

UNIVERSITÉ DE LILLE

UFR3S – DEPARTEMENT ODONTOLOGIE

[Année de soutenance : 2025]

N°:

THÈSE POUR LE THÈSE POUR LE

DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 26 SEPTEMBRE 2025

Par Eléonore DESPLANQUES

AVANTAGES DE LA PRÉPARATION ORTHODONTIQUE PRÉ-CHIRURGICALE À L'AIDE
D'ANCRAGES OSSEUX TEMPORAIRES D'UNE CLASSE II.1 PAR RÉTROGNATHIE
MANDIBULAIRE

JURY

Président : Professeure Caroline DELFOSSE

Assesseurs : Docteure Céline CATTEAU
Docteure Cécile OLEJNIK
Docteur Louis MÉRESSE

Président de l'Université : Pr. R. BORDET

Directrice Générale des Services de l'Université : A.V. CHIRIS FABRE

Doyen UFR3S : Pr. D. LACROIX

Directrice des Services d'Appui UFR3S : A. PACAUD

Vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie : Pr. C. DELFOSSE

Responsable des Services : L. KORAÏCHI

Responsable de la Scolarité : V MAURIAUCOURT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE

PROFESSEUR DES UNIVERSITES EMERITE

E DEVEAUX Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

K. AGOSSA Parodontologie

P. BOITELLE **Responsable du département de Prothèse**

T. COLARD Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

C. DELFOSSE **Vice doyen du département facultaire UFR3S-Odontologie**
Odontologie Pédiatrique
Responsable du département d'Orthopédie dento-faciale

L ROBBERECHT **Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie**

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale
F. BOSCHIN	Parodontologie
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
C. DENIS	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Responsable du Département de Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
H PERSOON	Dentisterie Restauratrice Endodontie (maître de conférences des Universités associé)
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. SAVIGNAT	Responsable du Département de Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Prothèses
R. WAKAM KOUAM	Prothèses
<u>PRATICIEN HOSPITALIER et UNIVERSITAIRE</u>	
M BEDEZ	Biologie Orale

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury,

Madame la Professeure Caroline DELFOSSE

Professeure des Universités – Praticien Hospitalier
Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire
Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)
Habilitation à Diriger des Recherches (Université Clermont Auvergne)

Diplôme d'Etudes Approfondies Génie Biologie & Médical - option Biomatériaux
Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales
Diplôme d'Université « Sédation consciente pour les soins bucco-dentaires »
Diplôme d'Université « Gestion du stress et de l'anxiété »
Diplôme d'Université « Compétences cliniques en sédation pour les soins dentaires »
Diplôme Inter Universitaire « Pédagogie en sciences de la santé »

Formation Certifiante en Education Thérapeutique du Patient

Vice doyen du Département facultaire UFR3S-Odontologie – Lille

Responsable du Département d'Orthopédie dento-faciale

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter de présider mon jury de thèse et pour cela je vous en suis reconnaissante.

Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de mon respect.

Madame le Docteur Céline CATTEAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université d'Auvergne

Master II Recherche « Santé et Populations » - Spécialité Evaluation en Santé & Recherche Clinique - Université Claude Bernard (Lyon I)

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales (Lille2)

Formation à la sédation consciente par administration de MEOPA pour les soins dentaires (Clermont-Ferrand)

Formation certifiante « concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient » (CERFEP Lille)

Adjoint au vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie - Lille

Responsable du Département Prévention et Epidémiologie, Economie de la Santé et Odontologie Légale

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans mon jury de thèse.

Je tiens également à vous remercier pour les moments où j'ai eu la chance de travailler avec vous, notamment dans le cadre des urgences. Je retiendrai votre rigueur et votre investissement auprès des étudiants.

Retrouvez mes sincères remerciements et l'assurance de ma profonde reconnaissance.

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département Biologie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Odontologie de l'Université de Lille2

Responsable du Département de Biologie Orale
Chargée de mission PASS – LAS

Vous me faites l'honneur de faire partie de ce jury de thèse.

Je tiens à vous remercier de vous être rendue disponible pour pouvoir être présente aujourd'hui. Je tiens à vous remercier également pour les moments d'échange dans le cadre des urgences.

Retrouvez mes sincères remerciements et l'assurance de ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Docteur Louis MÉRESSE

Chef de Clinique des Universités – Assistant Hospitalier
Section Développement, Croissance et Prévention
Département Orthopédie Dento-Faciale

Docteur en chirurgie dentaire
Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale

Je te suis reconnaissante d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse.

Je te remercie pour ton implication et le temps que tu as consacré à la correction de ce travail. Je te remercie également pour ta présence durant mes années à Lille, pour l'accueil en 1^{ère} année d'internat et pour ton enseignement ensuite.

Retrouve ici mes sincères remerciements et l'assurance de ma profonde reconnaissance.

*Je tiens à remercier le **Docteur Foumou, Pauline, Louis, Vincent, PAC, Lutfi, Claire, Anne-Julie, Laetitia** pour votre investissement auprès de nous. C'est grâce à votre implication que la formation lilloise a pu perdurer. Merci beaucoup pour votre temps et votre partage de connaissances, je vous en suis très reconnaissante.*

Je dédie cette thèse ...

Table des matières

<i>Introduction :</i>	15
1. <i>Rappels</i>	16
1.1 La classe II squelettique :	16
1.2 La classe II dentaire d'Angle	17
1.3 Les compensations dento-alvéolaires.....	18
1.4 Objectifs de traitement	18
1.4.1 Objectifs de la préparation orthodontique :.....	19
2. <i>Les moyens de décompensation :</i>.....	22
2.1 Les moyens conventionnels de décompensation de la classe II..	23
2.1.1 Extractions de prémolaires :.....	23
2.1.2 Réduction amélaire inter-proximale mandibulaire = Stripping	25
2.1.3 Tensions Inter Arcades de classe III :	26
2.1.4 Extraction d'une incisive mandibulaire.....	28
2.1.5 Limiter la version incisive durant la préparation orthodontique.....	29
2.2 Décompensation à l'aide d'un ancrage temporaire osseux	30
2.2.1 Généralités	30
2.2.2 Choix du site d'insertion	31
2.2.3 Contre indications et risques des ancrages osseux	32
2.2.4 Avantages des ancrages osseux temporaires :	34
2.2.5 Ancre alvéolaire par mini vis.....	35
2.2.6 Ancrages extra alvéolaires.....	40
<i>Conclusion.....</i>	57
3. <i>Présentation d'un cas clinique : Nolann D.</i>	59
3.1 Diagnostic clinique	59
3.1.1 Examen exo-buccal	59
3.1.2 Examen endo-buccal.....	60
3.2 Diagnostic radiographique	61
3.3 Discussion :	62
3.4 Réalisation du cas	63
<i>Table des figures</i>	67
<i>Table des tableaux</i>	69
<i>Bibliographie</i>	70

INTRODUCTION :

La croissance mandibulaire se termine vers 15 ans chez les filles (dans 98% des cas) et 17 ans chez les garçons (1). Lorsqu'il n'existe plus de potentiel de croissance, la correction de la dysmorphose squelettique devient impossible sans avoir recours à une chirurgie orthognathique.

Dans la majorité des cas, une préparation orthodontique précède la chirurgie afin de décompenser la malocclusion. En effet, au cours de l'établissement de la denture, des compensations dento-alvéolaires s'installent pour pallier au décalage sagittal squelettique. La décompensation orthodontique va aggraver la malocclusion dans la dimension sagittale afin d'obtenir une correction optimale de la dysmorphose squelettique lors de la phase chirurgicale.

Durant de nombreuses années les moyens « conventionnels » ont permis de gérer au mieux la préparation orthodontique. Cependant, depuis l'arrivée des ancrages temporaires osseux, de nouveaux mouvements autrefois difficiles à réaliser sont maintenant possibles. C'est le cas par exemple de la distalisation mandibulaire.

Le premier cas de distalisation mandibulaire est publié en 1985 par Fitzpatrick (2). Il s'agit d'un cas où le recul molaire est souhaité afin de pouvoir mettre en place une prémolaire mandibulaire. Une plaque d'ostéosynthèse est posée lors de l'avancée mandibulaire et afin d'avoir accès à cet ancrage, un fil d'ostéosynthèse transgingival relie la plaque au système de traction. La traction distale de la 1^{ère} molaire mandibulaire se fait par une chainette élastique accrochée au fil d'ostéosynthèse.

Aucun autre article concernant la distalisation mandibulaire par ancrage osseux n'est de nouveau publié avant 2004, date à laquelle Sugawara étudie le traitement de camouflage des classe III (3). De nombreux articles concernant le traitement de camouflage des classes III seront publiés dans les années suivantes mais c'est seulement en 2009 que Marinetti introduit l'utilisation de ces ancrages pour décompenser les classes II traitées par un protocole ortho-chirurgical (4).

Nous proposons par ce travail de réaliser un bilan actuel des connaissances concernant la préparation orthodontique lors d'une prise en charge ortho-chirurgicale des patients présentant une classe II squelettique par rétrognathie mandibulaire associée à une classe II.1 dentaire.

Dans un premier temps les moyens conventionnels seront présentés avec leurs avantages et inconvénients afin de pouvoir les comparer aux nouvelles options thérapeutiques que constituent les ancrages osseux temporaires.

Il existe différents ancrages osseux qui permettent d'obtenir une décompensation de la classe II, il sera donc intéressant d'étudier les avantages et inconvénients de chacun.

1. RAPPELS

La classe II est l'**anomalie sagittale** la plus fréquente représentant 60% des malocclusions (5). Il s'agit d'une dysmorphose dans la dimension sagittale qui peut être d'étiologie :

- **squelettique** : décalage des bases osseuses,
- **alvéolo-dentaire** : décalages entre les arcades dentaires,
- **les deux combinées.**

1.1 La classe II squelettique :

La classe **II squelettique**, de **Ballard**, quantifie le décalage squelettique des **bases osseuses** maxillaire (point A) et mandibulaire (point B) dans la dimension sagittale, grâce à une analyse céphalométrique où $\text{ANB} > 4^\circ$. Cela peut traduire :

- Une prognathie maxillaire, si $\text{SNA} > 84^\circ$;
- Une rétrognathie mandibulaire, si $\text{SNB} < 78^\circ$, cas le plus fréquent (5) ;
- Une prognathie maxillaire associée à une rétrognathie mandibulaire, si $\text{SNA} > 84^\circ$ et $\text{SNB} < 78^\circ$.

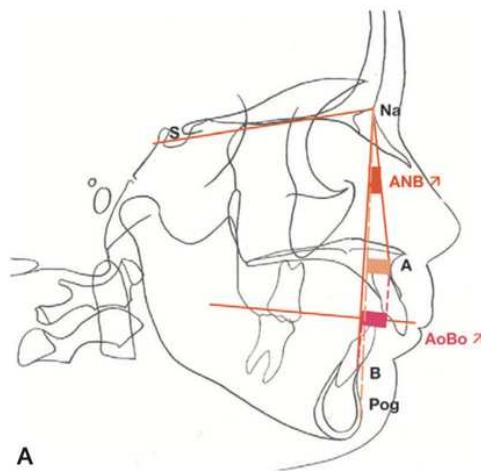


Figure 1 : Tracé céphalométrique d'une classe II (6). S : centre de la selle turcique ; N : point nasion ; A : point le plus déclive du rebord antérieur du maxillaire ; B : point le plus déclive du rebord antérieur de la mandibule ; SNA : position sagittale du maxillaire par rapport à la base du crâne ; SNB : position sagittale de la mandibule par rapport à la base du crâne

Du fait du décalage squelettique, un profil convexe est fréquemment retrouvé, associé à une mandibule rétruse, une rétrogénie et une distance cervico-mentonnier diminuée.



Figure 2 : Photographie exo-buccale de profil d'un patient en classe II squelettique - iconographie personnelle

1.2 La classe II dentaire d'Angle

La Classe **II dentaire**, classe **II d'Angle**, est définie comme une occlusion distale de plus d'une demi-cuspide vestibulaire de la première molaire mandibulaire par rapport à la première molaire maxillaire de chaque côté, ce qui oblige les autres dents à se placer dans la même relation. (SFODF)

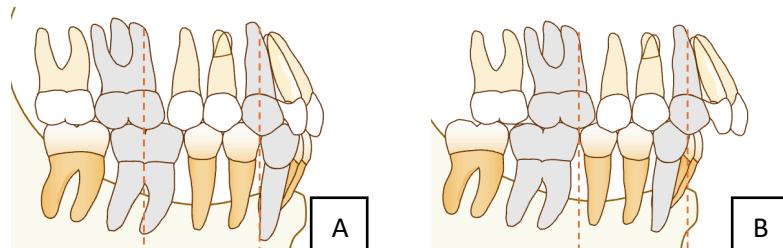


Figure 3 : Schémas personnels illustrant la classification d'Angle : classe I (A) et classe II (B)

Il existe 2 divisions de la classe II. La classe II division 1 correspond à une classe II dentaire associée à une proalvéolie des incisives maxillaires. Tandis que dans la classe II division 2 sera associée une version palatine des incisives centrales maxillaires, parfois accompagnées des incisives latérales.

Dans ce travail seul le traitement de la classe II.1 sera envisagé.



Figure 4 : Photographies d'une classe II.1 (A) et d'une classe II.2 (B) – iconographies personnelles

1.3 Les compensations dento-alvéolaires

Du fait de cette anomalie sagittale, des **compensations dento-alvéolaires** apparaissent dans les 3 dimensions afin de réduire, compenser ce décalage (1).

- Dans la dimension Transversale, une **endoalvéolie maxillaire** est fréquente :

Les procès alvéolaires maxillaires convergent et ont une orientation palatine. L'arcade maxillaire apparaît étroite.

- Dans la dimension Verticale, une **supraclusion incisive** peut apparaître :

L'absence de contact entre les dents antérieures antagonistes (dû au surplomb) entraîne l'égression des incisives maxillaires et/ou mandibulaires. La supraclusion peut être masquée par une proversion incisive.

- Dans la dimension Sagittale, il existe une **proalvéolie incisive**.

Afin de diminuer le décalage sagittal existant, les incisives mandibulaires se vestibulo-versent, afin de retrouver des contacts dentaires avec les dents antagonistes. La courbe de Spee est accentuée. S'il y a une absence de diastème, il est possible de conclure à une mésialisation de l'arcade mandibulaire.



Figure 5 : Iconographie personnelle illustrant les compensations de la dimension transversale et verticale

1.4 Objectifs de traitement

Nos objectifs finaux de traitement vont être :

- **Squelettique** : obtenir **une classe I de Ballard**.

En l'absence de potentiel de croissance, la correction sagittale de la position mandibulaire ne peut être corrigée que par un repositionnement **chirurgical**.

- **Dentaire** :

→ Obtenir une **classe I molaire et canine**. Elle correspond à l'occlusion physiologique et permet le bon fonctionnement de l'appareil manducateur grâce à un **guide incisif et une protection canine fonctionnels**.

→ Obtenir un **repositionnement idéal des incisives mandibulaires** et maxillaires dans un environnement physiologique. C'est à dire dans l'enveloppe osseuse alvéolaire (symphyse mentonnière) en respectant l'environnement parodontal ainsi que la zone d'équilibre neuro-musculaire (7). Le repositionnement incisif permettra également de diminuer le risque de traumatisme dentaire.

→ Obtenir une harmonisation des relations **transversales**, le maxillaire doit circonscrire la mandibule.

→ Obtenir une harmonisation des relations **verticales, avec un recouvrement d'environ 2 mm.**

- **Fonctionnel :**

Obtenir la **normalisation des fonctions, la suppression des parafonctions et des dysfonctions**. Si une rééducation est nécessaire, celle-ci devra avoir lieu avant et après la chirurgie afin d'établir un nouvel équilibre neuro-musculo-squelettique et ainsi éviter toute récidive (8).

- **Esthétique :**

Améliorer l'esthétique facial parfois disgracieux dans les cas de classe II sévère. Cela peut également avoir un impact **psychologique** bénéfique sur le patient.

- **Stabilité à long terme**

La normalisation des positions squelettique et dentaire permet d'augmenter la stabilité à long terme de notre traitement (8).

1.4.1 Objectifs de la préparation orthodontique :

La préparation orthodontique a pour objectif de **lever toutes les compensations alvéolo-dentaires** existantes (9) afin de pouvoir corriger le décalage squelettique en totalité. En effet, la **préparation conditionne la quantité de l'avancée chirurgicale mandibulaire**, la position de blocage des mâchoires et ainsi la réussite finale occlusale, fonctionnelle et esthétique de notre traitement (8).

- **Dans la dimension transversale :**

La préparation orthodontique doit assurer une bonne **coordination intra-arcade** par l'alignement dentaire, la correction des rotations et de l'encombrement.

Elle doit aussi assurer une bonne **coordination inter-arcades** : le maxillaire doit circonscrire la mandibule lorsque les modèles sont repositionnés en classe I (simulation de la chirurgie). L'orthodontiste doit s'assurer qu'il n'existe pas de dysharmonie transversale et que la dimension transversale inter canine est suffisante afin d'obtenir un recouvrement incisif maximal en occlusion chirurgicale.

La dysharmonie transversale correspond à la différence entre deux distances, celle entre les cuspides mésio-palatines des 1^{ères} molaires maxillaires et celle entre les fosses centrales des 1^{ères} molaires mandibulaires (10).

- Dans la dimension **verticale** :

La préparation orthodontique a pour objectif de **lever la supracclusion** afin de ne pas limiter l'avancée mandibulaire. Cependant, certains auteurs modèrent l'importance de la correction alvéolo-dentaire du sens vertical en fonction de la typologie verticale squelettique du patient. En effet, chez un patient présentant une classe II squelettique dans un contexte vertical hypodivergent, le nivellation pourra être effectué après la chirurgie afin d'augmenter la hauteur de l'étage inférieur (11).

- Dans la dimension **sagittale** :

L'objectif est « **d'aggraver** » le **décalage dentaire** : classe canine, molaire et surplomb. En fin de préparation le décalage dentaire doit correspondre au décalage squelettique. L'occlusion sert de guide au repositionnement chirurgical, une décompensation optimale permettra donc une correction squelettique idéale.

La décompensation sagittale nécessite également la normalisation de la **position et de l'axe de l'incisive mandibulaire** dans la symphyse osseuse (8). En effet, le repositionnement de l'incisive va avoir plusieurs impacts :

- Un impact sur le repositionnement chirurgical :

Le repositionnement de l'incisive détermine la quantité de correction squelettique lors de la chirurgie. Un repositionnement incisif optimal permet d'augmenter le surplomb et de corriger en totalité la rétrognathie mandibulaire, évitant parfois d'avoir recours à une génioplastie (12). A l'inverse si la compensation de l'incisive mandibulaire persiste, le geste chirurgical sera limité par le contact des incisives antagonistes.

- Un impact esthétique :

La correction de l'axe incisif va avoir un impact positif sur l'esthétique du profil en diminuant la proversion de la lèvre inférieure (13). De plus, la correction du décalage squelettique en totalité permet d'obtenir un profil général et sous nasal plus harmonieux.

- Un impact fonctionnel :

La correction de l'axe incisif permet le bon fonctionnement de l'appareil manducateur durant la mastication grâce un guide incisif ainsi qu'un angle inter-incisif fonctionnel : $135^\circ \pm 5^\circ$ (Tweed) (14).

- Un impact parodontal (7) :

Le but de notre traitement orthodontique est de retrouver une occlusion physiologique et pérenne. Il est donc indispensable que la position finale de l'incisive mandibulaire soit au centre de la symphyse, entourée du parodonte afin d'éviter l'apparition de futures récessions.

L'incisive maxillaire ne nécessite pas d'avoir une position idéale avant la chirurgie. En effet en cas de proversion incisive associée à des diastèmes, la rétraction incisive pourra se faire après la chirurgie afin de ne pas limiter le geste chirurgical.

Afin de garantir la stabilité du calage et du blocage intermaxillaires, l'obtention d'au minimum un contact tripodal ainsi que l'absence d'interférence dentaire lors du repositionnement chirurgical sont nécessaires.

Une fois la décompensation réalisée, la **dysmorphose est aggravée**, il est donc impératif de prévenir le patient du préjudice esthétique possible durant la phase de préparation orthodontique.



Figure 6 : Photographies exo-buccales de profil, avant traitement (A), après décompensation (B)(4)

2. LES MOYENS DE DECOMPENSATION :

Le choix du moyen de décompensation de la classe II va principalement résulter de l'importance de la **Dysharmonie Dento-Arcade** (DDA) existante. La dysharmonie dento-arcade correspond à la disproportion de volume entre les dents et les bases osseuses. Elle se calcule à la **mandibule** par l'addition :

- **De l'encombrement, indice de Nance :**

Il se calcule sur les modèles d'étude, de la face mésiale de 36 à la face mésiale de 46 et correspond à l'espace disponible (périmètre d'arcade) moins l'espace nécessaire (somme des diamètres mésio-distaux des dents). La valeur sera exprimée en millimètres. Si elle est **négative** cela signifie qu'il **manque de l'espace**.

$$\text{Indice de Nance} = \text{ED} - \text{EN}$$

- **Du nivellation de la courbe de Spee, indice de Baldridge :**

Il se calcule sur les modèles d'étude et correspond à la flèche de la courbe de Spee droite et gauche divisé par 2 moins 0,5. **L'aplatissement de la courbe de Spee consomme de l'espace**, ce qui donne une valeur **négative**.

$$\text{Indice de Baldridge} = (\text{profondeur de la courbe de Spee D+G}) / 2 - 0,5$$

- **Du repositionnement incisif mandibulaire :**

Il se calcule sur une téléradiographie de profil après avoir effectué un tracé céphalométrique. **L'angle IMPA** (Incisor Mandibular Plane Angle) correspond à l'angle entre le plan mandibulaire et l'axe de l'incisive mandibulaire. Sa valeur idéale varie en fonction de la typologie verticale du patient.

Si le patient est normodivergent ($22^\circ < \text{FMA} < 28^\circ$), le FMIA idéal (Frankfort-Mandibular Incisor Angle) est de 68° . Le FMIA correspond à l'angle incisif dans le schéma facial.

L'IMPA idéal se calcul à partir du triangle de Tweed : $\text{FMA} + \text{FMIA} + \text{IMPA} = 180^\circ$. Il a donc pour valeur norme $87^\circ \pm 3^\circ$.

Si le patient est hyperdivergent ($\text{FMA} > 28^\circ$), le FMIA idéal est de 65° . Il faut calculer l'IMPA idéal avec la valeur du FMA correspondant.

Si le patient est hypodivergent ($\text{FMA} < 22^\circ$), IMPA ne doit pas dépasser 92° .

Le repositionnement incisif est également exprimé en millimètre. Il est reconnu qu'un degré de repositionnement est égal à 0,8 millimètre d'espace consommé. Si l'incisive est **vestibulo-versée**, la valeur est **négative**, car le redressement de son axe va consommer de l'espace.

Lorsqu'une **DDA totale négative est obtenue**, cela signifie qu'il existe un **excès dentaire** par rapport à la taille des bases osseuses, on parle également de macrodontie relative.

Afin de décompenser la classe II, il va falloir :

- Gérer l'encombrement : diminuer l'espace nécessaire et/ou augmenter l'espace disponible
- Gérer la position l'incisive durant les phases d'alignement et de nivellation

2.1 Les moyens conventionnels de décompensation de la classe II

2.1.1 Extractions de prémolaires :

Les avulsions de prémolaires sont indiquées dans les cas de **Dysharmonie Dent-Arcade sévère**, c'est-à-dire supérieure à 8 millimètres. Elles permettront un gain d'espace d'environ 15 millimètres par arcade.

L'avulsion de quatre prémolaires **saines** apparaît comme un **acte invasif et mutilant** pouvant être source **d'anxiété et de stress** chez certains patients (15). De plus, ajoutées à la chirurgie d'avancée mandibulaire le patient perçoit cela comme « **une double peine** ». Il est parfois difficile de faire comprendre leur nécessité, cependant il est important d'expliquer que ce **gain d'espace** rend possible la correction de la DDA dans le respect de l'environnement alvéolo-dentaire.

Quelles prémolaires extraire ?

Pour rappel les objectifs de la préparation orthodontique pré-chirurgicale sont de :

- **Résoudre l'encombrement** : diminution de l'espace nécessaire grâce aux avulsions de prémolaires ;
- **Aggraver la malocclusion** : par mésialisation des secteurs postérieurs de l'arcade maxillaire et une distalisation du secteur antérieur de l'arcade mandibulaire ;
- **Redresser l'axe de l'incisive mandibulaire**, rendu possible par la distalisation du secteur antérieur mandibulaire.

Afin de répondre à ces objectifs et de faciliter la préparation orthodontique en gérant au mieux l'ancrage lors de la fermeture des espaces d'extraction, les prémolaires le plus couramment extraites dans le **traitement ortho-chirurgical** sont les **deuxièmes prémolaires maxillaires et les premières prémolaires mandibulaires** (15/25/34/44).

Rappel : Trinôme de Nevreze :

RS : Résistance Stable, élément qu'on ne souhaite pas voir se déplacer

RM : Résistance Mobile, élément que l'on souhaite déplacer

FM : Force Mobile, force qui va permettre le déplacement des résistances.

- Dans le cas où RS = RM :
 - Si FM < RS + RM : pas de déplacement
 - Si FM > RS + RM : déplacement égal de RS et RM
- Dans le cas où RS > RM :
 - Si FM > RS > RM : déplacement double mais inégal, plus important de RM
 - Si RS > FM > RM : seul RM se déplace
- Dans le cas où RM > RS
 - Si RM > RS > FM : pas de déplacement
 - RM > FM > RS : seul RS se déplace = perte d'ancrage

L'avulsion des prémolaires va entraîner la constitution d'un groupe antérieur et d'un groupe postérieur sur chaque arcade.

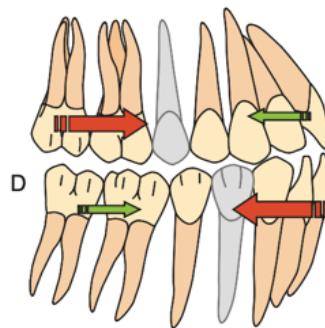


Figure 7 : Illustrations des extractions lors d'un traitement ortho-chirurgical de classe II (14)

Au maxillaire, la résistance stable correspond au groupe antérieur, et la résistance mobile au groupe postérieur. La somme des valeurs d'ancrages des 4 molaires maxillaires est inférieure à la somme des valeurs d'ancrages des premières prémolaires, canines et incisives maxillaires (16). La première prémolaire permet de renforcer l'ancrage du groupe antérieur afin d'être dans la situation où $FM > RS > RM$. Ceci implique un déplacement des deux résistances mais une faible distalisation du groupe antérieur et une perte d'ancrage du groupe postérieur.

A la mandibule, la résistance mobile correspond au groupe antérieur, et la résistance stable au groupe postérieur. La somme des valeurs d'ancrages des premières et deuxièmes molaires et des deuxièmes prémolaires mandibulaires est supérieure à la somme des valeurs d'ancrage de la canine et des incisives mandibulaires. Il s'agit à nouveau de la situation où $FM > RS > RM$; mais cette fois-ci il résulte une très faible perte d'ancrage à la mandibule et une distalisation importante du groupe antérieur dû à un delta plus important entre les deux groupes. La distalisation du groupe antérieur permet un bon repositionnement de l'incisive mandibulaire (16).

La fermeture des espaces d'extractions entraîne un **allongement de la durée du traitement** ainsi qu'une **fréquence augmentée** des rendez-vous. Il est donc intéressant de **planifier et coordonner** les extractions avec le dentiste afin de pouvoir bénéficier du **phénomène d'accélération régionale** (17).

Pour des raisons **esthétiques**, les deuxièmes prémolaires maxillaires seront préférentiellement avulsées étant de plus petites tailles. Le choix de conserver les premières prémolaires permet une meilleure continuité esthétique entre la taille de la canine et de la première molaire ainsi qu'une ligne des collets plus harmonieuse (18).

2.1.2 Réduction amélaire inter-proximale mandibulaire = Stripping

La réduction amélaire interproximale vise initialement à corriger une **Dysharmonie Dento-Dentaire** (DDD). La DDD est calculée par l'indice de Bolton, qui donne une indication sur l'excès de taille des dents d'une arcade par rapport à l'autre. Elle peut être d'origine antérieure ou générale.

Le stripping peut aussi être réalisé lorsqu'il existe une **DDA faible ou modérée** associée à une **divergence des faces proximales accentuées**. L'**harmonisation de la forme et des proportions** dentaires ainsi que la **diminution** des **triangles noirs** par l'apicalisation du point de contact permet un gain d'espace jusqu'à **6 millimètres** et améliore l'**esthétique global** du sourire (19). Afin de ne pas avoir **d'impact négatif sur la morphologie** des dents il est important de ne **pas dépasser 0,2mm** de stripping par face (20). Dans le cas de dents très triangulaires, la quantité de stripping peut aller jusqu'à 8 millimètres par arcade.

En l'absence de DDD initiale la réduction amélaire inter-proximale n'est pas indiquée et risque de créer une **dysharmonie dento-dentaire**. Cela va également avoir un impact esthétique négatif par diminution du diamètre mésio-distal de dents n'ayant pas de défaut morphologique, entraînant des dents très rectangulaires et longues.

Le stripping a pour principal avantage de permettre un **gain d'espace** par diminution de l'espace nécessaire en étant **peu invasif**. Cependant cet acte n'en reste pas moins **irréversible**. La réalisation d'un set up, va ainsi permettre de s'assurer de la bonne indication et de prévisualiser avec précision la quantité et la localisation de l'espace gagné. De plus, il est nécessaire de réaliser des radiographies rétroalvéolaires afin de s'assurer que les dents présentent une épaisseur d'émail suffisante. Un protocole strict avec une phase de polissage et un matériel adapté sont nécessaires pour ne pas être iatrogène.

Il existe cependant quelques contre-indications à la réalisation du stripping :

- **DDA supérieure à 6mm.** Le gain d'espace disponible sera insuffisant par rapport à l'espace nécessaire, il est donc préférable de se tourner vers un autre moyen thérapeutique.
- Les **pathologies amélaires** (hypoplasie). La faible dureté de l'émail rend le stripping complexe, de plus cela risque d'abimer davantage l'émail (19).
- La **cariosceptibilité et l'hypersensibilité**. Les avis divergent entre certains auteurs. En effet Sorel (21) contre indique le stripping en cas d'une mauvaise hygiène bucco-dentaire ou des restaurations multiples afin de ne pas augmenter la rugosité amélaire et donc la rétention de plaque. A l'inverse, Zaccrisson publie un article (22), où il étudie le risque iatrogène lié au stripping avec un recul de 10 ans. Il ne retrouve pas d'augmentation de la cariosceptibilité ou d'hypersensibilité ; pas d'apparition de pathologie parodontale (saignement au sondage, poches parodontales, récessions) ni d'augmentation de la proximité radiculaire.

2.1.3 Tractions Inter Arcades de classe III :

Les systèmes de tractions inter arcades (TIA) de classe III correspondent à des élastiques portés de la canine mandibulaire à la molaire maxillaire.

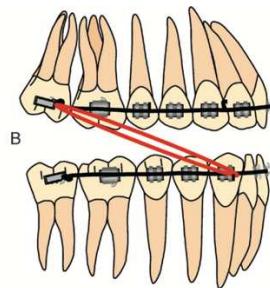


Figure 8 : Tensions inter arcades de classe III (14)

Ils sont utilisés lorsqu'il existe une **proversion de l'incisive inférieure** associée à un **faible encombrement mandibulaire** et une **version palatine des incisives maxillaires**.

Grâce aux TIA, l'expansion antérieure de l'arcade mandibulaire est limitée. En effet la traction postérieure des élastiques permet de ne pas aggraver voir corriger la **proversion des incisives mandibulaires** durant les phases d'alignement et de nivellation.

Il s'agit d'une mécanique **inter-arcades**, ce qui entraîne l'apparition **d'effets parasites** à l'arcade **maxillaire**. Une **mésialisation de l'arcade maxillaire**, une **égression des molaires maxillaires** et une **vestibulo-version des incisives maxillaires** sont observées. De ce fait, si le patient présente une **proversion incisive maxillaire**, il est contre-indiqué d'utiliser les TIA de classe III afin de ne pas l'aggraver.



Figure 9 : Décompensation mandibulaire par Tensions Inter-Arcades de classe III (23)

Les effets des tractions inter-arcades de classe III utilisés pour décompenser les classes II squelettique ont été étudiés sur 10 patients (24). Les résultats montrent un **repositionnement incisif de 6,2°** en moyenne, **aucun mouvement de recul de la molaire mandibulaire** ainsi qu'une **proversion de l'incisive maxillaire de 10°**. Pour rappel le but de la décompensation est de redresser l'axe incisif mandibulaire pour permettre une avancée mandibulaire maximale lors de la chirurgie. L'utilisation des TIA de classe III permet donc une bonne préparation orthodontique pré-chirurgicale de l'arcade mandibulaire s'il existe uniquement une proversion incisive mandibulaire. En cas de nécessité de recul de l'arcade mandibulaire pour obtenir un décalage dentaire équivalent au décalage squelettique, les tractions inter-arcades ne permettront pas de résoudre le problème.

Une rotation anti horaire du plan d'occlusion va également avoir lieu par **égression des incisives mandibulaires, ingestion des molaires mandibulaires et égression des molaires maxillaires**. Pour rappel, le centre de résistance (CR) de l'arcade mandibulaire se trouve entre la 2^e prémolaire mandibulaire et la 1^{ère} molaire mandibulaire, au 1/3 de la hauteur radiculaire (25). La ligne d'action de la force engendrée par les TIA de classe III, passe **au-dessus** du centre de résistance ce qui explique cette bascule du plan d'occlusion. Plus le moment est important plus il existe d'effets parasites verticaux.

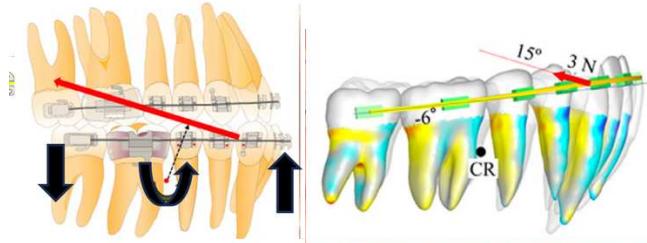


Figure 10 : Centre de résistance de l'arcade mandibulaire et effets des TIA de classe III (23)

Toutefois, pour espérer avoir un effet, les élastiques doivent être portés la majorité de la journée et de la nuit. Cette technique nécessite donc une **importante coopération** de la part du patient, qui n'est malheureusement pas souvent au rendez-vous.

2.1.4 Extraction d'une incisive mandibulaire

Le plus souvent l'extraction d'une incisive mandibulaire correspond à une solution de **compromis** chez l'adulte (26). Elle représente une solution thérapeutique très controversée.

Elle est indiquée dans les cas d'un **encombrement mandibulaire antérieur** associé à un **indice de Bolton Antérieur augmenté**. L'extraction sera envisagée uniquement si la Dysharmonie Dento-Dentaire Antérieure ne peut **pas être corrigée par stripping** et si elle est comprise entre 4 et 6 millimètres, ce qui correspond au diamètre mésio-distal d'une incisive (27).

L'avulsion d'une incisive peut aussi être envisagée dans le cas où il existe une DDD associée à un **pronostic défavorable** d'une incisive : lésion carieuse, pathologie péri apicale ou parodontale (28).

Même si cette solution thérapeutique est à envisager que dans de **rares cas**, elle permet tout de même de résoudre l'encombrement antérieur mandibulaire ainsi que de corriger la version des incisives inférieures. De plus l'avulsion d'une seule incisive mandibulaire apparaît comme **moins traumatique** par rapport à l'avulsion de quatre prémolaires et le temps de fermeture d'espace sera diminué. Il est toutefois important de rappeler que cela ne **permet pas de corriger la mésialisation compensatrice** de l'arcade mandibulaire. Le décalage dentaire et squelettique ne seront donc pas équivalents, ce qui peut limiter l'avancée chirurgicale de la mandibule.

L'indication d'une telle thérapeutique est limitée et une mauvaise application aura de nombreuses conséquences. En effet l'avulsion d'une incisive va entraîner dans la dimension transversale une **diminution de la distance inter-canines** mandibulaires. De ce fait les contacts canins vont être diminués et la **protection canine perturbée** (29). Dans la dimension verticale, la création d'une DDD va entraîner une **récidive** plus importante de la supraclusion due à l'ouverture de l'angle inter incisif. Dans la dimension sagittale, le guidage antérieur sera dysfonctionnel dû à un **surplomb résiduel**. La symétrie d'arcade sera également perturbée et les milieux incisifs non alignés. Tous ces éléments vont conduire à une **occlusion moins stable** lors du repositionnement chirurgical et lors de la phase de contention.

2.1.5 Limiter la proversion incisive durant la préparation orthodontique

Il est possible de limiter la proversion incisive lors de la préparation orthodontique par :

- Le choix des arcs :

Afin de contrôler la vestibulo-version incisive durant les premières phases du traitement, l'utilisation d'arcs rectangulaires de forte section .020 x .020 ou .019 x .025 assure la gestion du torque. Ces arcs devront être des NiTi **bioforces** afin de délivrer des **forces faibles et constantes** (7).

- La prise en compte de la typologie verticale du patient :

Chez un patient **hypodivergent** avec un menton proéminent présentant une courbe de Spee accentuée et une supraclusion, il peut être plus intéressant de niveler l'arcade **après** la chirurgie d'avancée mandibulaire.

L'avancée mandibulaire chirurgicale est associée à un mouvement de **rotation horaire** de la mandibule ce qui permet de **corriger la supraclusion** et d'améliorer l'esthétique du profil par **diminution de la projection du menton et augmentation de la hauteur de l'étage inférieur** (11).

En l'absence de niveling pré-chirurgical, le repositionnement mandibulaire est permis grâce à un contact tripodal uniquement. Après la chirurgie il n'existe pas de surplomb antérieur résiduel (limitant la proversion incisive mandibulaire) et des béances persistent dans les secteurs latéraux. La courbe de Spee va se niveller rapidement par égression des prémolaires grâce à un phénomène d'accélération régional observé après une chirurgie.

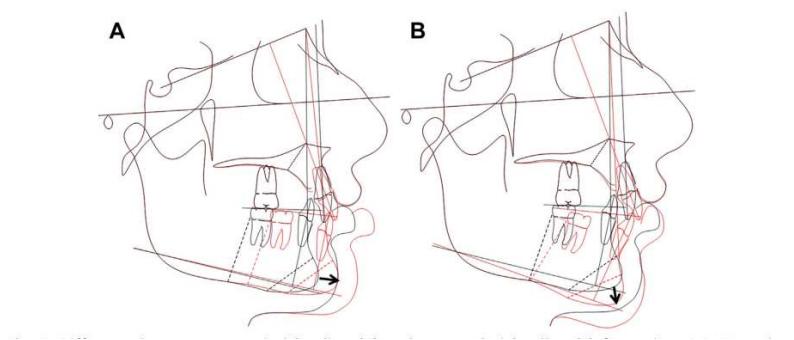


Figure 11 : impact esthétique entre un niveling pré-chirurgical (A) et post-chirurgical (B) chez un patient hypodivergent (11)

2.2 Décompensation à l'aide d'un ancrage temporaire osseux

2.2.1 Généralités

Ancrage (définition issu du dictionnaire Le Robert): action ou manière d'ancrer, **d'attacher à un point fixe.**

L'ancrage : en mécanique orthodontique, procédé ou dispositif qui, dans un système de forces réciproques s'exerçant entre 2 points, assure une stabilité suffisante pour l'un des deux (mini vis, plaque d'ancrage, vis d'ancrage) (30).

L'ancrage peut être utilisé de deux manières différentes :

- **Ancrage indirect :**

Le **système d'ancrage renforce l'ancrage d'une dent** grâce à une **ligature métallique toronnée** (rigide). Cette **dent** sera elle-même **support de la distalisation**.

- **Ancrage direct :**

Le système de traction est **directement** relié entre l'ancrage osseux et la dent ou l'arc orthodontique.

Selon Thébault et al (31), un ancrage osseux à visée orthodontique doit répondre à des critères. Sa mise en place et son usage doivent être **simples**. La pose de l'ancrage est un succès lorsqu'il existe une bonne **stabilité primaire** et permet une **mise en charge immédiate**. En effet dès lors que l'ancrage est **mobile** ou qu'il ne peut être utilisé jusqu'à la fin du traitement orthodontique, c'est un **échec**. L'ostéo-intégration n'est pas recherchée, ce qui facilite la **dépose**. Les ancrages sont utilisés de manière **temporaire**, le temps du traitement orthodontique et devront être déposés lorsqu'ils n'auront plus d'utilité. Il est évident que tous les ancrages utilisés doivent être biocompatibles.

L'apparition des ancrages osseux en orthodontie a permis de **s'affranchir de la 3^e loi de Newton**. Il s'agit du principe de l'action et de la réaction : « Si un corps A exerce une force sur un corps B, alors B exerce sur A une force d'égale intensité, de même direction et de sens opposé ». (Définition du Larousse)

En effet, l'ancrage osseux (résistance stable) est **fixe**, il joue le rôle **d'ancrage absolu**. Il autorise la mobilité unique de la résistance mobile ce qui assure ainsi le **contrôle de l'ancrage** (32).

Afin de pouvoir optimiser l'ancrage, il est nécessaire d'avoir une réflexion sur le choix du site d'insertion de l'ancrage osseux.

2.2.2 Choix du site d'insertion

Le site d'insertion va dépendre de 3 paramètres (33) :

- Des impératifs **chirurgicaux**

Ces impératifs sont les conditions à respecter pour limiter le risque d'échec de la mini vis. Il faut s'assurer par un examen clinique et radiographique que la quantité et la qualité osseuse sont suffisantes pour garantir une bonne stabilité primaire (34). Kim et Park (35) ont montré grâce à l'étude de CBCT que l'épaisseur de la corticale vestibulaire est croissante dans le sens antéro-postérieur.

- Des conditions **biomécaniques**

Il est important de connaître les éléments du système de force afin de savoir quelle force est nécessaire pour déplacer des dents. En fonction de la valeur d'ancrage du groupe mobile, les forces exercées seront plus ou moins importantes. De ce fait, l'ancrage osseux sera choisi en conséquence.

De plus il est nécessaire de savoir où se situe le centre de résistance du segment que l'on souhaite distaler pour anticiper les mouvements qui auront lieu. Pour rappel, si la ligne d'action de la force passe **en dessous du CR de l'arcade mandibulaire**, une **rotation horaire du plan d'occlusion** mandibulaire est observée. Tandis que si la ligne d'action de la force passe **au-dessus du CR** une **rotation anti-horaire** du plan d'occlusion aura lieu. Il est intéressant de noter que la **rotation du plan d'occlusion est proportionnelle au moment de la force**, c'est-à-dire que plus le moment est important plus il va exister d'effets verticaux (23).

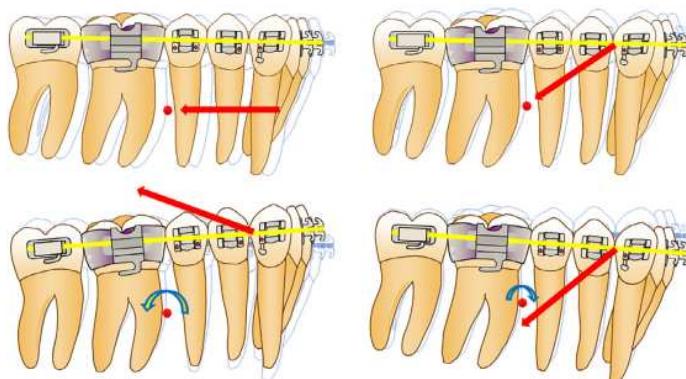


Figure 12 : Mouvement de l'arcade mandibulaire induit en fonction de la direction de la force de traction (36)

- De l'**indication orthodontique** :

La thérapeutique orthodontique doit être planifiée du début à la fin pour connaître le mouvement dentaire recherché et ainsi positionner l'ancrage de façon compatible avec le mouvement souhaité.

Toutefois, avant de commencer un plan de traitement incluant un ancrage osseux, il faudra veiller à ce qu'il n'existe pas de **contre-indications générales et locales** (30).

2.2.3 Contre indications et risques des ancrages osseux

Les contre-indications générales sont identiques à celles de l'implantologie, c'est-à-dire lorsqu'il existe un risque **infectieux, hémorragique ou d'ostéonécrose** dû à une pathologie ou une prise médicamenteuse (37,38).

Les contre indications **locales** sont :

- **Une hygiène bucco-dentaire insuffisante** : en cas d'hygiène défectueuse un processus inflammatoire va apparaître, favorisant la perte de l'ancrage.
- **Une absence ou peu d'espace postérieur rétro-molaire :**

Il est impératif de s'assurer que **l'espace postérieur soit suffisant pour la DDA existante**. L'espace postérieur peut être évalué sur **téléradiographie de profil**. Il est toutefois conseillé d'effectuer en complément un **CBCT** si l'espace est **inférieur à 3,9 mm** et qu'une importante quantité de distalisation est prévue (39). Le CBCT est un examen en 3 dimensions, ce qui permet d'obtenir des informations plus précises sur la limite postérieure (34). La distalisation est **limitée** en postérieur au niveau radiculaire par la **corticale interne linguale** de la mandibule alors que la limite coronaire se situe en avant du ramus mandibulaire. Chen et al montrent dans leur étude sur CBCT (40) que dans 49,3% des cas, la seconde molaire est déjà au contact de la corticale avant traitement orthodontique. Récemment une étude a comparé l'espace postérieur disponible avant traitement et l'importance de la distalisation après traitement grâce à des CBCT (41). Cette étude met en évidence que la corticale ne constitue pas une vraie limite puisque la distalisation obtenue est supérieure à la quantité d'espace postérieure disponible avant traitement. Cependant, une corrélation positive est observée entre l'amincissement de la corticale linguale interne et l'apparition de **résorption** de la racine distale de la 2^e molaire mandibulaire.

Concernant le lien entre l'importance de l'espace postérieur disponible et la dysmorphose squelettique ou la présence ou l'absence des 3^e molaires, les études se contredisent (39,40,42,43). En effet, certaines études montrent que quelque soit la malocclusion il n'existe pas de différence significative quant à la quantité d'espace postérieur disponible, tandis que d'autres études notent une différence. Concernant les 3^e molaires, certaines études observent un espace postérieur plus important lorsqu'elles sont présentes initialement, mais de nouveau ces résultats ne font pas consensus.

- **Absence de gencive attachée en distal de la 2^e molaire :**

La présence de gencive kératinisée en distale de la 2^e molaire mandibulaire est nécessaire afin d'éviter tout bourrage alimentaire qui pourrait conduire à une inflammation ou infection (44) (30,45).

- **Risque vasculo-nerveux** lors de la pose de l'ancrage :

Il est nécessaire de s'assurer que les éléments anatomiques nobles sont à distance du site d'implantation : paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur, nerf buccal, nerf lingual.

- **Faible qualité et quantité osseuse :**

En cas de zone infectieuse ou de remaniement osseux au niveau du site d'implantation souhaité, il est préférable de reporter dans le temps ou dans une zone de meilleure qualité osseuse. Il semble que l'âge du patient a un impact sur le succès de l'ancrage. En effet chez les jeunes patients, un os moins dense est observé, ce qui peut expliquer un taux d'échec plus important chez ces derniers (37).

- **Absence de motivation :**

En cas de fort tabagisme, le risque d'échec est augmenté (46). Il est préférable que le patient diminue sa consommation de cigarette afin de maximiser les chances de succès. Certains patients refusent l'utilisation d'ancrage osseux, car ils ne souhaitent pas avoir de corps étranger dans la bouche. Cependant, il est intéressant de relever qu'entre 86 et **90%** des patients **préfèrent avoir recours aux mini-vis plutôt qu'à des extractions** (47).

Les ancrages osseux facilitent la prise en charge orthodontique, mais il est important de rester vigilant car leur utilisation est associée à des **risques**.

Le risque le plus fréquent est la **perte de l'ancrage**. Ce dernier peut être lié au **type d'ancrage** dû à un mauvais choix de l'ancrage par rapport à son utilisation souhaité mais également à **l'hygiène bucco-dentaire**. En effet, l'échec de l'ancrage est souvent lié à un processus **inflammatoire** persistant dû à l'accumulation de plaque (46). De plus, en cas d'hygiène bucco-dentaire insuffisante, il est possible d'observer une **infection** du site ou un **recouvrement** de la mini-vis par la muqueuse (48). Pour tout ancrage osseux, une prescription de bain de bouche **antiseptique** ainsi que des conseils d'hygiène doivent être délivrés.

Il est nécessaire d'être attentif à **la forme d'arcade** durant la phase de distalisation afin de maintenir les racines dans l'os alvéolaire et éviter toute **déhiscence, fenestration ou récession parodontale** (40). En cas de contact avec la corticale interne, un risque de **résorption** est associé (41), tandis qu'un contact entre **l'émail et la corticale** risque de causer une **nécrose pulpaire** (39).

Farronato (49) fait état d'une **paresthésie labiale inférieure temporaire** lors de la distalisation d'une molaire mandibulaire. Cet événement est décrit comme extrêmement rare et afin de le prévenir il est recommandé de vérifier la longueur radiculaire des 1^{ères} et 2^e molaires mandibulaires (50).

Le redressement de l'axe incisif ne représente **aucun risque** pour les pathologies des **articulations temporo-mandibulaires** durant la phase de préparation orthodontique. Cependant les avis divergent concernant les bienfaits ou les risques associés à la chirurgie d'avancée mandibulaire (51).

2.2.4 Avantages des ancrages osseux temporaires :

Les ancrages osseux sont des ancrages absous et permettent de **simplifier la mécanique orthodontique** (52) en rendant les déplacements dentaires plus **prédictibles** et plus **reproductibles** tout en **limitant les effets parasites** (32).

De plus certains **mouvements** qui étaient alors jusque-là difficilement réalisables, comme la distalisation de l'arcade mandibulaire, deviennent possible (32,53). Cela va permettre de corriger la dysharmonie dento-arcade en utilisant **l'espace disponible en distale des 2^e molaires** mandibulaires (43). Cette indication était au début réservée aux DDA légères ou modérées, l'indication d'extractions persistant pour les DDA jugées trop sévères (12). Cependant, il semble qu'aujourd'hui cette option soit envisagée même en cas de DDA sévère (54–56).

La distalisation mandibulaire par ancrage osseux autorise la décompensation de l'arcade mandibulaire tout en **éitant d'avoir recours à des extractions de prémolaires**. Ces nouveaux moyens d'ancrages apportent une solution **plus conservatrice** (57). A travers la littérature, il est souvent recommandé de recourir aux extractions des 3^e molaires afin de **faciliter la distalisation**. Les recommandations de la HAS autorisent d'ailleurs l'avulsion des 3^e molaires en cas de : « besoin orthodontique : **facilitation d'un déplacement distal de la 2^e molaire** » ou en cas de « **préparation à la chirurgie orthognathique** : prévention d'une difficulté chirurgicale » (58). En effet, en raison de la proximité entre les 3^e molaires mandibulaires et le trait d'ostéotomie, les chirurgiens maxillo-faciaux préfèrent les avulser afin qu'elles ne constituent pas une gêne durant l'intervention (59).

Lors d'une étude récente (32), il a été observé qu'il n'existait pas de différence significative quant à la position du germe des 3^e molaires, ni de réduction de l'espace postérieur suite à la distalisation de l'arcade mandibulaire. De cette observation les auteurs concluent que l'avulsion systématique des 3^e molaires n'est pas nécessaire. Il est cependant important de noter que dans cette étude la distalisation moyenne des 2^e molaires est seulement d'un millimètre : la question peut donc se poser pour des quantités de distalisations plus importantes.

Peut-on juger l'extractions des 3^e molaires comme une solution plus conservatrice que l'extraction de prémolaires ? En réalité, la question d'extractions des 3^e molaires ne se pose pas toujours. En effet dans 22,63% des cas, les 3^e molaires sont **agénésiques** (60) mais elles peuvent également être **incluses, retenues, mal positionnées**, avec un **espace d'éruption réduit** ou alors **déjà avulsées** (59).

En cas de décision d'avulsion des 3^e molaires, l'orthodontiste et le chirurgien devront planifier conjointement la chirurgie afin de profiter du phénomène d'accélération régionale lors du **remodelage osseux** pour **optimiser** la durée de la distalisation (53,61).

La **diminution du temps de traitement** peut également s'expliquer par l'application de **forces continues** (30,62) ou par la **limitation d'effets parasites** qui n'auront donc pas besoin d'être corrigés. De surcroît, les ancrages permettent de **s'affranchir de la coopération** du patient (63), ce qui évite de perdre du temps dû à un manque de motivation.

Les déplacements vont également être **plus performants** grâce aux ancrages osseux. Nakamura (45) compare dans son étude les différents mouvements obtenus avec les ancrages osseux (sans distinction) et les tractions inter arcades de classe III. Il trouve une distalisation plus importante de l'incisive (2,6mm VS 0,1mm) et de la 1^{ère} molaire mandibulaire (3mm VS 0,8mm) chez le groupe à ancrage osseux de manière significative.

Cette nouvelle option thérapeutique va permettre de prendre en charge des cas de **récidives**, souvent **complexes** à gérer. C'est par exemple le cas des patients ayant une demande **esthétique** due à une importante rétrognathie mandibulaire mais présentant une classe I dentaire associée à quatre extractions de prémolaires. Seule la chirurgie d'avancée mandibulaire peut répondre au motif de consultation du patient. Afin de pouvoir envisager la chirurgie, une décompensation de l'arcade mandibulaire par distalisation est nécessaire afin d'obtenir une classe II dentaire à la fin de la phase de préparation orthodontique.

Il existe **deux familles d'ancrages** : les ancrages **alvéolaires** et les ancrages **extra-alvéolaires**.

2.2.5 Ancrage alvéolaire par mini vis

Les ancrages alvéolaires sont des ancrages osseux qui **traversent la corticale** et se **vissent dans l'os alvéolaire**.

L'os alvéolaire est un os **peu dense**, de ce fait pour augmenter la stabilité primaire, la **longueur** de la vis doit être **augmentée (46)**. La longueur recommandée varie entre **6 et 8mm (64)**.

Les mini vis peuvent être **posées et déposées par l'orthodontiste**. Il s'agit d'une procédure **simple** qui peut être réalisée au **cabinet** car elle ne nécessite pas de plateau technique complexe.

La pose de la mini-vis se fait sous **anesthésie locale légère**. En effet seule l'anesthésie des tissus mous est recherchée afin de conserver la sensibilité dentaire et pouvoir apprécier la proximité radiculaire lors de la pose.

Les mini-vis sont positionnées en **transgingival**, ce qui implique qu'aucun acte chirurgical n'est réalisé. De ce fait il existe **peu de suites post opératoires**, seule une sensibilité est possible s'il existe une proximité avec le ligament parodontal (65). Pour ces raisons, la pose de la mini vis est considérée comme un **acte non invasif** et **peu douloureux** ce qui rend le patient plus compliant à sa pose. Dans une étude de 2014, Zawawi (47) met en évidence une bonne tolérance des mini vis par les patients. En effet seulement 4 patients sur 83 se plaignent de douleur après la pose de la mini vis. Seulement 8,4% des patients ont eu recours à 2 prises d'antalgiques, tandis que les autres ont eu uniquement besoin d'une prise ou zéro. Ces résultats sont également confirmés par Kuroda et al (66).

Cet ancrage est vissé en **vestibulaire** en **inter radiculaires**, il existe donc de **nombreux sites** d'implantation possibles et **accessibles** (67). Cependant bien qu'avantageuse, cette localisation est associée à un **risque de dommage radiculaire** pour les dents adjacentes. En cas de contact léger, après une **abrasion cémenteire** il est possible de voir apparaître une **résorption radiculaire ou une ankylose**. Les complications peuvent aller jusqu'à la **perforation**, ou bien même jusqu'à la **perte** de l'organe dentaire en cas de mauvais axe d'insertion. Il est donc impératif de faire au minimum une radiographie **rétro alvéolaire** avant la pose de la mini vis pour avoir une idée de l'espace inter radiculaire ainsi que de la morphologie radiculaire. Kuroda et al montrent que **plus la proximité entre la mini-vis et la racine est importante, plus le taux d'échec de la mini-vis est élevé** (64,68).

Afin de minimiser le risque de lésions radiculaires, il est recommandé de choisir un diamètre de vis entre **1,3mm et 1,5 mm** (64,69). Cependant la diminution de la taille du diamètre entraîne une augmentation du risque de **fractures** (69,70).

Du fait de leur taille et position, les mini-vis présentent l'avantage d'être **peu encombrantes**. En effet, seule la tête de la mini vis dépasse en bouche ce qui ne cause que **peu d'irritations des muqueuses**.

Cependant leur position représente également le principal inconvénient de cette technique. En effet, étant positionnée entre les racines, **le déplacement dentaire est limité à 3 millimètres maximum** (71). Si un déplacement plus important est souhaité, il est nécessaire de **déplacer** la mini-vis pour éviter tout contact radiculaire (63). Ces ancrages sont donc préférentiellement utilisés pour les cas de **léger encombrement ou de maintien d'ancrage** (52).

Le **taux de succès** des mini-vis est relativement **élevé**, en moyenne à 84% (72). Mais ce taux varie beaucoup en fonction des études ; de 57% à 95% (54).

La **rétenion mécanique initiale** est un facteur clé du succès de l'ancrage. Elle dépend de la **qualité et de la quantité osseuse** (69,73). Malgré un site optimal, la stabilité initiale est parfois insuffisante en raison d'une importante épaisseur de **muqueuse** limitant la profondeur d'insertion de la mini-vis dans l'os (74).

La vis doit être préférentiellement placée dans la gencive **attachée** afin de ne pas être mobilisée et risquer un échec (70). Toutefois Baumgaertel nuance ce propos en expliquant qu'à proximité de la ligne muco-gingivale il existe une faible mobilité des tissus mous et que cette zone présente l'avantage d'avoir une plus grande épaisseur osseuse ainsi qu'un espace inter-radiculaire plus large dû à la divergence des racines (75).

L'échec est souvent causé par un phénomène **inflammatoire** dû à la **rétenion de plaque** autour de la tête de la mini vis. Afin de réduire ce risque, il est conseillé de choisir une vis avec un col à surface lisse limitant la rétenion de plaque (69).

Les mini vis peuvent être **mise en charge immédiatement** avec des **forces douces** : environ **50 grammes** lors de la première activation puis 150 à **200 grammes 2 à 3 mois**

après. Si les forces **excèdent 200 grammes** cela peut provoquer une **mobilité** de la mini-vis et causer l'**échec** de l'ancrage. La distalisation en masse de l'arcade mandibulaire nécessite 400 grammes par côté et ne sera donc pas compatible avec ce type d'ancrage. Il est cependant possible de **multiplier** les ancrages ou de réaliser une distalisation **séquentielle** avec les mini-vis alvéolaires pour diminuer les forces exercées.

La direction et force de traction sur la mini-vis doivent être analysées afin de ne pas créer un **bras de levier** trop important, augmentant le risque d'échec.

La technique d'ancrage par mini-vis inter-radiculaire est la **moins couteuse** des ancrages osseux.

2.2.5.1 Mini vis inter-radiculaire mandibulaire

Le taux de succès des mini-vis inter-radiculaire mandibulaire est de **80,7%** en moyenne (54).

Les mini-vis seront d'abord utilisées comme **ancrage indirect**. Pour rappel, le **système d'ancrage renforce l'ancrage d'une dent** grâce à une **ligature métallique toronnée** (rigide). Cette **dent** sera elle-même **support de la distalisation**.

Dans un premier temps la mini-vis est placée entre la 1^{ère} et 2^e prémolaire mandibulaire. Une ligature métallique toronnée relie la mini-vis à la 1^{ère} prémolaire, augmentant ainsi son ancrage. Un ressort NiTi actif est inséré en compression entre la 2^e molaire et la 1^{ère} prémolaire mandibulaire. Une force équivalente est exercée par le ressort sur la molaire et prémolaire, cependant il en résulte :

- Pour la molaire mandibulaire :
 - Une distalisation : mouvement souhaité
 - Version distale : mouvement parasite ou souhaité si version mésiale
- Pour la 1^{ère} prémolaire, ancrée par la mini-vis :
 - Absence de mésialisation
 - Version mésiale et ingression possible : mouvement parasite. En effet malgré un ancrage un mouvement de rotation autour de la mini-vis peut avoir lieu.

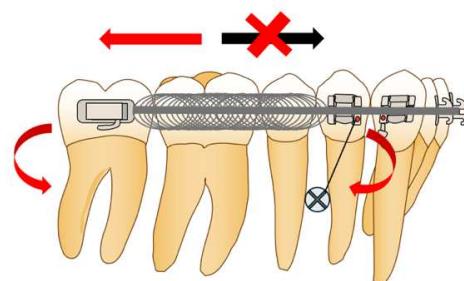


Figure 13 : Iconographie personnelle illustrant la distalisation séquentielle par ancrage indirect

Afin de **limiter l'effet parasite** de rotation autour de la mini-vis, il est recommandé de commencer la distalisation sur un arc **acier rectangulaire de grosse section** afin qu'il soit suffisamment rigide. Le collage de **toute l'arcade** permet également de diminuer les

effets parasites verticaux grâce à « l'unité » créée par l'arcade. L'ajout de **tractions inter-arcades verticaux** est possible afin de contrer le mouvement d'ingression de la prémolaire.

Les effets verticaux et de rotation sur la prémolaire peuvent également être limités par l'utilisation de la mini-vis comme ancrage **direct**. Dans ce cas, une potence est soudée à l'arc en mésial de la 1^{ère} prémolaire ce qui permet de se rapprocher du centre de résistance. La mini-vis est reliée à la potence par un ressort actif en traction. Cela a pour effet de « contrer » les effets du ressort NiTi actif en compression sur la prémolaire et de distaler les molaires.

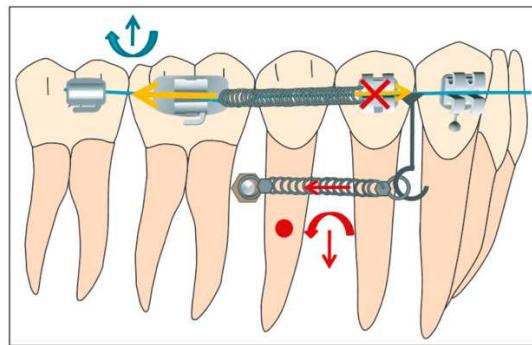


Figure 14 : Illustration de la distalisation séquentielle par ancrage direct (76)

Dans un deuxième temps, une fois les molaires distalées, c'est au tour de la 2^e prémolaire. La mini vis doit être **repositionnée** afin de ne pas limiter la distalisation de la prémolaire. La mini-vis sera repositionnée entre la 1^{ère} molaire et la 2^e molaire. Ce site d'implantation présente l'avantage d'avoir une épaisseur osseuse supérieure ce qui permet une meilleure stabilité (61). Cependant il est important de noter que ce site a subi un renouvellement osseux, ce qui risque de diminuer la stabilité primaire (77). L'accessibilité pour la pose est plus difficile qu'entre la 2^e prémolaire et la 1^{ère} molaire et l'irritation des muqueuses est plus importante durant la fonction. Cette mini-vis nouvellement placée peut être utilisée comme ancrage **direct ou indirect**.

Il semble que l'ancrage **indirect** constitue un **moins bon ancrage** que l'ancrage direct. En effet dans cette étude Cozzani et al (78), montrent qu'il existe une **mésialisation** de la prémolaire malgré son ancrage de manière indirecte. En comparaison lorsqu'un ancrage direct est utilisé aucun mouvement de mésialisation n'est observé. De plus le mouvement de distalisation observé au niveau molaire correspond davantage à un mouvement de version distale pour l'ancrage indirect tandis qu'un **mouvement distal global** de la dent est observé lorsque l'ancrage est utilisé de manière **directe**.

Malgré la **simplicité de pose** de la mini-vis vestibulaire, son utilisation est quelque peu fastidieuse du à la nécessité de repositionner la mini-vis en cours de traitement.

2.2.5.1.1 Mini-vis maxillaire inter-radiculaire vestibulaire et Traction Inter-Arcades de classe III

Dans cette technique la mini vis est placée dans le secteur **postérieur maxillaire en inter-radiculaires**. Elle servira d'ancrage **direct** par le biais d'élastiques inter-arcades de classe III reliant la mini-vis à la canine mandibulaire.



Figure 15 : Photographies endo-buccales et radiographie illustrant les TIA de classe III sur mini-vis maxillaire (23)

Le principe de cette technique est identique à celle utilisant les TIA de classe III conventionnels si ce n'est que dans ce cas les élastiques prennent appui sur les **mini vis** fixées au maxillaire (os). L'ancrage osseux permet d'obtenir un **redressement de l'axe incisif mandibulaire sans effet parasite sur l'arcade maxillaire**.

La **position maxillaire** de la mini-vis présente l'avantage d'**éviter son repositionnement** en cours de traitement. En effet durant la préparation orthodontique, l'arcade maxillaire ne subit que peu de mouvements antéro-postérieurs. Cependant, la position maxillaire des mini-vis va avoir un impact sur le plan d'occlusion mandibulaire. La ligne d'action de la force passe environ à 30° par rapport au plan occlusal ce qui va engendrer une importante **bascule anti-horaire du plan d'occlusion mandibulaire** par égression des incisives et ingression des molaires mandibulaires. Il est donc nécessaire d'avoir une réflexion sur les mouvements dentaires souhaités avant d'utiliser cette méthode.

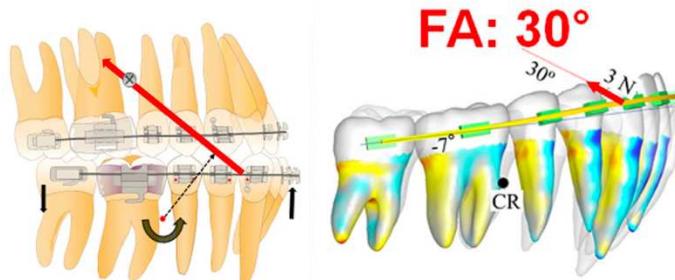


Figure 16 : illustration des tractions inter-arcades de classe III sur mini-vis (23)

Bien que cette technique présente quelques avantages, le principal intérêt des ancrages osseux n'est pas exploité car elle **nécessite la motivation et coopération** du patient. En effet sans un port constant et sérieux des élastiques, aucun redressement de l'axe incisif mandibulaire ne sera observé.

Le **taux de succès** des mini-vis inter-radiculaires **maxillaires** est **plus important** que les mini-vis inter-radiculaires mandibulaires : **88% VS 80,7% (54,64)**.

2.2.6 Ancrages extra alvéolaires

Les ancrages extra alvéolaires (E-A), sont des ancrages **limités à la corticale**.

Le choix d'un ancrage extra-alvéolaire présente plusieurs avantages par rapport aux ancrages intra-alvéolaires (79) dû à son positionnement dans la corticale uniquement :

- Une **meilleure stabilité primaire** (63). La corticale est un os **plus dense** et plus **minéralisé** que l'os alvéolaire, ce qui **augmente** leur **taux de succès**.
- La meilleure stabilité de l'ancrage permet l'utilisation de forces allant jusqu'à **400 grammes** sans risquer d'échec.
- L'absence d'insertion en intra-alvéolaire permet de se situer à **distance des racines** (56) et d'**éviter les risques de dommages radiculaires** lors la pose de (63).
- La mise en œuvre est **facilitée** : l'absence d'interférence radiculaire lors de la distalisation **évite le repositionnement** de l'ancrage et permet un déplacement de plus **grande amplitude**. En cas **d'encombrement modéré ou sévère**, il est donc plus intéressant d'utiliser des ancrages extra-alvéolaires (52).
- Grâce à ces avantages la **distalisation en masse** de l'arcade mandibulaire est permise (63). Le recul global de l'arcade est réalisé grâce à une chainette reliant l'ancrage à la canine ou à la 1^{ère} prémolaire mandibulaire durant toute la phase de décompensation. Le **temps de traitement** est alors **diminué** grâce à la meilleure résistance de l'ancrage à des forces importantes (80).
- L'ancrage peut être **positionné dès le début du traitement** et la **traction** peut être initié dès le .014 NiTi. L'encombrement est ainsi dissipé en distal dans l'espace postérieur disponible, évitant la proversion incisive lors de l'alignement et la rétraction incisive dans un second temps. La réalisation des **différentes phases thérapeutiques simultanément diminue le temps de traitement** (62).

Les ancrages extra-alvéolaires sont principalement utilisés lorsqu'une distalisation en masse est souhaitée. Cependant, ils peuvent servir lors d'une distalisation séquentielle, notamment en cas de manque de stabilité de l'ancrage afin de limiter les forces exercées dessus. Le temps de traitement est augmenté lors de la distalisation séquentielle.

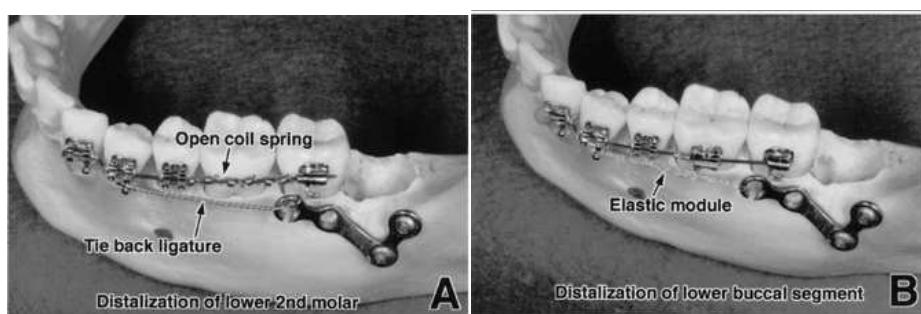


Figure 17 : Distalisation sur mini plaque par ancrage indirect (séquentielle) (A), par ancrage direct (B) (3)

2.2.6.1 Les mini plaques

Les mini plaques sont des ancrages osseux en titane dérivés des plaques d'ostéosynthèses utilisées lors de chirurgie orthognathique. Elles sont **sous muqueuse**, seule une tige transmuqueuse passe en bouche au bout de laquelle existe un système de fixation (crochet). La tige transmuqueuse est ronde pour les Bollard ce qui permettrait une meilleure cicatrisation et une meilleure étanchéité limitant ainsi les infections (4).

Les plaques sont perforées de deux ou trois trous pour assurer la fixation osseuse par des mini-vis (56). La **multiplication des points d'ancrages** permet **d'augmenter la stabilité**, ce qui peut en partie expliquer le **meilleur taux de succès** par rapport aux mini-vis. En effet l'utilisation de mini plaques est une solution **fiable** (70) avec un taux de succès **très élevé**, 99% pour Sugawara (55) et 98,6% pour Lam (74).

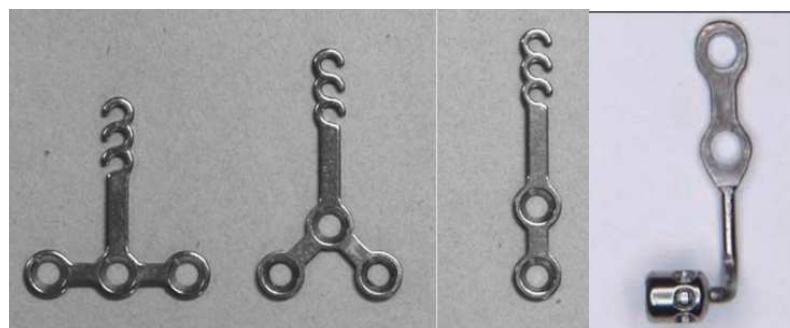


Figure 18 : Mini Plaques de Sugawara en forme de T, Y et I (55) et de De Clerck, Bollard ®(4) (de gauche à droite)

L'augmentation de la stabilité d'ancrage permet leur **mise en charge immédiate** avec des forces douces d'environ 150 grammes (56). Certains orthodontistes préfèrent toutefois que la mise en charge soit décalée afin de permettre une bonne cicatrisation des tissus mous et une diminution de l'œdème (55). Après plusieurs mois des forces pouvant aller jusqu'à **450 grammes par côté** peuvent être utilisées pour distaler l'arcade en masse (56).



Figure 19: Photographie du système de traction sur mini-plaque - courtoisie Dr Desplanques

Deux interventions chirurgicales sont nécessaires. Une première pour la pose des mini-plaques, il s'agit d'une intervention **rapide** d'environ 15 minutes par plaque (55). Elle

peut se dérouler sous **anesthésie locale ou générale**. La dépose se fera **systématiquement** lors de la **chirurgie d'avancée mandibulaire**.

L'inconvénient majeur des mini-plaques est l'intervention chirurgicale plus « lourde » que la simple pose d'une mini-vis ce qui rend parfois les patients plus réticents. La mise en place des plaques est considérée comme un acte **invasif** et nécessite un **plateau technique complexe** afin de lever un lambeau muco-périosté. Il sera réalisé par un chirurgien oral ou maxillo-facial. Ces praticiens sont plus expérimentés lors de la pose mais également pour la gestion des suites opératoires et éventuelles complications, ce qui impacte de manière positive le taux de succès.

Les **risques opératoires** sont des risques **hémorragiques**, de **fracture** de la plaque, de **lésion nerveuse** ou une **absence de stabilité primaire**. Lam étudie les différentes complications rencontrées suite à la pose de plus de 400 plaques (74) et ne constate **aucune complication per-opératoire**. Les plaques sont fixées apicalement aux racines avec des vis courtes de 5 mm, évitant ainsi tout risque de dommage radiculaire (56).



Figure 20 : Mini plaque posée en regard de la 1ère molaire mandibulaire (4)

Des **risques post opératoires** peuvent survenir, tels qu'une infection chronique, une suppuration, une limitation de l'ouverture buccale ou une ostéonécrose (56). Afin de limiter ces risques en post-opératoire, des antibiotiques, des anti-inflammatoires, des anti-douleurs et un bain de bouche antiseptique sont prescrits. La plupart du temps, les suites sont décrites comme **simples** et se limitent à un **inconfort** et à un **œdème** faible ou modéré durant quelques jours (55,70). Toutefois les **douleurs post-opératoires semblent durer plus longtemps que celles observées lors de la pose de mini vis** (66).

Il existe également des **complications per traitement**. Sugawara (55) observe dans son étude sur plus de 500 plaques posées, seulement 1% de perte des plaques et 10% d'infections. Il n'a jusque-là jamais observé de fracture de mini-plaque ou de déhiscence. Quant à Lam (74), malgré un taux de succès de 98,6%, il nuance ses propos en constatant qu'il existe des **complications** dans **40%** des cas. Toutefois, toutes ces complications sont **gérées** et n'empêchent pas l'utilisation de la mini-plaque jusqu'à la fin du traitement. Dans **15% des cas** il s'agit d'une **infection des tissus mous**, corrélée à un **manque d'hygiène**. En cas d'inflammation légère, une simple éducation et reprise de l'hygiène associée à des bains de bouche antiseptiques suffit. Si l'infection se complique et devient plus sévère, la prescription d'antibiotiques est recommandée. Afin d'éviter

ces complications et limiter le risque d'infection, il est recommandé que l'orthodontiste nettoie la partie intra buccale à chaque rendez-vous (55).

Une **mobilité** de la mini-plaque peut apparaître due à une **infection** ou une **solicitation mécanique** trop importante. L'origine du traumatisme peut être causée par une interférence occlusale entre la plaque et la molaire antagoniste, par une sollicitation répétée avec la langue (4), par un bourrage alimentaire entre la mini plaque et les tissus mous (74) ou par un bras de levier trop important. Si la plaque devient trop mobile il peut être nécessaire de la déposer. Cependant **toutes ces sollicitations sont normalement évitées si la mini-plaque est correctement posée.**



Figure 21 : photographie illustrant un contact occlusal entre la mini-plaque et la molaire antagoniste ainsi qu'un bourrage alimentaire entre la mini-plaque et la gencive - courtoisie Dr Desplanques

Certains patients relatent également une sensation de corps étranger dans la bouche ou encore parfois d'irritations des muqueuses rendant la mini-plaque inconfortable (81).

Lors de la pose des mini-plaques le chirurgien est dépendant de facteurs anatomiques, cependant c'est l'orthodontiste qui va décider de **l'endroit d'émergence** du crochet de la mini-plaque. En effet, ce qui compte n'est **pas l'endroit de fixation**, mais l'endroit **d'émergence du crochet**. La **force de traction** doit être exercée dans le **plan de l'arc** afin de limiter les effets parasites verticaux.



Figure 22 : Photographie endo-buccale de l'émergence idéale d'une mini-plaque (82)



Figure 23 : Effets de la traction distale sur mini-plaques ramales dans le plan de l'arc (23)

Le positionnement de la mini-plaque dans la dimension transversale est également critique. Plus la plaque sera positionnée dans le vestibule, loin des surfaces dentaires plus il existera un effet parasite transversal entraînant une expansion de l'arcade.



Figure 24 : photographie d'un positionnement de mini-plaque – courtoisie Dr Desplanques

Une **bonne communication** est donc nécessaire entre le chirurgien et l'orthodontiste. Cela permet également d'éviter des positionnements qui entravent le bon déroulement du traitement orthodontique (plaqué gênant l'insertion de l'arc dans le tube d'une molaire ou limitant le recul...).



Figure 25 : Photographies de mal position d'une plaque d'ancre – courtoisie Dr Desplanques

Les mini-plaques peuvent être positionnées à divers endroits :

- Sur le **corps mandibulaire** en **vestibulaire** des secteurs **latéraux**.

La pose des mini-plaques peut se faire à n'importe quel endroit le long de la mandibule à l'exception d'une trop grande proximité avec le foramen mentonnier (3,55). Toutefois, il est intéressant de choisir une zone où la quantité et densité osseuse sont plus importantes afin d'augmenter la stabilité de l'ancre. C'est le cas par exemple au niveau du méplat osseux en vestibulaire des 1^{ères} molaires mandibulaires (56).



Figure 26 : Radiographie panoramique montrant le positionnement des mini plaques (83)

- Dans la **fosse rétro-molaire**

Les mini-plaques **ramales** sont positionnées dans la fosse rétro-molaire entre, en avant, le bord antérieur de la branche montante et en arrière, la crête temporale.

Le crochet de la plaque doit être positionné entre la 1^{ère} et 2^e molaire dans le sens antéro-postérieur. Dans la dimension verticale le crochet doit être dans le plan de l'arc afin que la force de traction soit parallèle au plan d'occlusion (82).

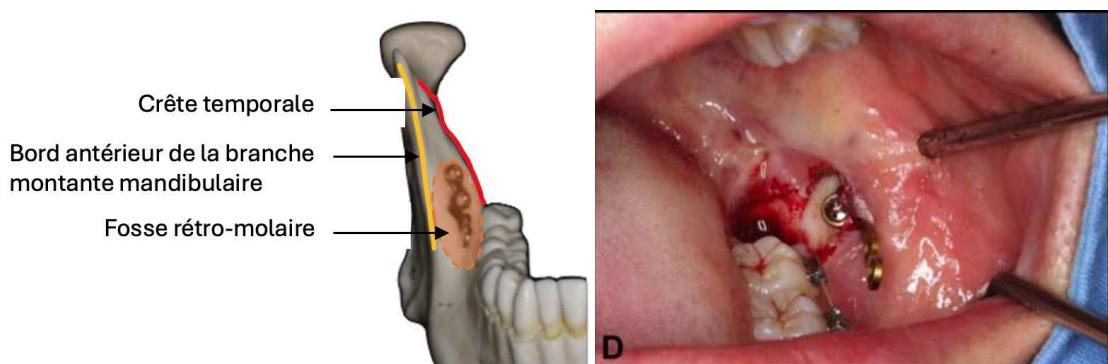


Figure 27 : Zone d'insertion des mini-plaques ramales entre le bord antérieur de la branche montante en avant (82)

Malgré le positionnement de la plaque, il est possible de **la poser en même temps que l'avulsion des 3^e molaires** ce qui permet de **limiter le nombre d'interventions** (74) (84). Dans le cas où l'avulsion des 3^e molaires est trop délabrante pour pouvoir fixer l'ancre, il est nécessaire d'attendre **au moins 6 mois** afin d'obtenir une qualité osseuse suffisante pour assurer l'ancre.

Ces plaques présentent l'avantage de causer **moins d'irritation** des muqueuses du fait de leur position dans la zone rétromolaire et non dans la gencive libre vestibulaire. De plus l'ancre de la plaque étant horizontal à la connectique, il existe **moins de rétention alimentaire**.

Yeon et al (71) comparent les effets des mini-vis inter-radiculaire et des mini-plaques ramales. Ils observent une **distalisation plus importante pour les mini-plaques** que pour les mini-vis ; respectivement 3,6mm VS 1,8mm au niveau coronaire et 2,0mm VS 0,6mm au niveau radiculaire. La rétraction et le **redressement incisif** sont également plus importants pour les mini-plaques : respectivement 4,9 mm VS 2,5 mm et 9,2° VS 4,8°.

Bien que les mini-plaques soient **plus performantes** et **plus simple** d'utilisation pour l'orthodontiste, cette technique d'ancre est la **plus onéreuse pour le patient**.

2.2.6.2 Mini-vis verticale dans la Mandibular Buccal Shelf (MBS)

Cette zone appelée « Mandibular Buccal Shelf » correspond au méplat osseux situé entre la ligne oblique externe et la face vestibulaire des molaires mandibulaires. Il n'existe aucune insertion musculaire à ce niveau-là, l'insertion du muscle temporal est postérieure et les fibres du masséter sont supérieures.

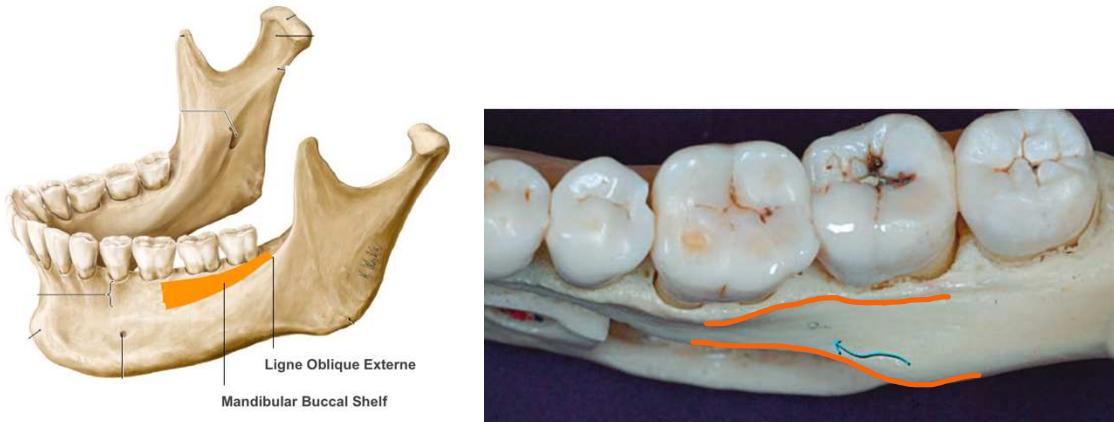


Figure 28 : Localisation de la Mandibular Buccal Shelf (54)

Chang et al (65) décrivent la position optimale pour la pose de la mini-vis OBS (Orthodontic Bone Screw) comme étant à **5mm latéralement** de la zone **interproximale entre la 1^{ère} et 2^e molaire** mandibulaire. Liu et al (85) confirment la position idéale d'insertion grâce à des CBCT. En effet ce site correspond à un compromis entre une importante épaisseur de la corticale et une distance de sécurité suffisante du nerf alvéolaire inférieur. La localisation idéale est cependant variable en fonction des personnes et ethnies. Elshebiny observe chez les caucasiens que la localisation idéale se situe en distale de la 2^e molaire (86). Ces recommandations ne doivent pas remplacer un examen clinique et radiographique individuel afin de limiter les risques.

La mini-vis utilisée dans cette technique est une vis OBS designée par Chris Chang (87). Il s'agit d'une vis en acier autoforante de 12mm de longueur et de 2mm de diamètre. Le design de sa tête champignon permet d'éviter une irritation des muqueuses et son col arrondi simplifie la mise en place des chainettes.

Les vis sont positionnées sous **anesthésie locale** et ne nécessitent pas de lambeau. **L'absence d'intervention chirurgicale** rassure le patient. Un contre angle peut être utilisé en cas de **difficulté d'accès au site** et une **encoche osseuse** peut être réalisée avant la pose de la vis OBS s'il existe une **instabilité** liée à l'étroitesse du méplat osseux (73). La **mise en place** est **simple** et peut être réalisée par un orthodontiste ce qui demande moins d'organisation de la part du patient (54,56)(65). Toutefois même si l'implantation semble se rapprocher des mini-vis I-R, Kuroda note une **douleur plus importante** pour les mini vis positionnées dans la MBS que celle positionnées en inter-radiculaire (66). Sreenivasagan fait le même constat et observe également une **gêne plus importante** lors de la mastication et du langage (88).

Le taux de succès des mini-vis implantées dans la MBS est **élevé et peu variable** : 87,7% pour Scotti et al (56) et 92,8% sur 1680 vis posées pour Chang (54). La stabilité primaire est augmentée grâce à une épaisseur de corticale plus importante ainsi qu'à une **surface**

de contact augmentée par le positionnement **vertical** de la mini-vis dans la MBS (54). La vis est placée plus ou moins parallèlement aux axes radiculaires (30° vestibulaire au grand axe de la 1^{ère} molaire). Cela permet de **supprimer** les inconvénients liés au positionnement intra alvéolaires des mini-vis (risques de dommage radiculaire lors de la pose, d'interférence radiculaire lors de la distalisation et de limitation de la distalisation)(56,63).

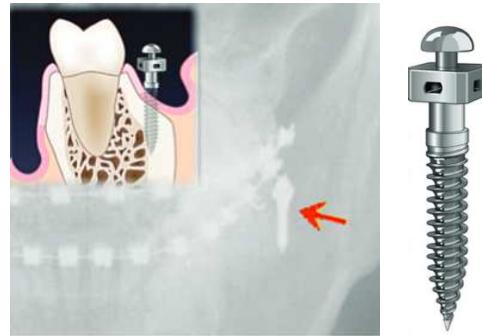


Figure 29 : illustrations de la position verticale de la vis OBS et de son design (54)

Le site d'insertion se situe à distance des racines, ce qui offre la possibilité **d'augmenter le diamètre et la longueur** de la mini-vis. Sarul et al (89) comparent dans leur étude deux types de mini-vis positionnées dans la MBS. La première a un diamètre de 1,8mm et 8mm de long et la seconde de 2mm de diamètre et 10mm de long. La seconde mini-vis connaît un taux de succès significativement meilleur que la première : 91,3% versus 75%. Les mini-vis recommandées sont des mini-vis en acier (65) mesurant **10 à 12mm de long et de 2mm de diamètre** (56,79).

Contrairement aux mini-vis inter-radiculaires, leur positionnement dans la gencive attachée ou libre ne semble pas **impacter** le taux d'échec (54). Elles sont souvent positionnées à la limite de la ligne muco-gingivale et sont **espacées de 5mm** entre le col et la gencive (63). Cela **facilite l'hygiène** et **limite** le phénomène **inflammatoire** (gonflement de la gencive, l'enfouissement, douleur) diminuant le risque d'échec de la mini-vis (54,65,73) .

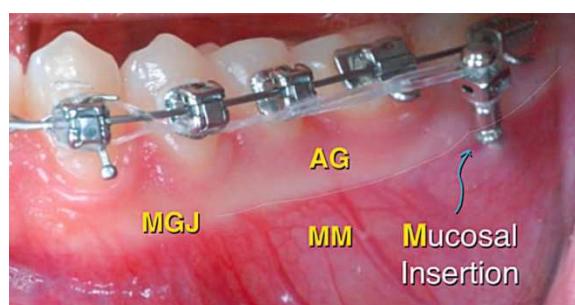


Figure 30 : Photographie endo-buccale du positionnement de la mini-vis au niveau de la ligne muco-gingivale (MGJ : mucogingiva junction = ligne muco-gingivale ; AG : attached gingiva = gencive attachée ; MM : movable mucosa = gencive libre) (54)

Le positionnement de la vis permet d'orienter la ligne d'action de la force **plus proche du plan occlusal** par rapport aux mini-vis inter radiculaires dans la dimension verticale. Cela induit **moins d'effet parasites verticaux** même si une faible bascule du plan d'occlusion anti-horaire persiste (77,90)(79). Si jamais le positionnement de la mini vis n'est pas optimal en raison de contraintes anatomiques, il est toujours possible de jouer sur la hauteur en ajoutant des potences.

Dans la dimension transversale le positionnement de la vis dans la MBS entraîne une direction de traction vestibulaire, ce qui engendre une **expansion transversale de l'arcade** (84). Il est donc important de rester vigilant à la forme d'arcade durant la distalisation.



Figure 31 : Position vestibulaire de la mini-vis dans la MBS (79)

Les vis placées dans la MBS ont une position **plus vestibulaire** que les mini-plaques ramales.

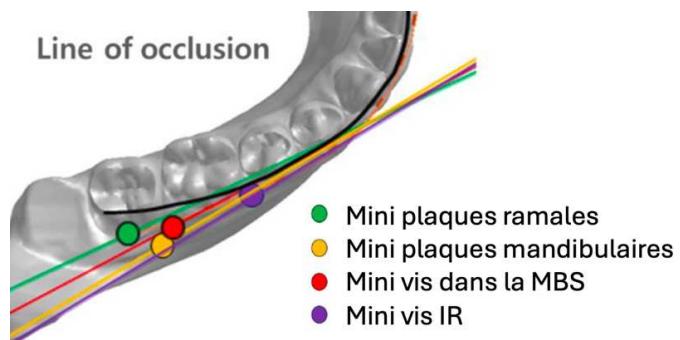


Figure 32 : Comparaison des directions de tractions entre les différents ancrages dans le plan transversal (84)

Concernant la dimension sagittale un recul plus important est observé pour les mini-plaques puis les mini-vis placées dans la MBS et enfin les mini-vis inter-radiculaires (90).

Les vis OBS peuvent être **mises en charge immédiatement** et l'utilisation de forces de traction allant de **200 à 450 grammes** autorise une distalisation en masse de l'arcade mandibulaire (54,56,63,79).

Cette solution d'ancrage squelettique permet de traiter des cas **complexes** autrefois réservés aux mini plaques à un **coût relativement faible**.

2.2.6.3 Mini-vis rétro molaire verticale :

La zone rétromolaire est située en distal des dernières molaires et présente une épaisseur de **corticale augmentée** permettant l'utilisation de vis de diamètre entre **1,6 et 2 millimètres**.

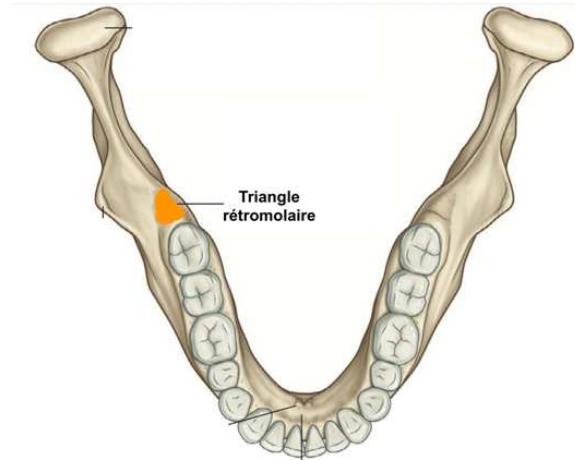


Figure 33 : Schéma de la zone rétro-molaire (91)

Cette zone est recouverte d'une muqueuse **mobile et épaisse** variant entre 3 et 6 millimètres. De ce fait, la longueur de la mini vis varie entre **10 et 12 millimètres** et est choisie en fonction de **l'épaisseur de la muqueuse** pour assurer un ancrage osseux suffisant (67).

Le positionnement des mini-vis ne nécessite **pas d'intervention chirurgicale** et peut être réalisé par **l'orthodontiste**. L'absence d'intervention rend la **pose et la dépose moins stressante et plus confortable** pour le **patient**. Les mini-vis sont positionnées **verticalement**, il est donc primordial de s'assurer qu'il existe une **hauteur suffisante en occlusion** entre le trigone mandibulaire et la tubérosité maxillaire (73). Afin d'assurer un ancrage maximal la mini-vis doit être positionnée en **pique de tente**. Cependant **l'épaisseur de la muqueuse mobile** associée à la **difficulté d'accès et de visibilité** de cette zone rend la **pose compliquée et peu prévisible** (92). De plus, le praticien devra être vigilant à ne pas léser le nerf buccal.

En cas d'avulsion des 3^e molaires, la mini-vis devra être posée minimum **6 mois après**. Cette période de cicatrisation permettra d'avoir une **qualité et quantité** osseuse suffisante pour assurer un bon ancrage (67). En cas de pose anticipée, une mobilité de la mini-vis peut survenir au cours de la distalisation rendant l'ancrage obsolète. Après extraction des 3^e molaires, un épaississement de la muqueuse rétromolaire est observé, ce qui ne facilite pas la mise en place de la mini-vis.

La mini-vis peut être **mise en charge immédiatement**. Elle est utilisée comme moyen **d'ancrage direct** et permet la distalisation de la 2^e molaire. La traction distale se fait à l'aide d'une chainette élastomérique reliant la mini-vis rétromolaire à la 2^e molaire mandibulaire. Un système de **double câble** utilisant un tube en vestibulaire et un bouton en lingual associé à un **arc rigide** permet de limiter les mouvements de rotation et d'optimiser la distalisation en guidant la molaire.



Figure 34 : Photographie d'une distalisation par mini-vis verticale rétro-molaire – courtoisie Dr Chataigner

Une fois la distalisation de la 2^e molaire terminée, la mini-vis peut être utilisée comme **ancrage direct ou indirect**. Bien que l'ancrage direct présente une meilleure efficacité comme vu précédemment, il peut être intéressant pour cette technique de l'utiliser comme ancrage indirect. En effet la position de la mini-vis à proximité de la gencive risque d'entraîner une importante inflammation gingivale conduisant à son **recouvrement**. En cas d'enfouissement, une ablation chirurgicale du surplus de la muqueuse est nécessaire pour la dégager (73). L'utilisation de la mini-vis comme **ancrage indirect** permet d'éviter l'ablation gingivale répétée en utilisant la 2^e molaire ancrée comme support de la distalisation pendant le reste du traitement. Le recul de la 1^{ère} molaire, des prémolaires, de la canine puis du bloc incisif se fait de manière **séquentielle** par traction distale à l'aide d'une chainette élastomérique.



Figure 35 : Photographie endo-buccale d'une distalisation à l'aide d'une vis rétromolaire (73)

Lorsque l'encombrement antérieur est important, il est conseillé de commencer la distalisation sur des arcs sectoriels latéraux afin de ne pas proverser les incisives. Cependant cela engendre une légère infraclusion antérieure due à un mouvement parasite d'extrusion des prémolaires (67).

Une **plus faible distalisation radiculaire** est observée quand la distalisation se fait par mini-vis rétromolaire par rapport à celle faite par mini-plaques (80). Cela peut s'expliquer notamment par un espace distal disponible moins important étant donné que la vis est positionnée en position rétro-molaire. Le recul molaire obtenu correspond davantage à un mouvement de version distal que de recul global de la dent.

Le taux de succès de cette technique est de **76,2%**, ce qui est **plus faible** que la moyenne des mini-vis **inter-radiculaire** (84%). Un taux d'échec plus important est retrouvé à droite de manière significative dans cette étude (93). Cela peut être expliqué par une majorité de la population droitière, rendant la pose de la mini-vis et de l'hygiène bucco-dentaire plus simple du côté gauche.

2.2.6.4 Mini vis ramale enfouie dans la branche montante

Les vis utilisées sont des micro vis d'une **longueur de 5mm et de 2 mm de diamètre** (70,94). La faible longueur limite l'insertion de la vis à la corticale ce qui augmente la stabilité primaire et évite tous risque de contact avec des éléments nobles. Les vis sont autoperforantes et autotaraudantes et présentent une surface lisse ce qui facilite leur pose et dépose (70).

Elles sont posées sous anesthésie **locale** après une **simple incision** de la muqueuse (94). Leur mise en place est **plus rapide et plus facile** que la pose de mini plaques. La cicatrisation est **rapide** et les suites opératoires sont **simples**, seul un œdème peut apparaître pendant environ 2 jours.

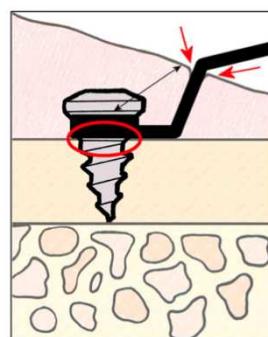


Figure 36 : micro-vis enfouie (94)

L'enfouissement de la micro-vis évite l'accumulation de plaque autour de son col et limite ainsi le risque d'infiltration bactérienne. Cela réduit le risque de mobilité ou de perte de la mini-vis causée par une inflammation ou une infection. De plus l'enfouissement évite la mobilisation de la vis par les tissus mous diminuant à nouveau le risque d'échec. En comparaison les micros-vis enfouies sont plus stables que les mini vis transgingivales.

Contrairement aux vis transgingivales, la micro vis est positionnée avec son grand axe parallèle à la force de traction. Cette orientation évite une flexion trop importante et limite l'effet bras de levier diminuant ainsi le risque d'échec (70). La mini-vis peut être mis en charge immédiatement (70). Une force de traction jusqu'à **300 grammes par côté** peut être utilisée autorisant un **recul en masse** de l'arcade mandibulaire.

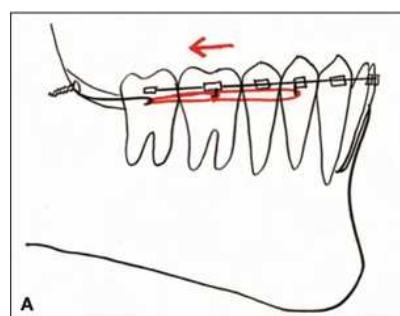


Figure 37 : illustration de la force de traction dans le grand axe (12)

Cette solution apparaît comme **confortable** et **peu encombrante** car la tête de la micro vis est enfouie (94). Cela évite une irritation gingivale ainsi que le gonflement des muqueuses autour de la vis (12). Une connectique accrochée autour de la mini-vis émerge dans la cavité buccale servant de point d'ancrage à la distalisation. Les connectiques sont construites à partir d'un fil d'acier de section ronde .028 avec une boucle à l'extrémité servant de point d'accroche (70). Les activations sont **simples** grâce à un accès visuel et manuel aisés ainsi qu'une bonne rétention de la chainette. La connectique permet également **d'orienter la force de traction** comme le praticien le souhaite. En effet, s'agissant d'une « tige » rigide, sa position verticale et transversale peut être modifiée par simple pliage à l'aide d'une pince 3 becs. La bonne utilisation de l'ancrage est **donc indépendante** du positionnement de la mini-vis par le **chirurgien**.



Figure 38 : Photographie endo-buccale du système par mini-vis enfoui et de la potence - courtoisie Dr Desplanques

Les vis enfouies semblent avoir un taux de réussite très important : Marinetti et Deffrennes observent une réussite de **100%** (12) sur plus de 10 cas et Chilès a perdu seulement 4 vis sur plus de 300 posées (70).

Ce système est moins **onéreux** que les mini-plaques car l'utilisation de vis spécifiques n'est pas nécessaire (12).

Le principal inconvénient de cette technique est la nécessité de **deux interventions** : lors de la pose puis de la dépose. Cependant la pose peut être couplée à l'avulsion des 3^e molaires et la dépose à la chirurgie d'avancée mandibulaire.

Une étude (24) compare le redressement incisif ainsi que la distalisation molaire entre des TIA de classe III et des mini-vis rétro-molaire enfouies. Ils observent une correction de la proversion incisive significativement plus importante dans le groupe mini-vis enfouies que dans le groupe TIA de classe III : respectivement 14° et 6,3°. Concernant le recul molaire il est de 1,67mm dans le groupe mini-vis alors qu'aucun recul n'est observé dans le groupe TIA de classe III.

2.2.6.5 Abalakov

Cette technique est inspirée d'une technique d'ancrage d'alpinisme créée par Abalakov. L'ancrage orthodontique consiste en un **fil d'ostéosynthèse en acier chirurgical 4/10^e de mm de diamètre** qui traverse la branche montante de la mandibule (95).

Sa mise en place nécessite une intervention chirurgicale sous **anesthésie locale** et peut être pratiquée en même temps que l'avulsion des 3^e molaires. L'ouverture d'un **lambeau muco-périosté** est nécessaire (96). Une fois la mandibule visible, **la branche montante est perforée** de la partie antérieure jusqu'à la partie linguale à l'aide d'une fraise boule. Le lambeau est ensuite refermé avec le fil d'ostéosynthèse passant en **transgingival**. Cette intervention doit être pratiquée par un chirurgien maxillo-facial ou un chirurgien oral car il existe un risque pour les éléments anatomiques nerveux : nerf alvéolaire inférieur et nerf lingual (57). Les **suites opératoires** sont **simples**, seul un **œdème** post opératoire est relaté (57).



Figure 39 : Photographie endo-buccale lors de la mise en place d'un fil d'ostéosynthèse (97)

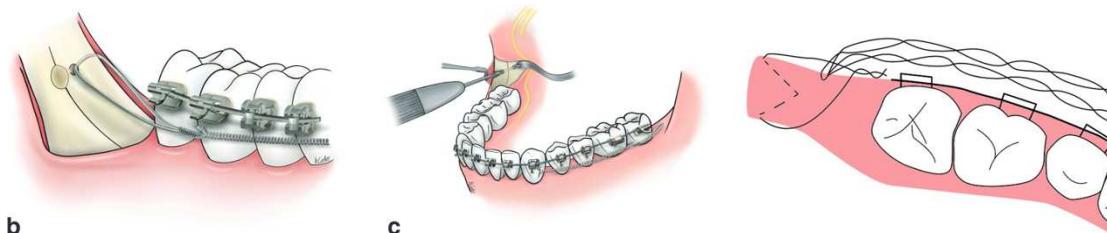


Figure 40 : mise en place du fil d'ostéosynthèse Abalakov (96)

L'Abalakov ne nécessite aucune ostéointégration ce qui permet sa mise en charge de manière **immédiate** ou différée (98). Il sera majoritairement utilisé comme ancrage direct afin de réaliser un **recul en masse** de l'arcade (57,92). En effet, il peut supporter l'utilisation de forces allant jusqu'à **300 grammes par côté**. La traction distale se fait dès le début du traitement à l'aide d'une chainette élastomérique ou d'un ressort NiTi 300g reliant le fil d'ostéosynthèse toronné à la 1^{ère} prémolaire ou à la canine mandibulaire. Le système est ensuite réactivé toutes les six semaines (57,97). Souvent une chainette est ajoutée de 33 à 43 afin de distaler le secteur antérieur dans un même temps.



Figure 41 : Photographie endo-buccale de l'activation par ressort NiTi (97)

Cette technique présente l'avantage de nécessiter **une seule intervention : la pose**. En effet la **dépose** se fait **simplement** à l'aide d'une pince coupante en sectionnant le fil d'ostéosynthèse et en le tirant (57).

Il s'agit d'une option thérapeutique **simple, rapide et facile d'utilisation** pour **l'orthodontiste** (92,96,98). Cependant la pose de l'Abalakov doit être réalisée par un chirurgien **expérimenté** et connaissant la technique afin que le forage soit réalisé à la **bonne hauteur** et de **manière reproductible**. Le fil d'ostéosynthèse toronné est **souple**, ce qui ne permet **pas** de modifier la hauteur du point d'accroche de la traction. De ce fait la bonne réalisation de l'Abalakov est **chirurgien dépendant**. En cas de positionnement trop haut cela va engendrer une importante bascule anti-horaire du plan d'occlusion (98).



Figure 42 : bascule du plan d'occlusion suite à un Abalakov posé trop haut – courtoisie Dr Bonnin

Ce système est apprécié par les patients car il est **peu encombrant** (57,92,95). Une inflammation de la muqueuse au lieu d'émergence du fil torroné est parfois observé (57,98). De plus la souplesse du fil entraîne parfois des ulcérasions de la muqueuse jugale.

Ce système présente l'avantage d'être **peu couteux** étant donné que seul un fil d'ostéosynthèse est nécessaire (92).

De échecs ont été observés lorsque le diamètre du fil d'ostéosynthèse utilisé était de 3/10^e. Le fil étant trop fin, il agissait comme un fil à couper le beurre, entraînant **une résorption osseuse et la perte de l'ancrage**. Depuis, il est recommandé d'utiliser un fil

de diamètre de **4/10^e**. Lors d'une étude sur 10 patients, aucun échec, aucune dépose anticipée ou de complications post opératoires n'a été observé (98).

Certains auteurs conseillent également de renforcer l'ancrage en faisant un double forage avec deux trous divergents (98). Cependant le double forage rend la dépose plus difficile (57).

Filippi et Cresseaux publient 2 cas illustrant la grande efficacité de cet ancrage. Ils observent un redressement de l'incisive mandibulaire de 20° en 5 mois et de 22° en 6 mois (92,95). Une cohorte a également été menée à la faculté de Lyon : neuf cas de classe II traités par une chirurgie d'avancée mandibulaire et décompensés à l'aide d'un Abalakov (97). Ils observent un recul molaire moyen de 2,8mm au niveau coronaire et une linguoversion des incisives mandibulaires de 13,8°.

CONCLUSION

Dans le cas de préparation orthodontique pour un patient présentant une classe II squelettique traitée ortho-chirurgicalement, les objectifs sont de :

- Retrouver un **décalage dentaire équivalent au décalage osseux** ;
- Normaliser **l'axe** incisif : afin d'obtenir une avancée mandibulaire optimale ;
- Normaliser la **position** de l'incisive mandibulaire dans la symphyse pour avoir un résultat pérenne dans le temps.

Afin d'atteindre ces objectifs dans les meilleures conditions, il semble plus intéressant d'utiliser les **ancrages osseux** par rapport aux moyens conventionnels. Ils vont utiliser l'espace postérieur disponible pour corriger la dysharmonie dento-arcade dans le but de repositionner l'incisive dans sa position idéale.

Ils rendent nos traitements **plus prédictibles** grâce à une meilleure gestion **des effets parasites** et à **l'affranchissement de la coopération** du patient.

Le **temps de traitement** est **réduit** par rapport aux moyens conventionnels. Cela peut s'expliquer par l'absence de fermeture d'espace d'extractions qui demande du temps et une succession de petits rendez-vous. De plus les ancrages osseux favorisent des mouvements jusque-là difficilement réalisables et les rends plus **performants**.

Les ancrages osseux permettent d'être plus **conservateurs** en évitant d'extraire quatre prémolaires. En cas de présence de 3^e molaires, leur avulsion est souhaitée pour faciliter le recul mais également pour faciliter l'ostéotomie mandibulaire. De plus faire le choix d'avulser les 3^e molaires assure de finir le traitement avec **28 dents** tandis que l'avulsion de 4 prémolaires ne garantit jamais la mise en place des 3^e molaires sur arcade.

Les ancrages osseux **inter-radiculaires** ne semblent **pas** trouver une bonne indication dans le cas de décompensation. Leur pose est simple et peut être réalisée par un orthodontiste. Toutefois la **limitation de la distalisation** engendrée par le positionnement en inter radiculaires et la nécessité de **déplacement** de l'ancrage rendent leurs utilisations **contraignantes**. De plus, leurs faibles résistances à des forces de tractions élevées ne permettent pas le recul de l'arcade mandibulaire en masse. Il semble donc plus ergonomique d'utiliser des ancrages extra-alvéolaires pour la décompensation de classe II.

Les ancrages **extra-alvéolaires** constituent une meilleure option grâce à leur position : **aucun déplacement de l'ancrage** n'est nécessaire durant le traitement. De plus, grâce à leur résistance à des forces de tractions pouvant aller jusqu'à 400g la **rétraction en masse de l'arcade mandibulaire est permise**. Le **temps de traitement** est diminué par rapport aux moyens conventionnels mais également par rapport aux ancrages intra-alvéolaires. Ils nécessitent souvent l'intervention d'un chirurgien oral ou maxillo-facial pour leur mise en place. Seules les mini-vis placées verticalement peuvent être posées par un orthodontiste. La localisation de la vis rétro-molaire verticale est difficile d'accès

et de visibilité. En cas de malposition, l'ancrage sera de faible qualité et limitera son utilisation. La vis **OBS** est facile à poser dans la MBS, cependant elle entraîne une **expansion transversale mandibulaire qui n'est pas souhaitée**.

Les **mini-plaques** nécessitent deux interventions. Cela ne constitue pas un inconvénient étant donné que ces interventions peuvent être couplées avec l'extraction des 3^e molaires et la chirurgie d'avancée mandibulaire. Cependant, les patients sont plus réticents car il s'agit d'une chirurgie **invasive**, plus lourde que la simple pose d'une mini-vis. Malgré un pourcentage de **réussite excellent** (99%), les **complications inflammatoires, infectieuses et de mobilité** semblent très **fréquentes**. De plus, ce moyen d'ancrage est **le plus couteux** du fait du prix des mini-plaques. Les **mini-plaques ramales sont privilégiées** afin d'être le plus proche possible de l'arcade dentaire dans la dimension transversale. Il est important de rappeler que la bonne utilisation de cet ancrage **dépend** principalement de sa **position et donc du chirurgien** et qu'il est nécessaire que le point d'accroche se situe verticalement dans le plan de l'arc sinon cela entraînera une bascule du plan d'occlusion.

L'Abalakov, est un moyen d'ancrage intéressant qui rend la pose et la dépose **facile**. Il s'agit de l'ancrage **le moins cher**. Cependant la non reproductibilité de la hauteur du forage associée à la souplesse du fil d'ostéosynthèse nécessite d'être entouré d'un chirurgien compétent et connaisseur de cette technique.

Les **mini-vis ramales enfouies** dans la branche montante sont **simples et ergonomiques** aussi bien lors de la pose que lors de leur utilisation. La connectique rigide permet de **régler** la hauteur du point de traction ce qui facilite le travail du chirurgien et de l'orthodontiste. De plus elle ne causent **pas d'inconfort** au patient.

Malgré une démocratisation des ancrages osseux **plus de 50% des orthodontistes déclarent ne pas y avoir recours** à cause du coût, d'un manque d'entraînement et de la peur des risques (65).

Bien que la décompensation par ancrage osseux semble être la solution « idéale », il est important de préciser que la **distalisation mandibulaire ne permet pas toujours une décompensation suffisante**. En effet, les **extractions de prémolaires** trouvent toujours leur indication notamment lorsque la **dysharmonie dento-arcade est trop importante** ou lorsque **l'espace postérieur est insuffisant**.

3. PRESENTATION D'UN CAS CLINIQUE : NOLANN D.

Nolann est âgé de 15 ans et 11 mois lors du rendez-vous de première consultation en décembre 2021. Son motif de consultation est principalement esthétique, il trouve ses « **dents trop en avant** » et son « **menton trop en arrière** »

L'anamnèse médicale signale une amygdalectomie ainsi qu'une allergie aux acariens. L'anamnèse dentaire relate un premier traitement orthodontique par multi-attaches d'une durée d'un an en 2018. Ce dernier est stoppé précocement par **manque de coopération** sur le port des tractions inter-arcades de classe II ainsi qu'une hygiène insuffisante.

3.1 Diagnostic clinique

3.1.1 Examen exo-buccal



Figure 43 : Photographies exo-buccal de face et profil, repos et sourire – iconographies personnelles

Le patient présente de face un visage ovalaire, une symétrie des hémifaces et un parallélisme des lignes horizontales. L'étage inférieur est augmenté et l'occlusion labiale forcée au repos. Lors de l'examen du sourire le milieu maxillaire apparaît centré sur le plan sagittal médian. Le sourire est denté avec une ligne du sourire moyenne sans exposition des dents mandibulaires.

De profil on retrouve un profil général convexe typique d'une classe II squelettique : une rétromandibulie, un menton rétrusif et une distance cervico-mentonnier diminuée. Son profil sous nasal est cis frontal selon Izard et Simon. Le sillon labio-mentonnier est marqué avec une lèvre inférieure ourlée. L'angle mandibulaire est ouvert. Lors de la fermeture buccale, une contraction des muscles de la houppe du menton signale une incompétence labiale.

3.1.2 Examen endo-buccal



Figure 44 : Photographies intra arcade maxillaire et mandibulaire – iconographies personnelles

Le patient est en phase d'établissement de denture adulte complète.

L'arcade maxillaire est étroite parabolique et symétrique tandis que l'arcade mandibulaire est en U. Il existe une discordance des formes d'arcade ainsi qu'une dysharmonie transversale de 1mm par défaut maxillaire. Des diastèmes entre les incisives maxillaires et mandibulaires sont présents.



Figure 45: Photographies endo-buccales inter-arcades – iconographies personnelles

L'hygiène bucco-dentaire est correcte et le phénotype parodontal est inflammatoire et épais.

Dans la dimension transversale, le maxillaire circonscrit la mandibule. Les milieux inter-incisifs sont concordants. Une orientation centripète des procès alvéolaires illustrant une endoalvéolie maxillaire compensatrice de la classe II.

Dans la dimension verticale, il existe un recouvrement de 80%. L'importante supraclusion est diminuée par la proversion des incisives maxillaires.

Dans la dimension sagittale, le surplomb incisif est augmenté (1cm) dû au décalage squelettique et accentué par une importante proversion des incisives maxillaires. Il existe également une proversion compensatrice des incisives mandibulaires. Le patient présente une occlusion de classe II division 1 d'Angle, molaire et canine d'une cuspide. La courbe de Spee est accentuée.

Après calcul de l'analyse de l'espace, une DDA par **excès dentaire de 5mm** est obtenue. Cette DDA est principalement due à la proversion des incisives mandibulaires.

3.2 Diagnostic radiographique



Figure 46: Examen panoramique

A l'examen radiographique on observe la présence des quatre 3^e molaires, ainsi qu'un espace d'éruption diminué.



Figure 47 : Téléradiographie de profil

Tableau 1 : Analyse céphalométrique initiale

	Angles	Normes	Valeurs initiales	Conclusions
Squelettique	NaSBa	$135^\circ \pm 3^\circ$	132°	Normoflexion basicranienne
	FMA	$25^\circ \pm 3^\circ$	28°	Normodivergence tendance hyper
	SNA	$82^\circ \pm 2^\circ$	88°	Prognathie maxillaire
	SNB	$80^\circ \pm 2^\circ$	77°	Rétrognathie mandibulaire
	ANB	$2^\circ \pm 2^\circ$	11°	Classe II squelettique
Alvéolo-dentaire	AoBo	$0 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$	6mm	Classe 2 alvéolaire
	Po/F	$10^\circ \pm 2^\circ$	6°	Fermé
	I/F	$107 \pm 3^\circ$	125°	Proversion incisive maxillaire
	IMPA	$88 \pm 3^\circ$	98°	Proversion incisive mandibulaire
	I/i	$135^\circ \pm 5^\circ$	125°	Angle inter-incisif non fonctionnel
Esthétique	Angle Z	$75^\circ \pm 5^\circ$	$58,5^\circ$	Profil rétrusif et prochélie inférieure

Nolann présente une classe II squelettique : **ANB à 11°** , par torts partagés. En effet il présente une rétrognathie mandibulaire, SNB = 77° associée à une prognathie maxillaire, SNA = 88° . Le patient à une typologie verticale normodivergente à tendance hyper. Il présente une biproalvéolie, avec un version **incisive mandibulaire de 98° et maxillaire de 125°** .

3.3 Discussion :

Le patient ayant 16 ans dans quelques jours, une correction de la classe II par croissance mandibulaire à l'aide de tractions inter-arcades semble compromise. Une thérapeutique uniquement orthodontique associée à quatre extractions de prémolaires est également rejeté au vu de la demande esthétique du profil du patient. Le plan de traitement choisit est donc **orthodontico-chirurgical**.

Nos objectifs orthodontiques de préparation seront de décompenser la classe II et de repositionner l'incisive mandibulaire afin de permettre une avancée chirurgicale optimale de la mandibule.

Différents moyens thérapeutiques sont envisagés pour la décompensation :

- 1) **L'utilisation de tractions inter-arcades de classe III.** Ce moyen thérapeutique permet de redresser l'axe de l'incisive mandibulaire sans obtenir de recul molaire. Dans le cas de Nolann le décalage dentaire est égal au décalage squelettique donc le recul molaire n'est pas réellement recherché. Cependant l'action des TIA de classe III entraîne également une version vestibulaire des incisives maxillaires. Dans le cas de Nolann cette option thérapeutique n'est pas retenue en raison de **l'importante proversion des incisives maxillaires** qu'il n'est pas souhaitable d'aggraver. De plus le patient a manqué de motivation lors de son précédent traitement il est donc préférable de s'affranchir de sa coopération.

- 2) **Décompensation par extractions de 4 prémolaires : 15/25/34/44.** Lors de l'étude du cas de Nolann, les analyses des modèles en plâtre ainsi que des radiographies ont montré une Dysharmonie Dento-Arcade de 5mm. Cette DDA correspond à une DDA légère à modérée qui ne nécessite pas d'avulsions de prémolaires pour être corrigée. De plus, la proversion des incisives maxillaires peut être diminuée grâce aux diastèmes présents.
- 3) **Stripping mandibulaire.** Lors de l'analyse des modèles d'étude, aucune Dysharmonie Dento-dentaire n'est observée. Le stripping mandibulaire engendrerait la création d'une DDD. De plus au vu de la morphologie des dents de Nolann aucune réduction amélaire proximale n'est souhaitée.
- 4) **Extraction d'une incisive mandibulaire.** Cette option thérapeutique doit rester une solution de compromis applicable dans de rares cas. Nolann est un patient jeune, sans atteinte dentaire ou parodontale qui expliquerait le choix d'une extraction d'une incisive. Le résultat occlusal avec 3 incisives est perturbé aussi bien dans la dimension transversale, que verticale et sagittale ce qui ne garantit pas une bonne stabilité de l'occlusion dans le temps.
- 5) **Décompensation par ancrage osseux et avulsions des 3^e molaires.** L'espace d'éruption des 3^e molaires semble insuffisant pour permettre leur éruption. Le choix de les extraire et d'utiliser cet espace pour résoudre la DDA semble être une bonne option thérapeutique. L'ancrage osseux va permettre de corriger la proversion de l'incisive mandibulaire sans accentuer la proversion des incisives maxillaires. Aucune coopération de la part du patient n'est nécessaire.

3.4 Réalisation du cas

L'arcade maxillaire est collée en mai et la mandibulaire en juillet 2022. Des arcs .014 NiTi puis Copper NiTi .019x .025 sont mis en place.

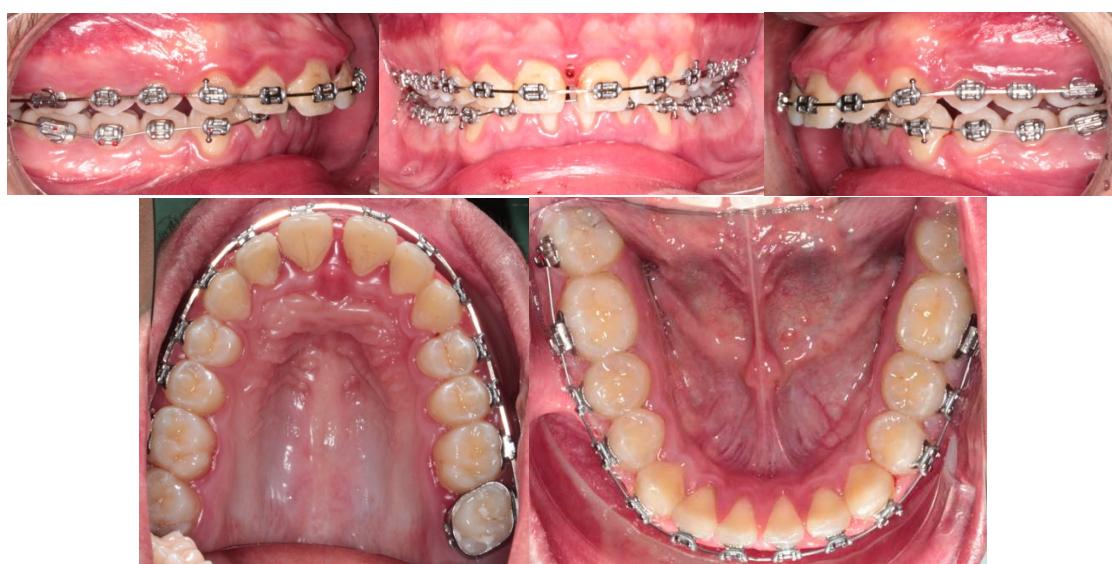


Figure 48: photographies endo-buccales du cas en juillet 2022 – iconographies personnelles

La pose des mini vis ramales est réalisée en même temps que l'avulsion des quatre 3^e molaires, ce qui a permis de diminuer le nombre d'interventions. L'avulsion des 3^e molaires est justifiée par un espace d'éruption réduit et la gêne qu'elles peuvent causer lors de l'ostéotomie mandibulaire. Leur avulsion facilite également la distalisation par création d'un espace postérieur et par le phénomène d'accélération régional.

Les mini vis font 2mm de diamètre et 11mm de long. Elles sont associées à une potence en acier rond de diamètre .028 inch.



Figure 49: mini vis et connectique en acier – iconographie personnelle

Elles sont mises en charge immédiatement par une chainette élastomérique reliant la potence de la mini-vis à la canine mandibulaire. Une fois les arcs maxillaire et mandibulaire en acier de section .019 x .025 mis en place, la force de distalisation est augmentée allant jusqu'à 300grammes par côté.



Figure 50 : Photographie personnelle du système de traction – iconographie personnelle

La vis ramale de droite est perdue après quelques semaines. Cela peut s'expliquer par la pose rendue difficile par manque de matériel ainsi qu'à un manque d'hygiène de la part de Nolann.

Un contrôle radiographique (panoramique et téléradiographie de profil) ainsi que des modèles en plâtre sont réalisés.



Figure 51 : panoramique en fin de préparation orthodontique



Figure 52 : téléradiographie de profil après préparation orthodontique

Tableau 2 : analyse céphalométrique initiale (09/11/2021) et en fin de préparation orthodontique (03/07/2023)

	Angles	Normes	09/11/2021	03/07/2023
Squelettique	NaSBa	$135^\circ \pm 3^\circ$	132°	132°
	FMA	$25^\circ \pm 3^\circ$	28°	29°
	SNA	$82^\circ \pm 2^\circ$	88°	88°
	SNB	$80^\circ \pm 2^\circ$	77°	77°
	ANB	$2^\circ \pm 2^\circ$	11°	11°
Alvéolo-dentaire	AoBo	$0 \text{ mm} \pm 2\text{mm}$	6mm	4mm
	Po/F	$10^\circ \pm 3^\circ$	6°	11°
	I/F	$107 \pm 3^\circ$	125°	118°
	IMPA	$88^\circ \pm 3^\circ$	98°	90°
	I/i	$135^\circ \pm 5^\circ$	125°	125°
Esthétique	Angle Z	$75^\circ \pm 5^\circ$	58,5	59°



Figure 53 : superposition mandibulaire initiale et pré chirurgicale

La superposition mandibulaire avant traitement et après décompensation de l'arcade mandibulaire illustre les effets de notre préparation orthodontique. Une rétraction incisive avec un recul de la couronne de l'incisive ainsi qu'un faible mouvement de son apex sont observés. Concernant l'angle IMPA un **repositionnement de 8°** est obtenu. La normalisation de la version incisive va permettre une avancée mandibulaire optimale.

Grâce à l'utilisation d'un ancrage osseux le redressement de l'axe incisif mandibulaire n'a pas eu d'impact sur l'axe incisif maxillaire.

La préparation orthodontique est validée avec le chirurgien maxillo-facial et la date d'intervention est planifiée en juillet 2023 pour une chirurgie d'avancée mandibulaire uniquement. Après quelques mois de finitions, Nolann est débâgué en mars 2024.



Figure 54: Photographies endo-buccales de fin de traitement – iconographies personnelles



Figure 55 : Photographies exo-buccales de fin de traitement – iconographies personnelles

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Tracé céphalométrique d'une classe II (6). S : centre de la selle turcique ; N : point nasion ; A : point le plus déclive du rebord antérieur du maxillaire ; B : point le plus déclive du rebord antérieur de la mandibule ; SNA : position sagittale du maxillaire par rapport à la base du crâne ; SNB : position sagittale de la mandibule par rapport à la base du crâne	16
Figure 2 : Photographie exo-buccale de profil d'un patient en classe II squelettique - iconographie personnelle	17
Figure 3 : Schémas personnels illustrant la classification d'Angle : classe I (A) et classe II (B) ...	17
Figure 4 : Photographies d'une classe II.1 (A) et d'une classe II.2 (B) – iconographies personnelles	17
Figure 5 : Iconographie personnelle illustrant les compensations de la dimension transversale et verticale.....	18
Figure 6 : Photographies exo-buccales de profil, avant traitement (A), après décompensation (B)(4).....	21
Figure 7 : Illustrations des extractions lors d'un traitement ortho-chirurgical de classe II (14) .	24
Figure 8 : Tensions inter arcades de classe III (14).....	26
Figure 9 : Décompensation mandibulaire par Tensions Inter-Arcades de classe III (23)	26
Figure 10 : Centre de résistance de l'arcade mandibulaire et effets des TIA de classe III (23)...	27
Figure 11 : impact esthétique entre un nivellation pré-chirurgical (A) et post-chirurgical (B) chez un patient hypodivergent (11)	29
Figure 12 : Mouvement de l'arcade mandibulaire induit en fonction de la direction de la force de traction (36).....	31
Figure 13 : Iconographie personnelle illustrant la distalisation séquentielle par ancrage indirect	37
Figure 14 : Illustration de la distalisation séquentielle par ancrage direct (76)	38
Figure 15 : Photographies endo-buccales et radiographie illustrant les TIA de classe III sur mini-vis maxillaire (23).....	39
Figure 16 : illustration des tensions inter-arcades de classe III sur mini-vis (23).....	39
Figure 17 : Distalisation sur mini plaque par ancrage indirect (séquentielle) (A), par ancrage direct (B) (3).....	40
Figure 18 : Mini Plaques de Sugawara en forme de T, Y et I (55) et de De Clerck, Bolland ® (4) (de gauche à droite)	41
Figure 19: Photographie du système de traction sur mini-plaque - courtoisie Dr Desplanques	41
Figure 20 : Mini plaque posée en regard de la 1ère molaire mandibulaire (4)	42
Figure 21 : photographie illustrant un contact occlusal entre la mini-plaque et la molaire antagoniste ainsi qu'un bourrage alimentaire entre la mini-plaque et la gencive - courtoisie Dr Desplanques	43
Figure 22 : Photographie endo-buccale de l'émergence idéale d'une mini-plaque (82).....	43
Figure 23 : Effets de la traction distale sur mini-plaques ramales dans le plan de l'arc (23)	44
Figure 24 : photographie d'un positionnement de mini-plaque – courtoisie Dr Desplanques ..	44
Figure 25 : Photographies de mal position d'une plaque d'ancrage – courtoisie Dr Desplanques	44

Figure 26 : Radiographie panoramique montrant le positionnement des mini plaques (83)	45
Figure 27 : Zone d'insertion des mini-plaques ramales entre le bord antérieur de la branche montante en avant (82).....	45
Figure 28 : Localisation de la Mandibular Buccal Shelf (54)	47
Figure 29 : illustrations de la position verticale de la vis OBS et de son design (54)	48
Figure 30 : Photographie endo-buccale du positionnement de la mini-vis au niveau de la ligne muco-gingivale (MGJ : mucogingiva junction = ligne muco-gingivale ; AG : attached gingiva = gencive attachée ; MM : movable mucosa = gencive libre) (54)	48
Figure 31 : Position vestibulaire de la mini-vis dans la MBS (79)	49
Figure 32 : Comparaison des directions de tractions entre les différents ancrages dans le plan transversal (84).....	49
Figure 33 : Schéma de la zone rétro-molaire (91)	50
Figure 34 : Photographie d'une distalisation par mini-vis verticale rétro-molaire – courtoisie Dr Chataigner	51
Figure 35 : Photographie endo-buccale d'une distalisation à l'aide d'une vis rétromolaire (73)	51
Figure 36 : micro-vis enfouie (94).....	52
Figure 37 : illustration de la force de traction dans le grand axe (12).....	52
Figure 38 : Photographie endo-buccale du système par mini-vis enfouie et de la potence - courtoisie Dr Desplanques.....	53
Figure 39 : Photographie endo-buccale lors de la mise en place d'un fil d'ostéosynthèse (97). 54	
Figure 40 : mise en place du fil d'ostéosynthèse Abalakov (96).....	54
Figure 41 : Photographie endo-buccale de l'activation par ressort NiTi (97)	55
Figure 42 : bascule du plan d'occlusion suite à un Abalakov posé trop haut – courtoisie Dr Bonnin	55
Figure 43 : Photographies exo-buccal de face et profil, repos et sourire – iconographies personnelles	59
Figure 44 : Photographies intra arcade maxillaire et mandibulaire – iconographies personnelles	60
Figure 45: Photographies endo-buccales inter-arcades – iconographies personnelles	60
Figure 46: Examen panoramique.....	61
Figure 47 : Téléradiographie de profil	61
Figure 48: photographies endo-buccales du cas en juillet 2022 – iconographies personnelles.	63
Figure 49: mini vis et connectique en acier – iconographie personnelle	64
Figure 50 : Photographie personnelle du système de traction – iconographie personnelle.....	64
Figure 51 : panoramique en fin de préparation orthodontique.....	64
Figure 52 : téléradiographie de profil après préparation orthodontique.....	65
Figure 53 : superposition mandibulaire initiale et pré chirurgicale.....	65
Figure 54: Photographies endo-buccales de fin de traitement – iconographies personnelles ..	66
Figure 55 : Photographies exo-buccales de fin de traitement – iconographies personnelles....	66

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Analyse céphalométrique initiale	62
Tableau 2 : analyse céphalométrique initiale (09/11/2021) et en fin de préparation orthodontique (03/07/2023).....	65

BIBLIOGRAPHIE

1. Bouletreau P, Doré P. Orthodontic-surgical protocols: special cases requiring close collaboration between the surgeon and the orthodontist from the beginning of the treatment. 1 Orthodontie Française. sept 2021;92(3):289-302.
2. Jenner JD, Fitzpatrick BN. Skeletal Anchorage Utilising Bone Plates. Australasian Orthodontic Journal. 1 oct 1985;9(2):231-3.
3. Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, Nagasaka H, Takahashi I, Kawamura H, et al. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. févr 2004;125(2):130-8.
4. Marinetti A. Indications de mise en place des Systèmes d'Ancre Squelettique en pratique courante. L'Orthodontie Bioprogressive. juill 2009;41-52.
5. Slavicek R, Schadlbauer E, Schrangl J, Mack H. Les rapports squelettiques et la compensation dento-alvéolaire. Rev Orthop Dento Faciale. oct 1983;17(4):493-516.
6. Boileau MJ. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Elsevier-Masson; 2012. (Techniques dentaires; vol. 2. Traitement des dysmorphies et des malocclusions).
7. Castelli A, Le Gall M, Monnet-Corti V. Comportement du parodonte au cours du nivellement des incisives mandibulaires : précautions à prendre. Orthod Fr. mars 2016;87(1):99-102.
8. Raberin M, Mauhourat S. La chirurgie orthognathique : particularités des préparations orthodontico-chirurgicales. Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale. sept 2014;115(4):196-207.
9. Raberin M. Introduction. Orthod Fr. juin 2011;82(2):155-8.
10. Camille MELKI-FRÈREJOUAND,, Chantal NAULIN-IFI. Endoalvéolie/endognathie du maxillaire : comment traiter les anomalies du sens transversal ? Revue Odonto-Stomatologique. sept 2018;(Numéro Spécial Orthodontie).
11. Larson BE. Orthodontic Preparation for Orthognathic Surgery. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. nov 2014;26(4):441-58.
12. Marinetti A, Deffrennes D, Soussan J. Presurgical Preparation for Mandibular Advancement with Retromolar Skeletal Anchorage. JCO. sept 2013;XLVII(9):529-36.
13. Chen K, Cao Y. Class III malocclusion treated with distalization of the mandibular dentition with miniscrew anchorage: A 2-year follow-up. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. déc 2015;148(6):1043-53.
14. Boileau MJ. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Elsevier-Masson; (Techniques dentaires; vol. 1. Principes et moyens thérapeutiques).
15. Tom K, Mancl L, Woloshyn H, Khosravi R, Bollen AM. Association between crowding estimation and extraction recommendations in orthodontics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. sept 2023;S088954062300450X.
16. Nabbout F, Faure J, Baron P, Braga J, Treil J. L'ancre dentaire en orthodontie : les données du scanner. International Orthodontics. sept 2004;2(3):241-56.
17. Keser E, Naini FB. Accelerated orthodontic tooth movement: surgical techniques and the regional acceleratory phenomenon. Maxillofac Plast Reconstr Surg. déc 2022;44(1):1.
18. Amoric M. Les questions d'extraire ou de ne pas extraire apparaissent déjà, dans les ouvrages de Pierre Fauchard, sous la forme de quelques recommandations empiriques. Rev Orthop Dento Faciale. avr 2014;48(2):101-2.
19. Sorel O. La forme des dents. Un élément incontournable du diagnostic. Orthod Fr. 2020;91:7-33.
20. Sorel O. Restructurer la forme des dents. L'Orthodontiste. avr 2021;10(2):46.

21. Clément F. Le point sur la réduction amélaire interproximale. Rev Orthop Dento Faciale.
22. Zachrisson BU, Nyøygaard L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. févr 2007;131(2):162-9.
23. Park JH, Heo S, Tai K, Kojima Y, Kook YA, Chae JM. Biomechanical considerations for total distalization of the mandibular dentition in the treatment of Class III malocclusion. Seminars in Orthodontics. sept 2020;26(3):148-56.
24. Chédaille C. Correction de l'axe incisif mandibulaire lors de la décompensation pré-chirurgicale de classe II par mini-vis enfouies rétro-molaires VS technique conventionnelle de TIM III en technique linguale complètement individualisée - étude rétrospective comparative. 2020.
25. Faure J. Biomécanique orthodontique. Les Ulis: Éd. SID; 2011. (Les fondamentaux).
26. Kerner A. Extraction d'une incisive mandibulaire : une solution atypique ? L'information Dentaire. 31 mai 2006;(22).
27. Pujol A, Bardinet É, Bazert C, El Amrani Darqué K. L'extraction d'une incisive mandibulaire. Rev Orthop Dento Faciale. juin 2001;35(2):185-96.
28. Chaqués Asensi J. Extraction d'une incisive mandibulaire en orthodontie : indication, plan de traitement et gestion clinique pour différentes malocclusions. Orthod Fr. sept 2012;83(3):183-200.
29. Mujagic M. Extraction d'une incisive mandibulaire : impacts thérapeutiques et critères de décision. Rev Orthop Dento Faciale. avr 2014;48(2):193-204.
30. Lazaroo B, Tilotta F, Ernoult JF. Les minivis: ancrage osseux en omnipratique et en orthodontie. 2e éd. Malakoff: Éditions CdP; 2016. (Mémento).
31. Thébault B, Bédhet N, Béhaghel M, Elamrani K. The benefits of using anchorage miniplates. Are they compatible with everyday orthodontic practice? International Orthodontics. déc 2011;9(4):353-87.
32. Craveia J, Kerbrat A, Cazenave C, Schouman T. Impact et limites du recul molaire par l'utilisation d'ancrages osseux temporaires à la mandibule sur les germes des dents de sagesse : étude rétrospective tridimensionnelle. Sorel O, éditeur. Rev Orthop Dento Faciale. déc 2022;56(4):371-80.
33. Baron P. Impact des mini-vis d'ancrage sur les traitements multibagues sans extractions. Rev Orthop Dento Faciale. avr 2014;48(2):173-92.
34. Paulus C, Hartmann C. Ancrages orthodontiques. Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale. nov 2011;112(5):304-8.
35. Kim JH, Park YC. Evaluation of mandibular cortical bone thickness for placement of temporary anchorage devices (TADs). Korean J Orthod. 2012;42(3):110.
36. Chae JM, Park JH, Kojima Y, Tai K, Kook YA, Kyung HM. Biomechanical analysis for total distalization of the mandibular dentition: A finite element study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. mars 2019;155(3):388-97.
37. Chen Y, Chang H, Huang C, Hung H, Lai EH, Yao CJ. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Clinical Oral Implants Res. déc 2007;18(6):768-75.
38. Lescaille G. Contre-indications en implantologie et attitudes concernant les patients à risque. Réalités Cliniques. 2020;31(2):109-15.
39. Kim SJ, Choi TH, Baik HS, Park YC, Lee KJ. Mandibular posterior anatomic limit for molar distalization. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. août 2014;146(2):190-7.
40. Chen CL, Chen CH, Pan CY, Chang HP, Chen PH, Tseng YC. Cone beam computed

- tomographic analysis of the spatial limitation during mandibular arch distalization. BMC Med Imaging. déc 2020;20(1):39.
41. Amat Philippe. La distalisation de la denture mandibulaire à l'aide de micro-implants induit un mouvement distal molaire supérieur à l'espace disponible au niveau de la racine mis en évidence par CBCT. L'Orthodontiste. 15 sept 2024;13(4):22.
42. Seol J, Bayome M, Kook YA, Kang SJ, Oh J, Ham LK, et al. A 3-dimensional evaluation of available retromolar space for the application of ramal plates. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. nov 2023;164(5):628-35.
43. Liu K, Chu G, Zhang C, Yang Y. Boundary of mandibular molar distalization in orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. Orthod Craniofacial Res. août 2024;27(4):515-26.
44. Le Gall M, Chevalier É, Bachet C, Dameron C, Dorison-Bachet D, Philip-Alliez C. Mise en perspective de l'utilisation des ancrages osseux par rapport aux autres techniques d'ancrage. Orthod Fr. déc 2016;87(4):427-41.
45. Nakamura M, Kawanabe N, Kataoka T, Murakami T, Yamashiro T, Kamioka H. Comparative evaluation of treatment outcomes between temporary anchorage devices and Class III elastics in Class III malocclusions. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. juin 2017;151(6):1116-24.
46. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. European Journal of Orthodontics. 28 sept 2018;40(5):519-30.
47. Zawawi K. Acceptance of orthodontic miniscrews as temporary anchorage devices. PPA. juin 2014;933.
48. Davarpanah M, Caraman M, Khoury PM, Augeraud E, Agachi A, Szmukler-Moncler S. L'apport de l'ancrage squelettique en orthodontie. Actual Odonto-Stomatol. mars 2007;(237):41-58.
49. Farronato G, Garagiola U, Farronato D, Bolzoni L, Parazzoli E. Temporary lip paresthesia during orthodontic molar distalization: Report of a case. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. juin 2008;133(6):898-901.
50. Sham L, Bakshi A, Popat H, Drage N. Orthodontic induced inferior alveolar nerve paraesthesia: diagnosis using cone beam computed tomography. Oral Radiol. sept 2014;30(3):255-8.
51. Raberin M. L'orthodontie chirurgicale dans le traitement de la dysharmonie dento-maxillaire : le repositionnement incisif et son impact articulaire. Orthod Fr. déc 2016;87(4):411-25.
52. Villela HM. Treatment of bimaxillary protrusion using intra- and extra-alveolar miniscrews associated to self-ligating brackets system. Dental Press J Orthod. sept 2020;25(5):66-84.
53. Dang T, Forestier JP, Thebault B. Is mandibular molar distalization feasible? J Dentofacial Anom Orthod. 2015;18(1):104.
54. Chang C, Liu SSY, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. The Angle Orthodontist. 1 nov 2015;85(6):905-10.
55. Sugawara J, Nishimura M. Minibone plates: The skeletal anchorage system. Seminars in Orthodontics. mars 2005;11(1):47-56.
56. Scotti AC, Boudehen E, Thebault B, Sorel O, Brézulier D. Comparaison de deux dispositifs d'ancrage pour la distalisation molaire. Mer G, éditeur. Rev Orthop Dento Faciale. sept 2020;54(3):305-18.
57. Pernier C, Cresseaux P. Presurgical orthodontic preparation of skeletal Class II by means of a bone anchorage with an osteosynthesis wire: a clinical case. I Orthodontie Française. mars 2021;92(1):17-28.

58. Haute Autorité de Santé. Recommandation de bonne pratique : Avulsion des 3èmes molaires : indications, techniques et modalités. 2019 mai.
59. Hutin A, Gebeile-Chauty S. Les troisièmes molaires dans la décision thérapeutique en orthodontie: L'Orthodontie Française. 1 déc 2022;93(4):377-99.
60. Carter K, Worthington S. Morphologic and Demographic Predictors of Third Molar Agenesis: A Systematic Review and Meta-analysis. J Dent Res. juill 2015;94(7):886-94.
61. Tai K, Park JH. Distal movement of the mandibular dentition with temporary skeletal anchorage devices to correct a Class III malocclusion. AJO-DO Clinical Companion. août 2021;1(2):165-7.
62. Darque F, Cazenave C, Ellouze S. Mini-vis : l'orthodontie de demain. Actual Odonto-Stomatol. déc 2010;(252):299-309.
63. De Almeida MR. Current status of the biomechanics of extra-alveolar miniscrews. Journal of the World Federation of Orthodontists. févr 2024;13(1):25-37.
64. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Yamamoto TT. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. avr 2007;131(4):S68-73.
65. Chang CH, Lin LY, Roberts WE. Orthodontic bone screws: A quick update and its promising future. Orthod Craniofacial Res. mars 2021;24(S1):75-82.
66. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. janv 2007;131(1):9-15.
67. Poletti L, Silvera AA, Ghislazoni LTH. Dentoalveolar class III treatment using retromolar miniscrew anchorage. Prog Orthod. déc 2013;14(1):7.
68. Papageorgiou SN, Zogakis IP, Papadopoulos MA. Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. nov 2012;142(5):577-595.e7.
69. Melsen B. Indications d'ancrage squelettique en orthodontie. Rev Orthop Dento Faciale. mars 2006;40(1):41-61.
70. Chillès JG, Riemenschneider-Chillès S. Utilisation des mini-vis corticales courtes en orthodontie. Orthod Fr. sept 2011;82(3):253-68.
71. Yeon BM, Lee NK, Park JH, Kim JM, Kim SH, Kook YA. Comparison of treatment effects after total mandibular arch distalization with miniscrews vs ramal plates in patients with Class III malocclusion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. avr 2022;161(4):529-36.
72. Chang H, Tseng Y. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. The Kaohsiung J of Med Scie. mars 2014;30(3):111-5.
73. Lee JY. Distalisation des molaires utilisant des mini-vis d'ancrage placées verticalement. Orthod Fr. déc 2012;83(4):257-66.
74. Lam R, Goonewardene MS, Allan BP, Sugawara J. Success rates of a skeletal anchorage system in orthodontics: A retrospective analysis. The Angle Orthodontist. 1 janv 2018;88(1):27-34.
75. Baumgaertel S. Hard and soft tissue considerations at mini-implant insertion sites. Journal of Orthodontics. sept 2014;41(sup1):s3-7.
76. Cazenave C. Classe II subdivision chez l'adulte : utilisation des minivis d'ancrage en technique mixte. Orthod Fr. déc 2014;85(4):341-54.
77. Shetty Sharath Kummar. Advanced Methods of Total Arch Distalization in Orthodontics : A literature Review. IJSR. mars 2019;8(3).
78. Cozzani M, Fontana M, Maino G, Maino G, Palpacelli L, Caprioglio A. Comparison between direct vs indirect anchorage in two miniscrew-supported distalizing devices. The Angle

Orthodontist. 1 mai 2016;86(3):399-406.

79. Almeida MR. Biomechanics of extra-alveolar mini-implants. *Dental Press J Orthod*. août 2019;24(4):93-109.
80. Setvaji NR, Sundari S. Evaluation of Treatment Effects of en Masse Mandibular Arch Distalization Using Skeletal Temporary Anchorage Devices: A Systematic Review. *Cureus*. 9 oct 2024 [cité 15 déc 2024];
81. Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, De Clerck HJ, Tulloch JFC. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: A prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. janv 2008;133(1):18-24.
82. Yu J, Park JH, Bayome M, Kim S, Kook YA, Kim Y, et al. Treatment effects of mandibular total arch distalization using a ramal plate. *Korean J Orthod*. 2016;46(4):212.
83. Laroche A. Décompensation d'une classe II.1 par mini-plaques vissées. *L'Orthodontiste*. avr 2020;9(2):48-51.
84. Kim YB, Bayome M, Park JH, Lim HJ, Mo S, Lee NK, et al. Displacement of mandibular dentition during total arch distalization according to locations and types of TSAD s: 3D Finite element analysis. *Orthod Craniofacial Res*. févr 2019;22(1):46-52.
85. Liu H, Wu X, Tan J, Li X. Safe regions of miniscrew implantation for distalization of mandibular dentition with CBCT. *Prog Orthod*. déc 2019;20(1):45.
86. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. avr 2018;153(4):505-11.
87. Chang C, Renger S. Vers une orthodontie contemporaine et raisonnée. Un entretien avec Chris Chang. *Orthod Fr*. sept 2018;89(3):219-27.
88. Sreenivasagan S, Subramanian AK, Selvaraj A, Marya A. Pain Perception Associated with Mini-Implants and Interventions for Pain Management: A Cross-Sectional Questionnaire-Based Survey. Grassia V, éditeur. BioMed Research International. 29 nov 2021;2021:1-9.
89. Sarul M, Lis J, Park HS, Rumin K. Evidence-based selection of orthodontic miniscrews, increasing their success rate in the mandibular buccal shelf. A randomized, prospective clinical trial. *BMC Oral Health*. 20 sept 2022;22(1):414.
90. Maheshwari A, Chawda DN, Kushwah A, Agarwal RK, Golwara AK, Dixit PB. Comparative evaluation of displacement and stress distribution pattern during mandibular arch distalization with extra and inter-radicular mini-implants: a three-dimensional finite element study. *Dental Press J Orthod*. 2023;28(2):e2321373.
91. Jean Philippe Dillenseger. *Atlas d'anatomie générale et de radiologique*. Elsevier Masson. Vol. 6 Tête et Cou. 2019. 219-304 p.
92. Cresseaux P, Filippi R. Une Nouvelle Technique D'ancrage Mandibulaire. *Global Journals*. 2023;23(1):25-34.
93. Azeem M, Saleem MM, Liaquat A, Ul Haq A, Ul Hamid W, Masood M. Failure rates of mini-implants inserted in the retromolar area. *International Orthodontics*. mars 2019;17(1):53-9.
94. Chillès D, Chillès JG, Riemschneider-Chillès S, Doustkam AA. Les micro-vis enfouies, l'ancrage osseux universel. *Orthod Fr*. déc 2016;87(4):443-55.
95. Filippi R, Cresseaux P, Bernard-Granger C. Quand l'alpinisme vient révolutionner l'ancrage orthodontique. *L'Orthodontiste*. 2017;6(5):40-7.
96. Depeyre A, Carlier A, Filippi R, Cresseaux P. Abalakov technique for global mandibular distalisation: technical note. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. févr 2022;60(2):209-10.

97. WAGNER L. Recul mandibulaire en masse par fils d osteosynthese une etude de cohorte.
98. Chastanet S, Louisy A, Bonnin F, Kulker D, Laure B. Abalakov: Posterior mandibular anchorage technique for orthodontic treatment. Journal of Stomatatology, Oral and Maxillofacial Surgery. nov 2020;121(5):575-8.

Avantages de la préparation orthodontique pré-chirurgicale à l'aide d'ancrages osseux temporaires d'une classe II.1 par rétrognathie mandibulaire / **Eléonore DESPLANQUES.** – p. (77) : ill. (55) ; réf. (98).

Domaines : Orthopédie Dento-Faciale

Mots clés libres : Traitement ortho-chirurgical / classe II / décompensation / préparation orthodontique / tractions inter-arcades / distalisation mandibulaire / ancrages osseux

Résumé de la thèse :

L'objectif de ce travail est de faire un bilan actuel des connaissances concernant la préparation orthodontique lors de la prise en charge orthodontico-chirurgicale des patients présentant une classe II squelettique par rétrognathie mandibulaire associée à une classe II.1 dentaire. Dans un premier temps les moyens conventionnels de décompensation seront présentés avec leurs avantages et inconvénients. Dans un second temps les nouvelles options thérapeutiques que constituent les ancrages osseux temporaires seront décrits, permettant ainsi de les comparer aux moyens conventionnels.

JURY :

Président : Professeure Caroline DELFOSSE

Assesseurs : Docteure Céline CATTEAU

Docteure Cécile OLEJNIK

Docteur Louis MÉRESSE