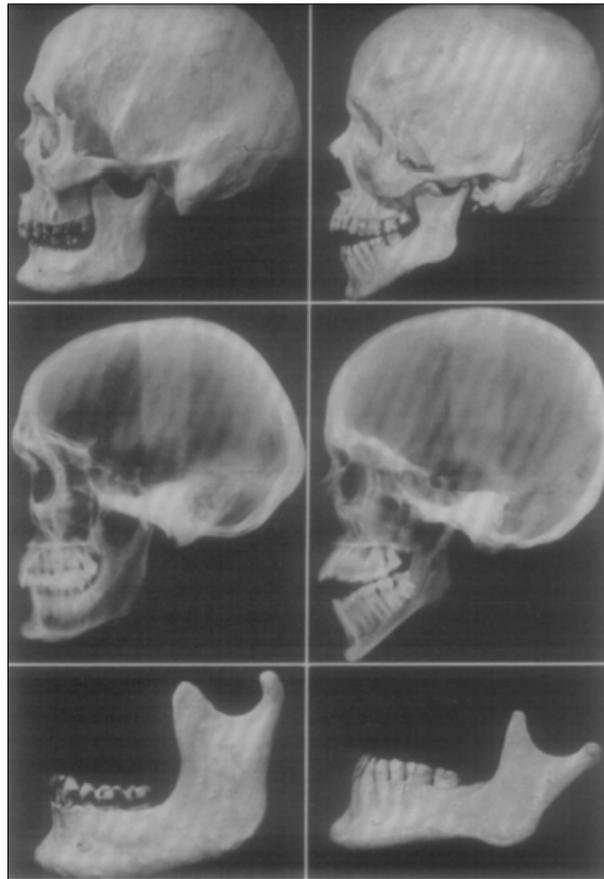


Figure 14. Signes structuraux des rotations de croissances mandibulaires extrêmes ⁽¹⁴⁾

Cette méthode n'est pas largement exploitée par les spécialistes car :

- Les structures ne sont pas aisément repérables sur la plupart des téléradiographies de profil
- Son application est chronophage
- Il n'y a pas de validation scientifique

Mais lorsque les structures ne sont utilisées qu'à des fins de « lignes guides », ce qui était le but premier de Björk, cette méthode présente des applications cliniques utiles.

Certains auteurs proposent d'autres méthodes structurales :

Skieller ⁽¹¹⁸⁾ trouve que l'inclinaison mandibulaire (représentée par l'index facial, l'angle goniale et l'inclinaison du bord inférieur de la mandibule), l'angle intermolaires, le contour inférieur mandibulaire, et l'inclinaison de la symphyse, sont les 4 variables qui donnent le meilleur pronostic de rotation de croissance mandibulaire quand elles sont combinées. Cette prédictibilité semble vraie pour les typologies extrêmes, moins pour la population générale proche des normes qu'on est plus à même de rencontrer dans notre activité clinique quotidienne ^{(79), (80)}.

Pour Langlade, la forme de la symphyse sphénoïdale est un signe structural de la tendance de croissance à prédominance verticale ou horizontale (figure 15). Il note en effet l'influence de la

brièveté et de la verticalité du clivus sphénoïdal qui va ajouter une composante verticale à la tendance de croissance.

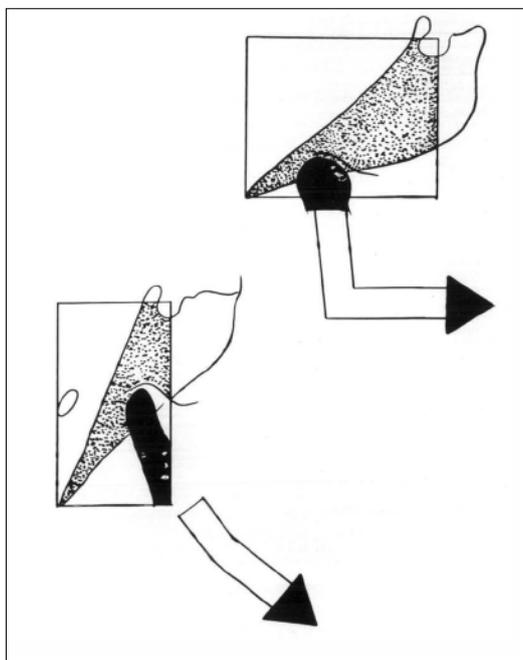


Figure 15. Influence de la forme de la symphyse sphénoïdale ⁽⁷⁶⁾

On peut ajouter à ces trois méthodes :

1.2.3.3.4.4. Les superpositions structurales

Seule cette méthode permettrait d'apprécier l'évolution de la divergence faciale mesurée sur le rebord basilaire de la mandibule (ligne ML1 de Björk), au travers du résultat de la confrontation des rotations totale et matricielle.

1.2.3.3.4.5. L'historique familial

Du fait du caractère héréditaire du sens vertical, cet interrogatoire pourra aider à prévoir le schéma de croissance du patient ⁽⁸⁰⁾.

1.2.3.3.4.6. L'« overbite depth indicator » ODI

Il peut être un bon indicateur d'une tendance à l'hyperdivergence squelettique chez les adolescents quand $ODI \leq 68^\circ$ ⁽⁶⁷⁾.

$ODI = \Sigma MP-AB$ (angle entre le plan mandibulaire et le plan AB) + PP-F (angle entre le plan palatin et le plan de Francfort). La norme est de $74,5^\circ \pm 6,07^\circ$.

1.2.4. Croissance alvéolaire

Les arcades dentaires et l'os alvéolaire sont pour Delaire un joint adaptatif face aux variations des rapports maxillo-mandibulaires.

Les procès alvéolaires ont un réel rôle compensateur. Ils doublent en hauteur entre 5 et 12 ans et ne cesseront d'être remaniés pour compenser l'usure occlusale et la dérive physiologique mésiale.

Cette adaptativité de la croissance alvéolaire justifie notre action orthodontique.

1.2.4.1. La croissance des procès alvéolaires postérieurs

Elle éloigne les molaires maxillaires du plan palatin et fait se déplacer occlusalement les molaires mandibulaires.

L'égression molaire affecte grandement la position antéro-postérieure du menton. Selon Schudy ce n'est pas la croissance de la mandibule qui détermine sa posture en premier mais la croissance verticale du maxillaire, notamment alvéolaire.

Une étude ⁽¹¹⁴⁾ a montré qu'en variant la hauteur molaire chez un édenté complet à l'aide de maquettes d'occlusion, on est capable de changer l'angle facial de 14° et l'inclinaison du ramus de 11° (figure 16).

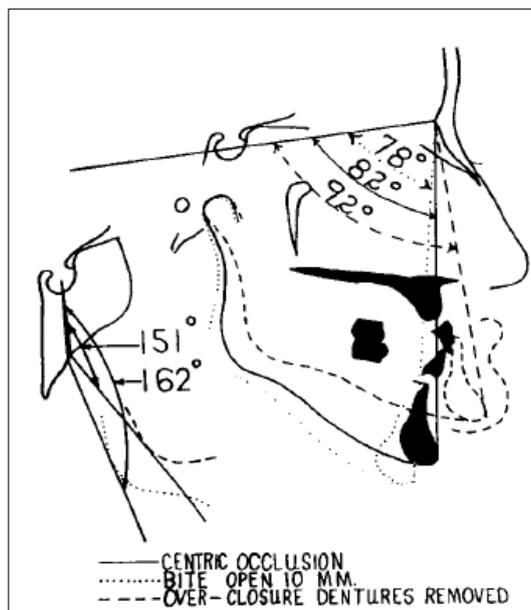


Figure 16. ⁽¹¹⁴⁾

Variation de l'angle facial par le changement de hauteur molaire, chez un édenté. Selon Schudy.

Ainsi la hauteur molaire ne contrôle pas seulement la position verticale du menton mais aussi dans une large mesure la position antéro-postérieure. Ceci trouve son application dans le traitement des classes II ⁽¹¹⁴⁾ : lorsque la première molaire maxillaire arrive en occlusion, une petite variation dans la hauteur verticale peut faire la différence entre une classe I et une classe II. Ainsi 2mm de réduction de la hauteur molaire peut résulter en une classe I molaire sans mouvement mésial ou distal des molaires, sans aucune augmentation de la longueur de la mandibule et sans mouvement antérieur des condyles dans la fosse glénoïde.

1.2.4.2. La croissance des procès alvéolaires antérieurs

Elle ne semble pas avoir d'effet appréciable sur la hauteur faciale et s'exprime plus dans la variation du degré de recouvrement. En effet, elle semble essayer de compenser les dysharmonies entre la croissance alvéolaire postérieure et la croissance du ramus par l'inclinaison du plan d'occlusion.

Le ratio entre les éléments de croissance horizontale et verticale aide à l'explication du comportement postural de la mandibule.

1.2.5. Bilan : Facteurs affectants les hauteurs faciales antérieures et postérieures

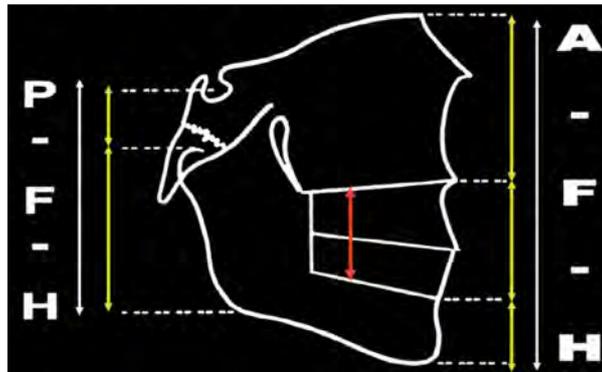


Figure 17. La croissance faciale verticale ⁽⁴⁹⁾ : AFH = hauteur faciale antérieure ; PFH = hauteur faciale postérieure (d'après J. Darqué)

Ainsi, la croissance verticale de la face postérieure, qui détermine la dimension postérieure, correspond à (figure 17) :

- La croissance du clivus modifiée par l'abaissement des cavités glénoïdes en relation avec la croissance de la partie postérieure de la base du crâne (activité de la synchondrose sphéno-occipitale).
- La croissance verticale de la branche montante, modifiée par la croissance condylienne et les phénomènes d'apposition-résorption au niveau du bord inférieur (région sous-angulaire), et dépendante de la sangle ptérygo-massétéridienne (Darqué).

La croissance verticale de la face antérieure qui détermine la dimension antérieure correspond à :

- La croissance verticale de la face supérieure (suturale et périostée, et croissance septale).
- La croissance verticale des procès alvéolaires postérieurs; le secteur antérieur n'intervient pas dans l'établissement des dimensions verticales faciales.
- Les phénomènes d'apposition-résorption du bord basilaire dans la région symphysaire, influencés par la musculature (houppes du menton, abaisseurs sous-hyoïdiens).

1.3. Etiopathogénie ⁽⁸¹⁾

Il est important de reconnaître les facteurs responsables d'une béance squelettique afin d'avoir une action sur eux pour réaliser un traitement efficace et éviter la récurrence.

1.3.1. Facteurs génétiques

1.3.1.1. Hérité

Les auteurs sont d'accord sur l'influence de l'hérité d'une typologie squelettique verticale et sur l'hérité d'une enveloppe musculaire.

1.3.1.1.1. Du schéma squelettique

Pour Watnick, le sens vertical est beaucoup plus transmissible génétiquement que le sens sagittal.

Pour Hunter, il existe une forte corrélation des dimensions faciales père-enfant, sauf pour la hauteur faciale totale Na-Me (mère-enfant) ⁽⁶⁰⁾.

En fait, pour la majorité des auteurs, l'étude du mode de transmission héréditaire des structures faciales montre que le sens vertical est plus affecté que le sens sagittal, et que l'influence génétique peut être différente à des âges différents.

1.3.1.1.2. Du tonus musculaire

Une hypotonie des muscles masticateurs perturbe la croissance mandibulaire (travaux de Petrovic et Stutzmann)⁽¹⁵⁾.

Il y a une corrélation entre la diminution de l'activité masséterine, l'augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure et la béance antérieure⁽⁸³⁾.

1.3.1.2. Potentiel de croissance défavorable

Il peut entraîner une insuffisance verticale postérieure.

1.3.2. Facteurs congénitaux (dysembryopathies)

Les syndromes du premier arc (dysostose mandibulo-faciale de Franceschetti-Zwahlen, agénésie condylienne, hypocondylie congénitale), le syndrome de Robin, les crânio- et facio-sténoses (maladie de Crouzon, dysostose cléido-crânienne), ou les atteintes cartilagineuses présentent des hyperdivergences mandibulaires importantes entraînées par une insuffisance verticale postérieure⁽⁴³⁾.

1.3.3. Facteurs hormonaux

Une augmentation de l'hormone somatotrope par hyperfonctionnement hypophysaire entraîne notamment un gigantisme, une macroglossie et une béance verticale⁽²⁵⁾.

Une hypothyroïdie peut également entraîner une macroglossie et une béance antérieure.

1.3.4. Facteurs anatomiques

On peut retrouver, seul ou en combinaison⁽¹³⁴⁾:

1.3.4.1. Une origine basicrânienne

Selon Deshayes, «les désordres occlusaux ont une origine haute, basicrânienne, non aléatoire»⁽⁴⁵⁾.

1.3.4.1.1. Angle de la base du crâne obtus

Nombreux sont les auteurs qui notent un clivus plus court et plus incliné en arrière, avec un angle de la base du crâne plus ouvert chez les hyperdivergents, l'inverse s'observant chez les hypodivergents.

1.3.4.1.2. Fosse glénoïde haute

Comme les dysmorphoses squelettiques dans les directions verticale et antéro-postérieure sont très dépendantes de la relation entre la mandibule et le crâne, il peut être suggéré que la position relative de la fosse glénoïde au crâne est reliée aux différentes dysmorphoses squelettiques⁽⁴⁸⁾.

Dans un article sur les rotations mandibulaires⁽¹⁴⁾, Björk note que la position verticale de la fosse glénoïde est un facteur théorique de la rotation mandibulaire, incluant une quantité augmentée de croissance alvéolaire et une hauteur ramale raccourcie. Dans l'étude, le groupe avec un angle élevé du plan mandibulaire présente une fosse glénoïde placée plus haute que dans le groupe avec un plan mandibulaire moyen. Une fosse haute donnerait donc le même effet qu'une hauteur ramale courte ou une hauteur alvéolaire postérieure augmentée.

Ainsi, la position de la fosse devrait être considérée comme un autre aspect du syndrome. Il serait alors possible de corriger une hyperdivergence par un déplacement inférieur de la position de la fosse.

Selon Pearson, les deux sont liés : quand la base du crâne s'aplatit amenant la fosse glénoïde en position plus haute, une rotation postérieure de la mandibule apparaît ⁽⁹⁹⁾.

Droel et Isaacson ⁽⁴⁸⁾ observent également que la cavité glénoïde est souvent placée d'autant plus haut dans la symphyse sphénoïdale (image radiologique) elle-même plus courte et plus verticale, que nous avons un schéma d'hyperdivergence (figure 18). Mais pour eux, il s'agit plus de modifications de la tête condylienne ou de la cavité glénoïde, que de modifications morphologiques de la base du crâne.

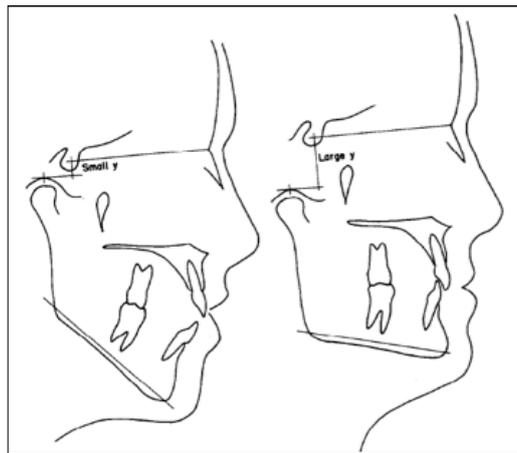


Figure 18. Influence de la position relative de la selle turcique par rapport à la fosse glénoïde sur la hauteur faciale postérieure ⁽⁴⁸⁾

1.3.4.1.3. Condyle temporal court

Ingervall corrèle la hauteur du condyle temporal avec le trajet condylien, ces éléments étant en relation avec la morphologie faciale : moins la hauteur du condyle temporal est importante, moins le trajet condylien est incliné; il s'agit en général d'un hyperdivergent ⁽⁶²⁾.

1.3.4.2. Une origine mandibulaire

1.3.4.2.1. Rotation postérieure de la mandibule

On parle de rotation horaire de la mandibule en étudiant le profil droit du patient, le point de rotation étant le condyle.

Elle résulte d'une croissance verticale plus importante dans la région molaire (excès de croissance verticale antérieure) que dans la région condylienne (croissance verticale postérieure insuffisante) : il s'agit d'un déséquilibre entre la croissance des faces antérieure et postérieure qui se traduit par une dysharmonie entre la croissance verticale et les croissances antéro-postérieure et horizontale ⁽¹³⁴⁾. En effet selon Schudy (figure 19), pour avoir une croissance verticale équilibrée, la croissance des condyles A doit évaluer :

- La croissance antéro-postérieure du nasion I.
- La croissance verticale du corps du maxillaire II.
- La croissance verticale des procès alvéolaires maxillaires III.
- La croissance verticale des procès alvéolaires mandibulaires IV.

Si $A < I-II-III-IV$, alors il y aura une hyperdivergence squelettique.

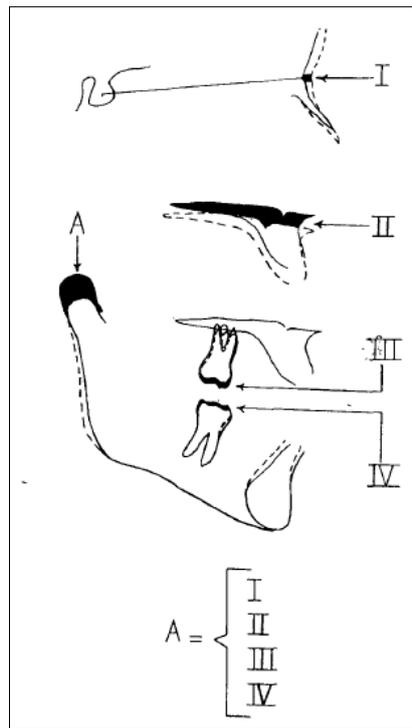


Figure 19.

La croissance condylienne, dressée contre les éléments verticaux combinés de la croissance ⁽¹¹⁴⁾.

Il y a plusieurs rotations postérieures selon Björk selon le centre de rotation de la mandibule (figure 20), avec des effets différents sur les incisives, les molaires et le pogonion, suivant la localisation de ces éléments par rapport au centre de rotation.

- Type I : le centre de rotation se situe au niveau des condyles mandibulaires avec, en général, une forte augmentation de la hauteur faciale antérieure. Ce schéma se rencontre lors d'un abaissement insuffisant des fosses crâniennes latérales ou en réponse à une thérapeutique orthodontique surélevant l'occlusion, tout en conservant une morphologie mandibulaire normale. Il se voit également dans les cas de croissance de la base du crâne en extension, ou d'un développement incomplet de la hauteur de la fosse crânienne moyenne, comme dans les oxycéphalies.
- Type II : le centre de rotation est au niveau du contact occlusal molaire le plus distal, avec une direction de croissance condylienne vers l'arrière. On observe une hyperdivergence d'origine basale. Cela est en relation avec une croissance sagittale vers l'arrière des condyles mandibulaires. Ces rotations sont retrouvées de manière caractéristique dans les formes d'hypoplasies condylaires.

La symphyse est basculée en arrière et le menton se retrouve sous la face. Les tissus mous du menton ne peuvent pas suivre ce mouvement et un double menton caractéristique peut se former. Un hyperdivergence peut se développer et il y a une difficulté à fermer les lèvres sans tension .

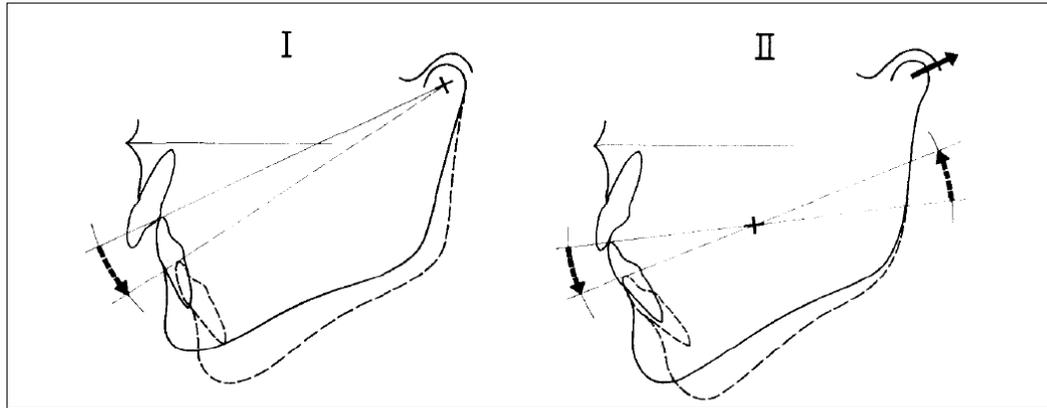


Figure 20. Rotations postérieures de Björk, type I et II ⁽¹³⁾

1.3.4.2.2. Micromandibulie

La mandibule connaît une altération de son développement dans toutes ses composantes exceptée la portion dento-alvéolaire, entraînant un déséquilibre entre les faces postérieure et antérieure.

1.3.4.2.3. Ramus court

Isaacson, Schudy, Enlow, Björk, Hellman pensent qu'un ramus court entraîne une hyperdivergence. Mais pour Isaacson, la hauteur du ramus a, dans sa prédiction de croissance, une valeur de moyenne importance pour l'inclinaison du plan mandibulaire, et beaucoup plus importante pour la détermination de la hauteur faciale totale.

Certains auteurs sont plus nuancés : Opdebeek distingue dans certains types de "face courte" des hyperdivergents avec ramus diminué ⁽¹⁵⁾.

1.3.4.2.4. Angle goniale ouvert

Sa taille affecte la quantité de rotation. Il est augmenté chez les hyperdivergents.

Un angle goniale obtus peut compenser un corpus court et un ramus court.

Il est corrélé avec l'inclinaison du plan mandibulaire.

1.3.4.2.5. Excès alvéolaire postérieur

Pour Schudy ⁽⁶⁵⁾, Reitan ⁽⁹⁴⁾ et Sassouni ⁽⁶⁹⁾ les béances sont dues à un excès vertical alvéolaire postérieur.

1.3.4.2.6. Remodelage mandibulaire

Les travaux de Björk ⁽¹³⁾ (1963) ont montré que l'inclinaison du bord inférieur de la mandibule peut changer considérablement par la résorption de l'angle goniale et l'apposition dans la région de la symphyse. Ainsi les extrémités du bord inférieur du corpus subissent des changements pendant que les parties centrales dans la région de la première molaire, changent très peu.

1.3.4.3. Une origine maxillaire

1.3.4.3.1. Position du maxillaire

La situation du maxillaire est en général estimée en situation plus reculée et plus basse dans la face chez l'hyperdivergent (Isaacson).

Chez l'hyperdivergent, la molaire maxillaire est aussi en position plus distale dans l'architecture faciale (Isaacson, Schudy, Schaendel, Enlow, Nanda, Sassouni).

1.3.4.3.2. Excès alvéolaire postérieur

Certains estiment que chez l'hyperdivergent, il existe une augmentation de la hauteur postérieure des procès alvéolaires maxillaires avec un plancher nasal plus bas (Muller Opdebeek), associée à une musculature faible ⁽⁷⁵⁾. La compensation de cet excès alvéolaire postérieur n'a pas toujours lieu, entraînant alors la dysmorphose.

Mais beaucoup d'auteurs ne trouvent pas de modifications significatives de la partie postérieure du maxillaire (distance ENP- base du crâne).

D'autres pensent que la hauteur postérieure du maxillaire est subnormale mais que la hauteur antérieure est diminuée avec bascule du plan palatin en haut et en avant et diminution de l'étage supérieur de la face antérieure (Nahoum).

Schendel ⁽¹¹²⁾ a identifié plusieurs sous-groupes d'excès vertical maxillaire (figure 21), dont un qui correspond plus à un manque de tissu mou de la lèvre supérieure (figure 21 en haut à droite) dans un contexte de proportions squelettiques maxillaires normales (22% de la population étudiée).

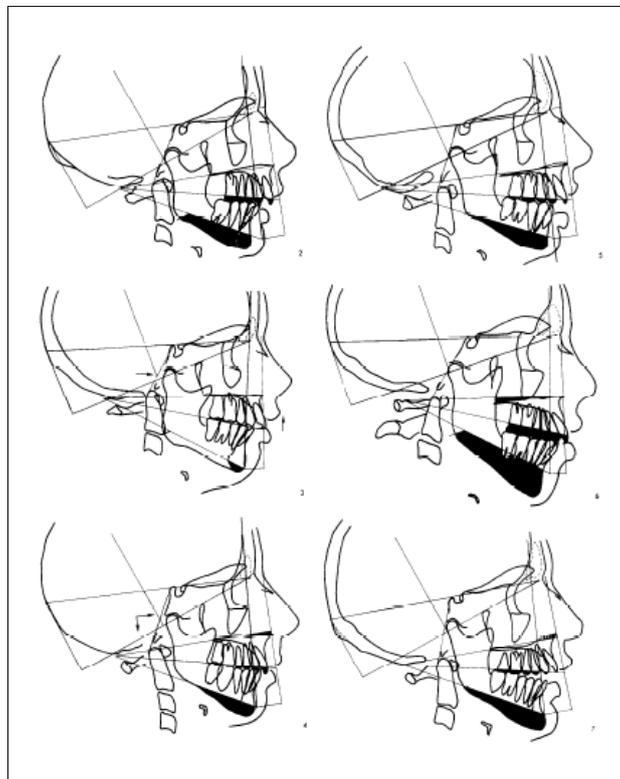


Figure 21. Sous-groupes d'excès vertical maxillaire

1.3.4.4. Une origine dentaire

L'encombrement molaire et la dysharmonie dento-maxillaire postérieure ont été suggérées ⁽⁷⁰⁾ comme étiologie. Kim et al. se servent de cet argument pour corriger les béances squelettiques en associant un arc à boucles en technique Edgewise, à l'extraction des deuxièmes ou troisièmes molaires.

1.3.4.5. Trouble morphologique de la langue

Il s'agit principalement de la macroglossie vraie d'origine congénitale (trisomie 21) ou acquise (acromégalie, myxoedème) et qui affecte les composantes squelettiques et dentaires.

1.3.4.6. Pathologies des articulations temporo-mandibulaires

Elles peuvent résulter en une insuffisance verticale postérieure; les formes bilatérales se manifestent par un excès vertical antérieur avec ou sans malocclusion.

1.3.4.6.1. Fracture condylienne

Elle passe souvent inaperçue chez l'enfant, et entraîne une limitation de l'ouverture buccale, un hypodéveloppement du ramus et une infraclusion antérieure squelettique⁽²⁷⁾.

Chez les adultes, un déplacement mandibulaire causé par une fracture condylienne peut causer des complications comme la béance antérieure, une différence entre l'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM) et l'occlusion de relation centrée (ORC), un déplacement mandibulaire postérieur, une diminution de la hauteur faciale postérieure et une hauteur faciale antérieure augmentée⁽¹⁴¹⁾.

1.3.4.6.2. Résorption condylienne

Elle peut être idiopathique ou causée par des pathologies locales⁽¹³⁹⁾ (infection, traumatisme, nécrose avasculaire, ostéoarthrite, arthrite réactive) ou systémiques (maladies auto-immunes : polyarthrite rhumatoïde⁽³¹⁾, arthrite psoriasique, sclérodermie, lupus érythémateux systémique, syndrome de Sjögren, spondylarthrite ankylosante)

Elle n'a généralement pas de lien avec le traitement orthodontique, même si parfois son apparition est simultanée au traitement. Toutefois un traitement orthodontique peut accélérer cette résorption si un stress est appliqué au niveau des articulations temporo-mandibulaires.

1.3.4.6.3. Ankylose

Plusieurs causes sont possibles : hémorragie intra-articulaire, fractures condyliennes, immobilisation mandibulaire prolongée, infections systémiques ou locales, sclérodermie, spondylarthrite ankylosante..

1.3.4.6.4. Hypoplasie/Hypocondylie

Il s'agit d'une atteinte organique du blastème condylien à l'origine d'une insuffisance de développement vertical postérieur, d'une rotation postérieure du corps mandibulaire et de répercussions dento-alvéolaires (figure 22).

Elle peut être syndromique (syndrome de stiff skin⁽³¹⁾, microsomie hémifaciale, syndromes de Treacher Collins ou Goldenhar) ou d'origine infectieuse, inflammatoire ou traumatique.

Son expression clinique est variable.

Parfois son évolution peut se faire vers l'ankylose temporo-mandibulaire.



Figure 22. Cas d'hypocondylie bilatérale⁽⁵²⁾

1.3.4.6.5. Hypercondylie

Elle entraîne des rotations mandibulaires pathologiques avec apparition d'excès vertical antérieur ⁽²⁷⁾.

1.3.5. Facteurs environnementaux, fonctionnels

Toute modification de l'équilibre fonctionnel peut avoir des répercussions, en application des principes de Moss. Il existe des interactions fortes entre ces différents facteurs fonctionnels.

1.3.5.1. Parafonctions : succion digitale

Les facteurs importants conditionnant son influence sur le squelette sont : sa durée et sa fréquence. A partir de 6h/jour, elle est responsable de l'apparition de malocclusions.

Cette interposition digitale agit comme un levier, créant une bascule en arrière de la mandibule ⁽²⁷⁾ et donc une hyperdivergence.

Elle ralentit aussi la descente du palais au niveau de l'appui, tout en laissant une croissance postérieure normale, ce qui crée une bascule du plan palatin.

Elle crée des béances alvéolaires, souvent asymétriques.

1.3.5.2. Posture linguale antérieure (repos, déglutition, phonation)

Elle a un rôle prépondérant par sa durée d'action ⁽²⁷⁾ avec plus d'incidence au repos qu'à la déglutition (que quelques minutes par jour) et peut entraîner un trouble de croissance. La déglutition est considérée comme un processus physiologique et non comme une attitude acquise. Le schéma de déglutition adulte n'est pas présent pour la plupart des enfants avant l'âge de six ans. Il n'apparaît pas du tout dans 10 à 15 % de la population.

La posture linguale est en lien étroit avec la respiration (Talmant), réglée par la mécanique ventilatoire qui détermine verticalement la position de l'os hyoïde (Soulet).

Une prise en charge de l'ensemble des postures linguales ainsi que sa dynamique est nécessaire.

Une anomalie de posture linguale est remarquable lors de l'examen fonctionnel, et lors de l'examen endo-buccal avec l'observation d'une courbe de Spee inversée à la mandibule du fait de l'éruption incisive réduite. On peut aussi l'observer sur la téléradiographie de profil ⁽⁸¹⁾.

En fait la pulsion linguale et la déglutition atypique semblent être des adaptations à la béance squelettique pour créer un joint entre les incisives durant la déglutition. Bien que la pulsion linguale ne cause probablement pas la béance, la posture linguale antérieure semble contribuer à la maintenir ⁽¹¹⁵⁾.

1.3.5.3. Troubles ventilatoires ⁽²⁷⁾

Ils doivent être consciencieusement étudiés devant un excès vertical antérieur. Le diagnostic doit être fait par des spécialistes oto-rhino-laryngologistes.

Selon Talmant, la ventilation optimale est une ventilation nasale exclusive au repos ne nécessitant aucune adaptation posturale faciale ou crânio-rachidienne. La ventilation orale n'est jamais physiologique, exceptée à l'effort, et constitue une déviation fonctionnelle de l'étage buccal.

Une ventilation orale due à une obstruction nasale peut avoir pour origine :

- Une dysmorphie (collapsus narinaire, déviation septale, imperforation choanale, hypertrophie des cornets...).
- Une dysfonction (rhinite, rhinopathie, polypes).

- Les tissus lymphoïdes (végétations adénoïdes, amygdales palatines).
- Tumeurs naso-pharyngées.

Les troubles fonctionnels ventilatoires, en fonction de leur durée, de leur ampleur et de leur date d'apparition, peuvent avoir un effet sur la croissance du fait des adaptations posturales et praxiques inconscientes qu'ils imposent⁽²⁷⁾ pour retrouver la perméabilité des voies aérodigestives supérieures:

- Tête en extension : étirement des tissus mous qui freine le développement facial vers l'avant et favorise la croissance verticale maxillaire et mandibulaire (rotation postérieure de Björk).
- Un blocage de la croissance antérieure du maxillaire qui entraîne une bascule du plan palatin : ce sont les pseudohyperdivergents ou hyperdivergents fonctionnels de Salvadori avec une mandibule normale.
- Posture mandibulaire basse
- Modification de l'activité et du tonus des muscles élévateurs et abaisseurs
- Egression postérieure favorisée⁽¹³⁴⁾
- Posture linguale basse

Mais les troubles ventilatoires ne sont pas un facteur étiologique principal.

Leur lien de cause à effet avec les anomalies du développement vertical de la face a fait l'objet de nombreuses controverses⁽¹³⁴⁾ :

- L'obstruction nasale totale a de fortes probabilités d'altérer le schéma de croissance et d'amener à une malocclusion, et les individus avec un haut taux de ventilation orale sont très représentés chez les hyperdivergents.
- La majorité des individus avec un schéma hyperdivergent n'a pas d'obstruction nasale évidente et doit donc avoir un autre facteur étiologique comme cause principale.
- Pour Rubin (cité par Salvadori⁽¹⁰⁹⁾), l'hyperdivergence peut favoriser une respiration buccale alors qu'il est plus difficile de dire que la respiration buccale est cause de l'apparition d'une hyperdivergence.

Cette relation directe ventilation nasale/hyperdivergence n'étant pas prouvée⁽¹³⁵⁾, une intervention chirurgicale (adenoïectomie/tonsillectomie) ne sera pas programmée qu'en prévention d'une malocclusion, mais dans un but médical.

1.3.5.4. Déficience neuro-musculaire

Elle peut engendrer une croissance squelettique verticale excessive et une éruption molaire excessive⁽⁶⁶⁾ par réduction de la force de contraction des muscles masticateurs au repos et à la fonction.

1.3.6. Cause iatrogène⁽²⁷⁾⁽⁷⁵⁾

1.3.6.1. Traitement orthodontique

Il a été suggéré que les hyperdivergents, à cause de leur faiblesse musculaire, ont moins d'ancrage disponible et un risque accru d'extrusion molaire induit mécaniquement⁽⁴¹⁾ si un mauvais contrôle du sens vertical est réalisé lors du traitement orthodontique par l'emploi inconsidéré :

- D'élastiques inter-maxillaires trop puissants : la composante égressive molaire des tractions inter-maxillaires de classe II et III (TIM II et III) est en effet proportionnelle à la force appliquée (figure 23). Selon Thurow une composante verticale faible provoquée par une force douce peut facilement être contrebalancée par une fonction occlusale normale⁽¹⁵⁾.

- De forces extra-orales cervicales sur molaires maxillaires.
- D'arc sous-dimensionné pour la fermeture d'un espace d'extraction.
- De plaques palatines avec gouttières de surélévation.
- D'activateurs

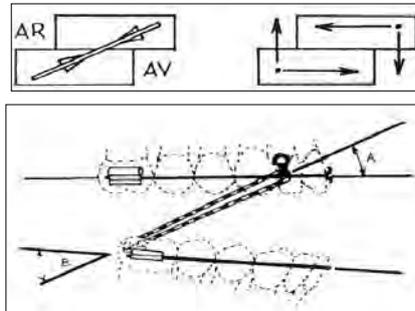


Figure 23. Composante d'égression des TIM II : $F\sin A$ au maxillaire, $F\sin B$ à la mandibule ⁽¹⁵⁾
(d'après LANGLADE). AR = arrière, AV = avant

Il s'agirait dans ces cas de contrôler verticalement la molaire maxillaire à l'aide de barres palatines ou forces extra-orales à traction haute.

Une étude de 62 individus en croissance ⁽¹¹⁴⁾ a montré une réduction de $0,5^\circ$ de l'angle goniale, et chez 50 cas *traités* en croissance, une augmentation de l'angle goniale de $1,5^\circ$. Ainsi le traitement causerait une ouverture de l'angle goniale.

De même, selon une étude de Creekmore ⁽³⁵⁾ lors d'un traitement orthodontique en croissance comparé à la croissance seule :

- la croissance de la face moyenne en avant peut être inhibée
- la croissance vers l'avant de la mandibule est significativement inhibée
- le positionnement antérieur du menton est retardé du fait d'un développement vertical de la région molaire produit pendant le traitement orthodontique.
- la croissance verticale de la hauteur faciale antérieure est significativement augmentée (et de façon stable)
- la bascule de la mandibule est augmentée

Mais les condyles mandibulaires grandissent tardivement, particulièrement chez les hommes. Si à l'aide du traitement, les condyles grandissent plus vite que la croissance verticale totale, le plan mandibulaire s'aplanira en conséquence.

Selon Riedel ⁽¹⁰⁸⁾ ces effets parasites sont ainsi transitoires chez les sujets en croissance et la croissance condylienne fait revenir la mandibule à son inclinaison d'origine. Mais si la croissance cesse, la mandibule restera à l'inclinaison causée par le traitement.

1.3.6.2. Mauvaise réduction des fractures de type Lefort 1

Selon Casteigt, elles peuvent parfois être la cause d'hyperdivergence squelettique ⁽¹⁵⁾.

1.3.6.3. Cicatrice chirurgicale

Une cicatrice chirurgicale après une chirurgie de fentes peut restreindre la croissance et amener à une béance squelettique ⁽¹¹⁵⁾.

1.3.6.4. Gouttière iatrogène

Une gouttière d'occlusion qui n'a pas un recouvrement total entraîne l'égression des dents non recouvertes et peut être cause de béance.

1.3.7. Posture

La modification de la posture de la tête pourrait être un facteur capable d'influencer la flexion de la base du crâne (Solow) (Figure 24).

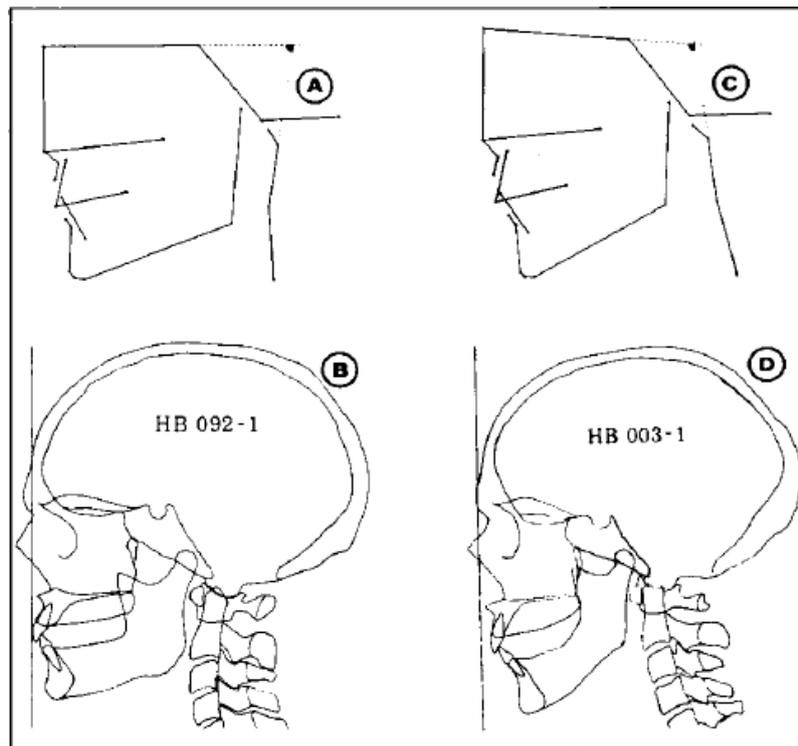


Figure 24. Rapports entre la position de la tête, l'inclinaison de la colonne cervicale, la morphologie faciale et l'angulation crânio-cervicale. A et B = hypodivergents; C et D = hyperdivergents⁽⁷⁸⁾

Il semble y avoir une association entre la direction de rotation de croissance mandibulaire et les changements d'inclinaison cervicale⁽¹¹⁹⁾ : les faces longues ont habituellement une extension de la tête et une augmentation de l'angle SN-axe C2 (Sella-Nasion/axe de la deuxième vertèbre cervicale)⁽⁷⁸⁾.

A la suite du travail de Funakoshu et Amano⁽⁵⁵⁾, qui lie l'activité des muscles masticateurs à celle des muscles de la nuque et du cou, Terk et Baron⁽¹²⁸⁾, par l'étude d'un crâne, ont montré que l'activité des muscles masticateurs augmente lors d'une flexion dorsale de la tête, tandis qu'elle diminue lors d'une flexion ventrale. L'organisation des muscles paraît très liée à la statique céphalique. Il s'agit toutefois de l'observation d'un seul crâne, et d'une étude ancienne, mais selon les auteurs, « l'importance des déplacements est telle que cette présomption nous semble avérée ».

Le changement de posture céphalique entraîne ainsi⁽¹²⁷⁾ :

- Le recul du centre de gravité (vers les condyles occipitaux).
- L'avancée du massif lingual.
- L'élargissement du carrefour aéro-pharyngé (ces modifications de posture peuvent donc être causées par une obstruction respiratoire naso-pharyngée selon Solow et Talgreen).
- Le redressement de la colonne cervicale.

- Une diminution de l'activité tonique des muscles de la nuque.
- Mais une augmentation de celle des muscles masticateurs.

1.4. Diagnostic

Tous les auteurs s'accordent à reconnaître un syndrome particulier où les signes peuvent coexister : le syndrome d'excès vertical antérieur squelettique ⁽⁷⁵⁾.

1.4.1. Anamnèse

- Du fait d'une certaine part d'hérédité, on peut interroger sur les caractères faciaux des parents.
- Pour compléter l'examen fonctionnel à venir, il est intéressant de se renseigner sur la qualité du sommeil, les antécédents oto-rhino-laryngologiques ...

1.4.2. Diagnostic clinique ⁽¹²⁷⁾

L'hyperdivergence squelettique se rencontre dans des tableaux cliniques très différents dans le sens transversal et sagittal mais des signes similaires se retrouvent de par leur sens vertical commun.

1.4.2.1. Examen exobuccal : le « long face » syndrome

1.4.2.1.1. De face

On observe un visage étroit et allongé.

1.4.2.1.1.1. Sens transversal

Lors d'une difficulté respiratoire associée, on pourra remarquer les signes caractéristiques d'une insuffisance transversale : des pommettes effacées, un nez effilé avec des narines étroites, une distance entre les ailes du nez courte.

1.4.2.1.1.2. Sens vertical

Les trois étages faciaux sont déséquilibrés avec un tiers inférieur plus développé (ANAES).

La hauteur faciale antérieure totale (Nasion-Menton) est accrue chez l'hyperdivergent essentiellement par augmentation de la hauteur faciale antérieure inférieure sous-nasale (Epine Nasale Antérieure-Menton).

Il est important de diagnostiquer si l'allongement de l'étage inférieur de la face est lié à un développement vertical excessif du maxillaire ou de la mandibule.

Il n'y a pas de différence significative au niveau de la hauteur faciale antérieure supérieure naso-orbitaire (Na-ENA) qui ne présente pas de différence significative entre les deux types (Jones et Meredith).

Lopez-Gavito ⁽⁸²⁾ est d'avis contraire et pense que la hauteur faciale supérieure est diminuée en plus de l'augmentation de la hauteur faciale inférieure.

1.4.2.1.1.3. Tissus mous

Les téguments semblent étirés.

Il y a souvent une béance labiale au repos avec exposition des dents maxillaires antérieures, interposition linguale et hypotonie de l'orbiculaire.

Dans ces cas d'incompétence labiale, on notera une contraction caractéristique des muscles peauciers de la houppe du menton et du carré du menton (tension du sillon labio-mentonnier) pour assurer l'occlusion labiale.

La masse massétérine est peu importante à la palpation, et insérée plus postérieurement sur le bord mandibulaire que chez les hypodivergents. La musculature sus-hyoïdienne montre une tension plus importante au repos et à la déglutition.

La lèvre supérieure mince et courte peut venir aggraver le tableau clinique.

Une compensation alvéolaire importante fait apparaître un sourire gingival (ANAES).

Pour Kokich ⁽⁷¹⁾, la clé du diagnostic réside dans l'analyse du rapport entre la lèvre supérieure au repos et le bord des incisives maxillaires. Pour être sûr que le résultat esthétique soit optimal en fin de traitement : « A 30 ans, un individu devrait découvrir 3-4 mm d'incisives maxillaires au repos. Les chercheurs ont montré que cette quantité diminue avec le temps. Ainsi, à 60 ans, un individu ne découvre pratiquement plus ses incisives maxillaires au repos. Si le patient découvre très largement ses incisives, et que la lèvre supérieure est de hauteur normale, alors j'en déduis que le problème siège au niveau du maxillaire; il sera alors nécessaire soit d'ingresser les incisives, soit de réaliser une intervention d'impaction maxillaire de Lefort.

Si, par contre, le patient découvre normalement ses incisives maxillaires au repos et que le plan occlusal est correct, alors l'excès vertical devra probablement être corrigé soit par ingression maxillaire, soit par chirurgie de rotation mandibulaire antihoraire ».

1.4.2.1.2. De profil

1.4.2.1.2.1. Sens vertical

On peut apprécier la divergence faciale par :

- Le décalage entre les hauteurs faciales antérieure et postérieure
- L'ouverture de l'angle gonion.
- L'échancrure prégonion (palpable).

1.4.2.1.2.2. Sens sagittal

Le profil cutané est souvent convexe, la face peu profonde, le menton effacé (sillon labio-mentonnier peu ou pas marqué), l'angle gonion augmenté, l'étage inférieur augmenté.

L'hyperdivergence peut être associée à un décalage squelettique de classe I, II ou III mais on notera plus souvent une classe II squelettique. En effet le principal défaut des classes II serait d'avoir eu trop de croissance verticale, celle-ci limitant la composante horizontale et prévenant l'avancée du menton.

Une rétrognathie est ainsi majoritairement observée. Le menton perd de son caractère prognathe dans les classes III.

1.4.2.1.2.3. Tissus mous

On peut valider la contraction des muscles du menton.

1.4.2.2. Examen endobuccal

1.4.2.2.1. Intra-arcade

Les arcades sont « en V », le plus souvent étroites : l'endognathie maxillaire est fréquente, accentuée par une compensation verticale de la zone alvéolaire avec un palais profond (ANAES).

L'encombrement dentaire est inconstant et le plus souvent localisé dans la zone antérieure.

1.4.2.2.2. Inter-arcade

1.4.2.2.2.1 Sens transversal

On peut noter un articulé inversé uni ou bilatéral selon l'insuffisance transversale du maxillaire précédemment observée.

1.4.2.2.2.2. Sens vertical

Il n'y a pas de corrélation entre la typologie faciale et le recouvrement ⁽⁶⁷⁾ : les hyperdivergents n'ont pas forcément une béance dentaire, les béances dentaires ne sont pas forcément accompagnées d'hyperdivergence.

Mais l'hyperdivergence peut s'accompagner d'une infraclusion dentaire incisive et canine qui se prolonge latéralement jusqu'aux premières, secondes molaires voire dents de sagesse. Dans les béances alvéolaires seules, d'origine fonctionnelle, l'infraclusion se limite généralement au secteur incisivo-canin.

Le plan d'occlusion mandibulaire est souvent abaissé, mais la hauteur alvéolaire des incisives inférieures est normale.

1.4.2.2.2.3. Sens antéro-postérieur

L'hyperdivergence peut être associée à toutes les malocclusions de la classification d'Angle (I-II-III). Cependant une croissance hyperdivergente favorise les malocclusions de classe II squelettique et dentaire ⁽¹⁵⁾.

Toutes les versions alvéolaires (pro-, rétro-alvéolie) sont également possibles.

Des malpositions condyliennes peuvent venir compliquer les malocclusions ⁽¹¹³⁾.

On peut apercevoir une instabilité occlusale entraînant un décalage entre la relation centrée et l'intercuspidation maximale.

La courbe de Spee est souvent moins marquée.

Kim, en 1987, a reporté que les béances sont caractérisées par des plans d'occlusion supérieur et inférieur divergents et une inclinaison mésiale marquée de la dentition.

1.4.2.2.3. En dynamique

On peut observer une latérodéviation lors d'un articulé inversé unilatéral.

1.4.2.2.4. Tissus mous

Dans la zone antérieure, l'association de la béance et de la respiration buccale provoque une modification locale de l'écologie microbienne buccale à l'origine d'une gingivite persistante et il est fréquent d'observer chez ces patients un état parodontal délabré malgré une hygiène bucco-dentaire quasi normale (ANAES).

On évalue le volume des amygdales palatines, du frein lingual, de la langue. Soulet ⁽¹²¹⁾ parle de macroglossie vraie quand la langue n'arrive pas à passer sous le plan d'occlusion. On observe alors l'empreinte des couronnes dentaires sur les bords latéraux de la langue.

1.4.2.3. Examen fonctionnel

Il est souvent anormal si l'hyperdivergence des bases squelettiques est associée à une infraclusion qui perturbe le cadre anatomique.

1.4.2.3.1. Fonctions linguales

L'examen fonctionnel permet de relever une anomalie de volume et de position comme une interposition linguale au repos et à la déglutition qui rendrait délicate la correction de l'anomalie squelettique.

Les muscles péri-oraux sont hypotoniques.

Un tic de succion peut s'observer chez l'enfant.

1.4.2.3.2. Mastication

Si une béance alvéolaire est associée, l'incision est déficiente.

1.4.2.3.3. Ventilation

On évalue si elle est buccale ou mixte.

Plusieurs tests diagnostiques et examens sont à notre disposition : test du miroir de Glaser, test de Rosenthal, test du réflexe narinaire; la rhinomanométrie antérieure active étant du ressort des spécialistes oto-rhino-laryngologistes.

1.4.2.3.4. Phonation

On observe les appuis linguaux lors de la prononciation de palatales « D, T, N », afin de confirmer une posture linguale antérieure (souvent plus facile à détecter ici que lors de l'examen de la déglutition).

1.4.2.3.5. Posture

L'extension de la tête sur la colonne cervicale est souvent retrouvée chez les hyperdivergents ⁽¹²⁰⁾.

Elle influe sur le traitement et la stabilité des résultats car une modification de l'équilibre céphalique, même minime, peut induire des changements de la tonicité musculaire ⁽¹²⁷⁾ (voir 1.3.7. Etiologie posturale).

1.4.2.3.6. Musculature

La musculature est jusqu'à deux fois plus faible que chez les sujets normodivergents (la force de mastication varie entre 22 et 36 kilogrammes alors que la moyenne est entre 50 et 70 kilogrammes) et plus postérieure ⁽⁷⁵⁾ : l'orbiculaire et les muscles péri-oraux en général sont hypotoniques.

1.4.2.3.7. Articulations temporo-mandibulaires

L'interposition linguale et l'absence de proprioception incisive par absence de contacts dento-dentaires perturbent aussi la cinématique mandibulaire et expliquent la présence fréquente de désordres crânio-mandibulaires dans cette anomalie (ANAES).

1.4.2.4 Examens complémentaires

1.4.2.4.1 Radiologiques

1.4.2.4.1.1 Orthopantomogramme

On recherche une asymétrie des articulations temporo-mandibulaires, une anomalie condylienne,...

1.4.2.4.1.2. Téléradiographie de profil

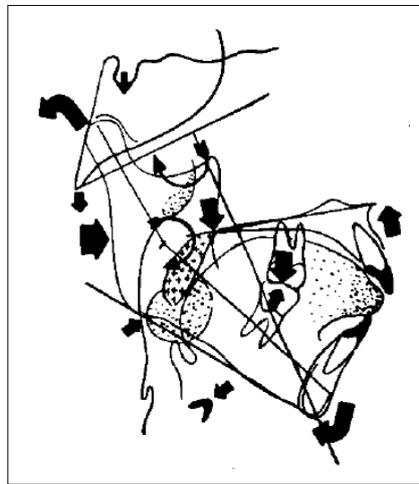


Figure 25. Signes céphalométriques des excès verticaux antérieurs squelettiques ⁽⁷⁶⁾

Elle permet de repérer les signes structuraux précédemment décrits (1.2.3.3.4. Préviation de la rotation totale de croissance/du schéma de croissance vertical avant traitement), mais elle est surtout utilisée afin de pratiquer un examen céphalométrique (figure 25). Il existe de multiples analyses céphalométriques; toutes incluent toujours au moins une observation de la dimension verticale.

L'examen céphalométrique permet de noter une typologie hyperdivergente avec des mesures du sens vertical augmentées (ANAES).

1.4.2.4.1.2.1. Wylie

Il est l'un des premiers auteurs à codifier le sens vertical (entre 1948 et 1952) et propose son fameux rapport (figure 26) :

- la hauteur faciale antérieure supérieure (N - ENA) est égale à 45 % de la hauteur faciale totale.
- la hauteur faciale antérieure inférieure (ENA - Me) est égale à 55 % de la hauteur faciale totale.

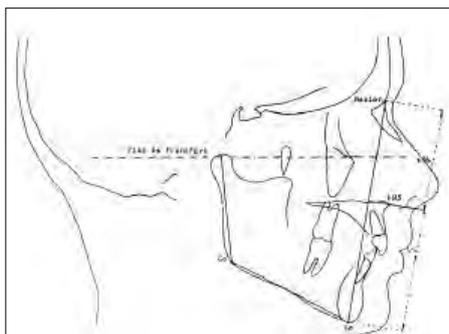


Figure 26 : Rapport de Wylie (15)(d'après Müller)

1.4.2.4.1.2.2. Schendel et al. ⁽¹¹³⁾

Ils ont comparé plusieurs téléradiographies de profil de patients hyperdivergents et ont trouvé des caractéristiques communes :

- Hauteur faciale antérieure inférieure augmentée (mesure Ena-Me, parallèle au plan facial).
- Excès vertical du maxillaire avec exposition excessive des dents maxillaires antérieures malgré une lèvre supérieure de longueur normale (par rapport aux valeurs de Burstone).
- Hauteur faciale postérieure plus petite.
- Développement mandibulaire différent selon qu'il y ait une béance associée ou non :
 - Longueur mandibulaire sensiblement la même.
 - Mandibule spatialement plus rétruse lorsqu'il y a béance.
 - Hauteur ramale normale chez les hyperdivergents avec béance.
 - Hauteur ramale augmentée chez les hyperdivergents sans béance.

Mais la même hauteur dentaire inférieure antérieure est observée dans les deux cas : l'obtention d'un recouvrement chez les cas sans béance ne s'est pas fait par augmentation de la hauteur alvéolaire antérieure mandibulaire

- Angle du plan mandibulaire élevé.
- Angle du plan palatin (SN-PP) diminué.

1.4.2.4.1.2.3. Burstone, Bell

L'excès vertical postérieur peut être déterminé en utilisant les standards développés par Burstone et Bell avec les mesures linéaires des plans palatin ou mandibulaire au bord incisif ou à la cuspide vestibulaire des premières molaires.

1.4.2.4.1.2.4. L'analyse architecturale de Delaire et Salagnac

Elle permet d'affiner le diagnostic par une étude systématique de la mandibule en analysant la forme, la position et l'orientation de ces unités par rapport au rachis cervical. Elle permet aussi d'étudier l'équilibre mutuel des différentes structures faciales sans se référer à des valeurs statistiques, et ainsi de visualiser la position idéale du maxillaire et de la mandibule du patient par rapport à son crâne et son rachis pour mieux appréhender l'étiologie de la dysmorphose (figure 27) ⁽⁵⁹⁾.

Dans l'analyse de Delaire, chez les hyperdivergents, CF7 passe dans le crâne au lieu d'être tangent à l'occipital (figure 28).

Cohen-Levy et al. soulignent l'importance de l'observation rigoureuse de la mandibule complétée par l'analyse architecturale de Delaire ⁽³¹⁾.



Figure 27. Visualisation des positions idéales des bases osseuses ⁽¹³²⁾

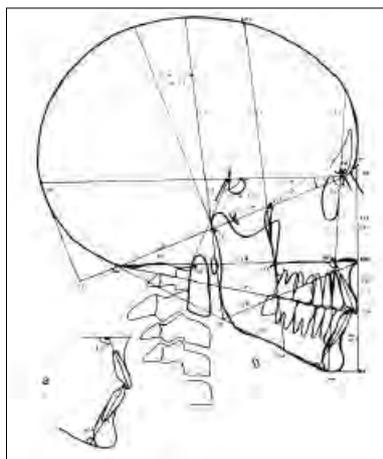


Figure 28. Analyse architecturale et structurale crânio-faciale : équilibre normal ⁽¹⁵⁾(d'après Müller)

1.4.2.4.1.2.5. L'analyse de Sassouni

Il compare l'étage supérieur de la face à l'étage inférieur, aussi bien dans ses structures antérieures que postérieures ⁽⁷⁵⁾.

Il étudie les 4 plans horizontaux (figure 29) : supra-orbitaire, palatin, d'occlusion et mandibulaire; lorsque ces plans convergent vers un point 0 proche de la base du crâne, la croissance s'exprime dans le sens vertical.

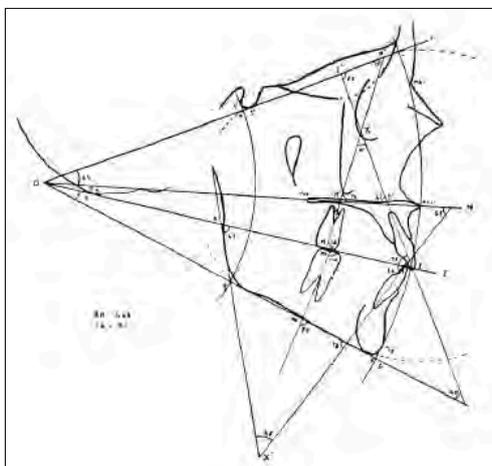


Figure 29.

Construction géométrique pour l'analyse de Sassouni (1969) (d'après Sassouni sans le Müller)

1.4.2.4.1.2.6. L'analyse de Tweed

Basée sur « le triangle de Tweed » (figure 30), elle se réfère à l'angle FMA (entre le plan mandibulaire et le plan de Francfort) pour objectiver la divergence faciale totale.

- $FMA > 30^\circ$: croissance verticale (type hyperdivergent)
- Rapport des hauteurs faciales postérieure et antérieure = Index facial vertical (FHI) = (HFP/HFA). Si $0.6 < FHI < 0.8$: la dimension verticale peut être contrôlée orthodontiquement. Si FHI diminue : tendance à l'ouverture.

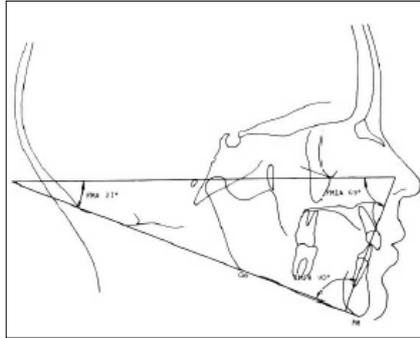


Figure 30. Triangle facial de Tweed ⁽¹⁵⁾ (d'après Müller)

1.4.2.4.1.2.7. L'analyse de Schudy

Le rapport entre la hauteur et la profondeur faciale y objective le sens vertical. En deçà de 70% on parle d'hyperdivergence.

L'angle SN-Mp devrait être l'angle de choix pour identifier la typologie faciale du patient selon Schudy ⁽¹¹⁴⁾ : plus SN-Mp est grand, « plus la mandibule s'incline et le menton recule ».

Darqué, Parguel et Reboul utilisent également cet angle comme référence, comme ils le trouvent corrélé avec les proportions entre hauteurs faciales antérieure et postérieure d'une part, et entre longueur et hauteur faciale d'autre part ⁽¹⁵⁾.

1.4.2.4.1.2.8. L'analyse de Steiner

Il utilise 2 mesures (figure 31) :

- Go.Gn/SN : divergence de la face totale.
- Occl/SN : pour maîtriser l'orientation du plan d'occlusion par rapport à la base du crâne.
- Chez l'hyperdivergent, du fait de la rotation mandibulaire postérieure, nous avons souvent un SNB diminué, mais la longueur du corps de la mandibule n'est pas modifiée.

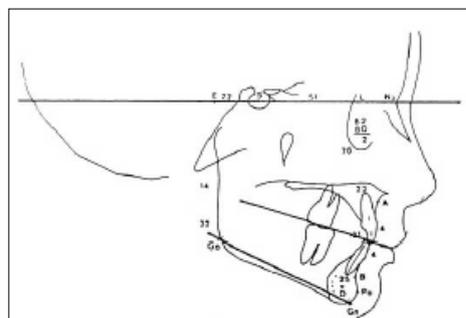


Figure 31. Sens vertical dans l'analyse de Steiner ⁽¹⁵⁾ (d'après Müller)

1.4.2.4.1.2.9. L'analyse de Ricketts
(voir figure 32)

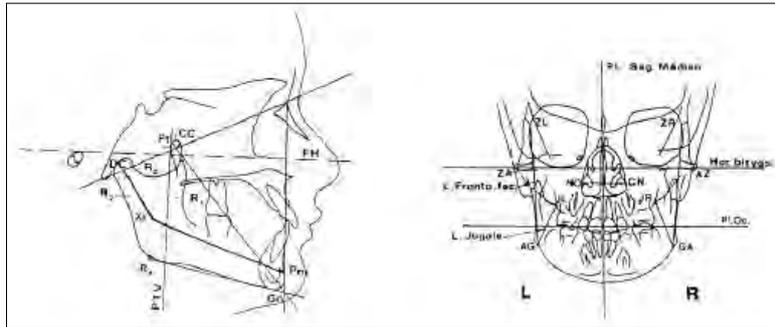


Figure 32. analyse de Ricketts, profil et face ⁽¹⁵⁾ (d'après Müller)

L'axe facial (qui détermine la direction de croissance), l'arc mandibulaire (qui définit la morphologie mandibulaire) et l'angle facial (qui renseigne sur la position du menton) sont diminués, pendant que l'angle du plan mandibulaire (qui informe sur la forme de la mandibule et son importance dans le schéma facial) et la hauteur faciale inférieure (qui caractérise la divergence entre la maxillaire et la mandibule et donc l'importance verticale de l'étage masticatoire de la face) sont augmentés (figure 33). Cette analyse permet aussi d'objectiver une position plus distale de l'os hyoïde par rapport à PTV (plan perpendiculaire au plan de Francfort passant par le point ptérygoïde) chez les hyperdivergents.

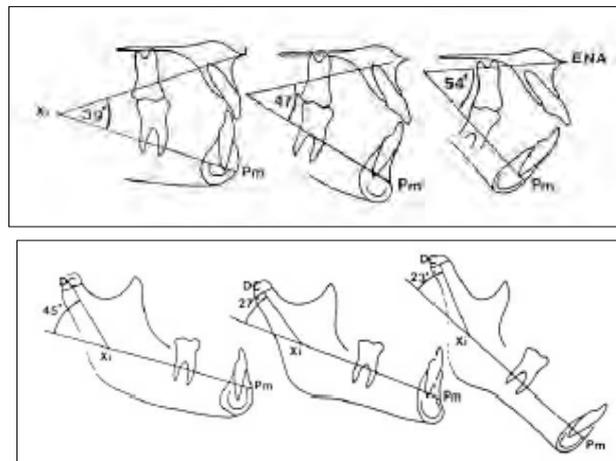


Figure 33 : Hauteur faciale inférieure et arc mandibulaire ⁽¹⁵⁾ (d'après Müller)

1.4.2.4.1.2.10. L'analyse de Biggerstaff et al. ⁽¹¹⁾

Pour ces auteurs "tout ce qui se ressemble n'est pas nécessairement identique. Les occlusions et les profils semblables peuvent être causés par différentes zones de dysplasies".

Cette analyse permet ainsi de localiser les dysplasies squelettiques et dento-alvéolaires. Elle est spécifiquement consacrée au sens vertical et identifie clairement les régions de dysplasie verticale.

Il détermine un rapport entre la mesure d'une structure postérieure et son équivalent antérieur, et détermine ainsi leur divergence (figures 25 à 28).

Il définit ⁽⁵⁹⁾ :

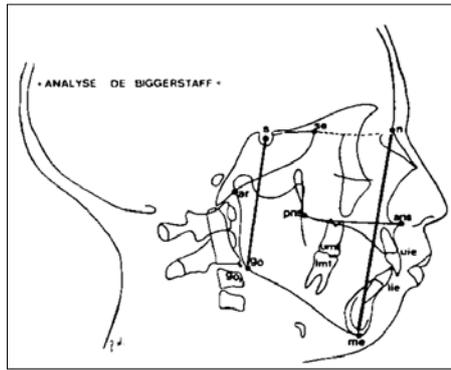


Figure 25. La divergence de la face totale = S-Go/N-Me

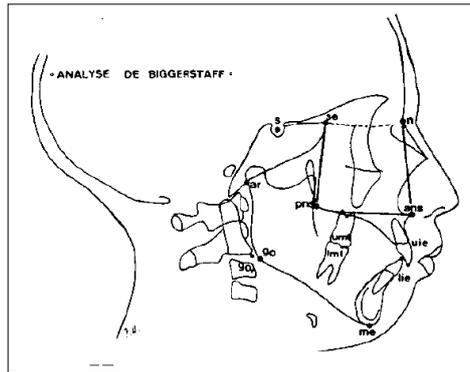


Figure 26.

La divergence de l'étage respiratoire pour la partie supérieure de la face = SE-PNS/N-ANS

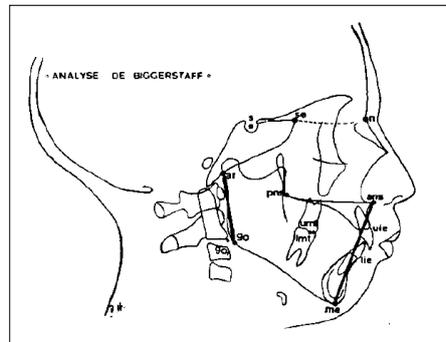


Figure 27. La divergence de l'étage digestif pour l'étage inférieur = Ar-Go/ANS-Me

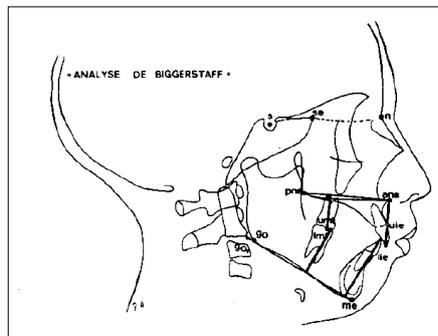


Figure 28.

La divergence des procès alvéolo-dentaires supérieurs et inférieurs : rapport de la distance de la pointe cuspidienne mésiale de la première molaire et celle du bord libre de l'incisive à leur plan de base respectif (ANS-PNS pour les dents maxillaires, Go-Me pour les dents mandibulaires)

Selon Salvadori, l'analyse de Biggerstaff permet de différencier les hyperdivergents vrais des pseudohyperdivergents ou hyperdivergents fonctionnels (figure 29), qui ont un plan palatin oblique et un positionnement anormal de la mandibule en rotation postérieure alors que l'angle goniale est satisfaisant et l'anatomie mandibulaire normale.

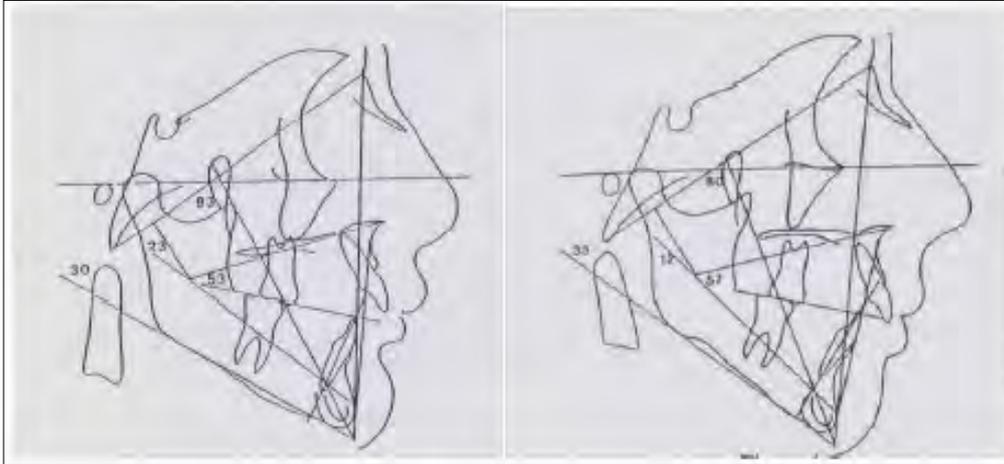


Figure 29. Pseudohyperdivergence squelettique et hyperdivergence squelettique vraie

Cette distinction a une importance diagnostique et thérapeutique non négligeable (cf. 1.4.3. Diagnostic différentiel). En effet, l'hyperdivergence squelettique vraie ne peut se contenter d'un traitement interceptif, qui par contre est capable de modifier l'inclinaison du plan palatin des pseudohyperdivergents : appareillage et âge d'intervention différents ⁽¹⁰⁹⁾.

1.4.2.3.2 Photographies

Elles objectivent l'examen clinique.

1.4.2.3.3. Moulages

Ils permettent d'apprécier les formes d'arcades, la voûte palatine, les freins, les rapports occlusaux.

1.4.3. Diagnostic différentiel

Pour Sherwood ⁽¹¹⁵⁾, rien n'est plus critique dans le plan de traitement pour le patient qui a une béance que de déterminer si la malocclusion est d'origine dentaire ou squelettique afin d'avoir une thérapeutique efficace.

Le diagnostic d'hyperdivergence squelettique est ainsi à différencier des béances antérieures d'origine purement dentoalvéolaire dans un cadre normo- ou pseudo-hyperdivergent. Elles sont dites mécaniques, provoquées par une étiologie fonctionnelle secondaire, par exemple un dysfonctionnement du comportement lingual ⁽²⁷⁾. Elles se manifestent généralement par une béance sans augmentation de hauteur, malgré le relèvement de l'inclinaison du plan palatin, une proalvéolie maxillaire et des incisives ingressées; alors que la béance squelettique a généralement une constellation de signes uniques à la déformation (cf 1.4.2. Diagnostic clinique).

Ces infraclusions répondent à un type de traitement différent. Il est admis qu'une béance d'origine dentaire réagit favorablement aux traitements éducatifs : corrections menées par les orthophonistes, ou par appareils guide-langue (perle, grille, enveloppe linguale nocturne). Elle peut être corrigée par de l'orthodontie seule, alors qu'une béance squelettique, spécialement en dentition adulte, requiert habituellement certains types d'interventions chirurgicales.

Il s'agira également de faire le diagnostic différentiel entre une hyperdivergence d'origine maxillaire et une hyperdivergence d'origine mandibulaire. On s'aidera alors des critères des tissus mous de Kokich ⁽⁷¹⁾, ou encore de l'analyse de Burstone.

1.5. Influence sur le pronostic

Le sens vertical intervient considérablement. Tweed se base d'ailleurs sur son angle FMA (plan de Francfort/ plan mandibulaire) pour établir son pronostic.

1.5.1. Dans les classes II

La rotation postérieure peut être révélatrice d'un défaut de croissance mandibulaire et limiter l'effet bénéfique des thérapeutiques fonctionnelles ou orthopédiques envisagées.

De plus, trop de croissance verticale des molaires préviendrait le positionnement antérieur du menton et rendrait la correction de la classe II très difficile. En conséquence, l'hyperdivergence :

- n'aide pas à réduire la classe II squelettique (ANB),
 - n'aide pas à corriger la classe II molaire,
 - aide à corriger le recouvrement vertical incisif ⁽¹¹⁴⁾.
- et donc aggrave le pronostic des classes II.

1.5.2. Dans les classes III

L'hyperdivergence masque le décalage sagittal réel et peut faire sous-estimer le potentiel de croissance mandibulaire présent.

1.6. Thérapeutique

1.6.1. Indications

- Fermeture d'une béance associée :
 - Aide à la mastication, mais faible évidence de son apport à la phonation ⁽¹⁰⁴⁾.
 - Prévention ou traitement des dysfonctions temporo-mandibulaires
- Amélioration esthétique et fonctionnelle
- Obtention de la compétence labiale

1.6.2. Principes

Il a été suggéré que l'équilibre entre la croissance condylienne et le développement alvéolaire joue un rôle dans le développement des caractéristiques faciales verticales.

Inhiber la croissance verticale aurait le même effet que stimuler la croissance horizontale des condyles : 1 mm de mouvement vertical ingressif au niveau des molaires résultant en une rotation de

3mm de la mandibule (mesurée au niveau de Gnathion)^{(41),(114)}. La rotation antérieure de la mandibule est alors recherchée par l'ingression molaire.

Ainsi, la stratégie thérapeutique chez les patients en croissance consiste, par des approches fonctionnelles et orthopédiques, en la modification de la croissance verticale (quantité et direction). Le maxillaire postérieur est la région la plus importante en matière de correction de la croissance verticale⁽⁴⁾.

Il s'agit selon Schudy (1965) et Creekmore (1967) d'appliquer le principe d'inhibition et de stimulation différentielle de la croissance verticale, selon les besoins du patient. Si la croissance verticale est déficiente (selon les signes de Björk) elle est stimulée ; si elle est excessive, elle est inhibée. On peut donc aisément obtenir une ingression relative chez les patients en croissance du fait du potentiel éruptif significatif et utiliser un système passif qui agira soit en interférant avec, soit en réduisant le potentiel d'éruption molaire.

Hors croissance, l'ingression molaire est particulièrement délicate à cause du manque de compensation par la croissance, les changements histologiques de l'os alvéolaire, une vascularisation moindre...⁽⁶¹⁾. Les options thérapeutiques paraissent donc plus limitées : les cliniciens essayent souvent de stimuler le développement vertical alvéolaire antérieur. Or la hauteur alvéolaire antérieure est déjà augmentée du fait de la compensation alvéolaire, et l'extrusion des incisives peut être défavorable et résulter en une exposition augmentée de la gencive. Ainsi, les solutions thérapeutiques impliquent souvent la chirurgie maxillo-faciale.

On peut affirmer que, traditionnellement, les béances sont corrigées par l'extrusion des dents antérieures, l'impaction chirurgicale maxillaire chez les patients adultes, ou l'inhibition de l'éruption molaire chez les patients en croissance⁽¹²⁵⁾.

On verra cependant que l'on peut désormais agir verticalement sur les molaires.

A l'heure actuelle, quelle que soit l'option thérapeutique choisie, il faudra veiller à

- Ne pas traiter la béance squelettique par égression des dents antérieures⁽⁷⁵⁾ lorsque celle-ci est préjudiciable pour l'esthétique du sourire
- Maintenir le recouvrement initial s'il est correct : ne pas le diminuer lors de l'alignement-nivellement⁽⁴¹⁾.
- Effectuer une rotation mandibulaire antérieure pour
 - Diminuer la hauteur faciale inférieure
 - Augmenter l'espace pharyngé et la place pour la langue.
 - Augmenter l'avantage mécanique musculaire : selon Throckmorton et al.⁽¹²⁹⁾, une diminution de 10 mm de la hauteur maxillaire produit une augmentation biomécanique du muscle temporal de 64 %, et du muscle masséter de 53 %. Cependant, la rotation mandibulaire antérieure dépend également de la variation de l'angle mandibulaire et de la hauteur du ramus : plus l'angle mandibulaire est ouvert (de 90° à 150°), plus l'influence mécanique des muscles décroît (un effort équivalent des muscles produirait une force occlusale moindre); cette diminution peut atteindre 48 % pour le temporal et 35 % pour le masséter. Lorsque la hauteur du ramus augmente de 20 mm, l'avantage mécanique du temporal diminue de 10 % et celui du masséter augmente de 15 %.

1.6.3. Moyens thérapeutiques

1.6.3.1. Myothérapie fonctionnelle

Elle était considérée pendant plusieurs années comme faisant partie intégrante de la gestion des béances ⁽¹¹⁵⁾.

En effet, la musculature faciale est intimement liée au développement des malocclusions, son fonctionnement correct est fondamental pour obtenir un équilibre du système stomatognathique et planifier le traitement.

La maîtrise de la restauration d'une bonne respiration et de la correction de la langue dans sa taille, sa position et son comportement, sera la clé de la réussite thérapeutique qu'elle soit orthodontique, orthopédique ou chirurgicale. Elle est essentielle lors d'une hyperdivergence squelettique, celle-ci étant souvent accompagnée d'un cadre anatomique défaillant (ex : béance) ayant perturbé les fonctions et la musculature oro-faciale, et renforcé ou provoqué de mauvaises habitudes.

La myothérapie fonctionnelle a pour but de redonner un équilibre fonctionnel, corriger la posture délétère à la fonction et au repos ⁽⁵⁰⁾ afin de créer un environnement favorable. Il s'agit de rendre les muscles plus puissants et fonctionnels ⁽⁵⁴⁾. Fränkel (1986) estime que le manque d'efficacité musculaire à l'occlusion labiale et à la mastication est la cause d'un excès de développement alvéolaire postérieure et donc que le contrôle musculaire est le facteur le plus important.

Selon Fournier, la myothérapie fonctionnelle passe par ⁽⁵⁰⁾ :

- une suppression des mauvaises habitudes la correction du schéma oro-facial
- la motivation
- l'automatisation.

L'idéal est en effet d'avoir une action avant 6 ans pour permettre l'éruption des dents permanentes dans de bonnes conditions. Mais il faut aussi avoir cette démarche chez l'adulte, dont il est question ici, pour éviter toute récurrence par la fonction. La rééducation est alors plus compliquée de par la présence d'engrammes.

- La rééducation fonctionnelle respiratoire est indispensable : les autres objectifs de traitement ne pourront pas être atteints sans optimisation préalable ou concomitante de cette fonction. Elle se fera après élimination des obstructions nasales (congénitales ou pathologiques) et/ou pharyngiennes. Elle peut être réalisée par écran labial, par exercice et gymnastique respiratoire ou par cure médicamenteuse, thermale ⁽⁷⁵⁾.
- La rééducation fonctionnelle linguale aura lieu après rétablissement des conditions posturales, avec une action sur sa position et son comportement. Elle peut éventuellement solliciter l'aide d'un orthophoniste.

1.6.3.2. Force extra-orale à traction haute (High Pull High Gear ou HPHG)

Elle permet le contrôle vertical des molaires chez l'adulte hyperdivergent et minimise la rotation horaire voire entraîne une rotation antihoraire (figure 30).

Proffit a rapporté justement que le HPHG peut restreindre l'égression des molaires supérieures, mais permet l'égression des molaires inférieures. Une éventuelle rotation vers le haut et l'avant de la mandibule peut alors difficilement être obtenue ⁽²⁴⁾. Ainsi, l'utilisation conjointe des blocs de morsure

a été évoquée ⁽¹¹⁶⁾. L'HPHG serait plus efficace en période de croissance pour retarder le développement dento-alvéolaire postérieur vertical par « ingression relative ».

L'HPHG a aussi été associé à des dispositifs fixes comme une gouttière maxillaire complète lorsqu'une action sur la totalité du maxillaire est souhaitée (sourire gingival) ⁽¹⁰⁴⁾.

Elle requiert une coopération élevée du patient sur une longue durée, laissant l'orthodontiste totalement dépendant de l'implication du patient.

A cause des contraintes qu'elle engendre, elle est peu utilisée chez l'adulte.

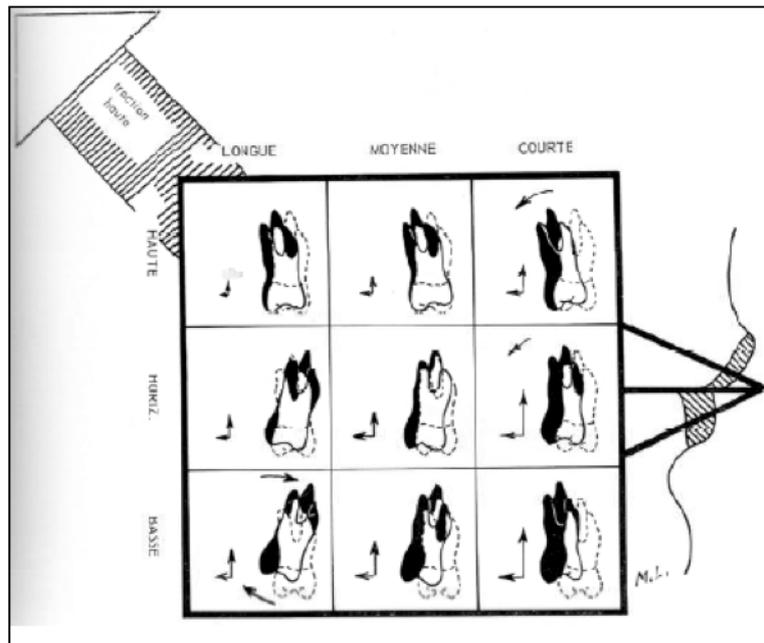


Figure 30. Diagramme biomécanique de la traction haute selon Langlade ⁽¹⁰⁾

1.6.3.3. Blocs de morsure postérieurs ⁽⁹⁾

Chez les patients en croissance, les blocs de morsure postérieurs ont été recommandés pour ingresser les molaires maxillaires, plusieurs auteurs ayant montré la modification effective du schéma squelettique vertical chez ces patients portant ce dispositif ^{(64), (84), (44)}.

Ils peuvent aussi être utilisés chez l'adulte, avec des résultats moins rapides.

Ce sont des blocs en résine acrylique entre les dents maxillaires et mandibulaires, 3-4 mm au-dessus de la position de repos. Cette épaisseur interocclusale peut être contraignante.

Ils préviennent l'égression des dents postérieures voire les ingressent, en vue d'obtenir une rotation anti-horaire de la mandibule. Avec l'augmentation de l'espace interocclusal, les forces intrusives d'un bloc passif sont générées par les muscles masticateurs. Cependant, il est connu que les patients hyperdivergents ont de faibles muscles masticateurs, limitant ainsi l'utilité de ces muscles comme source de force ingressive. Les effets d'un bloc de morsure peuvent être améliorés par un HPHG, une fronde mentonnière, un arc transpalatin, des ressorts ou des aimants repoussants, ces derniers étant en moyenne deux fois plus efficaces que les ressorts ⁽⁴⁾. Le contrôle tridimensionnel est cependant difficile avec ces aimants répulsifs puisque ceux-ci ont tendance à s'écarter de l'axe de contact central et poussent chacun dans le sens de la déviation, amenant le développement d'un articulé inversé par manque de guidage ⁽¹⁹⁾.

Pour obtenir des résultats acceptables, le port d'un bloc de morsure doit être important (12 heures par jour).

Un appareil fixe apparaît nécessaire car il ne fait pas appel à la coopération du patient et rend l'orthodontiste totalement responsable du traitement.

1.6.3.4. Arc transpalatin

Root pense qu'il diminue du tiers la croissance verticale du maxillaire (par pression de la langue lors de la déglutition d'après Nance) et lui trouve d'autres avantages hors croissance :

- Empêcher ou corriger les rotations des premières molaires supérieures
- Renforcer l'ancrage postérieur
- Donner des informations de torque des premières molaires supérieures
- Permettre de l'expansion ou de la contraction
- Aider à la correction des relations molaires de classe II du fait du contrôle du plan d'occlusion.

Wise et al. ont suggéré qu'une mise à distance de l'arc et l'ajout d'une pastille acrylique pourrait rendre le contrôle de la molaire supérieure encore plus efficace (figure 31) ^{(41), (138)} grâce à la pression linguale.



Figure 31. Arc transpalatin avec pastille ⁽⁴¹⁾

1.6.3.5. Multi-attaches ⁽¹⁰⁴⁾

1.6.3.5.1. Indications

Seul, le traitement multibague de l'hyperdivergence conduit à la réalisation d'un traitement de « camouflé » avec conservation des compensations dento-alvéolaires. Le profil et les caractéristiques squelettiques peuvent rester inchangés en fin de traitement.

1.6.3.5.2. Options thérapeutiques

La mésialisation des dents postérieures, l'ingression molaire, l'égression des incisives et les extractions peuvent se combiner dans le protocole thérapeutique.

1.6.3.5.2.1. Mésialer les dents postérieures

Ce mouvement permettrait de diminuer l' « effet de coin » éventuel des molaires, et nécessite des extractions (voir infra).

1.6.3.5.2.2. Egression incisive

Ce mouvement de compensation est réalisé pour fermer une béance associée à une hyperdivergence modérée, lorsque les incisives ne sont pas déjà égressées par compensation ⁽¹⁵⁾; elle laisse la composante squelettique de la malformation inchangée.

Cependant, l'égression des dents antérieures peut compromettre l'esthétique : le risque de ce déplacement dentaire est l'exposition excessive des incisives et des tissus gingivaux surtout chez les patients avec un excès vertical maxillaire antérieur.

L'égression provoque aussi un amincissement de la zone alvéolaire et son amplitude doit être limitée pour des raisons parodontales.

Pour tous ces motifs, fermer les béances par égression dentaire est contre-indiqué chez certains patients.

Les forces utilisées doivent être légères pour éviter toute résorption apicale et l'amplitude du mouvement sera limitée en fonction de l'âge du patient, de l'environnement parodontal, de l'esthétique du sourire.

Proffit (1991) a signalé, lorsque la béance peut être traitée par égression des incisives, qu'il est plus favorable pour la stabilité et l'esthétique d'égresser les incisives mandibulaires plutôt que les maxillaires. Et Reitan et Rygh ⁽¹⁰⁵⁾ rapportent que les dents égressées sont moins stables que les dents ingressées.

Les dispositifs mécaniques utilisés seront :

1.6.3.5.2.2.1. Les tractions inter-maxillaires verticales antérieures

Elle ont une action d'égression au niveau de leur point d'ancrage. Différents types existent selon Langlade (figure 32).

La force d'égression dépend directement des caractéristiques de l'élastique et de l'arc support. Son point d'application vestibulaire provoque un mouvement parasite de version corono-linguale des dents supports. Le contrôle du torque antérieur reste alors un souci constant.

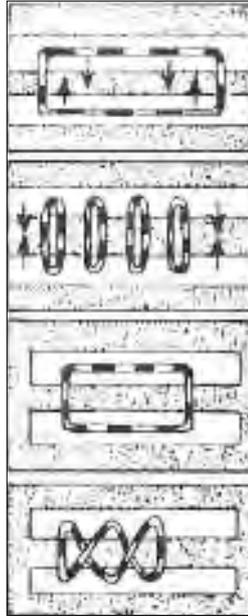


Figure 32 : Différentes tractions intermaxillaires antérieures⁽⁷⁴⁾

De haut en bas : élastique vertical rectangulaire antérieur, élastique vertical, élastique vertical rectangulaire latéral, élastique accordéon

1.6.3.5.2.2.2. Les arcs à boucles

Kim et al. (1987) introduirent une technique Edgewise d'arc à boucles (MEAW = Multiloop Edgewise Arch Wire) (figure 33) pour corriger les béances par redressement molaire et extrusion des dents antérieures à la suite de l'altération du plan d'occlusion^{(69), (68)}.

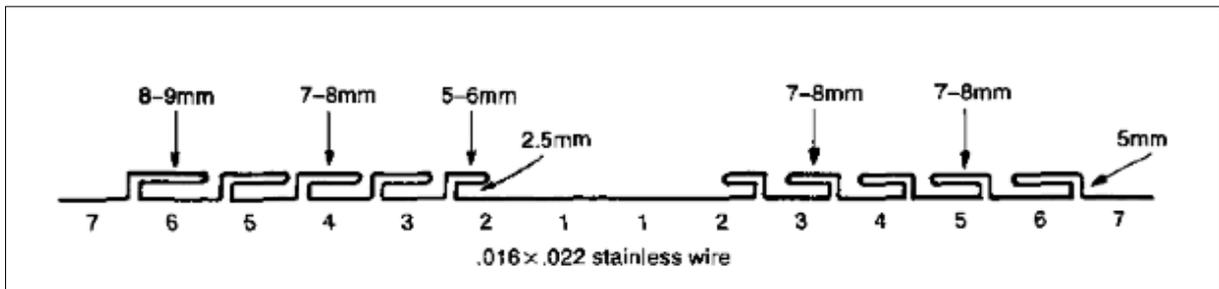


Figure 33. Arc à boucle de Kim⁽⁶⁸⁾

Cette technique utilise une combinaison (figure 34) :

- D'arcs acier à boucles de section 016x022 avec des courbes de compensations accentuées au maxillaire, inversées à la mandibule. Ces boucles abaissent le rapport charge/flexion et sont horizontales pour travailler dans le plan vertical.
- D'élastiques verticaux antérieurs, pour obtenir une intrusion molaire simultanément à une égression incisive.

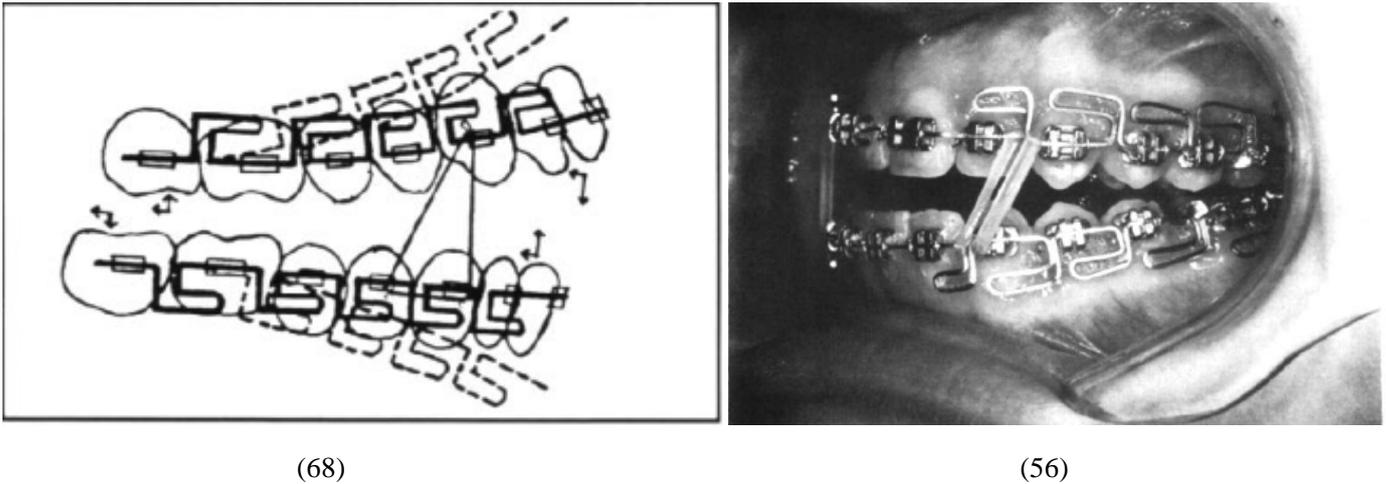


Figure 34. MEAW

Avec le MEAW, l'ingression des molaires est relative à l'égression des incisives. En effet, par ses activations, le MEAW a un effet ingressif sur les incisives et les deuxièmes molaires sans élastiques antérieurs verticaux; les tractions inter-maxillaires sont ajoutées pour contrebalancer ces forces ingressives antérieures. La conséquence est l'extrusion des incisives et la potentialisation de l'effet intrusif et de redressement sur les molaires.

Le schéma squelettique n'est que peu affecté. Les changements que le MEAW entraîne sont essentiellement d'ordre dento-alvéolaire et sont très similaires aux mécanismes naturels de compensations alvéolaires.

Ce dispositif produit ⁽⁹⁾

- Une augmentation de la hauteur dento-alvéolaire antérieure supérieure et inférieure : il égresse les dents antérieures, ce qui limite son usage chez les patients qui ont une hauteur dentoalvéolaire adéquate ou excessive avant traitement.
- Aucun changement significatif concernant la hauteur dento-alvéolaire postérieure supérieure.
- Une diminution significative de la hauteur dento-alvéolaire postérieure inférieure : il ne prévient pas seulement l'égression des dents postérieures mandibulaires, mais les ingresse.
- Un mouvement distal de la dentition.
- Une augmentation de l'angle interincisif.

Certains auteurs (Enacar et Kuccukeles) appliquent une courbe accentuée supérieure et inverse inférieure sur des arcs rectangulaires Nickel-Titane au lieu d'arcs acier à boucles, pour simplifier le traitement des béances. Les résultats montrent que la correction est atteinte majoritairement par l'égression et le redressement des incisives maxillaires, sans ingression molaire.

1.6.3.5.2.2.3. Arc d'égression

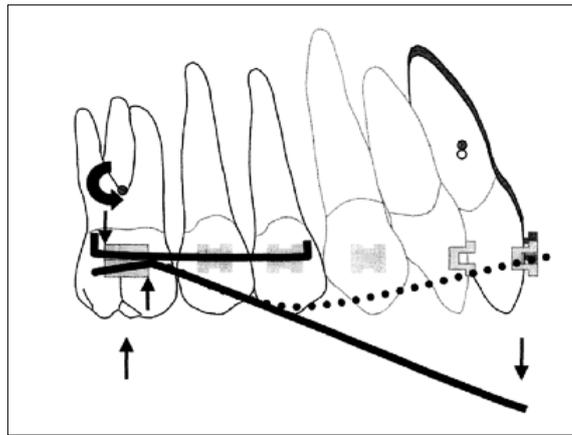


Figure 35 : Arc d'égression⁽⁶³⁾

Il est utilisé essentiellement dans la technique bioprogessive de Ricketts.

Les molaires sont stabilisées par un sectionnel qui leur permet de résister au mouvement de version mésiale engendré par le couple de deuxième ordre, et ainsi de maximiser l'effet égressif sur les incisives (figure 35). Du torque corono-vestibulaire est ajouté au niveau incisif pour contrer les effets parasites de linguo-version lors de l'égression.

1.6.3.5.2.3. Ingression molaire

Elle est réalisée dans le but d'obtenir une rotation anti-horaire de la mandibule : comme vu précédemment, de petits changements verticaux des dents postérieures peuvent produire de profonds changements dans la zone antérieure.

Cette impaction des segments postérieurs sera également favorable pour améliorer l'esthétique faciale des patients hyperdivergents⁽⁵⁾.

Selon l'hypothèse de Gysi, le traitement par ingression molaire devrait être efficace parce que le contact prématuré, facteur principal de la béance selon lui, est enlevé⁽¹⁴¹⁾.

L'utilisation du multibague, seul ou associé à un arc transpalatin ou un High Pull High Gear pour réaliser ce mouvement, est un véritable challenge avant l'apparition des ancrages squelettiques. En effet, selon la troisième loi de Newton, toute force entraînant une réaction opposée, tout mouvement d'ingression s'accompagne d'un mouvement d'égression des dents d'ancrage. Les dispositifs conventionnels peuvent donc amener une égression indésirable des dents adjacentes et un temps de traitement augmenté.

Toutes ces contraintes ont amené certains praticiens à réaliser des coronoplasties qui pouvaient conduire au traitement endodontique et à la reconstitution prothétique de la dent si la préparation dépassait la jonction amélo-dentinaire⁽⁹⁰⁾, voire à avulser ces dents trop égressées (davantage dans les cas d'égression face à édentation)⁽⁹⁸⁾. Ces alternatives ne répondent pas au principe d'économie tissulaire.

1.6.3.5.2.3 Avulsions

Plusieurs stratégies d'avulsions ont été proposées : les premières prémolaires (PM1), les deuxièmes prémolaires (PM2), les premières molaires (M1), les deuxièmes molaires (M2)⁽³⁷⁾.

1.6.3.5.2.3.1 Avulsion de prémolaires

Certains auteurs préconisent les avulsions de prémolaires chez les hyperdivergents ⁽¹¹⁰⁾ afin de :

- Repositionner les incisives, permettant une certaine égression (figure 36).

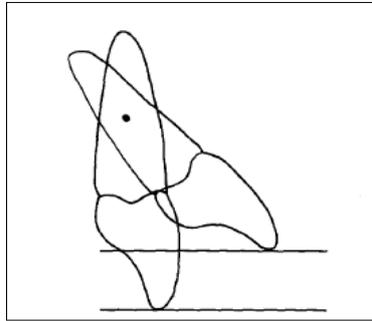


Figure 36 : Egression permise par le repositionnement incisif

- Mésialiser les molaires pour diminuer l'angle du plan mandibulaire.

Sarver ⁽¹¹⁰⁾ trouve peu d'indications à ce choix thérapeutique :

- Proalvéolie des incisives.
- Peu ou pas de sourire gingival.
- Hyperdivergence peu marquée.

L'avulsion des premières prémolaires chez l'hyperdivergent assurerait un meilleur contrôle de l'ancrage en freinant la mésialisation spontanée excessive des secteurs postérieurs ⁽¹⁵⁾.

Au contraire, d'autres auteurs préconisent l'avulsion des deuxièmes prémolaires afin de favoriser la perte d'ancrage postérieure; les résultats esthétiques obtenus sont bons ⁽⁷³⁾.

1.6.3.5.3.2. Avulsion de molaires

Elles ont pu être préconisées dans les cas d'hyperdivergence et en présence des dents de sagesse.

Les arguments majeurs sont ⁽¹⁵⁾:

- Une face longue caractérisée par une denture et une base alvéolaire positionnée plus en arrière par rapport à la base du crâne.
- Les premières molaires ayant un effet de coin dans le compas maxillo-mandibulaire.
- La hauteur des molaires pouvant participer à la hauteur faciale antérieure.
- La croissance verticale importante au niveau de la molaire supérieure.

Le résultat escompté serait une diminution de l'angle de divergence maxillo-mandibulaire, conséquence d'une rotation antérieure de la mandibule.

1.6.3.5.3.2.1. Avulsion des premières molaires

L'avulsion des premières molaires, associée à un traitement orthodontique, reste pour la majorité des auteurs un facteur favorable pour réduire la dimension verticale.

Langlade ⁽⁷⁵⁾ suggère que :

- La précocité des avulsions molaires serait favorable à la diminution de la dimension verticale.
- Il peut coexister des troubles fonctionnels avec l'étage vertical antérieur et les extractions ne règlent pas le problème.
- Le choix de l'avulsion des premières molaires inférieures n'est peut-être pas judicieux, car le siège de l'excès vertical antérieur est beaucoup plus souvent maxillaire.

- Des phénomènes liés à la biomécanique de la mésiogression de la deuxième molaire font perdre l'effet escompté de l'avulsion de la première molaire.

Ainsi, il préconise l'avulsion des premières molaires maxillaires puis des deuxièmes molaires mandibulaires (technique de Schuchardt orthodontique), ce qui évite le mouvement de mésioversion d'une molaire défavorable au maintien de la dimension verticale.

Cela permettra de fermer l'angle facial de 2 à 4 °.

Canal et Bassigny ⁽¹⁸⁾ observent sur des cas d'excès vertical antérieur traités par avulsion des premières molaires que :

- L'angle de l'axe facial a diminué très faiblement (-0,5°)
- L'angle FMA (plan mandibulaire / plan de Francfort) a très peu diminué (-0,6°)
- La hauteur faciale inférieure reste stable
- La proportion de l'étage inférieur reste stable.

Si les anomalies sont corrigées en fin de traitement, c'est davantage par compensation alvéolaire que diminution verticale.

Cependant, malgré ces résultats quelque peu insatisfaisants, ces auteurs écrivent qu'« il semble que ces sujets aient plutôt été améliorés en moyenne par rapport à ce qu'aurait pu faire craindre leur type de croissance ».

Fränkel pense que l'avulsion des premières molaires entraîne « la mésialisation du centre de rotation de la mandibule le long du plan d'occlusion, sans augmenter la distance inter-occlusale de repos et sans adaptation neuromusculaire compensatoire » ⁽²⁶⁾. Il préconise d'y associer une myothérapie labiale avec régulateur de fonctions (4 écrans vestibulaires) pour réduire la musculature et obtenir le contact labial ⁽¹³¹⁾. En même temps se produit une mésialisation spontanée des deuxièmes molaires sans égression qui contrecarre l'effet de fermeture consécutif à l'avulsion des premières molaires.

L'avulsion des premières molaires n'est pas conseillée par Kim (sauf si elles sont endommagées) du fait de la difficulté du redressement et de la mobilisation de la deuxième molaire.

Certains préconisent l'extraction des premières molaires mandibulaires seules dans les classes III ⁽¹³¹⁾.

1.6.3.5.3.2.2. Avulsion des autres molaires

Kim ⁽⁶⁸⁾, avec sa technique d'arc à boucles, préconise l'avulsion des deuxièmes ou troisièmes molaires pour redresser les premières et/ou deuxièmes molaires afin d'éliminer le blocage de l'occlusion et induire un changement du plan d'occlusion. Ces avulsions permettent également de supprimer une partie de la corticale osseuse qui résistait au redressement molaire, et de supprimer un encombrement postérieur qu'il juge fréquemment présent dans les cas d'hyperdivergence. Il est rapporté un mouvement distal des prémolaires et premières molaires ⁽⁷⁰⁾.

Les changements de morphologie dentofaciale communément vus sont reportés comme : rétroversion, rétrusion et égression des incisives mandibulaires et augmentation de la hauteur faciale due à l'égression des molaires.

1.6.3.6. Chirurgie orthognathique

C'est le traitement « gold standard » chez les patients hors croissance. Elle est indiquée lors d'un déficit esthétique important, d'une hyperdivergence majeure, d'un problème squelettique tridimensionnel et doit être axée vers une restauration fonctionnelle ⁽¹³²⁾ (figure 37).

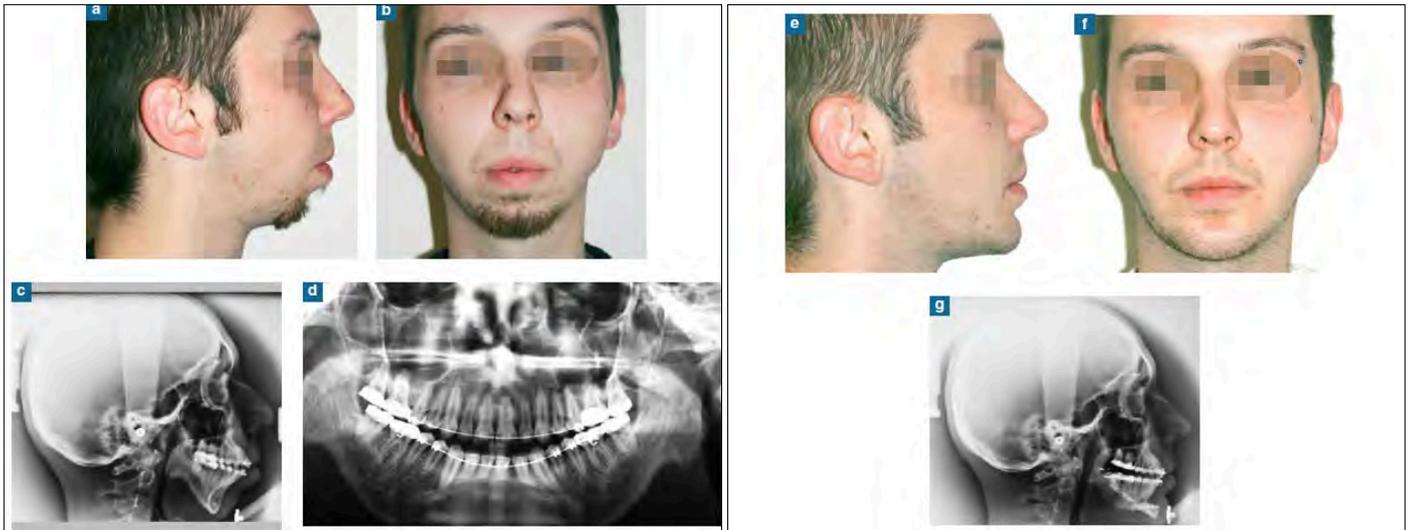


Figure 37. Chirurgie mandibulaire chez un patient avec hypocondylie bilatérale ⁽⁵²⁾

Clavier rappelle que « l'intervention n'est jamais une fin en soi, poursuivie coûte que coûte. Elle est au service du patient, dans le respect d'une juste proportion entre dommages et bénéfices. Quand on sait l'importance que revêt le visage dans l'appréhension de soi et la perception des autres, on mesure à quel point les orthodontistes, les oto-rhino-laryngologistes, et les chirurgiens maxillo-faciaux sont investis d'une responsabilité éthique, donc non squelettique. » ⁽²⁹⁾.

Les anomalies verticales étant souvent liées aux anomalies sagittales et transversales, les possibilités chirurgicales sont nombreuses et souvent combinées (chirurgie bimaxillaire) (figure 38).

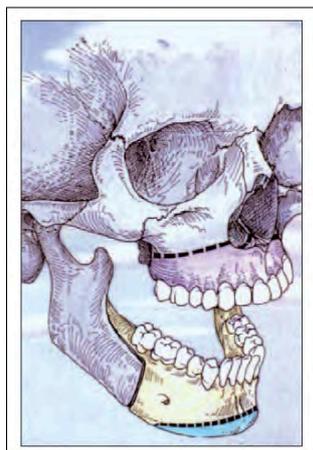


Figure 38.

Ostéotomies les plus courantes en chirurgie orthognathique : Lefort 1, Obwegeser, génioplastie ⁽¹³²⁾

Une chirurgie orthognathique fait toujours partie d'un protocole thérapeutique orthodontico-chirurgical : un traitement multibague est nécessaire pour la préparation pré-chirurgicale des arcades, et les finitions post-chirurgicales.

1.6.3.6.1. Chirurgie maxillaire

Elle est recommandée pour le traitement des patients avec un excès vertical maxillaire postérieur.

Dans l'âge moderne de la chirurgie orthognathique, plusieurs études ont démontré le succès et la stabilité de la correction de la béance squelettique par une ostéotomie Lefort 1 ⁽¹¹⁵⁾ pour permettre une impaction postérieure +/- expansion +/- avancement, ce qui augmente l'espace disponible pour la langue et facilite la respiration ⁽¹³²⁾. On note cependant un élargissement narinaire.

Elle permet en outre l'auto-rotation de la mandibule spontanément, « géométriquement ».

Il faudra alors tenir compte des répercussions de l'auto-rotation mandibulaire sur le rapport sagittal maxillo-mandibulaire lors de la correction d'un excès vertical squelettique par une chirurgie bi-maxillaire.

Lors de la préparation orthodontique pré-chirurgicale, il faudra accorder une attention particulière à l'orientation des incisives : leur torque corono-vestibulaire devra être proportionnel à la rotation palatine prévue ⁽⁹³⁾.

Proffit et al. rapportent une probabilité de 10% d'une récurrence de la béance de 2 à 4 mm au long terme après une chirurgie maxillaire ⁽¹⁰²⁾.

Un consensus a été atteint parmi les cliniciens pour affirmer que l'ostéotomie de Lefort 1, avec ou sans ostéotomie mandibulaire, offre les résultats les meilleurs et les plus prédictibles ⁽¹⁰²⁾ du fait de sa stabilité relative. Cette chirurgie va dans le sens d'un relâchement des muscles masticateurs (aussi bien par la rotation anti-horaire de la mandibule, que l'impaction du maxillaire) ⁽¹³²⁾, mais elle n'ira pas forcément toujours vers le meilleur résultat esthétique ou fonctionnel si à la base le problème était fortement mandibulaire (ramus court) : il faudra cependant agir avant tout sur la structure anormale, même s'il s'agit de la mandibule, avec alors une augmentation de la longueur des branches montantes et du corpus (génioplastie).

1.6.3.6.2. Bimaxillaire

Casteigt ⁽²²⁾ évoque 5 possibilités après la réalisation de la chirurgie maxillaire :

- La rotation antérieure mandibulaire obtenue est suffisante pour la correction : la chirurgie s'arrête.
- Une génioplastie est nécessaire.
- Une avancée mandibulaire supplémentaire est nécessaire pour corriger le décalage antéro-postérieur résiduel si l'auto-rotation mandibulaire obtenue après chirurgie maxillaire n'est pas suffisante pour le corriger : ostéotomie de Lefort 1 combinée avec une ostéotomie mandibulaire. La mandibule est alors avancée ou reculée selon les besoins du patient pour satisfaire un équilibre facial et esthétique ⁽¹⁰⁷⁾.
- Un recul mandibulaire est nécessaire.

Les résultats d'une telle chirurgie sont stables et prévisibles ⁽¹⁶⁾.

Proffit et al. proposent une hiérarchie de la stabilité des procédures de chirurgie orthognathique : selon leur étude ⁽¹⁰³⁾, l'impaction maxillaire et l'avancée mandibulaire sans augmentation de la hauteur faciale postérieure est la procédure la plus stable, suivie par les procédures bimaxillaires avec des fixations rigides. Ding montre une stabilité 15 ans après ⁽⁴⁷⁾.

1.6.3.6.3. Chirurgie mandibulaire

Pour les patients avec une branche mandibulaire courte et un maxillaire idéalement positionné tel qu'une chirurgie maxillaire serait néfaste pour l'équilibre facial total et l'harmonie faciale, une ostéotomie sagittale bilatérale est recommandée. Si des signes de résorption condylienne sont présents, une période d'observation est recommandée pour déterminer l'étendue du processus. L'ostéotomie sagittale bilatérale sera réalisée une fois le processus de résorption terminé, les condyles stables ⁽¹⁰⁷⁾.

Mais la réalisation d'une chirurgie mandibulaire seule a été largement abandonnée du fait du haut taux de récurrence rapporté avant l'introduction des fixations rigides : dilemme pour le praticien qui se trouve face à un problème mandibulaire seul.

On rencontre les techniques chirurgicales suivantes :

- Ostéotomie en L inversé de Trauner (1957)

Du fait de son abord cutané et d'autres inconvénients, on lui préfère :

- Ostéotomie sagittale des branches montantes (Obwegeser- Dalpont)

Suite à cette chirurgie, on note une augmentation de l'espace pharyngé. Elle permet de mobiliser l'arcade inférieure dans les trois sens de l'espace. Elle est particulièrement intéressante dans les cas de béance antérieure avec pro- ou rétro-gnathisme.

La correction sagittale est permise par un mouvement en tiroir.

La correction verticale est permise par l'abaissement du corps mandibulaire, ceci uniquement si la section de la sangle ptérygo-massétéline est complète ⁽⁵²⁾.

La rotation anti-horaire obtenue par allongement des branches montantes est jugée très récidivante à plus ou moins long terme : il y a mise en tension des tissus mous et des muscles masticateurs de la sangle ptérygo-massétéline et du ligament sphéno-mandibulaire ⁽¹³²⁾.

Pour pallier à cette récurrence :

- Désinsertion musculaire :
 - de la sangle ptérygo-massétéline
 - du ligament sphéno-mandibulaire très puissant
 - des muscles sus-hyoïdiens (dés que l'avancement est supérieur à 15% de la distance initiale os hyoïde-menton d'après Epker)
- Hypercorrection (raisonnable : dans les limites d'une finition orthodontique).
- Amélioration fonctionnelle : augmente l'espace pharyngé et la place pour la langue ⁽¹³²⁾.
- Ostéosynthèse rigide (vis biocorticales ou plaques vissées) qui permet d'éliminer le blocage intermaxillaire en per-opératoire avant de s'assurer du bon positionnement du condyle dans la cavité glénoïde, son repositionnement entraînant une récurrence.
- Greffes osseuses autogènes si déplacements importants (prélèvements menton, vomer, crâne)

Cette technique chirurgicale d'ostéotomie bilatérale et auto-rotation mandibulaire est alors considérée comme relativement stable pour la correction des béances lorsque des fixations rigides sont utilisées ⁽¹²²⁾ et paraît donc fiable dans les cas où la chirurgie maxillaire n'est pas indiquée pour améliorer l'esthétique faciale.

Elle est jugée au moins aussi stable que l'impaction maxillaire ⁽¹²⁾ et recommandée dans les classes II par rétrognathie mandibulaire. Ses résultats sont cependant décevants dans le cadre de brièveté du ramus car elle conserve le déséquilibre intrinsèque de la mandibule et induit une dolichocorpie selon Ferri ⁽⁵²⁾.

Pour Wallender et al. ⁽¹¹⁷⁾ il n'y a pas de doute pour eux que les béances squelettiques sont sujettes à la récurrence, indépendamment de la méthode chirurgicale utilisée.

1.6.3.6.4. Chirurgie segmentaire

1.6.3.6.4.1. Ostéotomies segmentaires

Les premières techniques étaient limitées aux procédures segmentaires antérieures : Wassmund (figure 39). Ces procédures sont stables mais peuvent aboutir à un résultat inesthétique, un découvrément incisif excessif, parce que la plupart des béances squelettiques sont causées par un excès de la région molaire.

Plus tard, les procédures d'ingression postérieure segmentaire maxillaire rapportées par Schuchardt et al. (figure 40) étaient stables et efficaces mais ont perdu leur utilité à cause de la difficulté technique, avec des risques chirurgicaux non négligeables (arrêt de la suppléantation...).

L'ostéotomie segmentaire d'égression du secteur antéro-inférieur a aussi été décrite (Koele).

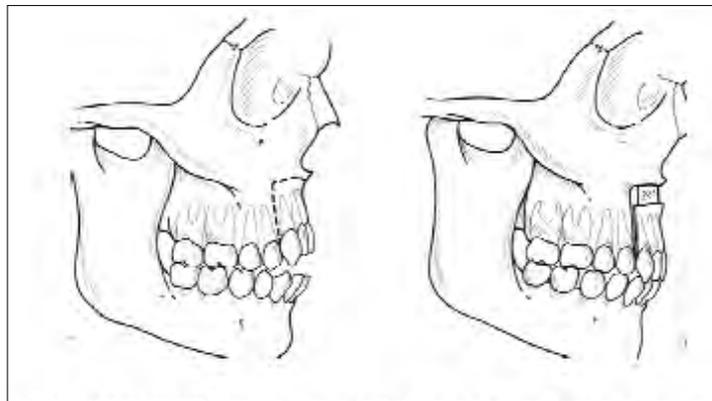


Figure 39. Ostéotomie de Wassmund : égression du secteur incisivo-canin supérieur ⁽¹⁰⁾.

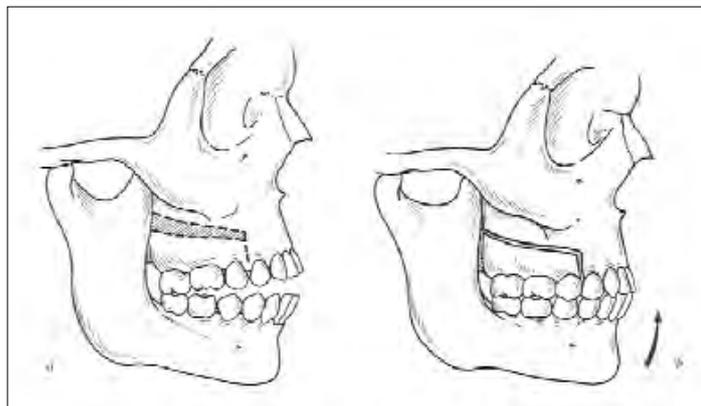


Figure 40. Ostéotomie de Schuchardt : impaction du secteur molaire supérieur ⁽¹⁰⁾.

1.6.3.6.4.2. Génioplastie

Elle est souvent associée aux ostéotomies des bases maxillaire et mandibulaire. Elle peut être réalisée dans le même temps opératoire ou différée. Elle peut être indiquée lorsqu'après traitement orthopédique et orthodontique ayant abouti à un résultat occlusal satisfaisant, il persiste un excès vertical antérieur (d'origine mentonnière), parfois associé à une rétro- ou à une pro-génie et dont les effets conjugués étaient responsables d'une dysfonction labio-mentonnière.

Elle a des conséquences esthétiques (harmonisation du profil) mais aussi sur le comportement labial et la fonction labio-mentonnaire en favorisant la compétence labiale.

En général il s'agit de génioplasties

- d'avancement par section du bord basilaire et avancement simple : simple trait d'ostéotomie horizontale qui permet d'avancer le fragment basilaire (figure 41);
- ou de réduction : deux traits horizontaux d'ostéotomie, qui permettent, en éliminant le fragment intermédiaire, de diminuer la hauteur de la symphyse.

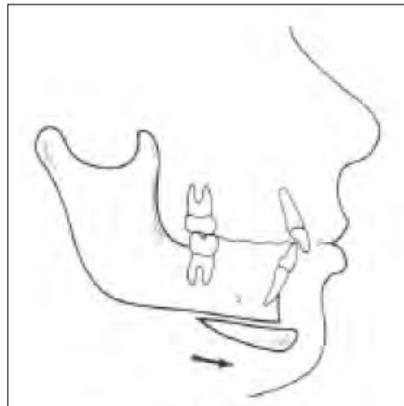


Figure 41 : Génioplastie segmentaire horizontale ⁽¹⁵⁾

1.6.3.7. Chirurgie des tissus mous associée

- Adénoïdectomie
- Amygdalectomie
- Chirurgie ORL des cornets, de la cloison
- Glossoplastie (dans les cas de macroglossie vraie ou relative)
- Freinectomie linguale
- Liposuccion (Kokich)

Mais les patients ne sont pas toujours enclins aux procédures chirurgicales à cause des risques et complications possibles : risques de l'anesthésie générale, risques iatrogènes (lésions nerveuse, perte de vitalité dentaire...); les coûts médicaux plus élevés, la longue hospitalisation, le changement esthétique immédiat et important, l'inconfort post-opératoire, et la nécessité d'une rééducation post-chirurgicale. Bailey et al.⁽⁷⁾ rapportent que moins de la moitié des patients qui recherchent un traitement orthodontique pour des problèmes d'hyperdivergence n'acceptent pas la chirurgie orthognathique recommandée. Proffit et al. suggèrent alors qu'il est préférable d'opter pour l'abstention thérapeutique chez un patient avec une béance squelettique qui refuse la correction chirurgicale ⁽¹⁰¹⁾.

Ces patients préfèrent une solution partielle à leur problème masticateur et esthétique : l'orthodontie ⁽¹³¹⁾.

Mais le manque de méthode orthodontique fiable pour ingresser les molaires signifiait qu'il n'y avait pas jusqu'à maintenant de réelle alternative à une approche chirurgico-orthodontique.

Les méthodes orthodontiques conventionnelles précédemment décrites ont tenté, souvent sans succès,

de contrôler ou de réduire la hauteur alvéolaire molaire, s'accompagnant systématiquement d'une égression des dents d'ancrage (troisième loi de Newton action-réaction). Prévenir ces effets secondaires est la clé d'une ingression efficace.

De plus, ces traitements ont souvent montré leurs limites, en particulier sur la correction squelettique, sur le profil, sur le contrôle des forces, sur la stabilité à long terme, sans doute en raison d'une étiologie complexe et multi-factorielle ^{(49), (98)}.

Ainsi, une technique qui amènerait aux mêmes résultats que la chirurgie orthognathique, sans ses limitations et ses risques, serait bénéfique.

1.6.3.8. L'ingression molaire par ancrage squelettique

Avec l'avènement des ancrages squelettiques, le contrôle vertical est devenu un objectif de traitement plus réaliste. L'ingression efficace, voire pure, ne peut en effet être obtenue qu'avec un système d'ancrage adéquat, « absolu », qui supporte des forces légères et continues, dont la direction passe par le centre de résistance de la dent.

L'ancrage squelettique permet en outre de s'affranchir de la coopération du patient et est esthétiquement plus accepté que l'ancrage extra-oral ⁽²¹⁾.

Chez l'adulte, le manque de compensation par la croissance et la réponse biologique plus lente rendent la procédure plus difficile ⁽⁹⁴⁾.

Récemment, plusieurs cas cliniques et études limitées ont décrit une nouvelle méthode thérapeutique moins invasive, avec une intrusion molaire via un ancrage implantaire, dans le traitement des béances squelettiques en classe I et II squelettique.

Elle permettrait une anté-rotation de la mandibule dans le sens de la diminution de la hauteur faciale antérieure et la fermeture de la béance.

1.6.3.8.1 Indications

Cette approche paraît indiquée ⁽¹¹⁵⁾:

- Lorsque la nature squelettique de la dysmorphose est confirmée et quantifiée par l'analyse céphalométrique. Ces mesures permettront la planification de la localisation idéale de l'ancrage implantaire, jugeant de combien l'intrusion est nécessaire pour fermer la béance.
- En présence d'une classe I squelettique ou légère classe II si les ostéotomies ne sont pas indiquées pour améliorer l'esthétique faciale.
- En dentition permanente.
- Avec une relation lèvre/incisive acceptable ou orthodontiquement corrigeable.

L'exposition incisive au repos et au sourire sont des objectifs importants à considérer avant traitement. Les patients qui ne montrent pas assez d'exposition incisive ne doivent pas être traités par ingression molaire, car la plus conventionnelle méthode d'égression incisive est davantage appropriée pour une correction de la béance par compensation dentaire.

- En association avec une chirurgie orthognathique mandibulaire pour les classes III ⁽¹³⁰⁾ : la rotation antihoraire aggraverait les relations de classe III malgré la correction de la béance rendant la chirurgie orthognathique nécessaire. L'ingression molaire entraîne une rotation horaire du plan d'occlusion, augmentant le repositionnement mandibulaire, amenant une bonne harmonie faciale, avec des effets sur le profil similaires à la chirurgie bimaxillaire avec impaction postérieure du maxillaire ⁽⁹⁶⁾. L'invasion chirurgicale est alors réduite et les changements morphologiques secondaires du nez, tel que l'élargissement narinaire, peuvent être évités.

1.6.3.9.2 Contre-indications

Elles ne sont pas exhaustives :

Ce sont celles du traitement multi-attaches, et celles de la chirurgie implantaire si des ancrages squelettiques sont utilisés.

Elles peuvent être d'ordre général (diabète non contrôlé, dépression du système immunitaire, fumeurs...) ou bucco-dentaire (parodontopathie active, obstacles anatomiques, racines à ingresser courbes, ankylose dentaire, risque élevé de résorption radiculaire...).

Mais aussi :

- Classe II importante : l'auto-rotation mandibulaire attendue ne sera pas suffisante
- Demande esthétique majeure : meilleurs résultats esthétiques attendus avec la chirurgie
- Exposition incisive insuffisante : il faudra alors réaliser une égression incisive mais sans attendre de résultat squelettique
- Manque de coopération (hygiène bucco-dentaire insuffisant).

1.6.3.9.3 Dispositifs : les différents ancrages squelettiques ⁽⁸⁶⁾

1.6.3.9.3.1. Implants dentaires

Ils peuvent être utilisés mais :

- Ils nécessitent l'attente de l'ostéointégration, ce qui retarde le début du traitement.
- Il faudra anticiper sa position définitive : visualisation thérapeutique délicate.
- Ils sont volumineux : limitation anatomique des sites d'implantation.
- Toutes les réhabilitations prothétiques ne nécessitent pas la mise en place d'implants.

1.6.3.9.3.2. Fils zygomatiques

Ils sont peu répandus, et utilisés plus pour la rétraction que l'ingression ⁽⁸⁸⁾.

1.6.3.9.3.3. Les TSADs

Ce sont des dispositifs d'ancrage squelettiques temporaires (dans la littérature : Temporary Skeletal Anchorage Devices (TSADs)) qui sont mis en charge bien avant leur ostéointégration, et retirés relativement tôt : les minivis et miniplaques. Leur nombre ne correspond pas forcément au nombre de dents à ingresser.

Selon une revue systématique des études expérimentales ⁽³³⁾, les TSADs offrent un ancrage structurel et fonctionnel immédiat en accord avec la définition de Branemark ⁽¹⁷⁾. Une stabilité clinique suffisante pour l'ancrage orthodontique peut être obtenue même avec des niveaux d'ostéointégration tels que 5%. En dessous de 25% d'ostéointégration, les vis demeurent faciles à retirer.

Il n'y a pas de consensus sur la force optimale de mise en charge et sur le temps minimum de cicatrisation nécessaire à leur stabilité. Cependant, une mise en charge immédiate paraît acceptable avec des forces réduites.

Des facteurs tels que le site implantaire, le temps de cicatrisation, la force appliquée peuvent influencer le taux de succès.

Des effets secondaires comme l'inflammation péri-implantaire et la résorption des racines adjacentes ne sont pas fréquents.

1.6.3.9.3.3.1 Mini-Plaques

Les mini-plaques en titane, normalement utilisées comme fixateur interne des ostéotomies et des fractures, ont récemment été introduites comme ancrage absolu zygomatique pour l'intrusion des molaires maxillaires ^{(115), (116), (125), (133)}.

Aussi appelées SAS pour Skeletal Anchorage System ⁽¹²⁶⁾, système d'ancrage squelettique, elles comprennent des plaques osseuses d'ancrage en titane et des vis de fixation monocorticales, en titane, temporairement implantées dans le maxillaire ou la mandibule comme ancrage orthodontique absolu pour l'intrusion, la distalisation et la protraction des molaires (figure 42).

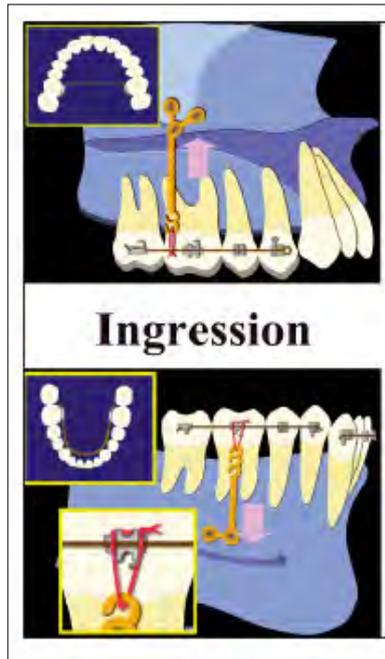


Figure 42 : Plaques d'ingression maxillaire et mandibulaire ⁽¹²⁴⁾

Les plaques d'ancrage ont trois composantes :

- La tête, intraorale, exposée à distance des dents pour ne pas interférer avec les mouvements. Elle comprend trois crochets pour les modules de forces.
- Le bras, transmuqueux, disponible en trois longueurs (10,5mm, 13,5mm et 16,5mm).
- Le corps, sous-périosté, de forme en T en Y ou en I.

Le site chirurgical doit présenter au moins 2mm de corticale pour permettre la fixation de la plaque par des vis monocorticales (2mm de diamètre, 5mm de longueur).

Pour l'ingression des dents postérieures au maxillaire il s'agit essentiellement des plaques Y au niveau de l'apophyse zygomatique. A la mandibule, ce sont des plaques en T ou en L placées dans le corps mandibulaire, sauf à proximité du foramen mandibulaire.

Elles présentent de nombreux arguments favorables à leur utilisation pour ingresser les molaires :

- Elles sont polyvalentes
- Elles sont placées où l'ancrage est le plus critique : adjacente aux dents qui nécessitent le plus d'ingression, généralement premières et/ou deuxièmes molaires. La dernière boucle de la plaque qui émerge à travers la muqueuse dans le vestibule doit être directement en ligne avec ces dents.
- Elles présentent une stabilité tridimensionnelle : maintenues par 3 minivis.

- Elles permettent un mouvement prédictible dans les trois sens de l'espace.
- Les vis des miniplaques étant placées loin des racines, elles évitent toute interférence radiculaire lors du mouvement dentaire et le risque d'atteinte radiculaire lors du placement
- Leur mise en charge est rapide, sans attendre l'ostéointégration, mais la cicatrisation muqueuse de préférence : 3 semaines ⁽¹²⁶⁾.
- Elles sont déposées immédiatement après le traitement orthodontique.

Mais :

- Leur procédure chirurgicale est relativement compliquée.
- Peu de régions sont disponibles pour sa mise en place : crête infra-zygomatique, procès alvéolaires vestibulaires à la mandibule
- Deux interventions chirurgicales sont nécessaires (pose-dépose)
- Coût

Sugawara rencontre peu de complications ⁽¹²⁶⁾ : oedème modéré, infection dans 10% des cas, perte dans 1% des cas, fracture de la plaque, déhiscence muqueuse.

1.6.3.9.3.3.2. Mini-implants/Mini-vis ⁽⁸⁶⁾

Ce sont des implants temporaires de faible diamètre non destinés à s'ostéointégrer, mais plutôt à assurer une rétention corticale pour la stabilité. Le diamètre de la vis est significativement associé avec sa stabilité ⁽⁹¹⁾.

La partie filetée de la vis peut être auto-forante ou auto-taraudante ; elle nécessitera alors un pré-trou.

Il est nécessaire d'utiliser une longue vis quand la corticale est fine et que la stabilité de la vis dépend de l'os trabéculaire; une vis courte peut au contraire être utilisée dans des cas où l'os cortical est épais (> 2 mm). Une étude ⁽³⁴⁾ indique que l'épaisseur de l'os symphysaire, rétromolaire et de la région palatine prémaxillaire autorise l'utilisation de vis de 10 mm; des vis de 6 à 8mm peuvent être placées dans la fosse incisive, dans les fosses canines supérieure et inférieure. Les vis de 4-5 mm sont monocorticales seulement. Quand les dispositifs d'ancrage temporaire sont placés dans la muqueuse alvéolaire, les résultats suggèrent qu'un attachement transmuqueux peut être requis pour traverser l'épaisseur des tissus mous.

La tête de la vis peut être conçue comme une attache orthodontique (contrôle tridimensionnel) ou avec un point de contact unique.

Le col de la vis est sa zone critique : ce doit être la partie la plus résistante de la vis.

Plus la vis est fine, moins il y a de risque de lésion radiculaire, mais plus on aura de stress mécanique et de contrainte au niveau cervical avec un risque de torsion/fracture lors de la pose et dépose.

Une vis avec une partie transmuqueuse lisse permet un meilleur contrôle de plaque et moins d'inflammation.

La dépose a lieu à la fin du traitement avec un tournevis attribué ou une pince de Mathieu.

Les mini-vis présentent de nombreux avantages ⁽²¹⁾ :

- Simples d'utilisation.
- Plus petits dispositifs d'ancrage orthodontiques disponibles à ce jour.
- Invasion chirurgicale minimale à la mise en place et au retrait (contrairement aux plaques, implants ostéointégrés et implants palatins).
- Placés sous anesthésie locale.
- Temps de cicatrisation plus court.
- Utilisés en routine pour les mouvements dentaires.

- Mise en charge immédiate
 - Avec des forces légères et continues (exemple : 50 à 100g⁽²⁰⁾).
 - Melsen a montré que l'interface vis/os devient de plus en plus étroite au fil du temps, et l'os adjacent de plus en plus dense au contact de la vis⁽⁸⁶⁾.
 - Leur solidité dépend surtout de leur stabilité primaire (mécanique).
 - D'autres études sur le renouvellement osseux à proximité de la vis confirment l'augmentation de densité osseuse et l'accélération du turnover⁽¹³⁶⁾.
- Nombreux sites d'insertion possibles et notamment inter-radiculaires (figure 43)
 - Au maxillaire, les zones recommandées sont la crête infra-zygomatique, les procès alvéolaires, l'épine nasale antérieure, le palais et la zone rétro-molaire. À la mandibule, il est concevable de mettre en place les mini-vis dans la zone rétro-molaire, les procès alvéolaires et la symphyse mentonnière.

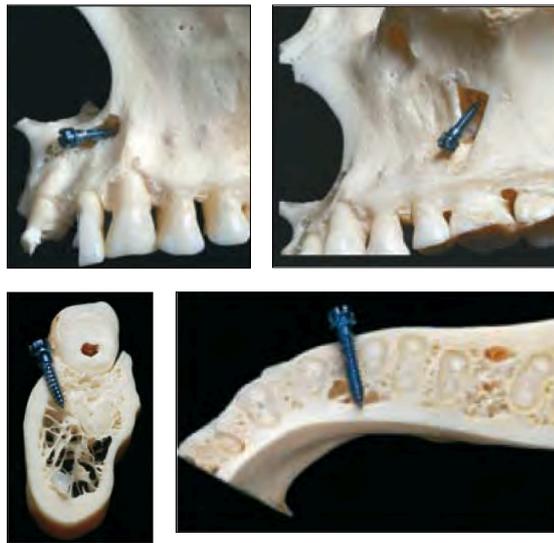


Figure 43 : Sites d'insertion⁽⁸⁶⁾

- Quand les minivis doivent être placées dans la zone des procès alvéolaires, en inter-radiculaire, une radiographie rétroalvéolaire est prise avec une clé en résine photopolymérisable qui contient un fil métallique (figure 44). Celui-ci servira de guide pour établir exactement la hauteur du point d'entrée et la direction d'insertion du mini-implant, afin de diminuer le risque de lésion radiculaire.



Figure 44 : Radiographie pé-opératoire avec clé en place⁽⁸⁶⁾

- Les sites d'insertion sont choisis en fonction du système de forces nécessaire au mouvement dentaire souhaité.
- Economiques⁽⁴²⁾

Les complications ⁽²⁰⁾ sont rares et peuvent être regroupées en trois groupes :

- Les complications à l'insertion
 - Manque de stabilité primaire (manque d'épaisseur de la corticale) : le site doit alors être changé.
 - Lésion du desmodonte ou de la dentine radulaire : la vis doit être déplacée. Si la pulpe n'est pas atteinte, le pronostic dentaire n'en sera, la plupart du temps, pas affecté.
- Les complications lors de la mise en charge
 - Même après une insertion correcte de l'implant, un contact radulaire peut toujours avoir lieu du fait du mouvement dentaire, notamment la progression de l'ingression, ce qui peut nuire à la stabilité de l'implant.
 - Perte de la minivis (inflammation, remodelage osseux) : la relocaliser.
 - Hypertrophie gingivale : souvent due à une mauvaise hygiène ou à un placement dans la muqueuse alvéolaire. La vis peut alors être enfouie.

Du fait de la facilité et du faible coût du remplacement, l'échec implantaire impacte rarement significativement la progression du traitement.

- Les complications à la dépose
 - Difficulté au retrait.
 - Fracture de la vis (si le col de la vis est fragilisé).

Il est aussi rapporté de la douleur et de l'inconfort.

Le succès de ces ancrages dépend essentiellement du site d'insertion et représenterait 72 à 100% des cas selon Miyawaki ⁽⁹¹⁾.

Une revue systématique sur les mini-implants ⁽¹⁰⁶⁾ rapporte un taux de succès supérieur à 80% dans la plupart des études, si les vis mobiles et déplacées sont incluses dans les succès thérapeutiques.

La perte des mini-vis reste la complication la plus fréquente, du fait que les minivis ne soient pas destinées à s'ostéointégrer et comptent sur l'ancrage cortical. De plus l'hyperdivergence est un facteur de risque pour la perte des mini-vis, avec un os cortical vestibulaire plus fin dans la région de la première molaire, donc l'utilisation des miniplaques est suggérée dès que l'insertion des minivis est risquée ⁽⁹¹⁾.

1.6.3.9.3.3.3. Les implants palatins ⁽³⁶⁾

Ils peuvent être placés dans les régions médianes (chez l'adulte) et paramédianes (chez les patients en croissance) du palais dur, qui offrent d'excellentes conditions péri-implantaires de par la présence de muqueuse attachée. Des implants de 4 mm suffisent.

Les implants palatins peuvent s'ostéointégrer ⁽³⁶⁾, ils nécessitent alors une période de cicatrisation de 12 semaines, puis être mis en charge directement ou indirectement (via un arc transpalatin).

Des ingressions molaires réussies ont été décrites en utilisant une minivis seule dans le palais postérieur; cette localisation est moins accessible et élimine l'option d'utilisation d'un tournevis manuel. Seul le milieu du palais postérieur offre un support osseux suffisant, exigeant des compétences chirurgicales.

1.6.3.9.4 Principes

1.6.3.9.4.1. Biologiques

Il est commun à tout déplacement dentaire provoqué ⁽¹⁵⁾.

Une résorption osseuse très active a lieu dans les zones où le ligament alvéolo-dentaire a été comprimé grâce à l'apparition d'ostéoclastes nombreux formant des lacunes de Howship. Ces zones sont les régions apicales et interradiculaires pour le mouvement d'ingression.

Une apposition osseuse apparaît dans les zones où le parodonte subit des tensions, par la présence d'ostéoblastes : régions marginales et moyennes.

Des réactions osseuses à distance sont observées, à la surface externe de l'os en regard des apex des dents ingressées.

L'ankylose dentaire, à cause de l'absence totale ou partielle du desmodonte, empêche ces phénomènes histologiques, rendant le déplacement dentaire impossible.

1.6.3.9.4.2 Mécaniques

1.6.3.9.4.2.1. Biomécanique

Pour Melsen « avant de mettre en place un ancrage squelettique, il est primordial de définir le mouvement dentaire recherché, et donc de déterminer la direction et le type de force nécessaire. Pour ce faire, il est recommandé de dessiner le système de force correspondant » ⁽⁸⁶⁾.

Quand la ligne d'action de la force est établie, on regarde s'il est possible de poser la mini-vis d'ancrage dans une zone traversée par le vecteur de force. Dans ce cas, elle pourra être utilisée comme ancrage direct. Mais en raison de variations anatomiques, les ancrages ne peuvent pas toujours être placés à l'endroit souhaité, créant une ligne d'action à distance du centre de résistance de la dent à ingresser. Ceci créera des moments incontrôlés, diminuant l'efficacité de l'ingression ⁽⁹⁴⁾. De plus, les forces de cisaillement ainsi engendrées sont néfastes pour les ancrages non ostéointégrés, avec le risque de perte du dispositif.

Pour éviter la création de moments non voulus on cherchera à concevoir un ancrage indirect avec d'autres dents : les ancrages squelettiques peuvent être ligaturés à une dent ou un groupe de dents, reliées par un arc rigide rectangulaire, utilisées alors comme ancrage absolu ⁽⁸⁹⁾.

Il faudra aussi rechercher si des effets parasites à l'intrusion doivent être pris en compte, le principal étant la version vestibulo-linguale selon le point d'application de la force (Figure 45). Il convient, lorsque le point d'application de la force apicale est vestibulaire, d'associer un arc transpalatin (au maxillaire) ou lingual (à la mandibule) pour contrer la version vestibulaire associée. On peut aussi équilibrer le système de force avec une mécanique intrusive du côté opposé (ex : minivis palatine), pour amener une meilleure distribution du stress mécanique et une intrusion équilibrée ⁽²⁸⁾.

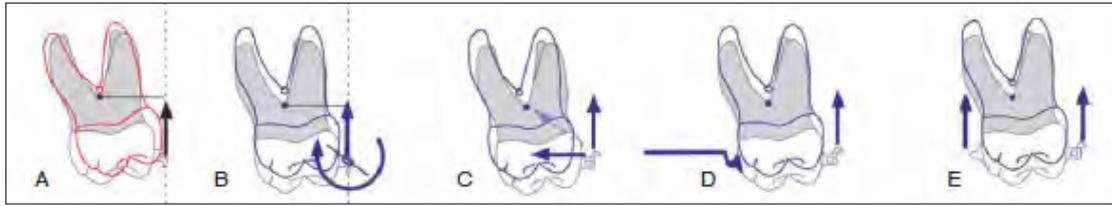


Figure 45. Contrôle du torque et de la forme d'arcade pendant l'ingression molaire maxillaire ⁽⁵⁷⁾.
 A : Force vestibulaire à distance du centre de résistance provoquant une expansion, et une version vestibulaire. Moyens thérapeutiques pour limiter ces effets parasites = B : Torque corono-palatin utilisé. C : Force centripète. D : Utilisation d'un arc transpalatin actif ou passif. E : Forces intrusives à la fois palatine et vestibulaire

Cet effet parasite peut aussi être annulé par la conception même du dispositif d'ingression : par exemple le dispositif de De Clerck qui présente une clairance minimale entre la dent et la liaison rigide du dispositif d'ingression, limitant la version vestibulaire (figure 46). L'avantage de ce dispositif est l'absence d'auxiliaire; il peut donc être limité aux dents à ingresser et éviter le risque sur d'autres dents.

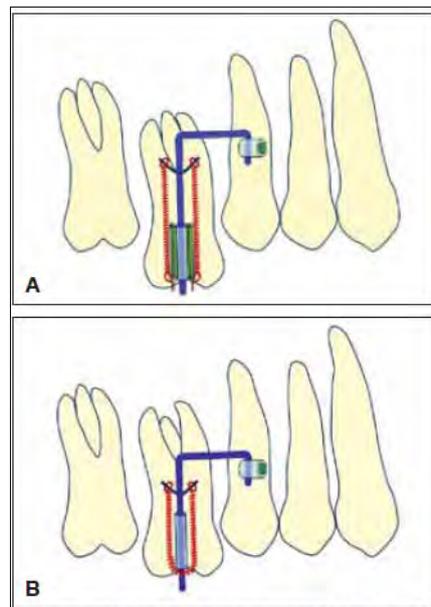


Figure 46. Dispositif ingressif de Declerck ⁽³⁰⁾

La majorité des béances squelettiques a un plan d'occlusion maxillaire à 2 étages avec la marche dans la région prémolo-canine. Placer un arc continu amène alors les incisives à égresser, et récidiver. Pour éviter ce problème, l'orthodontiste doit traiter l'arc de façon segmentaire (figure 47), ce qui requiert habituellement des arcs de canine à canine et de prémolaire à molaire (3 sections indépendantes).

Si une intrusion segmentaire est requise, les dents peuvent être regroupées par un sectionnel ou un bloc de résine acrylique qui englobe la couronne des dents; ce bloc jouerait alors le rôle de bloc de morsure avec une action intrusive des muscles masticateurs ⁽¹⁾.

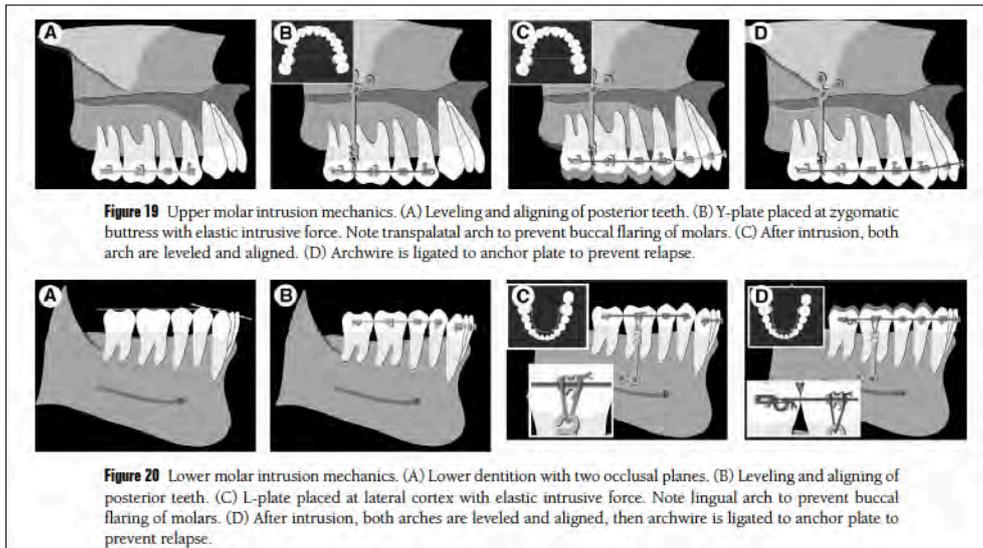


Figure 47. Ingression segmentaire ⁽¹²⁶⁾

Cette intrusion segmentaire a l'avantage d'éviter les mouvements parasites dus à l'arc continu. Le fait de relier le segment postérieur permet l'application d'une force plus directe et plus efficace. De plus il dispense du collage antérieur pendant l'ingression, rendant le traitement plus esthétique ⁽⁹⁷⁾.

Elle est aussi utilisée lors d'un traitement avec extractions lorsqu'elles ont pour but de corriger un problème sagittal. Si elles sont réalisées pour résoudre un encombrement, l'ingression a lieu sur arc continu après fermeture des espaces ⁽¹¹⁵⁾.

Pour éviter l'ingression des dents antérieures pendant l'ingression molaire sur arc continu, il faut placer l'ancrage plus distal (au niveau des deuxièmes molaires), ce qui dirige le moment de la force plus postérieurement et limite les forces potentielles sur les incisives. Certaines études utilisent en routine des élastiques verticaux antérieurs légers pendant l'ingression molaire pour contrecarrer l'ingression incisive avec un arc continu ⁽¹¹⁵⁾.

Certains pensent au contraire que le risque est une extrusion incisive de par l'application de la force intrusive est appliquée distalement au centre de résistance du maxillaire impliquant une rotation horaire de l'arcade dentaire entière. Pour obtenir un vecteur de force favorable une insertion haute dans la muqueuse mobile serait nécessaire, ce qui n'est pas optimal en terme de survie implantaire ⁽⁵³⁾.

1.6.3.9.4.2.1. Forces utilisées

« Effectué dans le même sens que l'occlusion, le mouvement d'ingression charge les fibres qui supportent la dent dans l'orientation où elles sont les plus fortes et organisées pour résister » Sueur.

La résistance parodontale est donc la plus importante pour le mouvement d'ingression. Il faudrait alors une force supérieure aux forces occlusales, principalement en durée, son intensité devant être « optimale » afin d'éviter les résorptions radiculaires

Bien qu'une force optimale n'ait pas encore été proposée pour les molaires ou pour l'ingression avec minivis, des forces plus importantes à celles généralement utilisées en mécanique orthodontique conventionnelle (Gianelly et Goldman recommandent 15 à 50 g pour de petites dents, Burstone 20g pour les incisives ⁽⁶¹⁾), sont rapportées ⁽⁵⁸⁾. La molaire étant pluriradiculée avec des racines volumineuses et une résistance accrue de l'os alvéolaire au mouvement, il est raisonnable d'appliquer des forces intrusives bien supérieures à celles des dents antérieures.

Selon Carillo ⁽²¹⁾ des forces de 25 à 100g suffisent, et des quantités significatives d'ingression sont obtenues avec des forces de 50 à 200g appliquées sur des mini-vis pendant 98 jours. Ils ne notent pas de différences significatives entre les intrusions obtenues avec des forces différant de 150g.

Basaran et al ⁽⁸⁾ en utilisant des forces de 200 à 300g sur les dents maxillaires postérieures, ont obtenu une ingression continue de 0,5 à 1 mm par mois sans résorption notable ni problème de vitalité. Mais d'autres recherches sont nécessaires.

Ainsi les forces utilisées varient beaucoup selon les auteurs, aucun consensus n'ayant été établi :

- Melsen : mise en charge immédiate chez des singes avec 25-50 cN.
- Ohmae et al. : mise en charge à T+6 semaines chez des chiens 150g.
- Deguchi et al. : mise en charge à T+3 semaines chez des chiens 200-300g.
- Gianelly et Goldman ⁽⁶¹⁾ : 15 à 50g pour de petites dents.
- Heravi ⁽⁵⁸⁾ : 50 g par minivis.
- Melson et Fiorelli ⁽⁸⁷⁾ : force vestibulo-linguale de 50 g pour ingresser les molaires maxillaires chez les adultes.
- Kalra et al. (1989) : 90 g par dent postérieure chez des sujets en croissance.
- Xun ⁽¹⁴⁰⁾ : 150g.
- Paik et al. ⁽⁹⁵⁾ : 150 à 250g .
- Erverdi et al. ⁽⁵¹⁾ : 200g.
- Park et al. ⁽⁹⁸⁾ : 200 à 300g.
- Umemori et al. ⁽¹³³⁾ : 500g sur arc rectangulaire.

Avec une densité osseuse plus importante, l'intensité de la force peut certainement être augmentée et les minivis être capables de résister à des moments mineurs. Melsen et al. conseillent toutefois de garder des niveaux de force modérée les trois premiers mois ⁽⁸⁹⁾.

Il n'y a pas de rapport sur la force optimale après corticotomie. Dans l'étude Hwang et Lee ⁽⁶¹⁾ une force supérieure à 90 g a été appliquée sur les molaires pour déplacer le bloc osseux, Akay et al. ⁽²⁾ utilisent 200 à 300g.

1.6.3.9.4.2.3. Modules de force

Ils sont multiples : chainettes élastomériques, ressort NiTi ou élastique, et sont reliés à un sectionnel, ou l'arc continu, le bracket, le tube des dents à ingresser. Heravi ⁽⁵⁸⁾ utilise un arc en TMA associé à une mini-vis bracket, pour un meilleur contrôle de la force et des mouvements parasites selon lui.

1.6.3.9.4.2.4. Amplitude du mouvement

Elle est variable selon les auteurs.

Yao et al. ⁽¹⁴²⁾ ont démontré par des enregistrements tridimensionnels de modèles pré et post traitement de 22 patients qu'une intrusion significative était obtenue par des ancrages squelettiques : en moyenne 4 mm pour les premières molaires (jusqu'à 8 mm), 2 mm pour les deuxièmes molaires et 1-2 mm pour les deuxièmes prémolaires.

1.6.3.9.4.2.5. Association à des corticotomies

Il est admis que l'utilisation de corticotomies avant traitement orthodontique permet d'accélérer positivement le mouvement dentaire, raccourcissant ainsi le temps de traitement actif⁽¹³⁷⁾ avec moins de risque de résorption radiculaire et aussi plus de résultats stables. L'ingression ne fait pas exception.

1.6.3.9.5 Conséquences

1.6.3.9.5.1 Dentaires

Selon Konno et al.⁽⁷²⁾ il y a des altérations réversibles de l'organe dentino-pulpaire au niveau morphologique et fonctionnel pendant l'ingression dentaire, celui-ci se rétablissant après arrêt de l'application de la force même si elle est intense.

Surtout, l'ingression dentaire est le mouvement dentaire le plus à risque de résorption radiculaire par la concentration de forces qu'il provoque à l'apex des dents⁽²¹⁾. Les patients à prédisposition génétique présentent un risque accru.

Ce risque de résorption est cependant difficilement prédictible et évitable. D'autres facteurs prédisposants ont été évoqués notamment la force appliquée concernant son intensité, sa durée et son type (continue/intermittent). Le temps de traitement et la quantité de mouvement sont aussi incriminés.

Pour Carillo les résorptions après application d'une force légère et continue ne sont que minimales et non significatives cliniquement^{(21),(100),(99),(100),(104)}. Dans sa revue de littérature⁽²¹⁾ il rapporte que :

- Daimaruya et al. ont également rapporté des résorptions radiculaires minimales radiologiquement (0,1mm +/- 0,1) dans leur étude sur les chiens, avec histologiquement une atteinte cémentaire au bout de 4 mois et dentinaire à 7 mois.
- Ohmae et al. ne trouvent pas de signes radiologiques de résorption radiculaire mais observent microscopiquement des résorptions limitées au ciment des furcations et des apex sur les prémolaires des chiens étudiés.
- Dellinger démontre histologiquement sur un petit échantillon que l'amplitude de la force appliquée est directement liée au taux de résorption.
- Des études démontrent que la réparation ou le remodelage intervient sur les zones résorbées lors de l'usage de forces discontinues

Sugawara⁽¹²⁵⁾ pense à un schéma de résorption radiculaire différent entre les incisives et les molaires comme ces dernières ont une large zone de bifurcation.

Il est suggéré que la résorption radiculaire apparaît probablement dans les régions apicales (surtout des premières prémolaires et molaires⁽²⁸⁾) et surtout inter-radiculaires des dents ingressées, de façon indétectable radiologiquement, et tend à se réparer dès lors que la force n'est plus exercée. Ainsi ce phénomène ne serait pas cliniquement significatif sur les temps de traitement habituellement utilisés pour l'ingression.

1.6.3.9.5.2 Parodontales

Peu d'études ont évalué l'état parodontal pendant l'ingression dentaire. Elles sont contradictoires en ce qui concerne la hauteur de l'attache épithéliale et celle de l'os alvéolaire.

L'état parodontal doit être considéré avant tout déplacement dentaire : le traitement orthodontique ne sera commencé qu'après contrôle de l'inflammation et maîtrise des mesures d'hygiène, avec un

support osseux correct ⁽⁹⁸⁾ ; Il est important de maintenir cette bonne hygiène bucco-dentaire pendant le traitement.

Le modèle animal utilisé par Daimaruya et al ⁽³⁹⁾ révèle un remodelage de l'os alvéolaire autour des racines des molaires ingressées.

Cliniquement, on observe aussi des changements de hauteur de l'os alvéolaire avec un remodelage de l'os marginal pendant l'ingression molaire, mais on n'assiste pas à l'augmentation de la poche parodontale, bien qu'il existe une pseudo-poche temporaire (augmentation du sulcus). De plus, il est suggéré que l'ingression prévient l'approfondissement de la poche gingivale, qu'il y a amélioration du niveau d'attache : en considérant l'ingression des molaires atteintes parodontalement, Melsen et al. rapportent dans une étude animale ⁽⁸⁵⁾ la formation de nouveaux segments et de nouvelles attaches collagène après intrusion et que la profondeur de poche parodontale n'est pas augmentée si une bonne hygiène oral est maintenue. Vanarsdall préconise lui une extrusion des dents parodontolysées plutôt qu'une ingression, pour obtenir une apposition osseuse engendrée par la tension et non la pression⁽⁹⁸⁾.

Sugawara ⁽¹²⁵⁾ ne rapporte aucun changement significatif des hauteurs de l'os crestral et des longueurs de la couronne clinique après intrusion molaire avec ancrages squelettiques.

Une étude ⁽⁶⁵⁾ conclut que le mécanisme de résorption et de remodelage de l'os alvéolaire crestral pendant l'ingression molaire est causé par la pression des fibres supra-crestales avec augmentation du nombre d'ostéoclastes (figure 48).

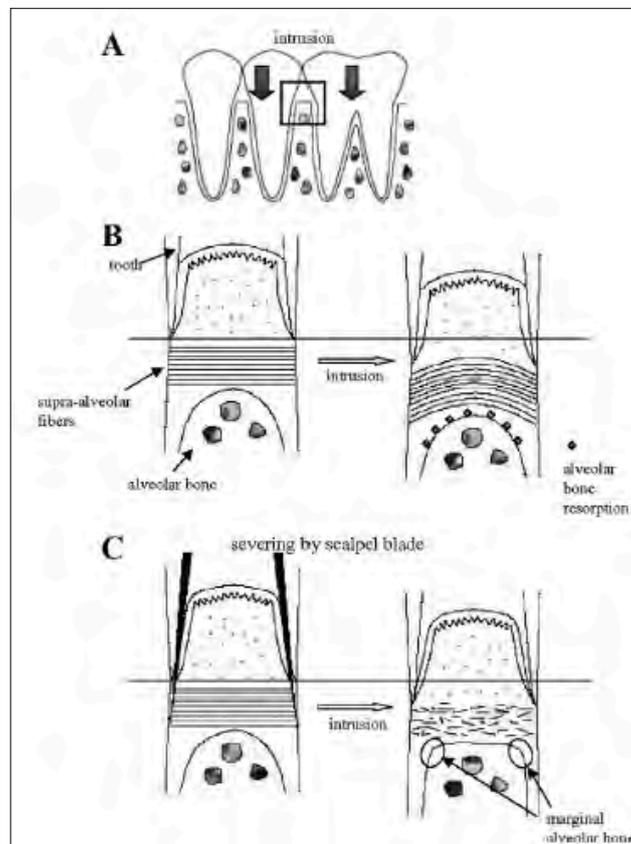


Figure 48. Réaction parodontale à l'ingression ⁽⁶⁵⁾

Il peut y avoir une diminution de gencive attachée (figure 49).

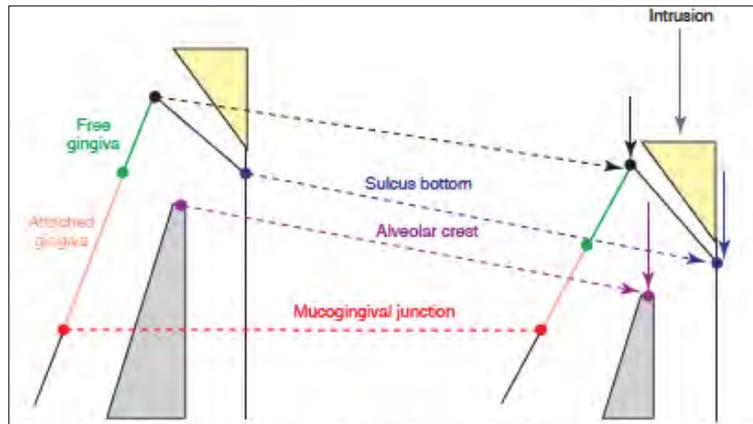


Figure 49. La ligne mucco-gingivale ne se déplaçant pas lors de l'ingression, il y a diminution de la gencive attachée ⁽⁵⁷⁾

On peut s'interroger sur les dommages causés aux structures anatomiques adjacentes.

Sugawara ⁽¹²³⁾ dans des études animales a montré que les racines des dents maxillaires ingressées pénétraient la cavité nasale (donc sinusienne chez l'humain), mais une régénération tissulaire, notamment de l'os alvéolaire, a lieu permettant le maintien d'un environnement parodontal sain ⁽³⁹⁾.

Melsen ⁽⁸⁷⁾ a montré que le sinus maxillaire n'entravait pas le déplacement de la dent. Daimarura et al. ⁽³⁹⁾ ont observé que les racines molaires peuvent pénétrer dans la cavité sinusienne radiologiquement, ce qui n'a pas l'air de causer de séquelles défavorables pour le sinus ou les racines dentaires. La vitesse lente d'intrusion permettrait aux racines de rester recouvertes par la membrane sinusienne, qui est soulevée supérieurement. Ils ont aussi regardé le risque des dents postérieures ingressées orthodontiquement sur le paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur ⁽³⁸⁾ et n'ont reporté aucun dommage. Il est probable qu'il se repositionne de lui-même ou que la racine se résorbe avant la pénétration dans l'os compact du canal nerveux.

1.6.3.9.5.3 Occlusales

Lors de l'ingression postérieure on observe un changement d'orientation du plan d'occlusion ⁽⁹⁶⁾ qui effectue une rotation horaire.

On peut se demander si on assiste à une égression compensatrice de la molaire mandibulaire pendant l'ingression de la molaire supérieure. Une analyse de corrélation a été réalisée ⁽⁴¹⁾ pour déterminer s'il y avait une relation entre le mouvement molaire vertical maxillaire et le mouvement compensatoire vertical de la première molaire permanente : il n'a pas été trouvé de relation statistique entre les deux variables.

1.6.3.9.5.4 Articulaires

On peut s'interroger sur l'apparition d'une surcharge condylienne suite à l'ingression molaire. Elle n'aurait pas lieu d'être si l'ingression postérieure entraîne effectivement une rotation antérieure mandibulaire.

Il y a eu cependant peu de rapport décrivant les améliorations fonctionnelles après le traitement d'une béance par une rotation mandibulaire significative.

1.6.4 Stabilité

L'instabilité des résultats est une cause de l'insatisfaction des praticiens et des patients. La récurrence du sens vertical est particulièrement à craindre.

Proffit⁽¹⁰²⁾ a rapporté des études qui montrent une récurrence à 3 ans; et il existe une étude sur des résultats à long terme : 35-42% de récurrence⁽⁸²⁾.

Ceci montre l'importance de la contention, et de l'élimination des facteurs étiologiques.

La récurrence est attribuée à⁽⁸¹⁾ :

- La posture linguale qui ne s'est pas adaptée au résultat thérapeutique. Elle peut être la cause première de récurrence. L'adaptation fonctionnelle de la musculature doit être un élément important dans la contention.
- Un schéma de croissance en rotation postérieure
- Les paramètres du traitement
 - Durée de traitement : Peut-être conviendrait-il d'éviter des durées de traitement trop réduites et une modification des dispositifs de contention, afin de permettre un réaménagement des structures musculaires.
 - Modalités de traitement :
 - Selon Zuroff⁽¹⁴³⁾, les béances traitées orthodontiquement ne sont pas stables. La stabilité des traitements par dispositif orthodontique seul dépendra de l'adaptation des tissus mous au nouvel arrangement dentaire.
 - La procédure chirurgicale (cf supra)
- Une instabilité du fragment chirurgical
- L'extrusion des molaires maxillaires

Kokich⁽⁷¹⁾ : « Nous pensons que, chez les adultes, nous ne sommes pas capables de modifier le tonus musculaire après l'intervention chirurgicale. Les fibres musculaires ont une certaine longueur. Depuis des années, nous savons que tenter d'allonger la dimension verticale de l'étage inférieur de la face par abaissement chirurgical maxillaire est totalement instable du fait de la longueur des fibres musculaires. Pourquoi serait-il plus stable de réduire la dimension verticale ? Ce n'est probablement pas le cas, et (...) actuellement il est préférable de ne pas se faire d'illusions sur ce sujet. »

La stabilité à long terme de l'ingression molaire avec ancrage absolu n'a pas encore été étudiée, cette approche étant relativement nouvelle, et est donc controversée.

Kokich⁽⁷¹⁾ : « Je pense que la réduction de la dimension verticale de l'étage inférieur de la face par ancrage vissé, est probablement aussi instable que celle obtenue par impaction maxillaire chirurgicale. Lorsque les dents sont ingressées, la majeure partie des fibres desmodontales changent d'orientation pour devenir obliques. Sur une durée très importante, elles peuvent s'ajuster et s'adapter à la nouvelle position de la dent. Si une molaire est ingressée sans être maintenue au moins 6 mois, elle peut se régresser sous la simple impulsion des fibres desmodontales. »

L'intrusion est moins stable que les mouvements mésio-distaux et les rotations, ce qui peut être expliqué par ⁽¹²⁵⁾ :

- L'ingression n'induit pas la formation d'un nouvel os pendant le mouvement dentaire, alors que les autres mouvements dentaires sont accompagnés par une néoformation osseuse qui prévient la récurrence.
- Les fibres parodontales qui sont généralement conçues pour résister aux forces occlusales, peuvent aussi résister puissamment aux forces intrusives.
- Les tissus parodontaux apicaux se réorganisent plus lentement que dans les autres sites.
- Une méthode efficace de contention n'a pas encore été établie pour les molaires ingressées.

Selon l'étude de Baek ⁽⁶⁾, la plupart (80%) de la récurrence d'ingression des premières molaires et de recouvrement intervient au cours de la première année de contention. Il suggère ainsi qu'une contention efficace pendant la première année post-thérapeutique permettrait une stabilité à long terme, en considérant le schéma squelettique initial, la force musculaire, l'influence linguale et des tissus mous.

Il ne trouve pas de corrélation entre la quantité initiale de béance, d'intrusion des dents postérieures, l'angulation du plan mandibulaire ou la hauteur faciale antérieure inférieure, et la récurrence de recouvrement. Mais la récurrence du recouvrement est proportionnelle à la correction de recouvrement atteinte pendant le traitement.

Le résultat de cette étude va aussi dans le sens d'une surcorrection qui permettrait au patient de finir avec la correction voulue même après une certaine quantité de récurrence.

Reitan et Rygh ⁽¹⁰⁵⁾ établissent que l'ingression dentaire est plus stable que l'extrusion.

On peut penser, par la théorie des équilibres ⁽¹⁰⁰⁾, que les forces occlusales préviennent de la régression des molaires et ainsi de la récurrence de l'auto-rotation ; ne nécessitant pas de contention spécifique. Cependant, on doit rappeler que les forces occlusales ne sont actives que pendant la mastication, pas au repos. De plus, le clinicien doit garder en tête que les sujets hyperdivergents ont une force masticatrice faible.

Sugawara et al ⁽¹²⁵⁾ rapportent un taux de récurrence de 27,2% et 30,3% pour les premières et deuxièmes molaires respectivement après l'intrusion des molaires mandibulaires, bien que les changements squelettiques soient maintenus. Ils suggèrent une sur-correction et un temps de traitement plus long, et de maintenir les minivis après le traitement pendant un moment. Des exercices musculaires pendant et après traitement sont également recommandés pour garantir la force fonctionnelle.

Pour Chae ⁽²³⁾ ce sont les changements post-thérapeutiques importants dans le ligament parodontal, la longueur des muscles élévateurs de la mandibule, et la musculature hypotonique qui sont considérés comme des facteurs importants de récurrence. Pour prévenir la récurrence des dents postérieures ingressées, ils préconisent une contention avec un bloc de morsure et des exercices de mastication et de respiration nasale pour renforcer les muscles masticateurs et minimiser la respiration orale.

Afin d'améliorer la stabilité post-thérapeutique, certains cliniciens conseillent ⁽⁸¹⁾

- Un HPHG chez leurs patients en contention.
- Une contention avec recouvrement molaire pour empêcher leur égression
- Un tooth positionner ⁽⁵⁰⁾
- L'ajout nocturne d'un dispositif fonctionnel avec des plans de morsure
- La nécessité de prolonger la contention le plus souvent (fixe ou amovible)

- Une thérapie myofonctionnelle peut améliorer la stabilité post-thérapeutique : accorder une grande attention à l'influence de la langue et des tissus mous.
- Des exercices de mastication auraient un effet positif, aidant à la contention et prévenant la récurrence de béance ⁽⁵⁰⁾.
- Baek et al. ont créé leur système de rétention (figure 50) : élastiques sur minivis, au moins la 1^e année.

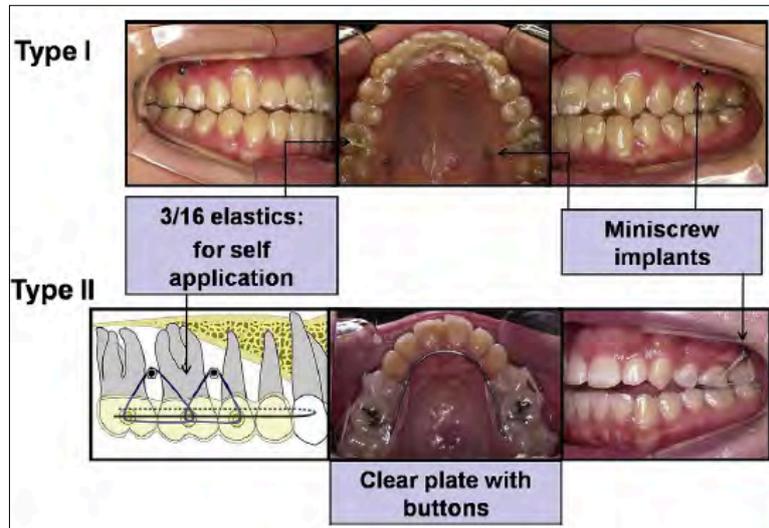


Figure 50 : Contention active de Baek ⁽⁵⁾

1.7 Conséquences sans traitement

L'infraclusion incisive, qui peut accompagner l'hyperdivergence, a des conséquences défavorables si aucun traitement n'est entrepris : lésions parodontales au niveau des dents non fonctionnelles, mobilités dentaires dues à une pression linguale excessive, syndrome algodysfonctionnel de l'appareil manducateur (SADAM) en raison d'une absence de guide antérieur ⁽¹⁰⁾.

1.8 Synthèse

La plupart des hyperdivergences squelettiques sont caractérisés par un excès alvéolaire postérieur maxillaire, mais chez les patients adultes, le contrôle vertical tend à être difficile sans croissance. Plusieurs modalités thérapeutiques ont été suggérées pour traiter ces patients avec la nécessité de la coopération du patient et un contrôle délicat des forces utilisées. Des compensations dentaires sont généralement observées avec un traitement orthodontique conventionnel, comme l'extrusion des incisives ou des molaires, résultant en une rotation horaire de la mandibule qui conduit à des résultats thérapeutiques défavorables, limitant l'amélioration de l'esthétique dentofaciale d'un patient. Une demande esthétique amenait donc à la combinaison de traitements orthodontique et chirurgical (l'impaction chirurgicale du maxillaire ou une chirurgie bimaxillaire). Jusqu'à récemment il n'y avait pas d'approche orthodontique pour une intrusion prévisible des molaires maxillaires chez les patients hors croissance. Toutefois une approche nettement moins invasive avec des résultats esthétiques et fonctionnels assez proches des résultats chirurgicaux, a vu le jour : l'ingression molaire « absolue ». Il n'existe pas à l'heure actuelle de protocole pour l'ingression des zones postérieures des arcades; nous allons donc explorer les différents moyens utilisés dans la littérature, et leurs résultats afin de mieux appréhender les aboutissants de ce principe thérapeutique prometteur.

1.9 Bibliographie I

1. **Akan S, Kocadereli I, Aktas A, Taşar F.** Effects of maxillary molar intrusion with zygomatic anchorage on the stomatognathic system in anterior open bite patients. *Eur J Orthod* 35: 93–102, 2013.
2. **Akay MC, Aras A, Günbay T, Akyalçın S, Koyuncue BO.** Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 67: 563–569, 2009.
3. **Aknin J-J.** *La croissance crânio-faciale*. SID. 2007.
4. **Arat ZM, Sezer FE, Arslan AD.** A new approach in the treatment of skeletal open bite: vertically activated bite block. *World J Orthod* 7: 345–356, 2006.
5. **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* 138: 396.e1–396.e9, 2010.
6. **Baek M-S, Choi Y-J, Yu H-S, Lee K-J, Kwak J, Park YC.** Editor's Comment and Q&A. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138: 396–398, 2010.
7. **Bailey LJ, Haltiwanger LH, Blakey GH, Proffit WR.** Who seeks surgical-orthodontic treatment: a current review. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 16: 280–292, 2001.
8. **Basaran G, Ayna E, Basaran EG, Unlu G.** Restoration of posterior edentulous spaces after maxillary molar intrusion with fixed appliances (case report). *J Int Dent Med Res* 3, 2010.
9. **Beane RA Jr.** Nonsurgical management of the anterior open bite: a review of the options. *Semin Orthod* 5: 275–283, 1999.
10. **Bernard V.** Les béances antérieures, apport des nouvelles thérapeutiques. *Thèse d'exercice en chirurgie dentaire* [2011].
11. **Biggerstaff RH, Allen RC, Tuncay OC, Berkowitz J.** A vertical cephalometric analysis of the human craniofacial complex. *Am J Orthod* 72: 397–405, 1977.
12. **Bisase B, Johnson P, Stacey M.** Closure of the anterior open bite using mandibular sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 48: 352–355, 2010.
13. **Björk A.** Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res* 42(1)Pt 2: 400–411, 1963.
14. **Björk A.** Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 55: 585–599, 1969.
15. **Boileau M.J. et al. Rapport de la SFODF.** 62e congrès. La dimension verticale en orthopédie dento-faciale. *Orthod Fr.* 1989;60(1):15-239.

16. **Brammer J, Finn R, Bell WH, Sinn D, Reisch J, Dana K.** Stability after bimaxillary surgery to correct vertical maxillary excess and mandibular deficiency. *J Oral Surg Am Dent Assoc* 1965 38: 664–670, 1980.
17. **Brånemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lundkvist S, Rockler B.** Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. *Biomaterials* 4: 25–28, 1983.
18. **Canal P, Bassigny F.** [Effect of treatment with extractions of 4 first molars on vertical dimension]. *Orthod Fr* 50: 471–478, 1979.
19. **Carano A, Siciliani G, Bowman SJ.** Treatment of skeletal open bite with a device for rapid molar intrusion: a preliminary report. *Angle Orthod* 75: 736–746, 2005.
20. **Carrillo R, Buschang PH, Opperman LA, Franco PF, Rossouw PE.** Segmental intrusion with mini-screw implant anchorage: A radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132: 576.e1–576.e6, 2007.
21. **Carrillo R, Rossouw PE, Franco PF, Opperman LA, Buschang PH.** Intrusion of multiradicular teeth and related root resorption with mini-screw implant anchorage: A radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132: 647–655, 2007.
22. **Casteigt J, Dereudre B.** [Surgical approach of a vertical problem: the long face syndrome]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 85: 83–93, 1984.
23. **Chae J-M, Chang N-Y, Cho J-H, Kang K-H, Kim S-C.** Treatment of skeletal Class II adult patient with vertical and transverse problems caused by nasal airway obstruction using microimplant anchorage. *Korean J Orthod* 39: 257–272, 2009.
24. **Chang YI, Moon SC.** Cephalometric evaluation of the anterior open bite treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 115: 29–38, 1999.
25. **Charlier JP, Petrovic A, Herrmann J.** [Determinism of mandibular growth: effects of hyperpropulsion and of the somatotropic hormone on the growth of the condyle in young rats]. *Orthod Fr* 39: 567–579, 1968.
26. **Chateau M.** *Orthopédie dento-faciale*. 1993.
27. **Chiche-Uzan L, Salvadori A.** Étiologie des infraclusions antérieures. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 40: 289–305, 2010.
28. **Çifter M, Saraç M.** Maxillary posterior intrusion mechanics with mini-implant anchorage evaluated with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140: e233–e241, 2011.
29. **Clavier P.** Éditorial. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 44: 259–260, 2010.
30. **De Clerck HJ, Timmerman HM, Cornelis MA.** Biomechanics of skeletal anchorage. Part 3. Intrusion. *J Clin Orthod JCO* 42: 270–278, 2008.

31. **Cohen-Lévy J, Rozenzweig S, Delaire J.** Les rotations mandibulaires postérieures. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 44: 389–405, 2010.
32. **Copray JCVM, Dibbets JMH, Kantomaa T.** The Role of Condylar Cartilage in the Development of the Temporomandibular Joint. *Angle Orthod* 58: 369–380, 1988.
33. **Cornelis MA, Scheffler NR, De Clerck HJ, Tulloch JFC, Behets CN.** Systematic review of the experimental use of temporary skeletal anchorage devices in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131: S52–S58, 2007.
34. **Costa A, Pasta G, Bergamaschi G.** Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. *Semin Orthod* 11: 10–15, 2005.
35. **Creekmore TD.** Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment. *Angle Orthod* 37: 285–297, 1967.
36. **Crismani AG, Bernhart T, Bantleon H-P, Cope JB.** Palatal implants: The Straumann Orthosystem. *Semin Orthod* 11: 16–23, 2005.
37. **Cusimano C, McLaughlin RP, Zernik JH.** Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases. *J Clin Orthod JCO* 27: 594–598, 1993.
38. **Daimaruya T, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H.** The Influences of Molar Intrusion on the Inferior Alveolar Neurovascular Bundle and Root Using the Skeletal Anchorage System in Dogs. *Angle Orthod* 71: 60–70, 2001.
39. **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* 73: 158–166, 2003.
40. **Darqué F.** Cours d'Orthopédie Dento-faciale, 2e cycle, Université Victor Segalen Bordeaux 2. 2007.
41. **Deberardinis M, Stretesky T, Sinha P, Nanda RS.** Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 117: 700–705, 2000.
42. **Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP.** The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 82: 377–381, 2003.
43. **Delaire J, Mercier J, Gordeef A.** Les altérations de la dimension verticale postérieure de la face. Facteurs étiopathogéniques, critères architecturaux et aspects thérapeutiques.
44. **Dellinger EL.** A clinical assessment of the Active Vertical Corrector--a nonsurgical alternative for skeletal open bite treatment. *Am J Orthod* 89: 428–436, 1986.
45. **Deshayes MJ.** La morphogenèse cranio-faciale. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 32: 299–310, 1998.
46. **Dibbets JM.** The puzzle of growth rotation. *Am J Orthod* 87: 473–480, 1985.

47. **Ding Y, Xu T-M, Lohrmann B, Gellrich N-C, Schwestka-Polly R.** Stability following combined orthodontic-surgical treatment for skeletal anterior open bite - a cephalometric 15-year follow-up study. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie Organ Official J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie* 68: 245–256, 2007.
48. **Droel R, Isaacson RJ.** Some relationships between the glenoid fossa position and various skeletal discrepancies. *Am J Orthod* 61: 64–78, 1972.
49. **Ellouze S.** Mini-implants : bousculer les limites de l'orthodontie traditionnelle. *Orthod Fr* 79: 59–66, 2008.
50. **English JD, Olfert KDG.** Masticatory Muscle Exercise as an Adjunctive Treatment for Open Bite Malocclusions. *Semin Orthod* 11: 164–169, 2005.
51. **Erverdi N, Usumez S, Solak A, Koldas T.** Noncompliance open-bite treatment with zygomatic anchorage. *Angle Orthod* 77: 986–990, 2007.
52. **Ferri J, Movaghar R, Seyed Movaghar A.** Les insuffisances verticales postérieures de la mandibule : présentation d'une nouvelle technique de correction et étude rétrospective de 15 cas. *Int Orthod* 5: 98–110, 2007.
53. **Flieger S, Ziebura T, Kleinheinz J, Wiechmann D.** A simplified approach to true molar intrusion. *Head Face Med* 8: 30, 2012.
54. **Fränkel R, Fränkel C.** A functional approach to treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod* 84: 54–68, 1983.
55. **Funakoshi M, Amano N.** Effects of the tonic neck reflex on the jaw muscles of the rat. *J Dent Res* 52: 668–673, 1973.
56. **Goto S, Boyd RL, Nielsen IL, Iizuka T.** Case Report: Nonsurgical treatment of an adult with severe anterior open bite. *Angle Orthod* 64: 311–318, 1994.
57. **Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL.** *Orthodontics : Current Principles and Techniques.* 5 th. 2012.
58. **Heravi F, Bayani S, Madani AS, Radvar M, Anbiaee N.** Intrusion of supra-erupted molars using miniscrews: Clinical success and root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139: S170–S175, 2011.
59. **Herrera P.** Un moyen de diagnostic de la dimension verticale : l'analyse de BIGGERSTAFF. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 18: 225–233, 2010.
60. **Hunter WS.** La transmission héréditaire des dimensions cranio-faciales. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 10: 99–112, 1976.
61. **Hwang H-S, Lee K-H.** Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120: 209–216, 2001.
62. **Ingervall B.** Relation Between Height of the Articular Tubercle of the Temporomandibular Joint and Facial Morphology. *Angle Orthod* 44: 15–24, 1974.

63. **Isaacson RJ, Lindauer SJ.** Closing anterior open bites: The extrusion arch. *Semin Orthod* 7: 34–41, 2001.
64. **Işcan HN, Akkaya S, Koralp E.** The effects of the spring-loaded posterior bite-block on the maxillo-facial morphology. *Eur J Orthod* 14: 54–60, 1992.
65. **Kanzaki R, Daimaruya T, Takahashi I, Mitani H, Sugawara J.** Remodeling of alveolar bone crest after molar intrusion with skeletal anchorage system in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131: 343–351, 2007.
66. **Kiliaridis S, Katsaros C.** The effects of myotonic dystrophy and Duchenne muscular dystrophy on the orofacial muscles and dentofacial morphology. *Acta Odontol Scand* 56: 369–374, 1998.
67. **Kim YH.** Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am J Orthod* 65: 586–611, 1974.
68. **Kim YH.** Anterior Openbite and its Treatment with Multiloop Edgewise Archwire. *Angle Orthod* 57: 290–321, 1987.
69. **Kim YH, Han UK, Lim DD, Serranon ML.** Stability of anterior openbite correction with multiloop edgewise archwire therapy: A cephalometric follow-up study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 118: 43–54, 2000.
70. **Kojima K, Endo T, Shimooka S.** Effects of maxillary second molar extraction on dentofacial morphology before and after anterior open-bite treatment: a cephalometric study. *Odontol Soc Nippon Dent Univ* 97: 43–50, 2009.
71. **Kokich VG, Rozenzweig S.** Entretien avec Vincent G. KOKICH. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 44: 267–271, 2010.
72. **Konno Y, Daimaruya T, Iikubo M, Kanzaki R, Takahashi I, Sugawara J, Sasano T.** Morphologic and hemodynamic analysis of dental pulp in dogs after molar intrusion with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132: 199–207, 2007.
73. **Lambrey-Obach P, Garnault G, Graille-Garnault V.** Orthodontic treatment of openbite CI II patients in straight wire technique with extraction of second bicuspids. *J Edgewise* 46: 39–58, 2002.
74. **Langlade M.** *Diagnostique orthodontique.* Librairie Maloine, 1981.
75. **Langlade M.** [The problem of large anterior vertical excess]. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 18: 145–205, 1984.
76. **Langlade M.** Les problèmes des grands excès verticaux antérieurs. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 18: 145–205, 2010.
77. **Lautrou A.** Les rotations de croissance. *J Edgewise* 30: 7–33, 1994.

78. **Lautrou A.** Croissance faciale : théories explicatives et clinique orthodontique. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 28: 433–453, 2010.
79. **Lee RS, Daniel FJ, Swartz M, Baumrind S, Korn EL.** Assessment of a method for the prediction of mandibular rotation. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 91: 395–402, 1987.
80. **Leslie LR, Southard TE, Southard KA, Casco JS, Jakobsen JR, Tolley EA, Hillis SL, Carolan C, Logue M.** Prediction of mandibular growth rotation: Assessment of the Skieller, Björk, and Linde-Hansen method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114: 659–667, 1998.
81. **Lin L-H, Huang G-W, Chen C-S.** Etiology and Treatment Modalities of Anterior Open Bite Malocclusion. *J Exp Clin Med* 5: 1–4, 2013.
82. **Lopez-Gavito G, Wallen TR, Little RM, Joondeph DR.** Anterior open-bite malocclusion: a longitudinal 10-year postretention evaluation of orthodontically treated patients. *Am J Orthod* 87: 175–186, 1985.
83. **Lowe AA, Johnston WD.** Tongue and jaw muscle activity in response to mandibular rotations in a sample of normal and anterior open-bite subjects. *Am J Orthod* 76: 565–576, 1979.
84. **McNamara JA Jr.** An experimental study of increased vertical dimension in the growing face. *Am J Orthod* 71: 382–395, 1977.
85. **Melsen B.** Tissue reaction following application of extrusive and intrusive forces to teeth in adult monkeys. *Am J Orthod* 89: 469–475, 1986.
86. **Melsen B.** Indications d’ancrage squelettique en orthodontie. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 40: 41–61, 2010.
87. **Melsen B, Fiorelli G.** Upper molar intrusion. *J Clin Orthod JCO* 30: 91–96, 1996.
88. **Melsen B, Petersen JK, Costa A.** Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod JCO* 32: 154–158, 1998.
89. **Melsen B, Verna C.** Miniscrew implants: The Aarhus anchorage system. *Semin Orthod* 11: 24–31, 2005.
90. **Miller TE.** Orthodontic therapy for the restorative patient. Part I: The biomechanic aspects. 61: 268–276, 1989.
91. **Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T.** Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124: 373–378, 2003.
92. **Nahoum HI.** Anterior open-bite: a cephalometric analysis and suggested treatment procedures. *Am J Orthod* 67: 523–521, 1975.

93. **Négrier B, Hadjean E, Deffrennes D, Vaugeois M.** Ostéotomies totales du maxillaire supérieur. *Encyclopédie médico-chirurgicale, Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*; 45-606, 1992
94. **Oliveira DD, de Oliveira BF, de Araújo Brito HH, de Souza MMG, Medeiros PJ.** Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133: 902–908, 2008.
95. **Paik C-H, Woo YJ, Boyd RL.** Treatment of an adult patient with vertical maxillary excess using miniscrew fixation. *J Clin Orthod JCO* 37: 423–428, 2003.
96. **Park H-S, Kim J-Y, Kwon T-G.** Occlusal plane change after intrusion of maxillary posterior teeth by microimplants to avoid maxillary surgery with skeletal Class III orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138: 631–640, 2010.
97. **Park Y-C, Lee H-A, Choi N-C, Kim D-H.** Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *Angle Orthod* 78: 699–710, 2008.
98. **Park Y-C, Lee S-Y, Kim D-H, Jee S-H.** Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 690–694, 2003.
99. **Pearson LE.** Vertical control in treatment of patients having backward-rotational growth tendencies. *Angle Orthod* 48: 132–140, 1978.
100. **Proffit WR.** Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod* 48: 175–186, 1978.
101. **Proffit WR.** In: *Contemporary treatment of dentofacial deformity*. 2003, p. 464–506.
102. **Proffit WR, Bailey LJ, Phillips C, Turvey TA.** Long-term stability of surgical open-bite correction by Le Fort I osteotomy. *Angle Orthod* 70: 112–117, 2000.
103. **Proffit WR, Turvey TA, Phillips C.** Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 11: 191–204, 1996.
104. **Reichert I, Figel P, Winchester L.** Orthodontic treatment of anterior open bite: a review article-is surgery always necessary? *Oral Maxillofac. Surg.* (August 16, 2013). doi: 10.1007/s10006-013-0430-5.
105. **Reitan, Rygh.** Biomechanical principles and reactions. In: *Graber TM Orthodontics-current principles and techniques* . 1994, p. 168–9.
106. **Reynders R, Ronchi L, Bipat S.** Mini-implants in orthodontics: A systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135: 564.e1–564.e19, 2009.
107. **Reyneke JP, Ferretti C.** Anterior open bite correction by Le Fort I or bilateral sagittal split osteotomy. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am* 19: 321–338, v, 2007.
108. **Riedel RA.** A Review Of The Retention Problem. *Angle Orthod* 30: 179–199, 1960.
109. **Salvadori A.** Interception des malocclusions de Classe II d’Angle. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 21: 217–233, 1987.

110. **Sarver DM, Weissman SM.** Nonsurgical treatment of open bite in nongrowing patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 108: 651–659, 1995.
111. **Sassouni V.** A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 55: 109–123, 1969.
112. **Schendel SA, Carlotti AE Jr.** Variations of total vertical maxillary excess. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 43: 590–596, 1985.
113. **Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH, Epker BN, Mischelevich DJ.** The long face syndrome: vertical maxillary excess. *Am J Orthod* 70: 398–408, 1976.
114. **Schudy ff.** the rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod* 35: 36–50, 1965.
115. **Sherwood K.** Correction of skeletal open bite with implant anchored molar/bicuspid intrusion. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am* 19: 339–350, vi, 2007.
116. **Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ.** Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 122: 593–600, 2002.
117. **Van Sickels JE, Wallender A.** Closure of anterior open bites with mandibular surgery: advantages and disadvantages of this approach. *Oral Maxillofac Surg* 16: 361–367, 2012.
118. **Skieller V, Björk A, Linde-Hansen T.** Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *Am J Orthod* 86: 359–370, 1984.
119. **Solow B, Siersbaek-Nielsen S.** Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod* 89: 132–140, 1986.
120. **Solow B, Siersbaek-Nielsen S.** Cervical and craniocervical posture as predictors of craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 101: 449–458, 1992.
121. **Soulet A.** Rôle de la langue au cours des fonctions oro-faciales. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 23: 31–52, 1989.
122. **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 Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 68: 149–159, 2010.
123. **Sugawara J.** Orthodontic reduction of lower facial height in open bite patients with skeletal anchorage system: beyond traditional orthodontics. *World J Orthod* 6 Suppl: 24–26, 2005.
124. **Sugawara J.** Entretien avec le Pr. Junji Sugawara: Propos recueillis et traduits par le Dr Sophie Rozencweig. *Orthod Fr* 79: 225–238, 2008.

125. **Sugawara J, Baik UB, Umemori M, Takahashi I, Nagasaka H, Kawamura H, Mitani H.** 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* 17: 243–253, 2002.
126. **Sugawara J, Nishimura M.** Minibone plates: The skeletal anchorage system. *Semin Orthod* 11: 47–56, 2005.
127. **Terk B.** Sur les Open-Bite avec infraclusion. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 40: 283–287, 2010.
128. **Terk B, Baron P.** [Case study of hydrocephalus. 2. Myometry]. *Orthod Fr* 56: 535–544, 1985.
129. **Throckmorton GS, Finn RA, Bell WH.** Biomechanics of differences in lower facial height. *Am J Orthod* 77: 410–420, 1980.
130. **Togawa R, Iino S, Miyawaki S.** Skeletal Class III and open bite treated with bilateral sagittal split osteotomy and molar intrusion using titanium screws. *Angle Orthod* 80: 1176–1184, 2010.
131. **Travesi J, García-Espona I.** L'extraction des premières molaires : une solution dans le traitement des béances squelettiques. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 29: 31–44, 2010.
132. **Tulasne J-F, Solyom É.** Hyperdivergence squelettique. Considérations chirurgicales. *Rev Orthopédie Dento-Faciale* 44: 333–351, 2010.
133. **Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H.** Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 115: 166–174, 1999.
134. **Vaden JL, Pearson LE.** Diagnosis of the vertical dimension. *Semin Orthod* 8: 120–129, 2002.
135. **Vaden J, Pearson L.** Diagnosis of the vertical dimension. *Semin Orthod* 8: 120e9, 2002.
136. **Wehrbein H, Yildirim M, Diedrich P.** Osteodynamics around orthodontically loaded short maxillary implants. An experimental pilot study. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie Organofficial J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie* 60: 409–415, 1999.
137. **Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF.** An Evidence-Based Analysis of Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A Synthesis of Scientific Perspectives. *Semin Orthod* 14: 305–316, 2008.
138. **Wise JB, Magness WB, Powers JM.** Maxillary molar vertical control with the use of transpalatal arches. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106: 403–408, 1994.
139. **Wolford LM.** Idiopathic condylar resorption of the temporomandibular joint in teenage girls (cheerleaders syndrome). *Proc Bayl Univ Med Cent* 14: 246–252, 2001.

140. **Xun C, Zeng X, Wang X.** Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod* 77: 47–56, 2007.
141. **Yanagita T, Adachi R, Kamioka H, Yamashiro T.** Severe open bite due to traumatic condylar fractures treated nonsurgically with implanted miniscrew anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143: S137–S147, 2013.
142. **Yao C-CJ, Lee J-J, Chen H-Y, Chang Z-CJ, Chang H-F, Chen Y-J.** Maxillary molar intrusion with fixed appliances and mini-implant anchorage studied in three dimensions. *Angle Orthod* 75: 754–760, 2005.
143. **Zuroff JP, Chen S-H, Shapiro PA, Little RM, Joondeph DR, Huang GJ.** Orthodontic treatment of anterior open-bite malocclusion: stability 10 years postretention. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 137: 302.e1–8; discussion 302–303, 2010.

Partie 2

REVUE SYSTEMATIQUE DE LA
LITTERATURE

L'objectif principal de ce travail est de réaliser une analyse de la littérature scientifique jusqu'en 2013 traitant de la fermeture de la divergence mandibulaire suite à une ingression molaire, ceci pour étudier l'affirmation de Skander Ellouze: « ... nous sommes désormais capables de contrôler efficacement, voire de réduire la hauteur molaire tant chez l'enfant que chez l'adulte, sans dépendre de la coopération du patient, offrant aujourd'hui une vraie alternative à la chirurgie orthognathique dans un nombre important de cas hyperdivergents »⁽²⁴⁾.

Cette analyse sera réalisée à l'aide d'une revue systématique de la littérature : il s'agira de faire l'état des lieux de la littérature actuellement disponible à ce sujet, quelque soit sa qualité, en essayant de couvrir au mieux les bases disponibles⁽³⁰⁾.

2.1. Matériel et méthode

2.1.1. Stratégie de recherche

La revue bibliographique a recherché les mots-clés [skeletal] AND [open bite] AND [molar] AND [intrusion] AND [adult] ; ces termes ont été utilisés par un seul opérateur et dans chaque base de données interrogée, la base Pubmed ayant aussi été interrogée avec les termes Mesh : [molar] AND [intrusion] AND [tooth] (ou [tooth movement] AND [adult] AND [open bite] (le terme [skeletal] a été retiré car n'a donné aucun résultat).

2.1.2. Bases de données interrogées

Une recherche numérique est réalisée dans les bases de données à priori les plus appropriées, sans limite de date : Cochrane, Medline, Pubmed, Wok-Wos, EMC Premium et Pascal.

BDSP et CisMef n'ont pas donné de résultats pertinents.

La recherche électronique a été complétée par la recherche manuelle des bibliographies des articles présélectionnés.

2.1.3. Critères de sélection

2.1.3.1. Critères d'inclusion

- Applications sur l'homme
- Publication en anglais ou français
- Valeurs numériques de l'évolution de la divergence mandibulaire (crâniale ou faciale)
- Sujets adultes

Cette notion d'adulte est très vaste. Nous considérerons pour cette étude que les sujets adultes sont les sujets « parvenus au terme de leur croissance » (définition du dictionnaire Larousse), ici croissance crânio-faciale. Nous fixerons la fin de croissance à 15 ans⁽⁴⁶⁾, n'ayant fait aucune différenciation des genres (féminin ou masculin).

Nous garderons toutefois à l'esprit que l'âge civil ne correspond pas toujours à l'âge osseux et qu'il existe une légère croissance résiduelle et la persistance des phénomènes de remodelages périostés⁽⁴⁷⁾.

2.1.3.2. Critères d'exclusion

- Sujets en croissance
- Molaire égressée suite à une édentation antagoniste
- Ingression non orthodontique (impaction chirurgicale)
- Nous rejeterons les cas cliniques avec pathologie fracturaire, car leur réaction au traitement n'est pas physiologique. Ceci est illustré par le cas clinique de Yanagita⁽⁶⁴⁾ qui rapporte le traitement d'une béance par fracture condylienne bilatérale par ingression molaire. La mandibule ne fait pas ici de rotation antihoraire mais « a bougé vers l'avant et vers le haut ». Ils pensent que ce mouvement est produit par une action d'élévation de la mandibule par les muscles masseter et temporaux du fait de la perte de la fonction articulaire.
- Publication ni francophone ni anglophone
- Nous n'avons pas de critère d'exclusion concernant la qualité de l'article.

2.1.3.3. Stratégie de sélection (figure 51)

Une pré-sélection est réalisée selon le titre de l'article.

Les extraits de ces articles sont alors analysés, et s'ils rencontrent effectivement les critères de sélection, ils sont lus dans leur globalité et analysés.

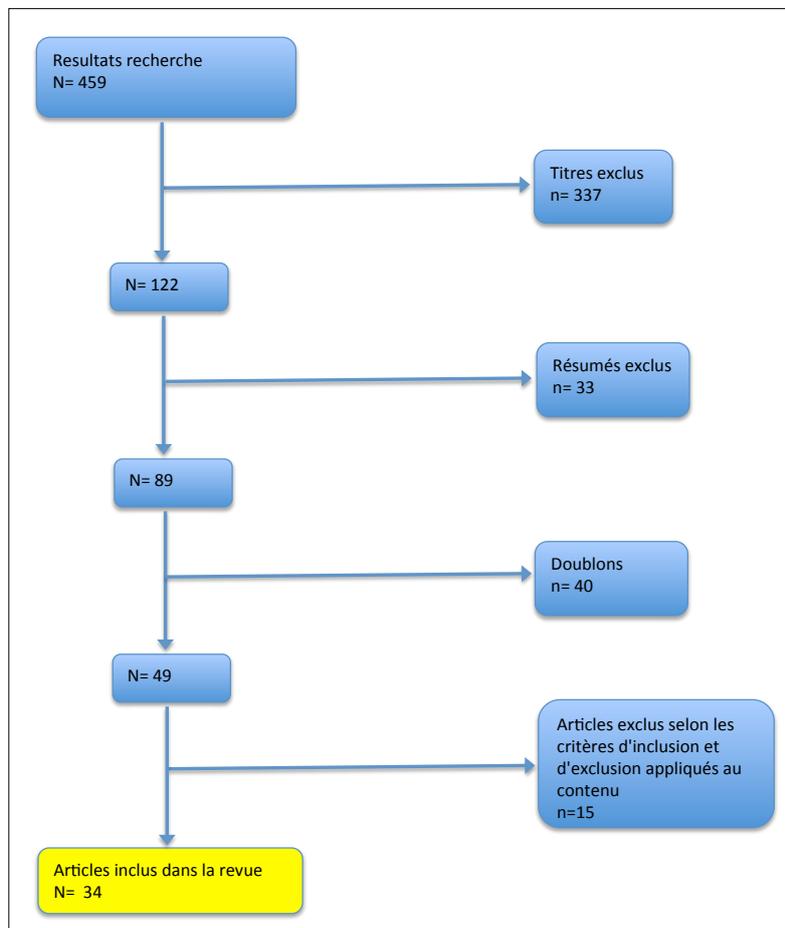


Figure 51. Diagramme de la recherche

2.2. Résultats selon chaque base

Base	Résultats	Titres	Extraits	Doublons	Inédits
Cochrane (C)	142	17	9	/	9
Medline (M)	26	21	18	4 C	14
PubMed	33	23	21	5C, 9M	7
Wok-Wos	34	23	20	4C, 14M	2
EMC Premium	191	5	2	1M	1
Pascal	3	3	3	2C, 1M	0
Manuelle	30	30	16	0	16
Total	459	122	89	15C, 25M	49

Tableau 1. Résultats selon chaque base

2.2.1. Cochrane

La recherche a renvoyé 142 résultats dont 17 semblent traiter de notre problématique après lecture du titre :

38 abordaient uniquement l'ancrage squelettique et les minivis en général : stabilité, taux et critères de succès, effets thérapeutiques, mouvements possibles, considérations biomécaniques, stress osseux, placement (angle, longueur), aide à la chirurgie maxillo-faciale.

20 étaient des cas cliniques autres (cas de parodontologie, oligodontie, ortho-prothèse, et des cas cliniques sous minivis mais sans ingression : rétraction..)

50 étaient hors sujet (corticotomie, syndrome de Brodie, extrusion 3^e molaire, chirurgie condylienne, photostimulation..)

12 traitaient de l'open-bite mais sans rapport avec la problématique : 2 du traitement interceptif, 9 du traitement chirurgical, 1 du latéral open-bite, et 1 de l'électromyographie chez les open bite antérieurs.

4 traitaient de l'intrusion dentaire, mais pas dans le cadre d'open bite : 2 sur l'ingression incisive dans le cas de « deep bite », et 2 de l'intrusion de molaires égressées.

1 doublon a été éliminé.

8 articles des 17 articles pré-sélectionnés ont été éliminés après lecture du résumé :

2 traitaient en fait de patients en croissance avec l'utilisation d'appareil orthopédique et de multibague avec extrusion incisive pour traiter l'open bite.

4 traitaient uniquement de la stabilité post-thérapeutique, sans détailler les modalités de traitement.

1 abordait un traitement chirurgical.

1 s'est focalisé sur la technique d'ancrage.

Restent 9 articles à critiquer : ^{(1),(5),(20),(31),(36),(53),(7),(32),(59)}

2.2.2. Medline

La recherche a donné 26 résultats dont 21 semblent nous intéresser.

Nous en avons éliminé 3 après lecture de l'extrait : 1 ne traitant pas de béance squelettique (égression molaire), et les 2 autres ne traitant pas d'ingression molaire : 1 des compensations naturelles, l'autre d'un traitement sans intrusion molaire ni égression incisive par avulsion des deuxièmes prémolaires.

Parmi les articles sélectionnés 4 sont des doublons avec la recherche précédente ^{(5), (20), (36), (53)}.

Restent 14 articles à critiquer : ^{(64), (4), (12), (14), (37),(49), (54), (61), (63), (2), (56), (58), (26), (35)}

2.2.3. Pubmed

Cette base a donné 33 résultats dont 23 intéressants selon leur titre.

Ont été éliminés 10 articles : 9 articles hors sujet (traitement des classes II, mésialisation molaire, distalisation molaire sur minivis, résorptions radiculaires...), et 1 article traitant de la thérapeutique de l'open bite avec l'ancrage de la troisième molaire.

Après lecture des résumés, 2 articles ont été éliminés : 1 traitant uniquement de la mécanique d'ingression molaire sans analyser l'impact sur la divergence mandibulaire, l'autre traitant l'open bite par avulsion des deuxièmes prémolaires sans ingression molaire ni égression incisive, et le troisième traitant de la distalisation molaire.

Parmi les articles sélectionnés, 5 avaient déjà été sélectionnés dans la recherche Cochrane : ^{(1), (5), (36), (53), (32)}; 9 avaient déjà été retenus dans la recherche Medline précédente ^{(4), (12), (14), (61), (63), (2), (54), (56), (58)}

Restent 7 articles à critiquer ^{(29), (17), (19), (34), (51), (45), (33)}.

2.2.4. Wok-Wos

34 résultats; dont 23 retenus d'après leur titre après élimination de 11 articles : 9 étaient hors sujet (articulé croisé, étude des réactions pulpaires suite à intrusion, étude des résorptions apicales..), 1 était un éditorial et 1 traitait d'intrusion molaire mais pas dans le cadre d'hyperdivergence.

Après lecture des résumés, 3 articles ont été éliminés : 2 ne traitaient pas d'ingression molaire, et le troisième n'était pas un cas d'open bite.

Parmi les articles restants, 14 avaient déjà été sélectionnés dans Medline : ^{(4), (12), (14), (37), (49), (54), (61), (63), (2), (56), (58), (64), (26), (35)}; et 4 dans Cochrane : ^{(5), (20), (36), (53)}

Restent 2 articles à critiquer : ^{(40), (15)}

2.2.5. EMC premium

191 résultats : 36 en français, 155 en anglais

Tous les articles en français étaient hors sujet (chirurgie vasculaire, orthodontie linguale, céphalométrie...)

150 des articles anglais également (SAHOS, corticotomie, lingual, biomécanique, chirurgie plastique, invisalign, fentes, préfaces...). 5 titres seulement ont donc été sélectionnés.

2 traitaient les béances de façon chirurgicale, 1 au niveau interceptif.

2 articles pertinents ont été trouvés dont 1 déjà dans Medline ⁽⁵⁴⁾.

Il reste donc 1 article à critiquer, valable selon son résumé : ⁽¹³⁾

2.2.6. Pascal

3 résultats, tous pertinents, ont été trouvés; les deux premiers étaient déjà présents dans Cochrane ^{(20), (36)}, le troisième dans Medline ⁽²⁾.

2.2.7. Effet "boule de neige" : recherche manuelle

30 articles intéressants d'après leur titre ont été trouvés dans les références bibliographiques des articles précédents dont 16 sélectionnés selon leur résumé : ^{(24), (28), (60), (38), (16), (44), (42), (57), (22), (23), (21), (39), (52), (27), (8), (43)}.

14 articles ont donc été écartés : 4 articles ont été éliminés bien que traitant de la thérapeutique de la béance squelettique mais il s'agissait d'interception ou d'égression incisive seule, sans ingression postérieure. Les autres ont été exclus pour cause de patients en croissance, ou de béances non

squelettiques (biproalvéolie, égression molaire) ou pour hors-sujet (aspect purement technique des minivis, traitement d'un overjet et pas d'un open-bite), et deux traitaient uniquement de l'ingression effective des molaires sous minivis (valider l'intrusion). Une thèse de 1972 a été jugée obsolète.

2.3 Analyse

La lecture des articles a conduit à l'élimination de 14 d'entre eux pour différents motifs

Articles	Limites
BEANE (8)	3a
CARANO et SICILIANI (13)	3a
DAWJEE et al. (19)	2
DE VINCENZO (22)	3a
FLIEGER et al. (29)	3a
KAKU (31)	1
LEE et PARK (38)	3b
MOON et al. (40)	3b
RACHALA et HARIKIRISHNAN (49)	2
RODRIGUEZ (51)	3a
SERES et al. (52)	3a
SHERWOOD (54)	3a, 3c
SUGAWARA J. (57)	3a
WALDMAN (61)	3a
YANAGITA et al. (64)	3c

Tableau 2. Articles éliminés.

1 = échantillon en croissance, 2 = indisponible en France pour le prêt, 3 = rencontre un critère d'exclusion : 3a = manque ou imprécision des critères de jugement de divergence mandibulaire, 3b = pas de traduction française ou anglaise 3c = pathologie fracturaire

34 articles sont donc analysés (voir tableau en annexe).

La littérature disponible au sujet de l'ingression molaire chez les hyperdivergents est récente : 91% des articles sont publiés en 2002 et plus. Elle est majoritairement constituée de cas cliniques (62%) et a donc un faible niveau de preuve scientifique (figure 52).



Figure 52. Pyramide de la hiérarchie du niveau de preuve ⁽³⁾

Elle traite d'ancrage non squelettique mais essentiellement de l'ancrage squelettique : 76% de traitement avec mini-plaque ou mini-vis. Ce sont alors des matériaux élastomériques qui sont utilisés pour délivrer les forces d'ingression avec certaines limites (hygiène, dégradation, diminution rapide de la force, coopération). Les ressorts en alliage Nickel-Titane sont utilisés par ailleurs.

Les articles sélectionnés, s'accordent en trouvant que l'intrusion effective des dents postérieures induit une rotation anti-horaire de la mandibule.

Ils montrent à l'aide de téléradiographies de profil que les molaires des adultes peuvent être ingressées avec des forces d'intrusion de 100g⁽⁴³⁾ à 900g⁽¹⁴⁾ selon le nombre de dents ingressées et le dispositif choisi.

1 seul article⁽³³⁾ (et le groupe contrôle de l'étude de Deguchi traité par MEAW⁽²⁰⁾) ne rapporte pas d'ingression molaire. On notera que le traitement alors utilisé était le MEAW.

Dans 97% des articles, il y a donc ingression postérieure; de 0,5 mm⁽⁴⁾ à 5mm⁽²³⁾ voire 6mm⁽⁴²⁾.

Seuls 2 d'entre eux ne rapportent pas de rotation antérieure mandibulaire : l'étude⁽¹⁶⁾ avec le MEAW pour traitement, et l'article de Baik et al.⁽⁷⁾, seul article ayant utilisé un ancrage squelettique avec des résultats peu probants.

Les autres montrent une rotation antihoraire de la mandibule de 1,5°⁽⁴²⁾ à 8°⁽³⁴⁾, qui induirait un déplacement vers le haut et l'avant du point B et du Pogonion avec une réduction de ANB (de 0,5°⁽⁷⁾ à 3°^{(17),(34)}). Il y a alors une diminution de la hauteur faciale antérieure lorsqu'elle est évaluée, avec deux exceptions : le cas clinique de Dellinger⁽²¹⁾, et celui de Choi⁽¹⁷⁾ qui voient leur hauteur faciale antéro-inférieure légèrement augmenter.

Toutefois la démonstration de Schudy du rôle de l'excès vertical dans le développement des dysharmonies sagittales n'est pas toujours vérifiée. La notion de correction sagittale des classes II squelettiques simultanée à la correction verticale n'est pas significative dans certains articles^{(60),(5),(7),(39),(20),(42),(44)} malgré une ingression postérieure effective.

Tous les articles traitaient de patients avec infraclusion antérieure, et ils obtiennent un recouvrement positif en fin de traitement, lorsqu'il est mesuré.

L'étude de Baek⁽⁵⁾ a vérifié que la correction du recouvrement a été majoritairement atteinte par la rotation anti-horaire de la mandibule après intrusion des dents postérieures : les changements des angles Selle-Nasion/Pogonion, Sella-Nasion/plan mandibulaire et Sella-nasion/point B ont été hautement corrélés avec le changement de recouvrement. Mais ils n'ont pas trouvé de corrélation significative entre les quantités d'intrusion postérieure et de correction du recouvrement, indiquant que d'autres composantes, comme l'éruption des dents antérieures, ont aussi contribué à augmenter le recouvrement : ils ont en effet trouvé une quantité significative d'extrusion des dents antérieures maxillaires pendant le traitement.

Lorsque le mouvement des incisives est étudié dans les articles, on remarque en effet que les incisives sont rarement stabilisées^{(1),(4),(21),(36)}, parfois ingressées^{(14),(35),(15),(42),(23)}, et majoritairement égressées. Cette égression est faible, les amplitudes les plus importantes (3mm) étant retrouvées avec le MEAW.

2.4 Discussion

Ainsi, à la vue des articles, la problématique semble vérifiée : l'ingression postérieure amène squelettiquement, une rotation antihoraire (vers le haut et l'avant) de la mandibule (figure 53).

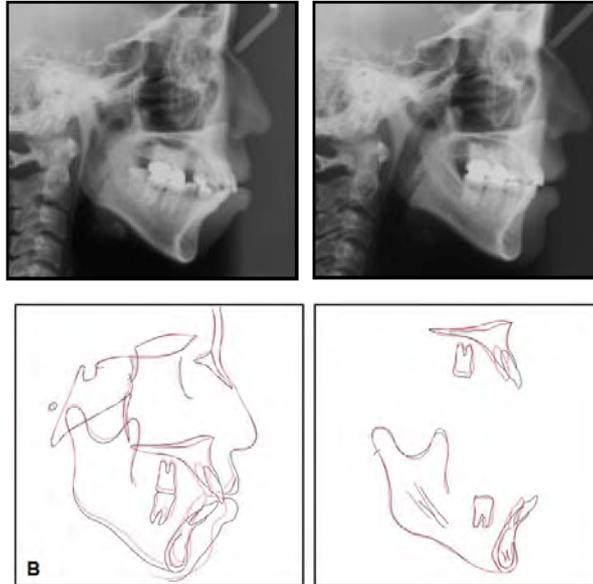


Figure 53.

Téléradiographies de profil avant/après traitement et la superposition de leurs tracés⁽⁴²⁾

Des résultats favorables concernant la réduction de la hauteur faciale antérieure, l'augmentation du recouvrement avec peu voire pas d'égression incisive, et l'amélioration du profil sont aussi observés⁽⁴²⁾.

L'hyperdivergence est toujours diminuée et la béance occlusale, souvent présente et motif de traitement, refermée.

2.4.1. Qualité

2.4.1.1. De la recherche

Dans les mots-clés de la recherche, on aurait pu ajouter des termes d'appareils, de forces utilisées pour l'intrusion, pour avoir plus de résultats directs et éviter la recherche manuelle. Mais rajouter tous les dispositifs orthodontiques possibles pour l'intrusion aurait rendu la recherche trop large.

Des biais de sélection des articles peuvent exister de par l'existence d'un seul opérateur. Par exemple, l'article de Baïk⁽⁷⁾ a été sélectionné d'après le résumé alors qu'il aurait pu être éliminé d'après le titre, lors de la présélection; certains opérateurs auraient pu ne pas sélectionner l'article de Lindsey⁽³⁹⁾ en assimilant la béance squelettique secondaire à la gouttière iatrogène à une « égression molaire due à une édentation antagoniste », critère d'exclusion.

Les articles définissent mal ce qu'ils sous-entendent par béance : si elle est dentaire ou squelettique donc toutes les béances ont été présélectionnés, si les articles se conformaient aux autres critères.

Il peut également exister des biais de non publication.

Un article a été exclu⁽³⁸⁾ car non traduit, mais les données numériques auraient sûrement pu être exploitées.

On peut aussi noter des biais de sélection des sujets : les âges moyens des échantillons sont souvent bas, laissant craindre que des patients en croissance ont été inclus. Par exemple l'étude de Akan⁽¹⁾ présente un échantillon d'âge moyen 17,7 ans ; mais avec un intervalle allant de 13,1 à 25,9 ans; Sugawara et al.⁽⁵⁸⁾ ont un échantillon d'âge moyen 19,3 mais dans un intervalle de 13,3 à 28,9. S'il y a une quantité importante de croissance pendant le traitement actif, le véritable effet du traitement orthodontique peut être difficile à analyser.

Lors de séries de cas, seuls les patients adultes ont été reportés dans le tableau. Ainsi, dans certains articles un^{(4),(14),(60)} à plusieurs sujets^{(23),(11)} ont été exclus de notre étude.

2.4.1.2. Des 34 résultats

La pertinence de la littérature trouvée est limitée : beaucoup de cas cliniques (n=18) c'est-à-dire d'observations de patient commentées assez brièvement ; et peu d'études clinique (n=12). Celles-ci sont peu puissantes : petits échantillons (Nmax=19)⁽¹⁾, période courte de suivi, pas de groupe contrôle.

Certaines études avaient d'autres buts que celui de juste évaluer l'efficacité de l'ingression postérieure sur la diminution de la divergence mandibulaire, mais elles ont été incluses dans l'étude car elles présentaient les données nécessaires à notre évaluation :

Akan et al.⁽¹⁾ voulaient par exemple évaluer les effets fonctionnels sur le système dentofacial de la thérapeutique d'ingression des dents postérieures maxillaires avec un ancrage zygomatique. Pour cela ils ont analysé l'activité des muscles masticateurs (masseter, temporal antérieur, digastrique antérieur et sterno-cléido-mastoïdien) par une électromyographie au repos/serrage maximal/déglutition ; et la vibration des articulations temporo-mandibulaires par une « électrovibratographie ». Ils ne notent pas d'effet mesurable du traitement sur les articulations temporo-mandibulaires et les muscles masticateurs, dans la limitation des systèmes d'enregistrement.

Baek et al.⁽⁵⁾ traitent essentiellement de la récurrence, mais l'article comporte les données des patients avant et après ingression, ce qui permet de l'inclure dans l'échantillon étudié, les patients étant tous hyperdivergents (critère d'inclusion : divergence crânio-faciale Sella-Nasion/plan mandibulaire > 40°).

Deguchi et al.⁽²⁰⁾ comparent les résultats thérapeutiques après un traitement edgewise conventionnel, et un traitement par ancrage implantaire, à l'aide d'analyses céphalométriques et de plusieurs index occlusaux.

Kuroda et al.⁽³⁶⁾ compare les résultats des thérapeutiques de béances faites par orthodontie assistée par ancrage implantaire ou faites par chirurgie orthognathique.

L'étude d'Akay et al.⁽²⁾ a pour but de déterminer l'efficacité de la combinaison corticotomie et dispositifs d'ancrage squelettique temporaires dans l'ingression des dents postérieures maxillaires pour la correction des béances. Ses résultats suggèrent que combiner la corticotomie avec la procédure orthodontique a le potentiel de diminuer le temps de traitement avec une période d'ingression plus courte que dans les traitements conventionnels avec seulement ancrage squelettique.

Erverdi et al.⁽²⁶⁾ cherchaient avant tout à tester l'ancrage zygomatique maxillaire pour ingresser les dents maxillaires postérieures.

Kojima et Endo⁽³³⁾ voulaient montrer l'effet dento-squelettique de l'avulsion des deuxièmes molaires sur la correction des béances.

2.4.1.3. De la méthodologie des articles

2.4.1.3.1. Critères de sélection

Ce sont surtout des patients en classe I ou II squelettiques qui ont été traités dans les articles : seuls Seres et Kocsis ⁽⁵³⁾ et Togawa ⁽⁵⁹⁾ nous présentent un patient classe III squelettique.

Rares sont les études qui décrivent précisément leurs critères d'inclusion ^{(5), (63), (2), (58), (33), (28), (16)}, d'exclusion ⁽²⁰⁾ ou expliquent leurs mesures céphalométriques ^{(1), (58), (56), (26) (27), (33), (15), (38)}.

Dans les études de comparaison de traitement (chirurgie/minivis ⁽³⁶⁾ ou traitement conventionnel /minivis ⁽²⁰⁾), on ne nous dit pas comment est effectué le choix d'affectation de traitement : randomisation ? opérateur différent ? perte de chance ? Pour Kojima et Endo ⁽³³⁾ c'est la présence des dents de sagesse qui conditionne leur choix d'avulsion des deuxièmes molaires maxillaires.

2.4.1.3.2. Ethique

Certains articles abordent brièvement le thème de l'éthique : les articles de Xun ⁽⁶³⁾, Sherwood ⁽⁵⁶⁾, Flieger ⁽²⁹⁾ et Togawa ⁽⁵⁹⁾, évoquent le consentement éclairé obtenu par les patients traités, les traitements de Akan ⁽¹⁾ et Togawa ⁽⁵⁹⁾ ont été approuvés par un comité éthique.

2.4.1.3.3. Mesures céphalométriques

Quelques-unes ont recours à des analyses d'erreurs et vérification de tracés céphalométriques : nouveau tracé ou nouvelles mesures dans un deuxième temps par le même opérateur sur certains examens tirés au sort, ou nouvelles mesures par le même opérateur de toutes les variables ^{(1), (5), (63), (33), (28)}.

Seuls 11 articles ^{(1), (5), (20), (36), (63), (2), (58), (26), (33), (28), (38), (16)} utilisent des tests statistiques pour évaluer la significativité des résultats post-thérapeutiques.

Les mesures de l'ingression obtenues sont souvent issus de la comparaison début/ fin traitement, plus rarement début/ fin intrusion ^{(14), (37), (63), (17), (28), (59)}, les temps de traitement étant très variables quand ils sont renseignés (de 3 à 15 mois d'ingression sur les 11 à 50 mois de traitement global).

Certains manquent de précision dans leurs données :

Seres et al. (53) parlent de fermeture du plan mandibulaire sans citer ni l'angle étudié ni de valeurs numériques. Ils ne précisent pas non plus les mouvements incisifs et molaires mandibulaires, nous laissant les apprécier par le seul examen des superpositions. La quantité précise d'ingression molaire obtenue n'est pas non plus annoncée. Tel est également le cas dans un article de Sugawara J. (57).

Paik (42) n'est pas précis sur l'usage de ses minivis vestibulaires.

Beaucoup ne mesurent pas les changements verticaux des incisives maxillaires et mandibulaires. Sherwood et al. (56) ont seulement rapporté le nivellement indépendant dents antérieures par rapport aux dents postérieures prévenant les forces extrusives des premières : l'extrusion incisive n'a pas été attendue ni observée, les superpositions céphalométriques confirmant la stabilité verticale des incisives.

Il est important d'avoir un plan de référence adéquat pour évaluer l'ingression; les changements de ces plans pendant le traitement pouvant cliniquement altérer la perception de l'intrusion obtenue. (Kiliardis et al; 1989).

Sherwood ⁽⁵⁶⁾ et Erverdi ⁽²⁶⁾ ont fait les mesures d'intrusion sur l'orthopantomogramme ce qui évite toute superposition.

La majorité utilise comme référence le plan palatin pour les dents supérieures et le plan mandibulaire pour les dents inférieures.

Akan ⁽¹⁾ définit comme référence horizontale pour évaluer l'intrusion dans l'étude une ligne 7° inférieure à la ligne Sella-Nasion. Cette ligne est en effet peu affectée par le traitement, et aide à simuler la position naturelle de la tête. Il mesure alors l'ingression U6 (centre sulcus U6) à cette ligne. Baek ⁽⁵⁾, Xun ⁽⁶³⁾ et Kojima ⁽³³⁾ utilisent la même ligne horizontale et sa perpendiculaire en Sella comme référence verticale.

Selon le référentiel choisi, le mouvement obtenu peut être interprété de façon opposée (ex : L1e/plan mandibulaire MP = +2,3 (NS) ; et L1e/axe horizontal x (NS) : +0,8 dans l'étude de Kojima ⁽³³⁾)

De la même façon que cela a été établi pour les incisives, la version molaire peut donner une impression d'ingression, ce qui fait penser que le référentiel souvent choisi pour évaluer l'ingression des molaires : contour radiculaire ou cuspidien, est faussé, car trop dépendant de l'inclinaison dentaire. Ainsi Watson choisit arbitrairement le « centroïde » ⁽⁶²⁾. C'est un point sur l'axe longitudinal de la dent, indépendant du changement d'inclinaison, référence idéale ⁽⁴¹⁾.

De nombreuses études mesurent le recouvrement par la distance entre les bords incisifs maxillaires et mandibulaires sur une téléradiographie de profil. Selon leur définition du recouvrement, des examinateurs différents appliquent des méthodes différentes pour mesurer cette distance amenant des résultats divers. Parfois le recouvrement est mesuré par la distance inter-incisive sur la ligne Nasion-Menton. Cependant cette référence est altérée pendant la thérapeutique, la ligne accompagnant les changements squelettiques et la rotation de la mandibule. C'est pourquoi Baek ⁽⁵⁾ la mesure par rapport à son plan de référence vertical.

Chez les hyperdivergents avec béance, il y a deux plans d'occlusion distincts ; il est important de bien regarder lequel est étudié. Sherwood ^{(56),(55)} prend comme référence le plan d'occlusion mandibulaire qui effectue une rotation antérieure avec la mandibule. Il observe donc une diminution de l'angle Sella-Nasion/ plan d'occlusion le changement général de la portion incisive du plan d'occlusion étant plus sensible que dans la région molaire (ratio de 2/1 à 3/1).

Rares sont ceux qui évaluent objectivement/radiologiquement le tipping molaire lors du traitement à l'aide d'une téléradiographie de face ^{(1), (53),(26), (27)}.

Sherwood et al. ⁽⁵⁶⁾ ne placent aucune force orthodontique sur les dents antérieures pour clarifier le véritable effet des miniplaques et éviter la récurrence à long terme.

2.4.1.3.4. Les superpositions

Les auteurs ne précisent pas le type de superposition qu'ils réalisent, sauf Arat ⁽⁴⁾ « superpositions structurales », Kuroda ⁽³⁵⁾ et Fliieger ⁽²⁹⁾ qui précisent les plans et points de superposition. Pour les autres, il s'agit de les apprécier en examinant les tracés.

Baik ⁽⁷⁾ n'expose aucune valeur de mouvement dentaire; seules les superpositions nous permettent de dire qu'il y a eu ingression de U6, mais sans valeur numérique.

On peut s'interroger sur la fiabilité des superpositions pour affirmer la rotation antérieure mandibulaire, de par les biais qui peuvent exister dans leur mise en œuvre.

Il semblerait plus valide de comparer les valeurs numériques des examens céphalométriques, les analyses d'erreurs réalisées (aussi peu nombreuses soient-elles) ayant toutes été négatives.

2.4.2. Les dispositifs mis en place

2.4.2.1. Pour réaliser l'expansion préalable

Nous avons vu, en Partie 1, qu'un problème transversal est souvent retrouvé chez les hyperdivergents. Ainsi certains auteurs ⁽⁴⁾⁽¹⁴⁾⁽³⁴⁾⁽⁴⁵⁾⁽²³⁾ réalisent dans certains de leurs cas une première phase d'expansion maxillaire rapide (figure 54), Togawa⁽⁵⁹⁾ utilise un quadhélix, Chae et al. ⁽¹⁵⁾ demandent une expansion maxillaire rapide assistée chirurgicalement et réalisent simultanément une expansion mandibulaire (avec une plaque mandibulaire de Schwarz).

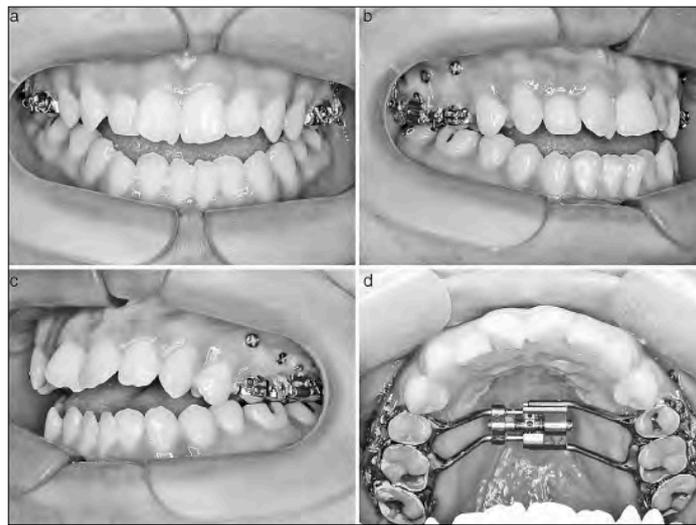


Figure 54. Ingression molaire segmentaire sur mini-vis et expansion maxillaire rapide ⁽⁴⁵⁾.

2.4.2.2. Pour exercer la force ingressive.

Ils sont très disparates comme présentés dans la Partie 1, avec certains dispositifs innovants. Ils serviront parfois ^{(32),(44),(42),(27)} à d'autres mouvements dans un second temps (distalisation canine, rétraction incisive).

2.4.2.2.1. Sans ancrage squelettique

On peut être étonné en 2011, à l'époque de la «démocratisation» des ancrages squelettiques, de voir des forces extra-orales à traction hautes (HPHG) utilisés chez des adultes dans l'étude de Deguchi ⁽²⁰⁾ mais le résultat est non probant (égression postérieure).

Arat ⁽⁴⁾ nous présente un bloc de morsure : le Vertically Activated Bite Block (VABB) (figure 55) conçu pour contrôler la hauteur alvéolaire maxillaire postérieure.



Figure 55. Le « vertically activated bite block » ⁽⁴⁾

La force ingressante requise est créée en fermant les vis du dispositif permettant une force mécanique, plutôt que fonctionnelle, ce qui présente plus d'avantages pour le traitement et la stabilité de ces patients qui ont de faibles muscles masticateurs.

Le segment auxiliaire du VABB est responsable d'ingression molaire, pendant que le principal bloc prévient de l'éruption compensatrice des molaires mandibulaires; une petite intrusion de ces dernières peut même être observée, attribuée à la fonction principale du VABB qui agit comme un bloc de morsure.

La langue est confinée derrière les incisives (maxillaires et mandibulaires), ce qui permet leur éruption spontanée. Chez l'adulte, les changements sont souvent plus petits que chez les adolescents mais satisfaisants.

Carano et al. ont conçu l'appareil « Rapid Molar Intruder » RMI ^{(12),(14),(13)} pour appliquer une force ingressive simultanément aux molaires maxillaires et mandibulaires sans nécessiter de coopération du patient (figure 56). L'acceptation du patient pour le RMI est bonne, l'appareil est confortable, sa flexibilité rend possible le maintien d'une bonne hygiène, il n'interfère pas avec la mastication ou d'autres fonctions orales, il est invisible dans la bouche du patient du fait de sa localisation dans la région molaire, la coopération n'est pas requise. Les contacts occlusaux autres que les premières molaires sont éliminés pour permettre les effets intrusifs du RMI.

Le traitement RMI est indiqué chez les adultes, en cas de béance dentaire ou d'hyperdivergence squelettique mais au moyen d'une thérapie plus complexe que celle habituellement employée chez les patients adolescents.

Dans les cas modérés, il est possible d'ingresser les premières et les deuxièmes molaires à condition qu'elles soient fermement solidarisées l'une à l'autre. Le mouvement est plus difficile à réaliser et prend par conséquent plus longtemps. L'extraction stratégique des deuxièmes molaires maxillaires, indiquée en cas de béance prononcée, si les troisièmes molaires sont bien formées et bien positionnées pour l'éruption, permettra au RMI de concentrer efficacement son action sur l'ingression des premières molaires maxillaires.

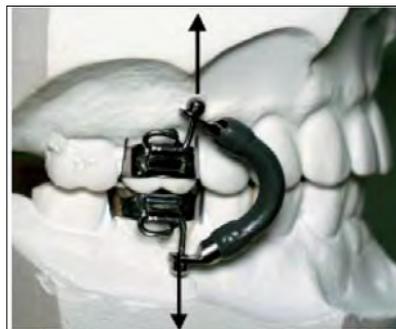


Figure 56. Le RMI ⁽¹³⁾

Kondo et al. ⁽³⁴⁾ utilisent une thérapeutique musculaire (myofonctionnelle) associée à une mécanothérapie.

Lindsey et al. ⁽³⁹⁾ traitent la béance par une combinaison d'élastiques antérieurs verticaux, pour égresser les incisives maxillaires et mandibulaires, d'exercices de mastication, pour ingresser les molaires maxillaires et mandibulaires, de courbes de Spee accentuées mandibulaires et inverses maxillaires.

Ils partent du principe que si on considère que la morphologie crânio-faciale peut être influencée par la taille, la forme et la fonction des muscles masticateurs, alors peut-être le renforcement des muscles produirait un traitement adjoint pour corriger la béance en influençant la dimension verticale de la face.

Ainsi des exercices de mastication peuvent être un important traitement adjoint dans la correction de la malocclusion chez un patient extrêmement compliant. Et peut-être que le renforcement des muscles masticateurs à travers les exercices de serrage aidera à prévenir la récurrence.

Chang et Moon ⁽¹⁶⁾ utilisent le MEAW et trouvent que l'arc à boucles Edgewise ne peut pas réellement ingresser les molaires, mais les redresse. Ils montrent que ce redressement peut améliorer l'inclinaison des plans d'occlusion maxillaire et mandibulaire, ce qui est très bénéfique dans les corrections des béances. Les effets du traitement de MEAW semblent confinés à la région dentoalvéolaire.

De cette étude il est évident qu'il n'y a pas de changements significatifs dans la hauteur supérieure postérieure dentoalvéolaire, mais la hauteur dentoalvéolaire postérieure inférieure est significativement diminuée.

Kojima et al. ⁽³³⁾ utilisent aussi le MEAW, avec une intrusion significative de U6, mais minime, et sans effet squelettique significatif à part l'ANB. Il y aurait même une petite tendance à la rotation postérieure avec augmentation de la hauteur faciale antérieure.

Beak ⁽⁵⁾ présente deux méthodes d'ingression différentes au niveau de l'ancrage palatin (figure 57) : squelettique (minivis) ou non (arc palatin), sans différence au regard de l'étendue de l'ingression effectuée.

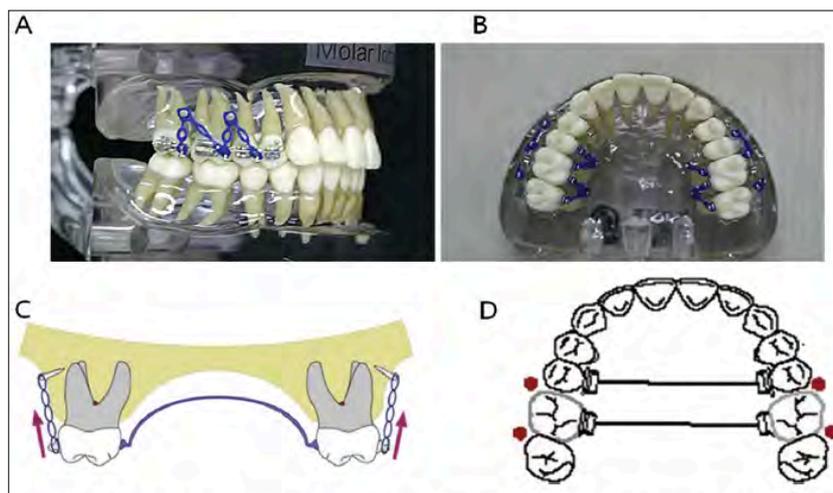


Figure 57. Méthodes d'ingression étudiées par Baik ⁽⁵⁾

Baik ⁽⁷⁾ utilise un arc vestibulo-palatin avec by-pass avant d'utiliser des minivis (figure 58).



Figure 58. Arc vestibulo-lingual d'ingression des molaires maxillaires; résultats à 3 mois ⁽⁷⁾

Rodriguez ⁽⁵¹⁾ utilise un « carrière distalizer » (figure 59) dont le but premier est la distalisation, mais qui présente aussi une composante ingressive.



Figure 59 : Carrière distalizer ⁽⁵¹⁾

Dellinger ⁽²¹⁾ utilise l'AVC (Active Vertical Corrector), appareil orthodontique fixe ou amovible qui ingresse les dents postérieures à la fois au maxillaire et à la mandibule par des forces réciproques (figure 60). Il agit comme un bloc de morsure avec des aimants (samarium cobalt).

Il permet d'exercer une force continue et plus importante qu'un bloc de morsure classique (jusqu'à 1400 g quand le contact est complet). Il laisse libres les mouvements excursifs et d'ouverture de la mandibule. Mais les forces magnétiques de rappel pendant les excursions latérales entraînent parfois un articulé croisé parasite.

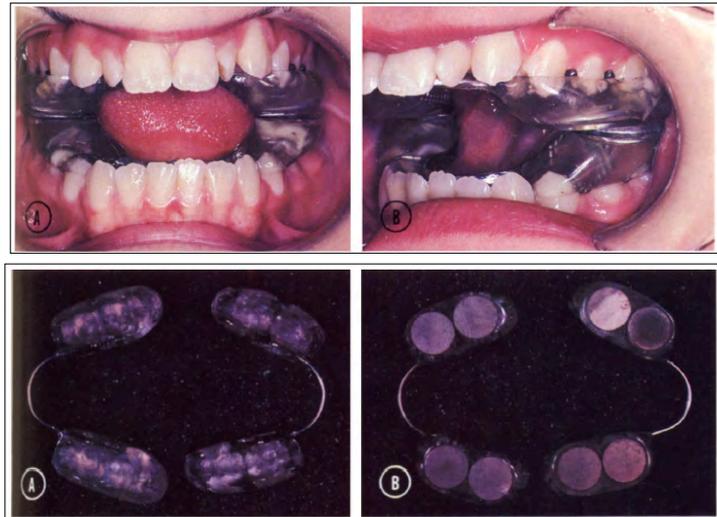


Figure 60 « Active vertical corrector » ⁽⁴⁶⁾

La majorité des auteurs a utilisé un ancrage « absolu ».

2.4.2.2.2 Avec ancrage squelettique

2.4.2.2.2.1 Minivis

En effet, Deguchi et al. ⁽²⁰⁾ montrent qu'un ancrage efficace est nécessaire : le groupe sans implant (traitement edgewise conventionnel) de son étude a eu une extrusion des incisives et molaires conduisant à une rotation horaire du plan mandibulaire, alors que dans le groupe avec implant, les patients ont eu une rotation antihoraire du plan mandibulaire suite à l'intrusion des molaires et l'extrusion incisive a été gardée à son minimum.

De plus, son analyse des tissus mous suggère qu'un profil favorable, avec diminution de la convexité et l'amélioration de la compétence labiale est possible avec minivis comparé avec un traitement conventionnel sans minivis. Cependant, l'occlusion idéale peut être obtenue par les 2 méthodes : il n'y a pas de différence significative dans les index occlusaux entre les 2 groupes.

De même, il est intéressant de noter que dans le cas clinique exposé par Kaku ⁽³¹⁾ (non retenu dans l'étude du fait de l'âge de la patiente), la béance n'a pas pu être corrigée par les méthodes orthodontiques conventionnelles bien que combinées (MEAW, HPHG, arc transpalatin), nécessitant dans un deuxième temps l'usage d'ancrage « absolu » (minivis).

Ainsi nombreux sont les auteurs dans l'étude à avoir opté pour l'ingression sur minivis ^{(24), (5), (20), (36), (7), (59), (37), (63), (2), (35), (17), (45), (15), (44), (42), (43)} (figures 61 à 68).

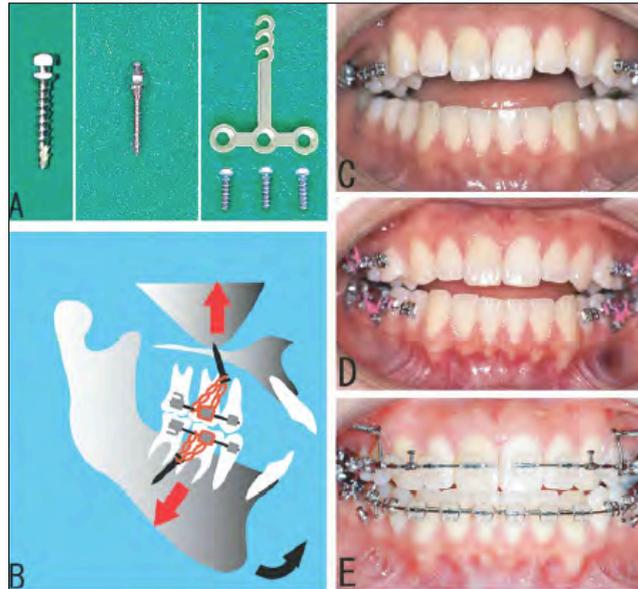


Figure 61. Ingression molaire segmentaire sur mini-vis; photographies au début de l'ingression, après 3 mois et en post-ingression ⁽³⁶⁾

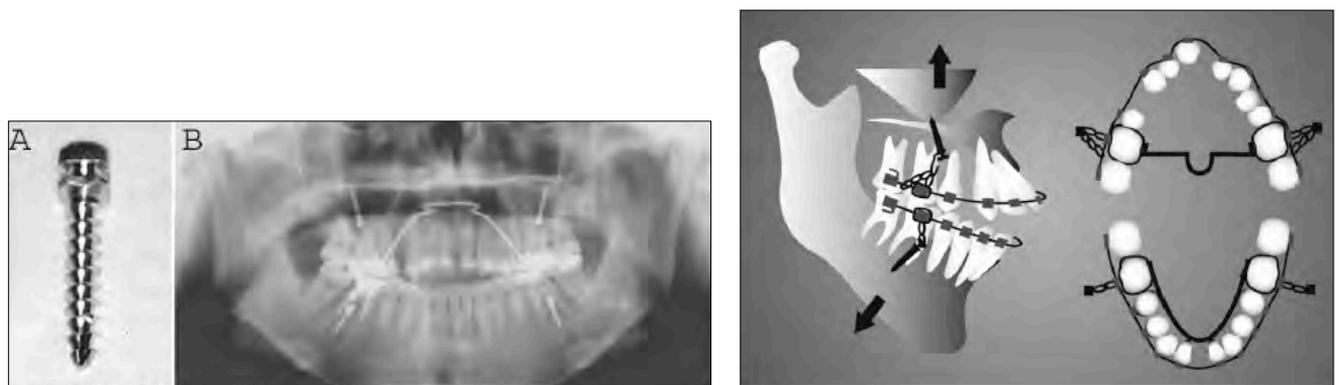


Figure 62. Ingression molaire sur arc continu ⁽³⁵⁾

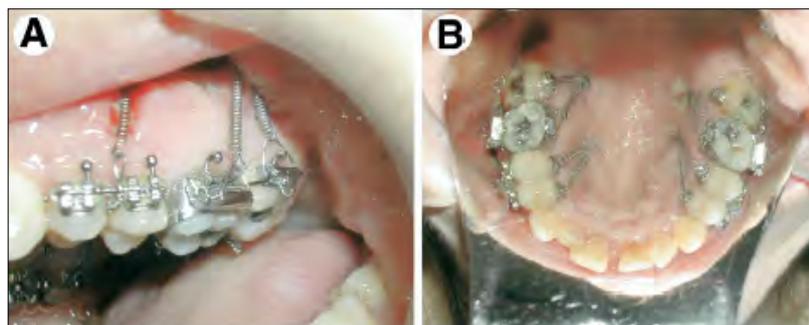


Figure 63. Ingression postérieure segmentée sur minivis vestibulaires et palatines ⁽²⁾

Park et Kwon ⁽⁴⁴⁾ utilisent les minivis pour simultanément rétracter les dents antérieures et contrôler voire ingresser les dents postérieures (figure 64) :

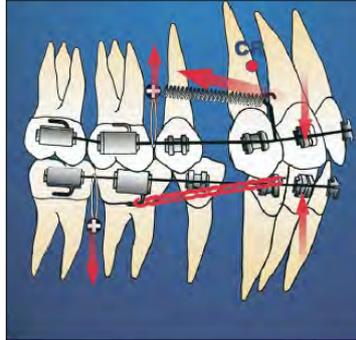


Figure 64 : Mécanique de rétraction et d'ingression ⁽⁴⁴⁾

Ils placent les minivis dans l'os distal au centre de résistance de toute la dentition pour faciliter la rotation anti-horaire ⁽⁴³⁾. Cette force intrusive distale au centre de résistance produit efficacement un moment horaire de la dentition maxillaire et anti-horaire de la dentition mandibulaire (figure 65). Ces moments efficaces contribuent à la fermeture de la béance.

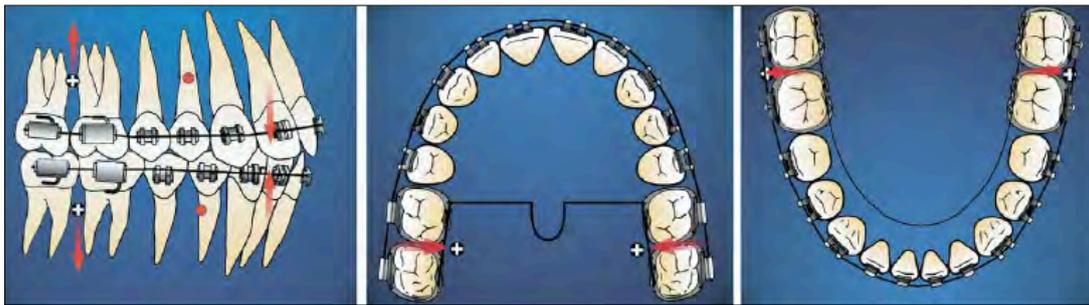


Figure 65 : Biomécanique de fermeture de l'occlusion après l'ingression molaire

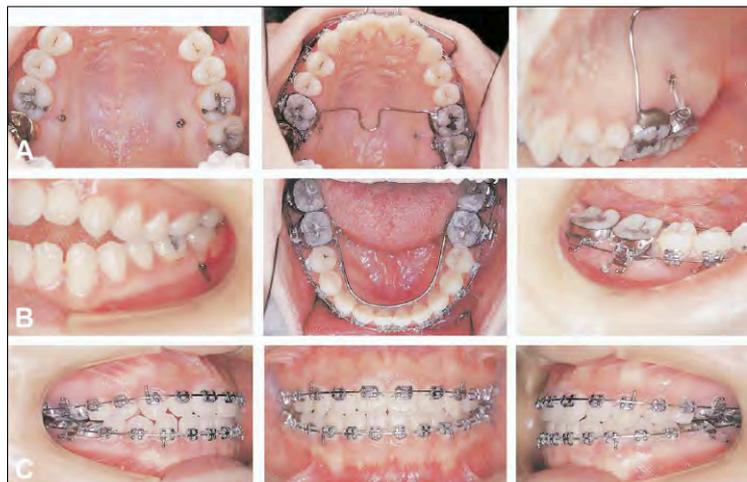


Figure 66 : Résultats de l'ingression de Park et Kwon à 8 mois ⁽⁴³⁾

Paik et al. ⁽⁴²⁾ ingressent les molaires sur des minivis palatines à l'aide d'un arc transpalatin (figure 67). Ils incorporent en plus une courbe de Spee dans l'arc supérieur pour optimiser la rotation anti-horaire de la mandibule, en ingressant les incisives maxillaires.



Figure 67 : Ingression sur arc transpalatin ⁽⁴²⁾

Flieger et al. ⁽²⁹⁾ utilisent un ancrage indirect : un système de cantilever activé par une ligature (figure 68); l'ancrage est palatin pour un site d'insertion plus accessible, sans risque radulaire et sans incision.

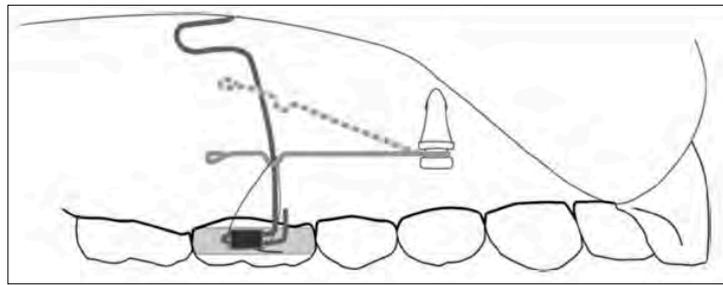


Figure 68 : Ingression par cantilever ⁽²⁹⁾

2.4.2.2.2. Plaque d'ancrage

Les autres utilisent des plaques d'ancrage maxillaires et/ou mandibulaires.

Erverdi ⁽²⁶⁾ utilise un ancrage zygomatique pour ingresser les segments dentoalvéolaires maxillaires vestibulaires pour corriger l'open-bite squelettique chez les adultes (figure 69), son efficacité d'ancrage ayant été prouvée dans différentes études (Melsen 2002 ; Sherwood 2002)

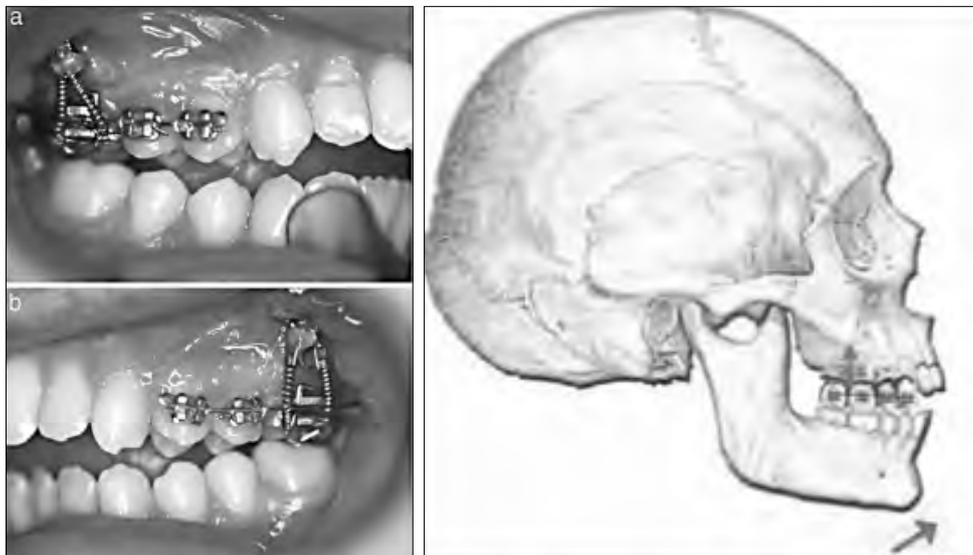


Figure 69 : Ingression segmentaire sur ancrage zygomatique ⁽²⁶⁾

Umemori et al. ⁽⁶⁰⁾ utilisent le SAS (Skeletal Anchorage System) pour ingresser les molaires mandibulaires (figure 70), avec une extrusion minimale des incisives mandibulaires, et des molaires maxillaires.

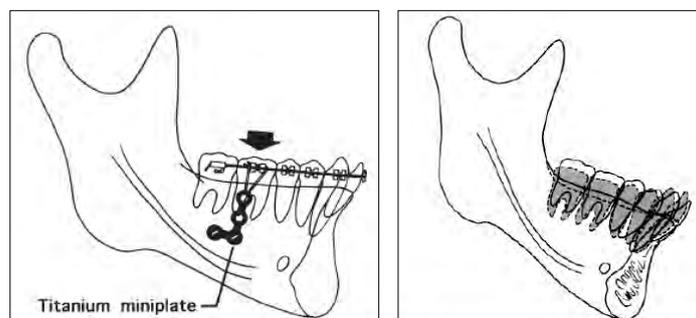


Figure 70. Ingression molaire sur miniplaque (SAS) et résultats objectifs sur la superposition locale mandibulaire ⁽⁶⁰⁾

De Vincenzo décrit dans ses articles ^{(22),(23)} le « Vertical Adjustable Corrector » ou VAC (figure 71) : il ajoute aux miniplaques postérieures, un implant dans la région antérieure pour un trépied de stabilisation avec la mise en place d'une grande barre vestibulaire.



Figure 71 : Le VAC (Vertical Adjustable Corrector) ⁽⁴⁴⁾

Pour lui, les ancrages antérieurs sont essentiels même dans les cas de sévère béance antérieure : il permet aux cliniciens de délivrer des forces intrusives à n'importe quelle dent, notamment les canines et prémolaires, apportant un contrôle vertical plus précis du plan d'occlusion, et ainsi de ne pas limiter la quantité d'autorotation et de réduction de la hauteur faciale antérieure à la quantité obtenue jusqu'au contact canine-prémolaire.

Tous les patients ne répondent pas de façon égale au traitement VAC.

L'ancrage antérieur n'est quelques fois pas nécessaire, dépendant du degré d'autorotation souhaitée et de la correction voulue de la ligne du sourire.

L'importance de l'exposition de la plaque est à considérer. Erverdi ⁽²⁵⁾ pense que pour le confort du patient, la boucle de la plaque devrait être projetée à la jonction mucco-gingivale et non à travers l'incision muqueuse pour réduire le risque d'inflammation. Il faut laisser assez d'espace entre le tube molaire et la fin de la plaque pour permettre l'ingression souhaitée. L'orthodontiste doit communiquer ces points au chirurgien car l'ajustement de la plaque après cicatrisation est indésirable.

Sherwood et al. ⁽⁵⁶⁾ n'ont pas trouvé de lien entre la stabilité de la plaque, le confort du patient, l'hygiène orale ou l'inflammation et l'exposition de la boucle.

La longueur de la plaque est dictée par l'anatomie du patient et les besoins du traitement.

Erverdi et al. ⁽²⁶⁾ utilisent une incision verticale plutôt que horizontale pour placer la plaque zygomatique pour réduire l'inconfort post-opératoire du patient et améliorer le processus de guérison.

Certains auteurs cumulent les moyens d'ingression. Akan ⁽¹⁾ et Erverdi ⁽²⁸⁾ utilisent un triple effet intrusif : ingression par ressort sur ancrage zygomatique, par l'intermédiaire d'un bloc de résine qui joue le rôle de bloc de morsure, et par la composante intrusive de la langue sur la barre palatine placée à distance du palais dur.

Une légère désocclusion postérieure est observée après le retrait de l'appareil d'intrusion, causée par le bloc de morsure. Comme les molaires supérieures sont reliées à l'implant zygomatique et ne sont pas libres d'égresser, la béance postérieure est fermée par l'extrusion des molaires inférieures.

2.4.2.2.3. Amplitude des forces utilisées

Xun ⁽⁶³⁾ utilise une force de 150g, soit 1/3 de celle utilisée par Sugawara J. ⁽⁵⁷⁾.

Les forces généralement utilisées sont comprises entre 100 et 200 grammes.

Akay et al. ⁽²⁾ utilisent une force comprise entre 200g et 300g sur blocs de corticotomie car ils considèrent qu'avec une force inférieure à 200g, le mouvement intrusif peut être retardé et l'os alvéolaire guérir prématurément et qu'avec une force supérieure à 300gn on peut stimuler la résorption radiculaire.

Les forces les plus élevées (jusqu'à 900g) sont produites par un dispositif sans ancrage squelettique : le Rapid Molar Intruder.

Proffit ⁽⁴⁸⁾ dit que 15 à 25 g suffisent pour l'intrusion, selon le nombre de racine. Ainsi, 100 g sont nécessaires pour ingresser deux molaires et deux prémolaires par quadrant. Cependant il est dur de mesurer précisément la force du module utilisé; pratiquement les praticiens tirent une chaînette de façon ferme mais non excessive, selon leur expérience clinique; alternativement des ressorts calibrés délivrent plus précisément des forces spécifiques mais peuvent être difficiles à adapter aux crochets des miniplaques.

Des forces orthodontiques excessives peuvent causer plus de résorptions radiculaires sévères et peuvent interférer avec le mouvement dentaire physiologique.

2.4.2.2.4. Délai de mise en charge des ancrages

Il est très variable : de 1 semaine à 3 mois selon les intervenants.

Seres et al. ⁽⁵²⁾ estiment que les miniplaques zygomatiques peuvent être mises en charge immédiatement; mais ils préfèrent attendre le temps de cicatrisation des tissus mous (1 à 2 semaines) pour minimiser l'inconfort du patient. Umemori et al. ⁽⁶⁰⁾ font de même avec les plaques mandibulaires.

Erverdi ⁽²⁵⁾ ne comprend pas l'intérêt de l'attente de deux mois (ostéointégration) avant l'application de la force dans l'étude de Sherwood ⁽⁵⁶⁾ alors que la fixation de la plaque est mécanique. Pour Sherwood, l'ostéointégration efficace (16 semaines) n'est pas leur but : il est probable que les miniplaques puissent être mises en charge plus tôt après leur placement cependant, ils ont eux aussi choisi d'être plus conservateur et de permettre plus de temps de cicatrisation pour l'os relativement fin du support maxillaire (comparé à la mandibule). Les sujets recevaient les miniplaques pendant l'alignement segmentaire préintrusion. Cela permettait une cicatrisation complète des tissus mous et laissaient aux patients le temps d'apprendre les techniques d'hygiène de la portion buccale de la plaque.

2.4.2.3. Pour contrer les effets parasites

Lee et Park ⁽⁴⁵⁾ affirment que pour une ingressión pure, la force doit être appliquée en vestibulaire et en palatin, ce qu'ils n'appliquent pas dans leur étude car un disjoncteur est en place en palatin.

Mais l'idée est là; et les effets parasites de la force intrusive, dus aux lignes d'action des forces, latérale au centre de résistance des molaires, sont dans la plupart des cas appréhendés par d'autres dispositifs : beaucoup ont choisi l'option de la barre palatine ^{(1), (5), (36), (44)} parfois mise à distance pour plus de confort et d'efficacité ^{(1) (53), (26)}; parfois associée à une barre linguale ^{(36), (12), (63)}. Seres ⁽⁵³⁾ associe même 2 arcs transpalatins (un Goshgarian façonné entre les premières molaires maxillaires, et un arc transpalatin préfabriqué entre les deuxièmes molaires maxillaires) lorsque les premières et deuxièmes molaires sont ingressées simultanément (figure 72).

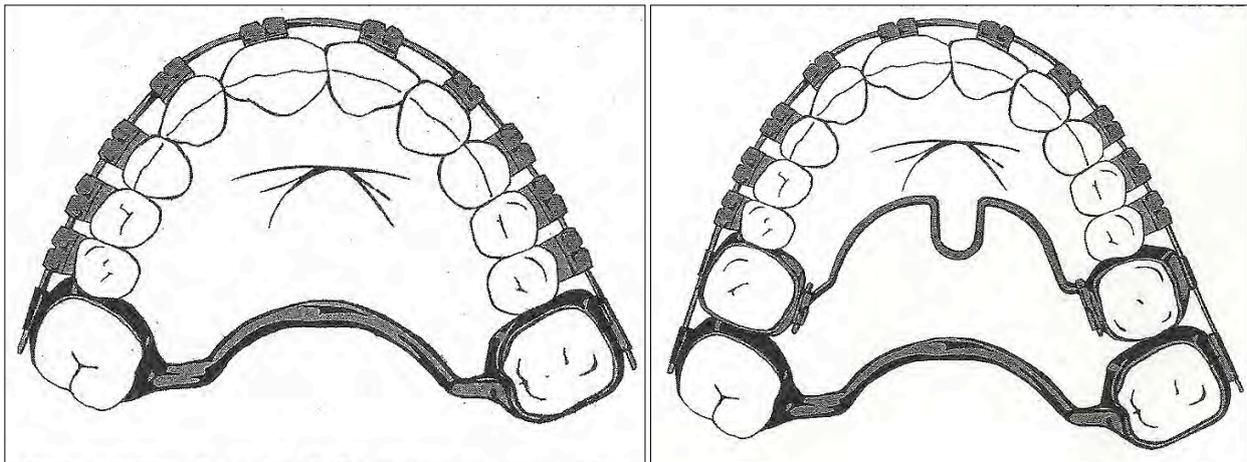


Figure 72. Goshgarian et/ou arc transpalatin en prévention de la version molaire ⁽⁵³⁾.

Togawa ⁽⁵⁹⁾ laisse son quadhélix en place une fois l'expansion voulue obtenue, et utilise un arc lingual à la mandibule.

Pour ne pas avoir le biais de l'effet intrusif de la langue, Sherwood ⁽⁵⁶⁾ voulant prouver l'efficacité de l'ingressión par plaque, utilise un deuxième arc vestibulaire, en fil australien, pour contrôler le tipping molaire sans affecter le secteur antérieur

Pour contrôler les effets secondaires ingressifs sur les dents antérieures pendant l'ingressión molaire sur arc continu, plusieurs moyens sont observés : élastiques verticaux antérieurs ⁽³⁸⁾, ancrages ⁽²²⁾⁽²³⁾, miniplaque plus distale ⁽⁵⁶⁾ (en ligne avec la deuxième molaire pour diriger le moment de la force plus postérieur).

Pour limiter l'égression incisive pendant le nivellement, Sherwood ⁽⁵⁶⁾ et Erverdi ⁽²⁶⁾ optent, pendant la cicatrisation et la stabilisation, pour le nivellement en 3 sections indépendantes de l'arcade dentaire : 2 latérales, 1 antérieure. Ce traitement segmentaire prévient les forces éruptives antérieures qui seraient apparues avec un arc continu.

Certains auteurs observent des effets non désirés malgré les précautions prises : Baik ⁽⁷⁾ trouve des effets parasites malgré l'arc transpalatin mis en place, qu'il remplacera dans un second temps par des minivis palatines. Erverdi ⁽²⁷⁾ note une version vestibulaire des dents postérieures, par manque de rigidité de la barre palatine. Ils préconisent l'utilisation d'un disjoncteur, pour prévenir la version vestibulaire des molaires. Erverdi ⁽²⁵⁾ reproche à l'étude de Sherwood ⁽⁵⁶⁾ de ne pas mentionner cette version vestibulaire molaire parasite obtenue pendant l'ingressión. Elle est pour lui inévitable par le point d'application vestibulaire de la force et ceci même avec l'utilisation d'un arc transpalatin.

Sherwood n'en note en effet peu voire pas (cf distance intermolaire sur le plan d'occlusion), mais confirme la nécessité de bien le contrôler.

Le risque de la version vestibulaire des dents postérieures est l'élongation des cuspides palatines des molaires avec la création d'interférences occlusales limitant l'auto-rotation de la mandibule.

Baik ⁽⁷⁾ et Sugawara ⁽⁵⁸⁾ rapportent une extrusion des molaires supérieures pendant l'intrusion des molaires inférieures. Elle peut être le résultat des mécanismes physiologiques pour maintenir la distance maxillo-mandibulaire ou l'application des tractions intermaxillaire de classe I aux étapes de finition. La quantité d'autorotation mandibulaire suivant l'ingression des molaires est plus petite qu'attendue limitant l'amélioration du profil facial. Le résultat aurait été meilleur si les molaires maxillaires avaient été contrôlées verticalement.

Certains ont beaucoup d'effets parasites d'égression incisive. Par exemple Erverdi et al. ⁽²⁵⁾, bien qu'ayant pris de précautions lors du nivellement se retrouvent avec 40% de la correction de la béance obtenue par autorotation de la mandibule et 60% par égression des incisives.

2.4.2.4 Efficacité

Les plaques, les minivis accomplissent une quantité d'intrusion molaire significative avec une égression minimale des incisives, pendant que le MEAW n'accomplit pas de rotation anti-horaire de la mandibule (-0,31° NS) ⁽¹⁶⁾ et résulte en une considérable quantité d'égression des incisives (U1+2,01 ; L1+2,78).

La thérapie MEAW affecte à minima le schéma squelettique, corrigeant la béance par redressement distal et légère ingression des dents postérieures inférieures (L7 -1,04) et par changement du plan d'occlusion.

La démarche de Chang et Moon ⁽¹⁶⁾ est intéressante et montre comme le traitement avec MEAW a une similarité considérable avec les compensations dentoalvéolaires naturelles : ils ont comparé un groupe avec open bite avec deux groupes d'occlusion normale (Normal Occlusion Group ou NOG) : un hyperdivergent NOG 2, l'autre normal NOG 1.

NOG 2 et le groupe avec béance antérieure ont le même schéma squelettique mais pas la même occlusion : NOG2 possède une relation occlusale normale par une compensation dentoalvéolaire adéquate alors que la compensation est inadéquate chez le groupe traité qui montre une hauteur dentoalvéolaire supérieure et inférieure plus petite que NOG 2, mais sans différence après traitement.

La force extra-orale à traction haute utilisée par Deguchi ne paraît pas non plus efficace chez l'adulte. Le « Rapid Molar Intruder », bien qu'utilisant une force très supérieure à celle exercée sur les ancrages squelettiques, montre une efficacité similaire.

2.4.3. Les stratégies d'avulsions utilisées

Lorsqu'il y a réalisation d'avulsions pour atteindre les objectifs de traitement, les stratégies utilisées sont variables.

Dans certains articles seules les troisièmes molaires éliminées, en vue de résoudre une dysharmonie dento-maxillaire postérieure ^{(32), (59)}.

Mais les avulsions sont dépendantes plus du problème sagittal ou d'espace total disponible que du problème vertical dans les cas d'ingression par ancrage squelettique. Elles peuvent concerner :

- Les premières prémolaires maxillaires ^{(1), (26), (27)}.
- Les quatre premières prémolaires ^{(16), (23)} parfois associées aux dents de sagesse ^{(15), (16)} (pour réduire la dysharmonie dento-maxillaire postérieure).
- Les quatre deuxièmes prémolaires ^{(24), (23), (42)}.

Elle peuvent être panachées :

- Premières prémolaires maxillaires avec deuxièmes prémolaires mandibulaires ^{(44), (18)}.
- Ou deuxièmes prémolaires maxillaires avec premières prémolaires mandibulaires dans un cas de classe III⁽⁶³⁾.

Elles peuvent aussi concerner les premières molaires mandibulaires ^{(7), (63)}.

Les molaires ou prémolaires avulsées ne sont pas toujours spécifiées ^{(5), (20), (63)}.

2.4.4. Les dents ingressées

Seuls 15% des articles visent l'ingression des molaires inférieures seules ^{(37), (58), (34), (60), (16)}, 35% les molaires inférieures et supérieures ^{(24), (20), (36), (59), (12), (14), (63), (35), (17), (42), (39), (43)} et les 50% restants les molaires supérieures seules.

La majorité des auteurs des études sélectionnées pensent en effet que l'étiologie principale des béances squelettiques est l'excès de croissance alvéolaire postérieure supérieure. Par conséquent, ils concentrent leurs efforts sur l'ingression de la denture maxillaire.

Sherwood et al. ⁽⁵⁶⁾ ont réalisé une analyse de Burstone de chaque céphalométrie latérale des patients pour déterminer si le maxillaire ou la mandibule avait une hyperplasie dentoalvéolaire verticale postérieure associée avec la béance antérieure.

Tous les sujets ont démontré un degré d'excès vertical au niveau dentoalvéolaire postérieur à la fois au maxillaire et à la mandibule. Il ne décrira toutefois qu'une ingression maxillaire dans son article.

Deguchi ⁽²⁰⁾ observe une différence de quantité d'intrusion entre la mandibule et le maxillaire qu'il explique par la différence de structure anatomique : « comme la mandibule est composée de corticales épaisses et de trabécule orientée radialement ; par rapport au maxillaire (corticales fines, os trabéculaire), il peut offrir plus de résistance à la force intrusive ».

Pour De Vincenzo ⁽²³⁾ l'ingression des molaires mandibulaires a des limites: capuchon muqueux, proximité bord inférieur mandibulaire.

L'ingression uni-maxillaire montre souvent une légère égression de la molaire antagoniste.

Choi ⁽¹⁷⁾ Kuroda ^{(37), (35)} décident l'intrusion simultanée des molaires maxillaires et mandibulaires pour tenter d'obtenir des changements squelettiques majeurs.

Plusieurs dents postérieures peuvent être ingressées simultanément (figure 73).

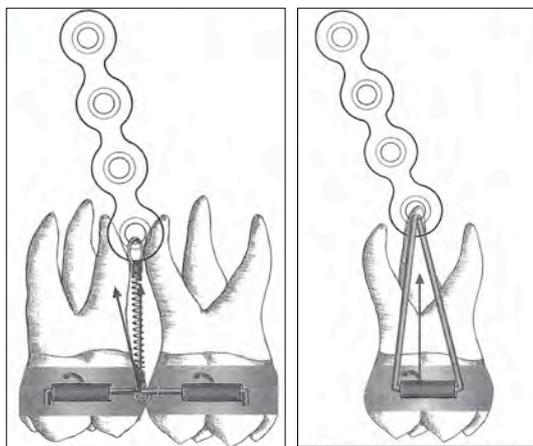


Figure 73. Ingressions sur plaque selon Seres et Kocsis ⁽⁵³⁾

2.4.5. Le moment d'ingression

2.4.5.1. Par rapport au nivellement

Pour Park et Kwon ⁽⁴³⁾ comme les mouvements parasites liés à l'intrusion sont contrôlés dès le début par un arc transpalatin ou lingual, l'ingression peut être réalisée sur des arcs légers et donc dès le départ, en même temps que l'alignement des dents antérieures.

Akan ⁽¹⁾, Seres ⁽⁵³⁾, Erverdi ⁽²⁸⁾ réalisent l'ingression avant collage; Seres ⁽⁵³⁾ Erverdi ⁽²⁸⁾ maintiennent les molaires ingressées par une ligature pendant la suite du traitement (figure 74).



Figure 74.

Contention de l'ingression obtenue avec une ligature passive à l'ancrage squelettique ⁽²⁶⁾

Kuroda ⁽³⁶⁾ Lee et Park ⁽⁴⁵⁾ débute l'ingression par ancrage sur sectionnel, jugeant l'intrusion segmentaire postérieure avantageuse au niveau efficacité et esthétique, le collage antérieur n'étant pas nécessaire pendant l'ingression.

Erverdi ⁽²⁶⁾ et Togawa ⁽⁵⁹⁾ réalise l'ingression après le nivellement sectoriel.

De Vincenzo ⁽²³⁾ commence l'ingression après alignement-nivellement.

Rodriguez ⁽⁵¹⁾ ingresse sans appareil multi-attaches, et finit le traitement par aligneurs, le patient ayant eu une demande esthétique importante.

2.4.5.2. Par rapport aux extractions

Sherwood ⁽⁵⁴⁾ et al.: lorsque les avulsions ont pour indication la correction d'un problème sagittal, ils corrigent la béance avant, à l'aide de l'ingression sur sectionnels reliés aux minivis. Les ancrages serviront dans un deuxième temps pour contrôler la fermeture d'espace, sur arc continu. Si les avulsions sont indiquées pour corriger un encombrement, cette correction sera faite en premier sur arc continu par consommation de l'espace. L'ingression est alors réalisée dans un second temps.

De Vincenzo ⁽²³⁾ ferme d'abord les espaces d'extraction.

2.4.6 L'amélioration esthétique

2.4.6.1. Dans les classes II

Park et Kwon ⁽⁴⁴⁾ ne remarquent pas de modifications notables du profil.

Mais le bénéfice esthétique induit par l'ingression postérieure est mentionnée dans plusieurs des articles ^{(1), (5), (20), (31), (36), (53), (61), (63), (45), (15), (39)}, certains objectivant cela avec des mesures des tissus mous ^{(20), (7), (63), (26), (35), (42)}. La diminution des hauteurs faciales et la réduction de l'ANB (traduisant une diminution de la convexité faciale) incitent à penser la même chose, dans les classes II squelettiques seulement cependant (figure 75). Kuroda et al. ⁽³⁶⁾ pensent que le traitement des béances par ingression molaire à l'aide d'ancrage squelettique aboutit à une amélioration morphologique supérieure à la chirurgie orthognatique.

Flieger ⁽²⁹⁾ note l'amélioration du ratio hauteur philtrum/ hauteur commissurale, Choi ⁽¹⁷⁾ également, ainsi qu'une réduction de l'angle lèvre-menton-cou, de par la diminution des tensions musculaires.

Kondo ⁽³⁴⁾ insiste sur l'impact de la confiance en soi qu'entraîne cette amélioration esthétique du profil labial et du profil cervical.



Figure 75. Exemple d'amélioration esthétique obtenue ⁽⁴²⁾

2.4.6.2 Dans les classes III

Beaucoup d'auteurs affirment, à cause du repositionnement antérieur de la mandibule observé lors d'une ingression postérieure efficace, que cette thérapeutique n'est pas appropriée aux classes III d'un point de vue esthétique ⁽²⁰⁾. Seres ⁽⁵³⁾, Baik ⁽⁷⁾ (Wits -4,5mm) Arat ⁽⁴⁾ (ANB 1°, Wits -3), Xun ⁽⁶³⁾, De Vincenzo ⁽²³⁾ traitent malgré tout des classes III squelettiques. Pour Carano ^{(12), (14)} la rotation antérieure et supérieure de la mandibule comme conséquence de l'effet du « Rapid Molar Intruder » peut aggraver le pronostic de classe III; ils trouvent donc cette thérapeutique moins indiquée chez les classes III, mais l'utilisent parfois pour les classes III dentaires, en adaptant la position de son dispositif (figure 76).

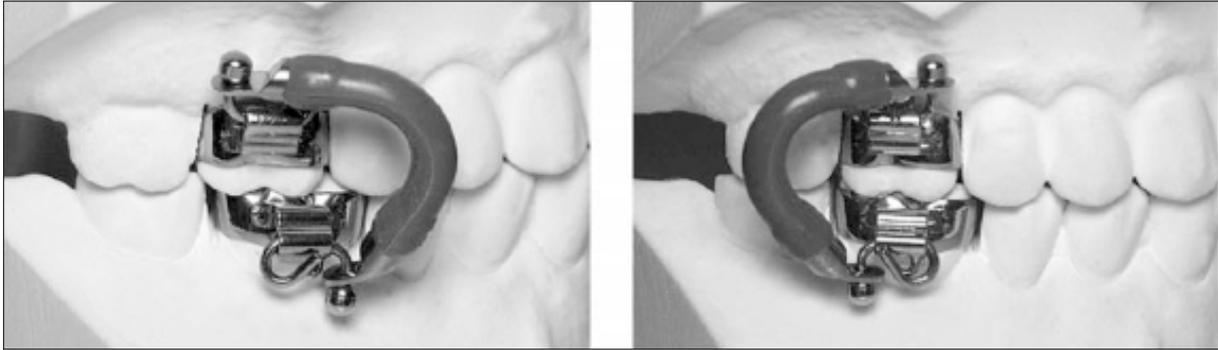


Figure 76. Orientation du RMI lors d'une malocclusion de classe II (à gauche) ou III (à droite)

Pour Lee et Park ⁽⁴⁵⁾, une ingression molaire dans un cas de classe III l'aggrave et rend donc la chirurgie nécessaire.

Togawa utilise l'ingression molaire pour éviter la chirurgie maxillaire dans les classes III squelettiques ⁽⁵⁹⁾.

Ainsi, la chirurgie mandibulaire semble inéluctable dans les classes III, mais la chirurgie maxillaire pourrait être contournée.

2.4.7. Alternative à la chirurgie orthognathique

Nombreux sont ceux qui insistent sur le côté alternatif à la chirurgie orthognathique. Ce traitement, plus simple et moins invasif, ne remplace pas la chirurgie mais doit être envisagé comme une alternative valable ^{(5),(31),(53)(52),(61),(63),(2),(54),(56),(34),(15),(13),(44),(23),(21),(27)} surtout Kuroda et al. ^{(36),(35)} : ils estiment des résultats similaires à une chirurgie d'impaction maxillaire en étant peu invasif et plus rapide. Ainsi, ils jugent l'intrusion molaire avec ancrage squelettique plus simple et plus utile qu'une chirurgie bimaxillaire dans le traitement de patients avec béance, même sévère avec moins de -5 mm de recouvrement, considéré jusqu'alors comme une indication à la chirurgie orthognathique. Ils ne trouvent pas de différence significative dans les résultats d'augmentation de recouvrement et de diminution de la hauteur faciale. Mais l'amélioration du recouvrement dans la thérapeutique chirurgicale est davantage obtenue par égression des incisives, pendant les étapes orthodontiques préchirurgicale de nivellement-alignement (du fait de la présence fréquente de 2 plans d'occlusion distincts) ou lors du placement per ou post-chirurgical des fixations intermaxillaires; la diminution de la hauteur faciale totale étant causée uniquement par l'impaction maxillaire.

Kim ⁽³²⁾ trouve que l'ingression molaire a l'avantage de ne pas augmenter l'angle naso-labial contrairement à une ostéotomie Lefort 1 d'impaction postérieure et d'épaction antérieure.

Dans certains articles ^{(24),(31),(7),(4),(37),(61),(63),(2),(56),(45),(15),(13),(44)} la chirurgie avait été proposée en première intention, mais cette option a été refusée.

Paik ⁽⁴²⁾ trouve des résultats similaires à une chirurgie ostéotomie de Lefort1.

De Vincenzo ⁽²³⁾ affirme même n'avoir adressé qu'un cas de béance squelettique à la chirurgie pour Lefort 1 depuis 2000.

Kondo ⁽³⁴⁾ affirme que sa mécanothérapie associée à la thérapie myofonctionnelle instaurée à des résultats supérieurs au traitement orthochirurgical avec extraction.

Choi ⁽¹⁷⁾ pense, lui, que ça aboutira à une amélioration squelettique moindre qu'avec la chirurgie orthognathique.

2.4.8. L'exploration des effets iatrogènes

Akay ⁽²⁾, Baik ⁽⁷⁾, Kuroda ⁽³⁷⁾, Park et Kwon ⁽⁴³⁾ n'observent pas d'évidence de résorption radiculaire, mais comme l'échantillon est petit, le niveau de force « optimal » est douteux, nuance Akay ⁽²⁾. Xun ⁽⁶³⁾ annonce qu'il n'a vu aucune résorption sur les 8 patients de son étude (qui en comptait pourtant 12...).

Kaku ⁽³¹⁾ mentionne juste l'apparition de quelques résorptions radiculaires, Flieger ⁽²⁹⁾ l'absence de résorption d'un de ses cas cliniques.

Seres ⁽⁵³⁾ aborde les risques de resorption, avec une analyse de la littérature. Lui ne retrouve pas de résorption radiculaire significative, il explore aussi la vitalité des dents intruses, qu'il trouva toutes positives.

Sherwood et al. ⁽⁵⁴⁾ notent des résorptions importantes sur les incisives de son étude clinique avec élastiques verticaux antérieurs, et à un moindre degré sur les prémolaires. Elles sont jugées cliniquement non significatives; comparables avec les résorptions radiculaires d'un traitement orthodontique classique.

Arat ⁽⁴⁾ réalise des rétroalvéolaires pendant l'ingression.

Kuroda ⁽³⁷⁾ suggère de définir au préalable l'intrusion souhaitée, de déterminer individuellement la force adéquate et de réaliser des contrôles radiographiques réguliers.

Sugawara et al. ⁽⁵⁸⁾ notent 5.7% de raccourcissement radiculaire dans cette étude après intrusion molaire; ce qui est insignifiant et en accord avec les études précédentes. Leur expérience clinique actuelle a montré que la hauteur coronaire clinique et le niveau d'attache de la gencive ont été plutôt stables chez la plupart des patients hyperdivergents qui ont bénéficié d'un traitement par « Skeletal Anchorage System », bien qu'il soit attendu une hauteur coronaire clinique raccourcie par la formation d'une pseudopoché autour des molaires ingressées.

Leur étude animale a montré que la résorption des molaires mandibulaires après intrusion était minimale.

Kondo ⁽³⁴⁾, n'a pas noté de résorption à + 1 an et 8 mois

De Vincenzo ⁽²³⁾ remarque plus de résorption radiculaire dans les patients traités par « Vertical Active Corrector », surtout chez ceux avec un torque palatine excessif.

Akay et al. ⁽²⁾ suggèrent qu'une procédure de corticotomie sub-apicale diminue le risque de résorption radiculaire parce que les blocs osseux bougent avec les dents.

2.4.9. Aspect fonctionnel

Certains auteurs insistent sur le côté fonctionnel de la thérapeutique et suggèrent que le traitement des béances squelettiques antérieures par une intrusion molaire n'a pas seulement été bénéfique sur l'apparence esthétique et l'occlusion mais aussi sur l'amélioration fonctionnelle avec disparition de l'incompétence labiale notamment ^{(35), (36), (15)}.

Akan ⁽¹⁾ et Kuroda ⁽³⁶⁾ montrent qu'elle n'a pas d'effet néfaste sur les muscles masticateurs et les articulations temporo-mandibulaires : aucun sujet sans dysfonction temporo-mandibulaire avant traitement n'a reporté de problème fonctionnel après intrusion molaire, bien que la mandibule ait significativement fait une rotation antihoraire, alors qu'un trismus temporaire ne peut être évité après une chirurgie orthognathique ⁽¹⁰⁾ et que 10% des patients qui subissent une chirurgie mandibulaire ont des perturbations neurosensorielles supérieures à 1 an ⁽⁹⁾.

Seres ⁽⁵³⁾ se contente de rapporter qu'il n'y a pas eu d'effet délétère observé sur les articulations temporo-mandibulaires (ni résorption, ni nécrose).

Dans certains articles, des sujets avec pathologies articulaires (résorption condylienne radiologique⁽³²⁾,⁽⁴⁴⁾, dysfonction temporo-mandibulaire^{(36), (34), (39), (18)} ont été traités par ingression molaire, sans apparition ou aggravation de la symptomatologie clinique.

Kuroda et al.⁽³⁷⁾ observent même chez leur patient avec luxation discale irréductible, un mouvement condylien après traitement devenu plus fluide, avec une limitation de l'ouverture buccale réduite. De plus la force occlusale a été significativement augmentée et une diminution de l'inconfort des signes et symptômes de la dysfonction temporo-mandibulaire est relevée. Ainsi suite à la rotation antihoraire de la mandibule après ingression molaire, un repositionnement condylien et l'adaptation fonctionnelle de la musculature périphérique ont eu lieu. Ils suggèrent que l'adaptation physiologique de la position condylienne et de la musculature périphérique devrait être des facteurs importants dans la diminution des symptômes des dysfonctions temporo-mandibulaires.

Choi⁽¹⁷⁾ note une augmentation de la hauteur du philtrum et ainsi un arc labial au repos compétent, grâce au soulagement de la tension des tissus mous obtenu par la réduction de la hauteur faciale antérieure.

Kondo⁽³⁴⁾ observe, par le mouvement vers l'avant de la mandibule et de l'os hyoïde, la création de voies respiratoires suffisantes, améliorant la respiration nasale, normalisant le comportement lingual, et établissant un équilibre des profils cervical et labial.

Par contre, De Vincenzo⁽²³⁾ remarque chez quatre patients des symptômes de dysfonctions temporo-mandibulaires temporaires développés à cause du manque de contact bilatéral postérieur. Pour éviter ce problème, il conseille de constamment vérifier l'occlusion postérieure en relation centrée en s'assurant qu'il existe des contacts postérieurs bilatéraux.

Le côté fonctionnel est aussi abordé dans la contention de l'ingression, avec la recommandation d'exercices de mastication par certains auteurs^{(60),(39)}.

On peut cependant noter que l'examen fonctionnel initial est peu rapporté dans les différents articles, ni même l'étendue de la béance alvéolo-dentaire éventuellement associée.

2.4.10. Stabilité

La question de la stabilité est souvent abordée aussi bien celle de l'ingression molaire que celle de la correction de l'hyperdivergence qui en résulte.

Le développement vertical des dents postérieures, la sévérité de la béance initiale et le manque d'adaptation de la posture linguale ont été rapportés comme des facteurs importants de la récurrence de la béance à long terme indépendamment du protocole de traitement utilisé⁽²⁸⁾.

Pour Baik et al.⁽⁷⁾ et Sugawara et al.⁽⁵⁸⁾ le taux de récurrence après intrusion molaire est plus élevé que pour d'autres mouvements, tels les rotations ou versions, car les tissus parodontaux apicaux se réorganisent plus lentement que les tissus des autres sites. Ainsi, alors qu'un nouvel os rapidement formé inhibe la récurrence après un mouvement dentaire autre que apical; le phénomène est plus lent après intrusion laissant place à davantage de récurrence.

Chae⁽¹⁵⁾ pense que la récurrence est due au changement d'orientation des fibres et et au changement de la dimension verticale faciale.

Kuroda et al.^{(36),(35)} suggèrent que l'adaptation fonctionnelle de la musculature peut être un facteur important pour la stabilité occlusale pendant la contention des patients avec béances, leurs patients traités par ingression ayant eu une bonne adaptation fonctionnelle et leur paraissant plus stables que les patients traités chirurgicalement. Kondo⁽³⁴⁾ va dans le même sens en affirmant que la restauration précoce de l'harmonie des cavités de la langue et des des muscles masticateurs et périoraux contribue

à la création d'une occlusion stable avec une forme stable des arcades dentoalvéolaires et une maintenance à long terme de la stabilité occlusale sans contention.

Lee et Park ^{(45), (38)} rapportèrent des changements squelettiques et de la hauteur alvéolaire maxillaire postérieure non significatifs, mais une diminution significative du recouvrement : ils notent 10,36% de récidive pour les molaires et 18,1% de récidive du recouvrement à 1 an post-traitement.

Dans son expérience clinique Sherwood ⁽⁵⁴⁾ observe une stabilité à au moins + 4 ans.

Deguchi ⁽²⁰⁾ analyse la stabilité après 2 ans de contention et ne note pas de changements squelettiques significatifs bien que la molaire mandibulaire égresse significativement dans son groupe avec implant. Il observe en outre plus de stabilité des objectifs occlusaux dans le groupe sans implant, qu'il pense dûe aux moindres mouvements réalisés dans ce groupe. Pour éviter la récidive des béances squelettiques, il suggère l'utilisation de gouttière mandibulaire avec stops occlusaux au niveau des molaires mandibulaires, la surcorrection de l'overjet, et l'utilisation de thérapie myofonctionnelle ; voire l'utilisation des minivis (si mandibulaires) pour le début de la contention.

Baek et al. ⁽⁵⁾ ont été les premiers à rapporter la stabilité à long terme (+3 ans) des traitements adultes de béances par ancrage squelettique. Les contentions de l'étude, en place depuis 36 à 51 mois, étaient constituées d'un fil lingual collé de canine à canine ou de prémolaire à prémolaire, si traitement avec extraction, et de 2 gouttières (maxillaire et mandibulaire) diurnes pendant 6 mois, nocturnes ensuite.

Ils ne notent pas de changement significatif dans aucun paramètre squelettique entre +1 et +3ans. La récidive des béances apparaît être essentiellement alvéolaire, dûe à l'égression des molaires maxillaires entraînant une rotation horaire de la mandibule, avec comme corrolaire une égression compensatrice significative des dents antérieures.

Ces résultats concordent avec l'étude de Sugawara et al. ⁽⁵⁸⁾ qui rapportent que la récidive des molaires ingressées n'influence pas directement les changements post-thérapeutiques squelettiques et de recouvrement. Selon eux, bien que n'impliquant pas la chirurgie, le taux de succès de cette étude n'a que peu de disparité avec les approches chirurgicales. Ils trouvent un taux de récidive de 30% à un 1 an pour les 2^e molaires, 27% pour les premières, sans changement squelettique. Ils utilisent des contentions collées de canine à canine, au maxillaire et à la mandibule associées à une plaque de Hawley les deux premiers mois (15h/j) puis une gouttière nocturne pendant 10 mois. Il propose l'injection de biphosphonate, son efficacité ayant été prouvée chez les animaux (Igarashi 1994).

Kaku ⁽³¹⁾ observe une stabilité à 36 mois avec des 3-3 collés haut et bas, et des exercices de rééducation linguale,

Carano, trouve une stabilité des résultats occlusaux et squelettiques de son traitement « Rapid Molar Intruder » sur adulte à 21 mois ⁽¹⁴⁾ et à 14 mois ⁽¹³⁾ (3-3 + plaque de Hawley)

Kuroda ⁽³⁵⁾ et Erverdi et al. ⁽²⁷⁾ laissent les minivis et maintiennent les molaires avec des ligatures de la fin de l'étape intrusion, jusqu'à la fin du traitement orthodontique au cas où il y ait récidive.

Choi ⁽¹⁷⁾ n'observe pas de récidive après 18 mois.

Chae et al. ⁽¹⁵⁾ constatent des résultats acceptables à 13 mois : l'ingression de la première molaire maxillaire récidive de 1/3 pendant la première année de contention. Ils conseillent une contention par bloc de morsure, et des exercices de mastication et ventilation nasale pour renforcer les muscles masticateurs et minimiser la respiration orale.

De Vincenzo ⁽²³⁾ observe un de ses cas à 2 ans, et note une récidive des molaires ingressées (à leur place initiale), mais pas de la molaire supérieure ou des incisives.

Dellinger ⁽²¹⁾ note une tendance à la rééruption des dents ingressées à 3 ans.

Le cas de Lindsey ⁽³⁹⁾ est apparemment stable après 14 mois.

Waldmann ⁽⁶¹⁾ constate une stabilité à 9 mois.

Park et Kwon ⁽⁴³⁾ ont une récidive des dents ingressées à 8 mois, puis elles sont stables pendant 2 ans.

Il a été recommandé aux patients de serrer les dents postérieures pendant la déglutition et de pousser sa langue contre le palais dur. Ceci pour augmenter la force des muscles masticateurs et corriger l'habitude de pulsion linguale.

La désocclusion des dents postérieures a été créée pour contrecarrer la récurrence attendue afin d'assurer une correction sûre.

Leur contention est constituée de deux fils collés (de canine à canine au maxillaire, et de la première prémolaire à la première prémolaire à la mandibule), et d'une gouttière maxillaire associée à une fronde mentonnière.

La stabilité de l'implant lui-même doit aussi être considérée, mais ce n'est pas l'objet de cette étude.

2.4.11. Suggestion d'un protocole clinique

En bilan de cette discussion, nous allons suggérer une démarche thérapeutique. En effet un protocole d'ingression molaire chez les hyperdivergents adultes par ancrage squelettique semble se dégager des différents articles. Il sera cependant à pondérer par la faible preuve scientifique que présentent ces articles.

Il s'agit en premier de déterminer la nature dentaire ou squelettique de la béance par un examen clinique complété par de la céphalométrie (cf Partie 1). L'étape du plan de traitement inclut la fabrication de set-up diagnostique avec un montage sur articulateur⁽⁴³⁾.

L'excès vertical postérieur doit être déterminé par des mesures linéaires du plan palatin ou mandibulaire, aux pointes cuspidiennes vestibulaires des premières molaires afin de planifier la localisation idéale des mini-vis, l'ingression nécessaire à la fermeture de la béance squelettique et planifier le set-up orthodontique.

Pour Park et Kwon⁽⁴³⁾ la quantité du mouvement antérieur passif des incisives mandibulaires pendant l'auto-rotation peut différer d'un patient à l'autre. Il est impossible de prédire ces changements dans le plan de traitement, si on suppose que le centre du condyle n'est pas forcément l'axe de rotation de l'auto-rotation mandibulaire. L'axe de rotation de la mandibule a en effet été rapporté comme variable⁽⁵⁰⁾. Ainsi les décisions doivent être faites pendant le traitement : après considération du profil, repositionnement ou vestibuloversion incisive.

Les molaires maxillaires et mandibulaires doivent être ingressés jusqu'à ce qu'une quantité satisfaisante de recouvrement antérieur soit obtenue. Pendant l'intrusion molaire les dents antérieures maxillaire et mandibulaires vont entrer en contact. Pour prévenir un contact occlusal traumatique des dents antérieures et pour augmenter le surplomb et le recouvrement les incisives mandibulaires doivent être rétractées ou les incisives maxillaires vestibulées. Quand la vestibuloversion des incisives maxillaires est décidée le profil facial doit être considéré.

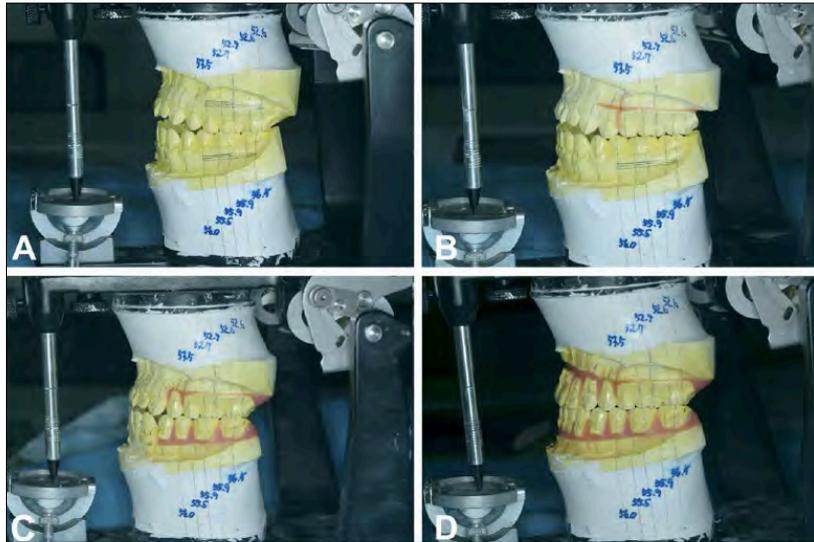


Figure 77. Set-up diagnostic ⁽⁴³⁾.

A : mesure des hauteurs cuspidiennes; B : ingression des dents postérieures maxillaires; C : redressement et ingression des dents postérieures mandibulaires; D : alignements des dents antérieures maxillaires et repositionnement linguale des incisives mandibulaires pour finaliser l'occlusion.

Les objectifs de traitement ayant été déterminés, le traitement commence ⁽⁵²⁾ :

- Traitement dentaire et parodontale.
- Bagueage des molaires et adaptation de l'arc transpalatin (TPA). Pour éviter l'empiètement du TPA sur la muqueuse palatine, la distance de l'intrusion planifiée est ajoutée à la distance TPA-palais ⁽⁵³⁾. Les arcs transpalatins ont l'avantage d'ajouter la force intrusive intermittente de la langue sur les molaires.
- Si il y a déficience transversale, elle peut être corrigée par TPA ou disjoncteur. Erverdi ⁽²⁶⁾ note cependant que la constriction dentaire maxillaire souvent retrouvée chez les hyperdivergents est corrigée par le redressement des dents postérieures avec l'application d'une force intrusive.
- Placement du dispositif d'ingression adjacent aux dents nécessitant le plus d'ingression ⁽⁵⁴⁾.
- Attente de la cicatrisation muqueuse (2 semaines) si plaque d'ancrage utilisée.
- Application de la force intrusive (chainette avec dynamomètre, ou ressort en alliage Nickel-Titane pour des niveaux de force physiologiques ⁽⁵⁴⁾). Une ingression segmentaire sera préférée pour éviter les précautions par rapport aux incisives).
- Après que la force ingressive soit délivrée, le patient est revu à 3 semaines d'intervalle, pour vérifier la mobilité des molaires, le distance TPA-muqueuse palatine, la possibilité d'effet parasite mésio-vestibulaire, l'étendue de l'intrusion (distance tube molaire – miniplaque) et le degré de fermeture de la béance (distance entre les bords libres des incisives centrales).

A 3 mois, des contrôles radiographiques sont effectués pour évaluer d'éventuelles résorptions radiculaires et les changements de l'os marginal.

- Fin de l'intrusion lorsque l'objectif de recouvrement est atteint.
- Contention de l'intrusion.
- Traitement multi-attache bimaxillaire et atteinte des autres objectifs de traitement.
- Dépose des attaches.
- Retrait du dispositif d'ingression

Des radiographies de contrôle sont alors réalisées pour évaluer l'état post-intrusion : téléradiographies de profil et de face, orthopantomogramme, rétro-alvéolaires.

ANNEXE 1 : Tableau des données des articles sélectionnés

Ancre	Articles	Type d'étude	Année de publication	Echantillon	Age (ans)	Dispositifs	Module	Force	Délai mise en charge pour ingression	Dent ingressive	Durée de l'ingression / Temps de traitement (mois)	ΔM (mm) U6-PP, L6-MP	Δi (mm) U1-PP, L1-MP	OB départ (mm)	Divergence mand /base du crâne à T0 (°)	Δ Divergence md/bas e du crâne (°)	FMA à T0 (°)	ΔFMA (°)	ANB à T0 (°)	ΔANB (°)	ΔOB (mm)	Δ Hauteur faciale (mm)	Evaluation du traitement	Evaluation statistique	
Non squelettique	ARAT et al. (4)	série de cas	2006	1 seul adulte	18a5m	VABB	activation vis 3x/semaine	NR, 20h/jour	/	U6-7	3/17	U6-7 -2; L6-7 -0,5	U1 +0,5; L1 0	-5	41(SN-GoGn)	-3	NR	NR	1	-3	+6	-2 (N-Me), -3 (ANS-Me)	céphalo (5 α , 111), RA	non	
	CARANO et al. (12)	essai clinique non contrôlé	2005	8	19a9m	RMI, sectionnel 6-7 ou MB, arcs palatin et lingual	RMI sur les 6	800g de chaque côté puis décroît : 450g à +1sem, 250 g à +2sem	/	U6-7, L6-7	5,01/NR	U6 -2,40; U7 1,43; L6-2,92; L7-2,01	NR	-3,44	47,7 (SN-GoGn)	-2,36	NR	NR	6	-2,25	+2,9	-2,65 (ANS-Me)	céphalo (8 α , 61)	oui	
	CARANO et al. (14)	cas clinique	2005	1 seul adulte	23a1m	RMI, arcs palatin et lingual, MB	RMI sur les 6	600-900g	/	U6 -7, L6-7	5/19	U6-1,3; U7 2,4; L6-GoGn-1,5; L7-GoGn-1,2	U1+1,5; L1-GoGn-1,1	-1,9	46,4 (SN-GoGn)	-3,9	NR	NR	7,3	-1,3	+3,2	-3(ANS-Me); -2,3 (N-Me)	céphalo (19 α , 111)	non	
	CHANG et MOON (16)	étude observationnelle rétropective exposés/non exposés	1999	16	18,1	MEAW	MEAW	/	/	NR	6/19	U7+1,07 (NS); L7-1,04	U1+2,01; L1+2,78	-4,63	43,75 (SN/MP)	-0,31 (NS)	NR	NR	NR	NR	+5,5	NR	céphalo (35 α , 41); mesures refaites, moyenne des 2 mesures enregistrée	paired t test, Student's t test	
	DELLINGER (21)	cas clinique	1986	1	14a7m	AVC	AVC	600-650g	/	dents post	2,5/NR	ingression U6 (NR)	stabilité incisives (NR)	NR	42 (SN-GoGn)	-2	NR	NR	NR	NR	NR	HFAI +2	céphalo (NR)	non	
	KOJIMA et al. (33)	étude observationnelle rétropective exposés/non exposés	2008	15	15,3	MEAW sans U7	MEAW + EVA	NR	/	M Max	24	U6 -0,5; L6 +1,2	U1 (/x) +3; L1+2,3	-0,9	41 (SN-Mp)	+0,4 (NS)	NR	NR	1,9	+0,4 (NS)	+2,2	N-Me +2,7; ANS-Me+1,7	céphalo (17 α , 311), 20 tracés refaits 1 mois après (même opérateur)	paired et unpaired t tests (intra et inter groupe), calcul d'erreur	
				15	20,4	MEAW					20	U6 +0,6(NS); L6+0,7	U1 (/x) +1,2; L1+1,4	-0,8	38,2 (MP/SN)	+0,8 (NS)	NR	NR	3,1	+0,9	+1,7	N-Me +1,4; ANS-Me +1,1			
	KONDO (34)	cas clinique	2007	1	22a5m	Edgewise, bagues M avec ancrage préparé (30° au max, 35° à la mand)	force masticatoire	NR	/	dents post mand	NR/25	U6+NR, L6 -NR	U1+0,5; L1+1	-1	48	-8	NR	NR	8	-3	+4	Ans-Gn/N-Gn -4,4%	céphalo (NR), TRP, TRF, OPT, EMG	non	
LINDSEY et ENGLISH (39)	cas clinique	2003	1	40	/	muscles masticateurs, EVA, accentuation courbes	/	/	Molaires	NR	U7-2; L7-1	U1 égression (NR); L1+2,5	-8	NR	NR	27	-4	4	0	NR	Ans-Me -6 N-Me -6	céphalo (8 α , 21)	non		
Squelettique	Miniplaques	AKAN et al. (1)	essai clinique non contrôlé	2011	19	17,7	Miniplaque zygomatic + TPA (0,9mm acier, à 3mm du palais)+gouttière renforcée collée sur les surfaces occlusales des dents maxillaires postérieures	ressort en NiTi 9mm	400g sur chaque gouttière	1 semaine	Dents max post (U4-5-6 sur photo)	6,84/NR	-3,4 (U6-HRL); +0,2 (L6-MD)(NS)	0 (U1-HRL)(NS); +0,3(L1-MD)(NS)	-3,21	46 (SN-GoGn)	-3,8 (SN-GoGn)	36,3	-3,3	5	-2,4	+4,8	-2,8 (ANS-Me)	EMG muscles masticateurs, EVG vibrations ATMs, TRF et TRP avt.ap ingression; tracés céphalo (14 α , 14 l) par UN auteur; 10 au hasard retracés par le même auteur à +2semaines	Shapiro-wilk, Paired t-test et Wilcoxon signed ranks test + method error tracé (formule Dahlberg)

Ancrage		Articles	Type d'étude	Année de publication	Echantillon	Age (ans)	Dispositifs	Module	Force	Délai mise en charge pour ingression	Dent ingressée	Durée de l'ingression / Temps de traitement (mois)	Δ M (mm) U6-PP, L6-MP	Δ i (mm) U1-PP, L1-MP	OB départ (mm)	Divergence mand / base du crâne à T0 (°)	Δ Divergence md / base du crâne (°)	FMA à T0 (°)	ΔFMA (°)	ANB à T0 (°)	ΔANB (°)	ΔOB (mm)	ΔHauteur faciale (mm)	Evaluation du traitement	Evaluation statistique
Squelettique	Miniplaques	AKAY et al. (2)	essai clinique non contrôlé	2009	10	15-25 (cr terminée essentiellement ou totale ment)	ancrage zygomatique avec 3 trous pour 3 mv pour ingression M, miniplaques 6x7mm au-dessus des PM pour ingression PM avec 2 trous, MV palatines entre U4-U5 et U6-U7	ressorts de l'ancrage zygomatique à l'attache V de chaque M; de la miniplaque antérieure au milieu du sectionnel des PM; des minivis P aux taquets P des M et PM	200-300g (total pour chaque M et pr les 2 PM)	1 semaine	U4-5-6-7	12 à 15 sem/NR	/ Ans-Pns : U4-3,25; U5-3,5; U6-3,4; U7-3,1	NR	-4,8	44,7	-3,05	NR	NR	5	-1,6	+4,8	(Na-Me)-3,5; (N-ANS)+0,2; (ANS-Me)-3,7; ratio(N-ANS/ANS-Me) +0,04	céphalo (4a, 10l)	Wilcoxon signed ranks test
		DE VINCENZO (23)	série de cas	2006	5 cas de VAC (2 miniplaques zygomatiques, miniplaques mand post, implants antérieurs,	16a5m 18a 17a5m	VAC max VAC max VAC max et mand	fil de traction des anneaux des plaques post à l'arc entre 6 et 7; et entre barre vest et arc.	300-450 g postérieurement; 175-250g antérieurement	NR	M Max	14/22	U6 -5; L6 (/GoGn) +1	U1 -5; L1 (/A-Po) -1	NR	52 (SN-GoGn)	-4	NR	NR	5	-2,5	NR	HFA -7; ratio +0,1	céphalo (5a, 6l)	non
		NR	M max	9/NR	U6 -3,5; L6 (/GoGn) +1	U1 -5; L1 (/A-Po)-3,5	44 (SN-GoGn)			-2,5	NR	NR	3,5	-1,5		HFA -5,5; ratio +0,1									
		NR	dents post	5/NR	U6 -3; L6 (/GoGn) -2,5	U1 -5; L1 (/Apo) -1	41,5 (SN-GoGn)			-4,5	NR	NR	4,5	-2,5		HFA -7,5; ratio +0,1									
		ERVERDI et al. (26)	essai clinique non contrôlé	2004	10	17-23	miniplaques zygomatiques en I fixées par 2mv, arc transpalatin à 3mm	ressort NiTi 9mm entre tube U6 et miniplaque	NR	4-7 jours	U6	5,1/18,3	U6 -2,6; L6 -0,1 (NS)	U1+1,1; L1+1,1	-0,6	46,5	-1,7	NR	NR	4,1	-1,4	+3,7	NR	céphalo latérale (19a, 4l) et frontale (1a)	Wilcoxon signed ranks test
		ERVERDI et al. (28)	essai clinique non contrôlé	2007	11	19,5	miniplaques zygomatiques en I (contour bas du processus; fixé par 3 mv); bite block sur les dents à ingresser (en arrière de U3), 2 arcs lourds palatins, + 2 arcs vestibulaires pour accrocher les ressorts	ressorts NiTi des plaques à l'arc vest	400g par côté	7-10 jours	dents max post	9,6/NR	U6 -3,6; L6 NR	NR	-4	42,5	-3	NR	NR	4,8	-1,5	+5,2	HFA -2,9	céphalo (8a et 6l), toutes retracées à +2 semaines	paired-samples t-test (tout significatif)
		ERVERDI et al. (27)	cas clinique	2002	1	17a5m	miniplaques zygomatiques en I; TPA	ressort NiTi entre plaque et tube U6 (sur sectionnel ac U7)	200g	NR	dents max post	NR	NR	U6/(RP) -3; L6 +NR	U1 +NR; L1 +NR	-3	38 (SN-GoMe)	-2	NR	NR	NR	NR	+4,5	NR	céphalo latérale (4a, 1l) et frontale (2a) + pano
SERES et KOCSIS (53)	série de cas	2009	7	21 (15-29)	Miniplaques zygomatiques fixées par 3mv + Goshgarian + TPA +/- sectionnel si plusieurs dents à	ressort fermé NiTi du trou de la miniplaque (entre M1-M2 ou à la verticale de la dent à ingresser) au crochet du sectionnel M1-M2 ou au tube de la M à ingresser	100 à 120 g par côté	1 à 2 semaines	U 6 et/ou 7	6/NR	U6 : ingression mais NR ; L6 +? (selon superpo)	NR (égression selon superpo)	-6	NR	-3,1 (quel angle du plan mandibulaire?)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	TRP, TRF; OPT, RA	non	

Ancrage		Articles	Type d'étude	Année de publication	Echantillon	Age (ans)	Dispositifs	Module	Force	Délai mise en charge pour ingression	Dent ingressée	Durée de l'ingression /Temps de traitement (mois)	ΔM (mm) U6-PP, L6-MP	Δi (mm) U1-PP, L1-MP	OB départ (mm)	Divergence mand /base du crâne à T0 (°)	Δ Divergence md/bas e du crâne (°)	FMA à T0 (°)	ΔFMA (°)	ANB à T0 (°)	ΔANB (°)	ΔOB (mm)	Δ Hauteur faciale (mm)	Evaluation du traitement	Evaluation statistique	
Squelettique	Mini-vis	CHOI et al. (17)	cas clinique	2007	1	22a	4 mv : 2 mv dans la suture palatine médiane reliées par une gaine, 2 mv dans l'os alvéolaire vestibulaire entre L5 et 6, arc transP (expansion et torque CV), arc lingual (contraction et torque CL)	chainette (dents postérieures reliées entre elles par du compo pour être ingressées comme une seule unité)	NR	NR	dents post	4/21	U6 -3; L6 -2	NR	-4	59 (SN-MPA)	-5 (MPA to SN)	NR	NR	11,5	-3	NR	+1,5 (lower 2/3), vertical proportions idem	céphalo (8a, 7l)	non	
		DEGUCHI et al. (20)	étude observationnelle rétropective exposés/non exposés	2011	15	25,7 +/- 6,4	IA group : minivis entre PM2 et M1 ou M1 et M2, en V ; sectionnel 016x022 de PM2 à M2; HPHG	chainette ou ligature métallique	Directe, NR	0 à 4 semaines	Dents post (PM2-M1-M2 à priori)	NR	NR	U6 -2,3; L6 -0,8 (NS)	U1 +1(NS); L1 +0,3 (NS)	-4,4	45,8 (SN-Mp)	-3,6 (SN-Mp)	NR	NR	5,7	-1,6(NS)	+6,2	-3,6 (N-Me) (NS)	céphalo(9a, 11l) + index occlusaux (PAR, DI, OGS) + analyse des tissus mous	Wilcoxon signed rank test ; Mann-Whitney U test
					15	22,9 +/- 4,9	Non IA group : HPHG	EVA + MEAW/arc courbe accentuée	NR	/	/	/	U6 +1,5 (NS); L6 +1,5 (NS)	U1 +3,5; L1 +1,8	-4,6	43 (SN-Mp)	+2,7 (SN-Mp)	NR	NR	5,4	0 (NS)	+6,5	+2,9 (N-Me) (NS)	céphalo (5a, 11)	non	
		ELLOUZE (24)	cas clinique	2008	1	18	1 mv par secteur postérieur	ligature métallique des mv aux 6 (photos)	NR	NR	M1	NR	NR	U6 -2; L6 -0,5	NR	NR	37 (SN-Me)	-5	34	-4	7	-4	NR	NR	céphalo (5a, 11)	non
		KIM (32)	cas clinique	2009	1	24a9m	1 mv sur suture palatine médiane postérieure entre U6 et U7; arc transpalatin avec potence au Cr de U6	chainette élastomérique + EVA	NR, distale+vers le haut	NR	U6	NR/17	NR	U6 -2mm	U1 +2mm	NR	42,5(SN-GoGn)	-2	34	-2	5	-1	NR	NR	céphalo(5a, 5l)	non
		KURODA et al. (36)	étude comparative interventionnelle	2007	10	21,6 +/- 7,3	mv en V entre U5-U6; et L6-L7 selon schéma, arc lingual et transpalatin	chainette élastomérique	Directe, 150 g	4 semaines	M	NR/27,6	NR	U6 -2,3; L6 -1,3	U1 +0,5(NS); L1 -0,1(NS)	-5,2	NR	NR	38,8	-3,3	6,6	-1,7	+6,8	-4(N-Me); 3,6(Me-PP)	céphalo (8a, 12l)	Wilcoxon signed rank test ; Mann-Whitney U test
		KURODA et al. (37)	cas clinique	2007	1	19a11m	4 mv vest L6-7 et L4-5 (? Photo), arc lingual	chainette	150g	3 mois	L6 car significativement égressées	NR	NR	U6 NR; L6 -3	U1NR; L1 +1	-4	NR	NR	50,5	-2,5	11	2	+4	-3 (N-Me) 10 pr HFAI	céphalo (9a, 12l)	non

Ancre		Articles	Type d'étude	Année de publication	Echantillon	Age (ans)	Dispositifs	Module	Force	Délai mise en charge pour ingression	Dent ingressée	Durée de l'ingression / Temps de traitement (mois)	ΔM (mm) U6-PP, L6-MP	Δi (mm) U1-PP, L1-MP	OB départ (mm)	Divergence mand / base du crâne à T0 (°)	Δ Divergence mand / base du crâne (°)	FMA à T0 (°)	ΔFMA (°)	ANB à T0 (°)	ΔANB (°)	ΔOB (mm)	Δ Hauteur faciale (mm)	Evaluation du traitement	Evaluation statistique		
Squelettique	Mini-vis	KURODA et al. (35)	cas clinique	2004	1	33a8m	4 mv : 1 mv dans les processus zygomatiques, 1mv dans l'os alvéolaire md en vestibulaire; arc transpalatin, arc lingual	chainette	NR	3 mois	U6-L6	13/19	U6/NF -2,8; L6 -2,6	U1/NF +2,3; L1 -2,6	-7	NR	NR	38,6	5,6	4,1	-2,9	+9,2	N-Me -4,9	céphalo (9a, 111)	non		
		PAIK et al. (42)	cas clinique	2003	1	26	4 mv : entre U6-7 et L6-7 puis L4-6 qd tombée; mv dans la région palatine médiane postérieure; TPA	chainette de TPA à mv pal	150-200g	NR	dents post	NR/27	M -6 (Ms-Ms); m -1 (Mi-Mi)	I -5,6 (Is-Is); i -4,9 (Ii-Ii)	NR	44,5 (SN-GoMe)	-1,5	NR	NR	5,5	-0,8	NR	HFA -2,5	céphalo (11a, 51)	non		
		PARK et al. (44)	cas clinique	2004	1	24	4 mv : entre U5-6, et entre L6-7, arc palatin	chainette des mv aux arcs	150 g	2 sem	Mmax	NR/23	U6 ingressée (NR); L6 redressée (NR)	égression (NR) selon superpo	-2,5	NR	NR	45	-1	4,5	-0,5	NR	HFA -2,5; ratio -0,02	céphalo (10a, 51)	non		
		PARK et al. (43)	cas clinique	2006	1	16a	4 mv : en palatin entre U6 et 7 en vest entre L6 et 7, TPA et arc lingual	chainette des mv au TPA et aux tubes des L6	100g	1mois	dents post	NR/11	U>L (NR)	NR	-3	NR	NR	28	-4	1	-2	+4,5	HFA -3; HFP/HFA +0,03	céphalo (8a)	non		
		PARK et al. (45)	cas clinique	2008	1	19	6 mv max : dans le vestibule entre U4-5, U5-6 et U6-7; maintien RME comme attelle max pr contrer effets parasites ingression	chainette	150-200g par dent	NR	U5-6-7	5/21	Mmax -2	NR	-3,5	51,3 (SN-GoMe)	-1,6	40,6	-4,5	5,6	-1,6	+5	HFA -5,7; ratio -0,3	céphalo (8a, 41, 3 rapports)	non		
		TOGAWA et al. (59)	cas clinique	2010	1	17	4 mv : entre M1 et M2, arc lingual, QH passif	chainette des mv aux sectionnels	1N par côté	après align/niv latéral	Molaires	NR/21	U6/NF -1,5; L6 -1,5	U1/NF +0,5; L1+0	-5,3	NR	NR	37,5	-3,5	0	-1	+4,3	HFA -3,8; HFAI (Sn-MesS) -1,5	céphalo (7a, 141)	non		
		XUN et al. (63)	série de cas	2007	12	18,7	3 mv : mv max dans région palatine médiane post vers U6, mv inf en V entre L6 et L7; arc transp et arc L	ressorts NiTi entre la mv palatine et TPA; chainette entre mv mand arc mand acier	150 g de chaque côté	2 semaines	U6, L6	6,8±1,1/NR	U6-1,8; L6-1,2	U1+1,3; L1+1,3	-2,2	45,6 (SN-Mp)	-2,3 (SN-Mp)	NR	NR	NR	NR	6	-1,8	+4,2	-1,8 (N-Me); -1,6 (Ans-Me)	céphalo (19a, 81) 19 mesures refaites 2fois par le même opérateur	SPSS 10.0; paired Student's t-tests
			série de cas				2	16 18	mv	NR	NR	NR	région dentalvé-olaire post	7/15 7/NR	NR	NR	-8 -6	NR	-5 (SN/Mp) -3 (SN-Mp)	NR	NR	NR	NR	+10 +8	NR	superpo	non

ANNEXE 2 : Liste des abréviations
--

α = mesure angulaire
 ANB = angle entre les points A, N et B (cf infra)
 ap. = après
 ATM = articulation temporo-mandibulaire
 AVC = Active Vertical Corrector
 avt = avant
 B = point céphalométrique B : point le plus antérieur de la concavité antérieure de la symphyse
 Céphalo. = céphalométrie/que
 Δ = variation
 EMG = électromyographie
 EVG = « électrovibratography »
 et al. = et alie (latin) = et les autres/ et collaborateurs
 Go = Gonion
 Gn = Gnathion
 HPHG : High Pool High Gear
 l = mesure linéaire
 L = pour les dents mandibulaires (« Lower »)
 L1 = incisive centrale mandibulaire
 L1e = bord incisif de L1
 L4 = premières prémolaires mandibulaires
 L5 = deuxièmes prémolaires mandibulaires
 L6 = premières molaires mandibulaires
 L7 = deuxièmes molaires inférieures
 M = molaires en général (supérieures et inférieures)
 M1 = premières molaires
 M2 = deuxièmes molaires
 max = maxillaire
 mand = mandibulaire
 MEAW = Multiloop Edgewise Arch Wire
 MB = multi-bagues/multi-attaches
 Mp = plan mandibulaire
 mv = mini-vis
 Na = nasion
 NiTi = Alliage Nickel-Titane
 NOG (chang moon) = « Normal Occlusal Group »
 NR = non renseigné
 NS = non significatif
 P = palatin
 Pog = pogonion : point le plus antérieur de la symphyse
 Post = postérieur
 QH = quadhélix
 qd = quand
 RA = radiographie rétro-alvéolaire
 RMI = Rapid Molar Intruder

S = sella

SAS = Skeletal Anchorage System

sem. = semaine

superpo = superposition céphalométrique

TMA = Alliage Titane-Molybdène

TPA = arc transpalatin

TR = téléradiographie

TRP = de profil

TRF = de face

U = pour les dents maxillaires (« Upper »)

U1 = incisive centrale maxillaire

U4 = premières prémolaires maxillaires

U5 = deuxièmes prémolaires maxillaires

U6 = premières molaires maxillaires

U7 = deuxièmes molaires maxillaires

v = vestibulaire

VABB = vertically activated Bite block

VAC = Vertical Adjustable Corrector

x = axe horizontal de référence

Bibliographie II

1. **Akan S, Kocadereli I, Aktas A, Taşar F.** Effects of maxillary molar intrusion with zygomatic anchorage on the stomatognathic system in anterior open bite patients. *Eur J Orthod* 35: 93–102, 2013.
2. **Akay MC, Aras A, Günbay T, Akyalçın S, Koyuncue BO.** Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 67: 563–569, 2009.
3. **Amat P.** L'orthodontie fondée sur les faits: aussi simple que de compter 1, 2, 3. *L'orthodontie bioprogressive*. Vol 19- n°2,45-52, 2011
4. **Arat ZM, Sezer FE, Arslan AD.** A new approach in the treatment of skeletal open bite: vertically activated bite block. *World J Orthod* 7: 345–356, 2006.
5. **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* 138: 396.e1–396.e9, 2010.
6. **Baek M-S, Choi Y-J, Yu H-S, Lee K-J, Kwak J, Park YC.** Editor's Comment and Q&A. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138: 396–398, 2010.
7. **Baik U-B, Chun Y-S, Jung M-H, Sugawara J.** Protraction of mandibular second and third molars into missing first molar spaces for a patient with an anterior open bite and anterior spacing. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 141: 783–795, 2012.
8. **Beane RA Jr.** Nonsurgical management of the anterior open bite: a review of the options. *Semin Orthod* 5: 275–283, 1999.
9. **Al-Bishri A, Barghash Z, Rosenquist J, Sunzel B.** Neurosensory disturbance after sagittal split and intraoral vertical ramus osteotomy: as reported in questionnaires and patients' records. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34: 247–251, 2005.
10. **Boyd SB, Karas ND, Sinn DP.** Recovery of mandibular mobility following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 49: 924–931, 1991.
11. **Carano A, Machata WC.** A rapid molar intruder for “non-compliance” treatment. *J Clin Orthod JCO* 36: 137–142; quiz 145–146, 2002.
12. **Carano A, Machata W, Siciliani G.** Noncompliant treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 128: 781–786, 2005.
13. **Carano A, Siciliani G.** Clinical efficiency with a new method for Rapid Molar Intrusion. *International Orthodontics*. Vol.1 No2, [2003]

14. **Carano A, Siciliani G, Bowman SJ.** Treatment of skeletal open bite with a device for rapid molar intrusion: a preliminary report. *Angle Orthod* 75: 736–746, 2005.
15. **Chae J-M, Chang N-Y, Cho J-H, Kang K-H, Kim S-C.** Treatment of skeletal Class II adult patient with vertical and transverse problems caused by nasal airway obstruction using microimplant anchorage. *Korean J Orthod* 39: 257–272, 2009.
16. **Chang YI, Moon SC.** Cephalometric evaluation of the anterior open bite treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 115: 29–38, 1999.
17. **Choi KJ, Choi JH, Lee SY, Ferguson DJ, Kyung SH.** Facial improvements after molar intrusion with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod JCO* 41: 273–280, 2007.
18. **Choi YJ, Kim K-H, Lee K-J, Chung CJ, Park Y-C.** Radiographic evaluations of molar intrusion and changes with or without retention in rats. *Angle Orthod* 81: 389–396, 2011.
19. **Dawjee SM, Oberholzer TG, Hlongwa P.** Non-surgical treatment of anterior open bite and its assessment using the Dawjee analysis: a case report. *SADJ J South Afr Dent Assoc Tydskr Van Suid-Afr Tandheelkd Ver* 63: 234, 236–238, 2008.
20. **Deguchi T, Kurosaka H, Oikawa H, Kuroda S, Takahashi I, Yamashiro T, Takano-Yamamoto T.** Comparison of orthodontic treatment outcomes in adults with skeletal open bite between conventional edgewise treatment and implant-anchored orthodontics [Online]. *J Orthod Dentofac Orthop April 2011* 139, 2011. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=ovftl&AN=01337395-201104001-00018> [3 Dec. 2012].
21. **Dellinger EL.** A clinical assessment of the Active Vertical Corrector--a nonsurgical alternative for skeletal open bite treatment. *Am J Orthod* 89: 428–436, 1986.
22. **DeVincenzo JP.** A new non-surgical approach for treatment of extreme dolichocephalic malocclusions. Part 1. Appliance design and mechanotherapy. *J Clin Orthod JCO* 40: 161–170; quiz 160, 2006.
23. **DeVincenzo JP.** A new non-surgical approach for treatment of extreme dolichocephalic malocclusions. Part 2. Case selection and management. *J Clin Orthod JCO* 40: 250–260; quiz 232, 2006.
24. **Ellouze S.** Mini-implants : bousculer les limites de l'orthodontie traditionnelle. *Orthod Fr* 79: 59–66, 2008.
25. **Erverdi N, Keles A.** Anchorage for closing open bites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 14A, 2003.
26. **Erverdi N, Keles A, Nanda R.** The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod* 74: 381–390, 2004.
27. **Erverdi N, Tosun, Keles A.** A new anchorage site for the treatment of anterior open bite : zygomatic anchorage. Case report. *World J Orthod* 43: 147–153, [date unknown].

28. **Erverdi N, Usumez S, Solak A, Koldas T.** Noncompliance open-bite treatment with zygomatic anchorage. *Angle Orthod* 77: 986–990, 2007.
29. **Flieger S, Ziebura T, Kleinheinz J, Wiechmann D.** A simplified approach to true molar intrusion. *Head Face Med* 8: 30, 2012.
30. **Grant MJ, Booth A.** A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Inf Libr J* 26: 91–108, 2009.
31. **Kaku M, Kawai A, Koseki H, Abedini S, Kawazoe A, Sasamoto T, Sunagawa H, Yamamoto R, Tsuka N, Motokawa M, Ohtani J, Fujita T, Kawata T, Tanne K.** Correction of severe open bite using miniscrew anchorage. *J Dec 2009* 54: 374–380, 2009.
32. **Kim K-R.** Category 2: Adult malocclusion with open bite. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 135: 127–132, 2009.
33. **Kojima K, Endo T, Shimooka S.** Effects of maxillary second molar extraction on dentofacial morphology before and after anterior open-bite treatment: a cephalometric study. *Odontol Soc Nippon Dent Univ* 97: 43–50, 2009.
34. **Kondo E.** Nonextraction and nonsurgical treatment of an adult with skeletal Class II open bite with severe retrognathic mandible and temporomandibular disorders. *World J Orthod* 8: 261–276, 2007.
35. **Kuroda S, Katayama A, Takano-Yamamoto T.** Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod* 74: 558–567, 2004.
36. **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 Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 132: 599–605, 2007.
37. **Kuroda S, Sugawara Y, Tamamura N, Takano-Yamamoto T.** Anterior open bite with temporomandibular disorder treated with titanium screw anchorage: Evaluation of morphological and functional improvement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131: 550–560, 2007.
38. **Lee H, Park Y.** Treatment and posttreatment changes following intrusion of maxillary posterior teeth with miniscrew implants for open bite correction. *Korean J Orthod* 38: 31–40, 2008.
39. **Lindsey CA, English JD.** Orthodontic treatment and masticatory muscle exercises to correct a Class I open bite in an adult patient. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 124: 91–98, 2003.
40. **Moon C-H, Lee J-S, Lee H-S, Choi J-H.** Non-surgical treatment and retention of open bite in adult patients with orthodontic mini-implants. *Korean J Orthod* 39: 402, 2009.

41. **Ng J, Major PW, Flores-Mir C.** True molar intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 130: 709–714, 2006.
42. **Paik C-H, Woo YJ, Boyd RL.** Treatment of an adult patient with vertical maxillary excess using miniscrew fixation. *J Clin Orthod JCO* 37: 423–428, 2003.
43. **Park H-S, Kwon O-W, Sung J-H.** Nonextraction treatment of an open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 130: 391–402, 2006.
44. **Park H-S, Kwon T-G, Kwon O-W.** Treatment of open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 126: 627–636, 2004.
45. **Park Y-C, Lee H-A, Choi N-C, Kim D-H.** Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *Angle Orthod* 78: 699–710, 2008.
46. **Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T, Milani S, Farronato G.** Comparison of three methods to assess individual skeletal maturity. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie OrganOfficial J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie* 74: 397–408, 2013.
47. **Pecora NG, Baccetti T, McNamara JA.** The aging craniofacial complex: a longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 134: 496–505, 2008.
48. **Proffit WR.** *Contemporary Orthodontics, 5th Edition.* [2012].
49. **Rachala MR, Harikrishnan P.** Management of severe anterior open-bite in an adult patient using miniscrews as skeletal anchorage. *Int J Orthod Milwaukee Wis* 21: 9–14, 2010.
50. **Rekow ED, Speidel TM, Koenig RA.** Location of the mandibular center of autorotation in maxillary impaction surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 103: 530–536, 1993.
51. **Rodríguez HL.** Nonextraction treatment of a Class II open bite in an adult patient. *J Clin Orthod JCO* 46: 367–371, 2012.
52. **Seres L, Kocsis A.** [Open-bite closure by intruding maxillary molars with skeletal anchorage]. *Fogorv Sz* 101: 13–18, 2008.
53. **Seres L, Kocsis A.** Closure of severe skeletal anterior open bite with zygomatic anchorage. *J Craniofac Surg* 20: 478–482, 2009.
54. **Sherwood K.** Correction of skeletal open bite with implant anchored molar/bicuspid intrusion. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am* 19: 339–350, vi, 2007.
55. **Sherwood KH, Burch JG.** Author's Response. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 14A–15A, 2003.

56. **Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ.** Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 122: 593–600, 2002.
57. **Sugawara J.** Orthodontic reduction of lower facial height in open bite patients with skeletal anchorage system: beyond traditional orthodontics. *World J Orthod* 6 Suppl: 24–26, 2005.
58. **Sugawara J, Baik UB, Umemori M, Takahashi I, Nagasaka H, Kawamura H, Mitani H.** 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* 17: 243–253, 2002.
59. **Togawa R, Iino S, Miyawaki S.** Skeletal Class III and open bite treated with bilateral sagittal split osteotomy and molar intrusion using titanium screws. *Angle Orthod* 80: 1176–1184, 2010.
60. **Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H.** Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 115: 166–174, 1999.
61. **Waldman AB.** Orthodontic treatment of a complex open-bite malocclusion with temporary anchorage devices: a case report. *J Calif Dent Assoc* 38: 591–600, 2010.
62. **Watson WG.** True molar intrusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* 131: 444–445; author reply 445, 2007.
63. **Xun C, Zeng X, Wang X.** Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod* 77: 47–56, 2007.
64. **Yanagita T, Adachi R, Kamioka H, Yamashiro T.** Severe open bite due to traumatic condylar fractures treated nonsurgically with implanted miniscrew anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143: S137–S147, 2013.

CONCLUSION

Ainsi, l'ingression des molaires semble être la procédure thérapeutique la plus rationnelle pour les patients hyperdivergents squelettiques ayant des relations squelettiques de classe I ou de classe II modérée.

Les béances squelettiques sont des cas difficiles à traiter en orthodontie. La déformation est causée par les influences combinées de facteurs squelettiques, dentaires, fonctionnels et habituels.

Plusieurs modalités thérapeutiques ont été suggérées pour traiter ces patients bien que le traitement classique soit l'extrusion orthodontique des dents antérieures, limitée dans l'amélioration de l'esthétique dentofaciale de ces patients, ou la combinaison de traitements orthodontique et chirurgical chez les adultes.

Chez ces patients, l'hyperdivergence mandibulaire et la croissance maxillaire excessive postérieure sont souvent présentes. L'intrusion molaire doit alors être un objectif de traitement pour améliorer les équilibres facial et esthétique, et obtenir une correction stable.

Dans le passé, l'ingression orthodontique des dents postérieures était jugée impossible et les options d'un traitement prévisible d'une béance squelettique limitées.

De nouveaux dispositifs orthodontiques, et notamment les implants, donnent un système d'ancrage qui a rendu possible ce type de mouvement dentaire.

Un nombre conséquent d'études sont sorties de façon concomitante pour proposer des méthodes de traitement d'ingression postérieure et leurs résultats montrent un service rendu important pour un grand nombre de cas hyperdivergents. Il n'existe pas de niveau de preuve suffisant pour conclure à leur efficacité mais toutes les données semblent converger vers la possibilité de réduire la hauteur molaire chez l'adulte, sans dépendre de sa coopération (hormis pour l'hygiène bucco-dentaire), offrant aujourd'hui une véritable alternative à la chirurgie orthognathique pour améliorer la fonction, l'occlusion et l'esthétique faciale. La chirurgie reste cependant encore nécessaire pour les classes III squelettiques et les classes II squelettiques sévères.

Bien que le succès du traitement semble être bien établi, des questions sur la stabilité et la fiabilité sont toujours non élucidées. Jusqu'où les dents postérieures peuvent être ingressées sans risque ? Ce traitement est-il plus stable que les autres options thérapeutiques ? Comment prévenir la récurrence à court et long terme ?

Et il faut garder à l'esprit que dans certains cas, le meilleur traitement est de ne pas tenter de traitement orthodontique.

De futures études sont nécessaires quant aux résultats à long terme de ces thérapeutiques. Il faudrait des échantillons plus importants, des périodes de contention plus longues, et des méthodes quantitatives pour évaluer les résultats thérapeutiques, avec des référentiels identiques pour comparer les différents résultats. L'adaptation musculaire et des tissus mous à la rotation antérieure serait observée afin de décréter la stabilité de la correction. Ainsi on pourra établir les indications précises et les procédures et techniques chirurgicales et orthodontiques souhaitables.

Vu le Président
le 2 novembre 2014
Dr. H. Sixou

Vu le directeur
de thèse
le 2 novembre 2014
Dr. OBAEC

**DE L'INTERET DE L'INGRESSION MOLAIRE CHEZ L'HYPERDIVERGENT ADULTE :
REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE**

Résumé en français:

L'hyperdivergence squelettique a longtemps été considérée comme une des dysmorphoses squelettiques la plus compliquée à traiter en orthodontie, l'objectif thérapeutique idéal étant l'ingression postérieure. Les difficultés augmentent à l'âge adulte, la croissance n'aidant plus à une ingression relative. Après l'utilisation de différentes techniques orthodontiques peu fiables, des moyens thérapeutiques ont été mis en place dans les dernières décennies et ont permis de réaliser des ingressions efficaces. Les dispositifs et les effets de cette thérapeutique sur les hyperdivergents adultes sont étudiés à l'aide d'une revue systématique de la littérature.

Titre et résumé en anglais:

Interest of molar intrusion to treat adults with skeletal open-bite : systematic revue of the litterature.

Skeletal open-bite has long been considered as the most complicated skeletal dysmorphose to treat in orthodontie, the ideal goal being the posterior intrusion. The difficulties increase in adult patients, without growth doing an « relative intrusion ». After using different orthodontics techniques, some new treatments appears last decades and allowed de realise real intrusion. The tools and the effects of these treatments on hyperdivergent adults are studied in a systematic revue of the litterature.

Discipline administrative: Orthopédie-dento-faciale

MOTS-CLES: Hyperdivergence, ingression, molaire, adulte.

Intitulé et adresse de l'UFR :

Faculté de chirurgie dentaire
3 chemin des Maraîchers
31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Docteur Patricia OBACH-DEJEAN