

# Biomécanique de la mésialisation molaire inférieure sur mini-vis en technique multi-attache vestibulaire

Pierre LECLERCQ<sup>1\*</sup>, Skander ELLOUZE<sup>2</sup>, Olivier BRETON<sup>3</sup>, Jacques BOHAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 22 chemin des Bourgailles, 13820 Ensues-la-Redonne, France

<sup>2</sup> Centre médical El Farabi, El Menzah 6 2091, Tunis, Tunisie

<sup>3</sup> 12 rue Marcel de Serres, 34000 Montpellier, France

<sup>4</sup> 67 cours Pierre Puget, 13006 Marseille, France

## MOTS CLÉS :

Protraction /  
Mésialisation molaire /  
Mini-vis /  
Ancrage biomécanique

**RÉSUMÉ – Introduction :** La mésialisation molaire peut trouver son indication dans plusieurs situations cliniques. Elle apporte un réel service au patient lorsqu'elle permet de se substituer à un implant, par exemple, ou en présence d'une molaire dont l'état de délabrement est très avancé par rapport à l'âge du patient. **Matériel et méthode :** Dans cet article, les auteurs décrivent les différents systèmes de mésialisation molaire en technique multi-attache vestibulaire, en exposant la biomécanique de chacun d'eux. **Discussion :** La démocratisation des mini-vis a permis de mieux gérer l'ancrage, primordial dans cette thérapeutique. Néanmoins, la mésialisation n'est pas toujours proposée, au regard de la volonté du patient, mais aussi parfois du praticien. **Conclusion :** Les différentes situations biomécaniques analysées possèdent chacune leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs inconvénients propres. Une réflexion méthodique doit amener le praticien à choisir le système qui lui convient, en fonction de son expérience et de sa pratique, afin de mettre en œuvre cette thérapeutique pour le bien de ses patients.

## KEYWORDS:

Protraction /  
Molar mesialization /  
Mini-screw /  
Biomechanical anchorage

**ABSTRACT – Biomechanics of lower molar mesialization on mini-screws in multi-vestibular technique. Introduction:** Molar protraction can be used in several clinical situations. It provides a real service to the patient, when it makes it possible to replace an implant, for example, or in case of a very damaged molar compared to the patient's age. **Material and Method:** In this article, the authors describe the different molar mesialization systems in the vestibular multi-attachment technique, outlining the biomechanics of each. **Discussion:** The mini-screws introduction in the practices has made it possible to improve the anchorage management, which is essential in this therapy. However, it is not always offered, depending on the patient's wishes, but also sometimes of the orthodontist's. **Conclusion:** The different biomechanical situations analyzed each have their own characteristics, advantages and disadvantages. A methodical reflection must lead the practitioner to choose the system that suits him, according to his experience and practice, in order to implement this therapy for the well-being of his patients.

## 1. Introduction

L'absence ou le délabrement de la première molaire représente un dilemme thérapeutique pour l'orthodontiste. Cette situation clinique fréquente peut s'expliquer par la précocité de l'éruption des

dents de 6 ans et une hygiène défavorable, qui peut être entretenue par le manque de dextérité du jeune enfant, la localisation postérieure de la dent et les habitudes alimentaires.

De plus, ces dernières peuvent être touchées par des anomalies de structure, comme une hypo-

\* Correspondance : [drleclercq@mistral-orthodontie.fr](mailto:drleclercq@mistral-orthodontie.fr)

minéralisation des molaires et des incisives (MIH). Face à une première molaire très délabrée, Bassigny<sup>1</sup> rappelle les options classiquement envisagées :

- Couronne après traitement endodontique ;
- Bridge, si la dent est extraite ou irrécupérable ;
- Implant ;
- Transplantation autogène ;
- Traitement orthodontique destiné à mésialer la deuxième molaire et qui doit permettre à la troisième molaire d'être fonctionnelle à la place de celle-ci.

L'auteur déplore le taux d'échec à long terme de la première solution, ainsi que le délabrement tissulaire nécessaire à la deuxième. L'implant est quant à lui contre-indiqué chez un patient en croissance et sera sujet au risque de péri-implantite en cas de manque d'hygiène ou d'absence de maintenance parodontale. La transplantation autogène présente de bons résultats à long terme, mais nécessite une troisième molaire en cours d'édification avec des apex largement ouverts. La fermeture d'espace orthodontique représente donc le meilleur choix selon l'auteur.

En effet, la pérennité des résultats obtenus et son faible coût sont en faveur de la fermeture d'espace. Il sera en revanche nécessaire d'obtenir la motivation du patient, ainsi que sa coopération en cas de port d'élastiques intermaxillaires de soutien. De plus, le succès dépendra de la bonne gestion de l'ancrage, afin d'éviter des effets néfastes sur le reste de l'arcade. Ces inconvénients ont conduit un bon nombre de praticiens à favoriser l'ouverture d'espace et l'implantation. Or, l'arrivée et la démocratisation des mini-vis ont affranchi l'orthodontiste des problématiques d'ancrage et de coopération.

Nous allons, au travers de cet article, décrire les différents systèmes de mésialisation molaire en technique multi-attache vestibulaire, en exposant la biomécanique de chacun d'eux. Pour chacun des exemples, la molaire à mésialer représentera la résistance mobile tandis que la mini-vis, reliée ou non à un bloc de dents, suivant son utilisation directe ou indirecte incarnera la résistance stable.

## 2. Principes généraux

### 2.1. Contre-indications

Il convient tout d'abord de s'assurer de la possibilité de mésialer la molaire.

Cette thérapeutique n'est pas réalisable en cas :

- de résorption sévère de la crête affectant particulièrement le versant vestibulaire et présentant un risque de déhiscence en cas de mésialisation ;
- d'absence de gencive attachée au niveau du site édenté ;
- de lésions parodontales de la molaire à mésialer, avec risque d'aggravation de la lésion parodontale en cas de mésialisation.

### 2.2. Mini-vis et impératifs biomécaniques

Les sites les plus généralement utilisés sont les espaces radiculaires entre 3-4 et 4-5 pour les raisons suivantes<sup>3</sup> :

- Situation antérieure à la molaire à mésialer et à l'espace de mésialisation.
- Situation dans le même plan de l'arc (latéral).
- Facilité d'insertion vis-à-vis des axes radiculaires.
- Permet de ne pas implanter dans l'espace de mésialisation.

Plusieurs impératifs biomécaniques seront à respecter en vue de réaliser cette thérapeutique :

- Nivellement préalable de la courbe de Spee pour déverrouiller l'occlusion et permettre la mésialisation.
- Utilisation d'arcs suffisamment rigides lors de la mésialisation (acier 0,019 x 0,025 inch), afin de permettre un couple de redressement suffisant.
- Incorporation des déformations compensatrices dans l'arc afin de permettre le contrôle dans les trois dimensions au cours de la mésialisation.
- Si possible, application d'une traction linguale ou palatine en vue de contrôler la rotation.

Il peut être nécessaire d'accentuer le déverrouillage de l'occlusion pour permettre le mouvement. Cela pourra être obtenu par l'utilisation de cales ou des « occlusal pads » en technique vestibulaire ou linguale.

La situation clinique décrite dans les paragraphes ci-dessous est celle d'une mésialisation de deuxième molaire mandibulaire en place de la première molaire.

Par convention, les forces appliquées seront représentées en rouge et les équivalences au centre de résistance (CR) en bleu.

Par ailleurs, l'espace d'implantation des sites proposés pour l'insertion de mini-vis peut être insuffisant en raison d'une éventuelle proximité radiculaire, bien que le faible diamètre de telles mini-vis (1,2 mm) puisse permettre de repousser ces limites.

### 3. Biomécanique

Dans les situations cliniques où deux molaires sont à mésialiser sur la même héli-arcade en système multi-attache, le praticien aura plusieurs choix :

- Ne pas prendre en charge la molaire terminale, dans l'espoir que celle-ci se mésialise naturellement en suivant la première. Ce choix permet en effet de commencer la mésialisation de la molaire terminale dès le début mais peut amener à des pertes de contrôle de celle-ci.
- La prendre en charge :
  - En lui appliquant une force motrice dès le début. Les deux molaires sont alors susceptibles de subir des méso-versions ou méso-rotations, entraînant des situations biomécaniques dynamiques en escalier, difficiles à compenser en première intention par des déformations.
  - Sans lui appliquer de force motrice. La première molaire est alors mésialée sans déformations appliquées à l'arc, ce dernier étant maintenu à ses deux extrémités. Puis la deuxième est mésialée à son tour comme une dent terminale. Il est à noter que la mésialisation spontanée de la molaire terminale est empêchée par la friction du système et qu'ainsi les deux étapes doivent être distinctes, ce qui allonge la durée de traitement.

#### 3.1. Information dans l'arc

Nous nous intéressons ici à la mésialisation d'une molaire terminale mandibulaire, en cas d'absence de la molaire postérieure, ou afin de laisser la possibilité à cette dernière de se mésialer spontanément.

#### 3.1.1. Arc droit

Dans la dimension antéro-postérieure, lorsqu'une force motrice est appliquée sur le tube d'une molaire, elle passe au-dessus de son centre de résistance, entraînant une mésialisation, mais aussi une méso-version de celle-ci, jusqu'à un contact étroit entre le tube et l'arc (Fig. 1a). Dans le plan occlusal, le tube étant en vestibulaire par rapport au centre de résistance de la molaire, on assiste à une méso-rotation de la dent (Fig. 1b).

Ces effets parasites perturbent la linéarité de la mésialisation et entraînent une perte de contrôle tridimensionnel de la molaire, qui devra être corrigé à la fermeture de l'espace, rallongeant ainsi le temps de traitement. De plus, la béance susceptible d'être créée pourrait perturber l'environnement fonctionnel et induire une interposition linguale latérale. Il est donc nécessaire d'incorporer les déformations appropriées à l'arc, afin de pallier ces effets parasites.

#### 3.1.2. Plicature

Des plicatures de disto-version (*tip back*, 2<sup>e</sup> ordre) et de pli de cintrage postérieur (*toe-in*, 1<sup>er</sup> ordre) de l'arc à la sortie de l'attache de la prémolaire bordant l'édentement peuvent être réalisées.

Suivant la localisation de la plicature dans l'espace de mésialisation, la situation obtenue sera en V symétrique, en V asymétrique ou dans une situation mixte.

Pour plus de clarté, nous représenterons les forces appliquées en V symétrique en vert et en V asymétrique en orange dans cette sous-partie.

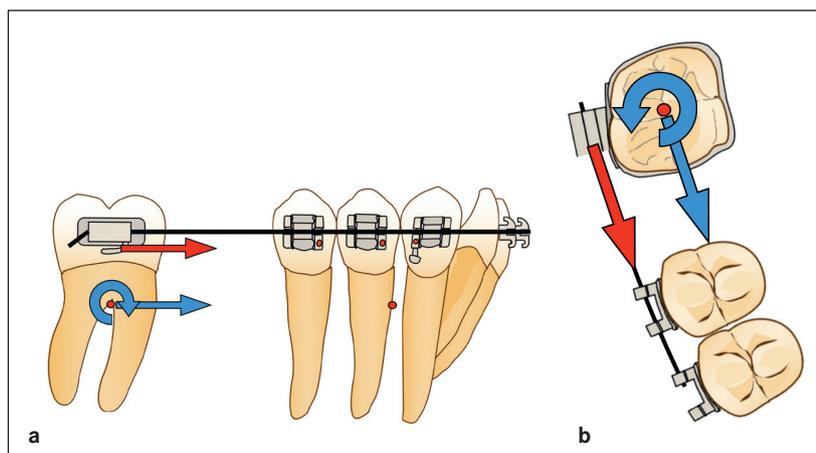


Figure 1

Schématismes des effets parasites (a) dans la dimension antéro-postérieure et (b) en vue occlusale.

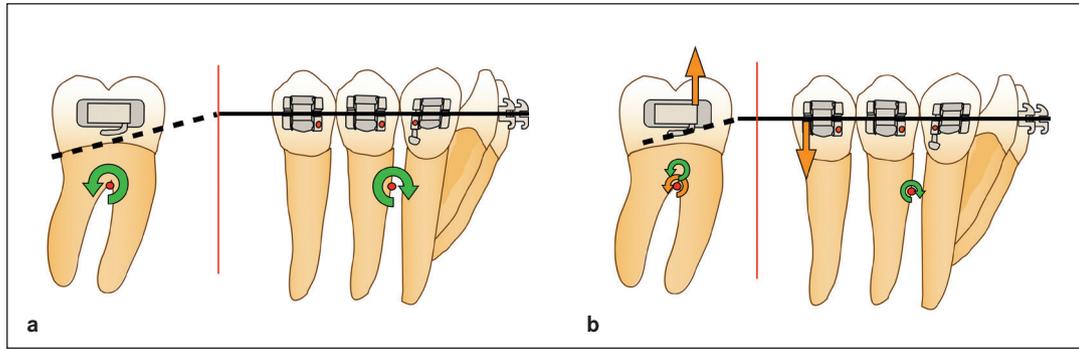


Figure 2

Situations biomécaniques en V symétrique (a) et en V mixte (b) au cours d'une même mésialisation molaire.

### 3.1.2.1. V symétrique

Si la plicature est réalisée au milieu de l'espace de mésialisation, le système sera alors en configuration de V symétrique. Cependant, la mésialisation de la molaire dans cet espace la rapprochera de la plicature et le système sera alors en configuration mixte (Fig. 2).

### 3.1.2.2. V asymétrique

Si la plicature est réalisée à la sortie de l'attache de la prémolaire, le système sera alors en V asymétrique. La mésialisation de la molaire le long de l'arc ne changera pas la configuration, la plicature restant plus proche de l'attache de la prémolaire que de celle de la molaire, à chaque moment de la traction (Fig. 3).

La configuration en V asymétrique obtendue imprimera une force ingressive à la molaire et une force égressive au bloc antérieur accompagnée d'un moment de rotation horaire. Les forces verticales ainsi exprimées, dues au système en V asymétrique, peuvent alors être à l'origine d'une bascule non recherchée du plan d'occlusion, en cas de mésialisation molaire unilatérale.

Suivant le rapport charge/flexion de l'arc dans la configuration et le jeu dans le deuxième ordre de l'arc dans le tube, nous pourrions même nous retrouver dans une situation initiale de mésio-version (*tip forward*) appliquée à la molaire... (Fig. 4).

### 3.1.2.3. V mixte

Si la plicature est réalisée proche de l'attache de la prémolaire, le système sera alors dans une situation mixte, avec un V symétrique et un V asymétrique.

Au fur et à mesure de la mésialisation, nous ferons face à quatre situations biomécaniques différentes :

- un V mixte : un léger moment de disto-version sera alors imprimé à la molaire (Fig. 5a) ;
- un V symétrique : lorsque la plicature se retrouve au milieu de l'espace de mésialisation (Fig. 5b) ;
- un V mixte : un moment de disto-version plus important est appliqué à la molaire (Fig. 5c) ;
- un V asymétrique : lorsque la plicature se retrouve en contact avec le tube de la molaire (Fig. 5d).

Ces deux dernières étapes ne s'exprimeront que si la plicature est réalisée trop loin sur l'arc.

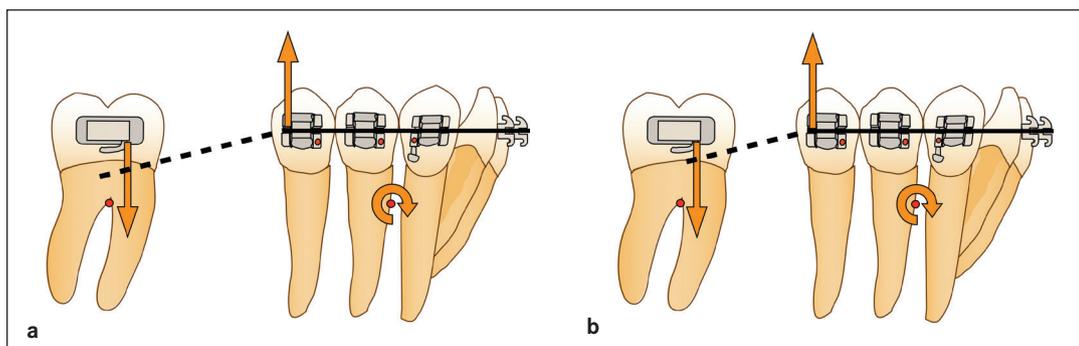


Figure 3

Situations biomécaniques en V asymétrique (a) en début de mésialisation et (b) en cours de mésialisation.

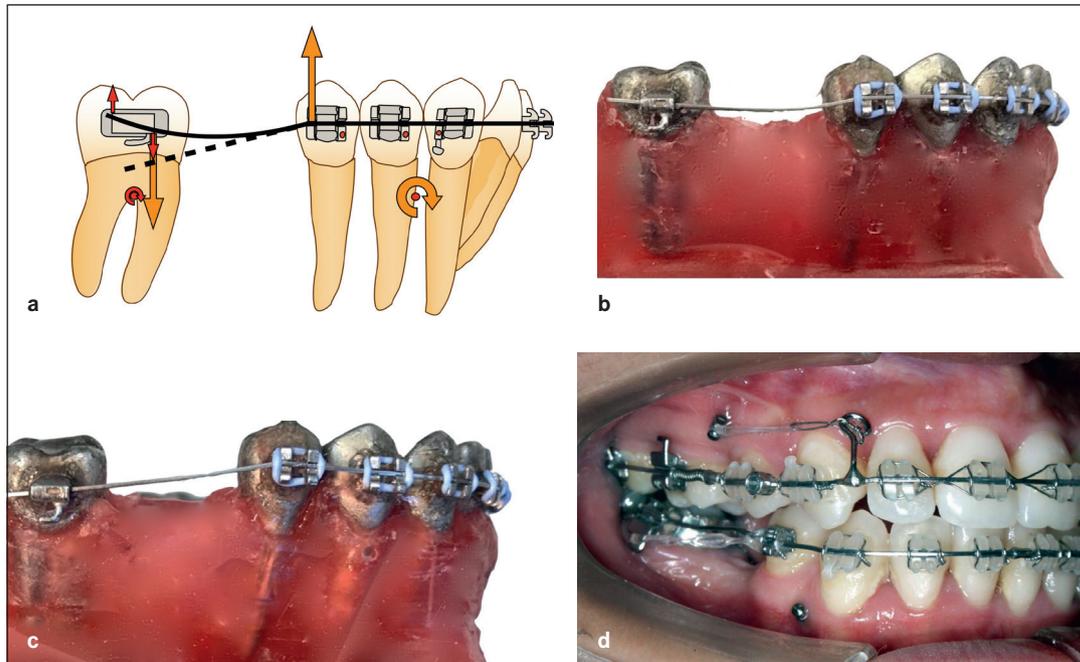


Figure 4

Situation biomécanique en V asymétrique avec décomposition des forces au niveau du tube molaire (a). Simulation sur typodont (b) avant trempage et (c) après trempage. Situation biomécanique correspondante (d).

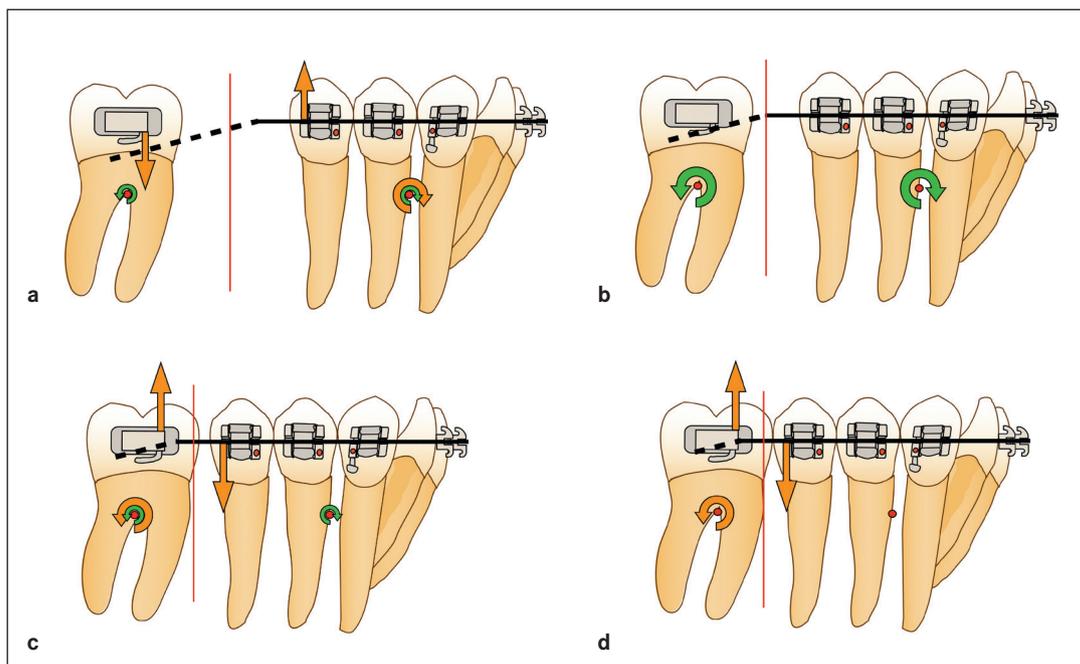


Figure 5

Situations biomécaniques (a) en V mixte initiale, (b) en V symétrique intermédiaire, (c) en V mixte intermédiaire et (d) en V asymétrique finale.

En effet, au début de la mésialisation, si elle est effectuée sur l'arc à l'endroit qui correspond au milieu de la distance inter-attache finale entre la prémolaire et la molaire, la configuration finale sera alors le V symétrique<sup>2</sup> (Fig. 6a et b).

Si elle est en revanche réalisée trop loin, elle risque de bloquer simplement la fin de la mésialisation (Fig. 7a et b).

La figure 7c résume la situation biomécanique suivant la situation de la plicature, symbolisée par l'étoile rouge sur la figure.

Nous sommes donc amenés à chercher une déformation de l'arc permettant d'obtenir une configuration en V symétrique tout au long de la traction. Cette dernière n'est pas réalisable à l'aide

d'une plicature, car elle nécessiterait de la replacer constamment au milieu de l'espace de mésialisation.

### 3.1.3. Courbure

Une courbure de l'arc est la seule déformation permettant de se retrouver en situation de V symétrique tout au long de la traction (Fig. 8). En effet, que l'arc soit inséré dans le bloc antérieur ou postérieur (*read-out*), ces deux configurations se rencontreront au milieu de l'espace d'extraction. On obtiendra le moment de disto-version recherché, accompagné d'une bascule horaire du bloc antérieur, pouvant être contrôlée par l'utilisation d'élastiques verticaux inter-arcades antérieurs. Il est toutefois à noter que cette déformation de l'arc augmente la friction.

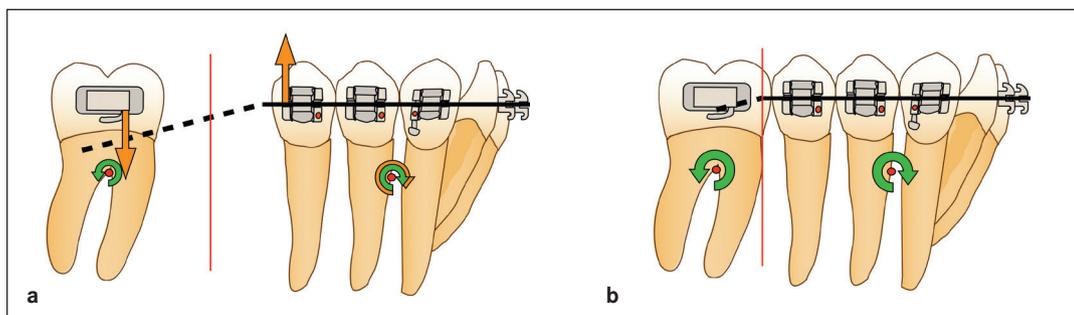


Figure 6

Situations biomécaniques (a) en V mixte initiale et (b) en V symétrique finale.

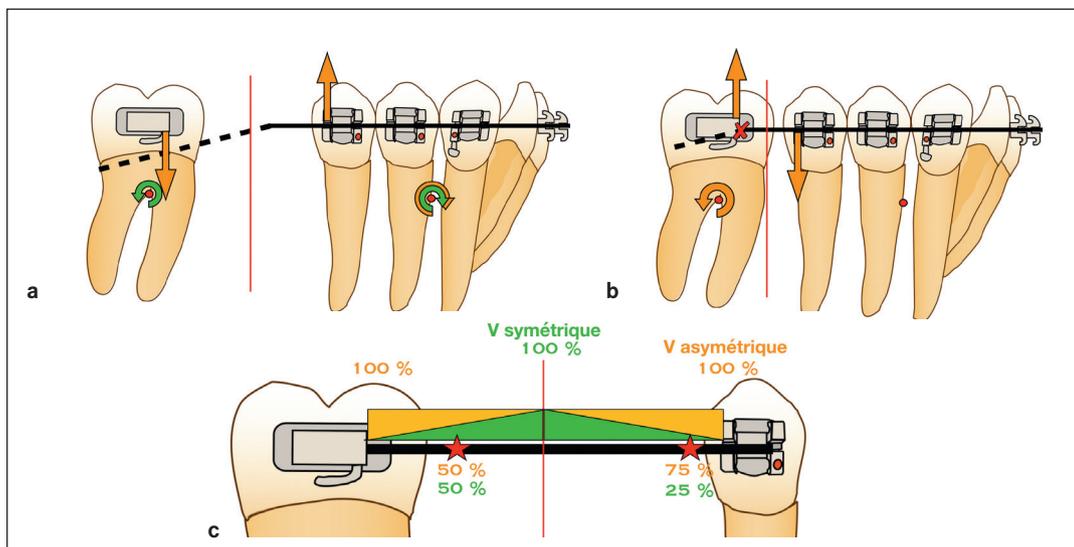


Figure 7

Situations biomécaniques (a) en V mixte initiale et (b) en V asymétrique finale. La plicature empêche la poursuite de la mésialisation molaire. (c) Schématisation des différentes composantes de V symétrique, asymétrique et des situations mixtes en fonction de la localisation de la plicature par rapport aux deux dents adjacentes.

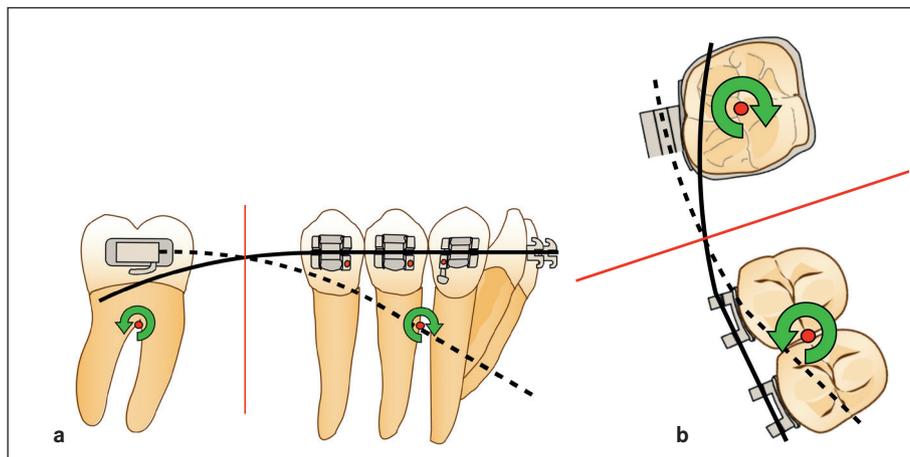


Figure 8

Situations biomécaniques en V symétrique (a) dans la dimension antéro-postérieure et (b) dans le plan occlusal.

Il sera alors nécessaire d'adapter raisonnablement le système en augmentant la force motrice afin de compenser cette perte de force résultante appliquée à la molaire.

Ces déformations sont applicables dans le plan antéro-postérieur, mais aussi occlusal avec la réalisation d'une déformation de cintrage postérieur molaire, pour contrer la rotation mésiale en cas d'absence de traction linguale ou palatine (Fig. 8b). Celle-ci pourra être réalisée par une plicature ou une courbure, accompagnée des effets précédemment décrits, à retranscrire dans le plan horizontal.

Une fois les déformations compensatrices incluses dans les arcs, on réalisera un traitement thermique par recuit afin de les y fixer. Ce dernier permettra la relaxation des contraintes qui se sont accumulées au cœur de l'acier par notre contrainte mécanique. Les grains (mono-cristaux) de matière vont se reformer pour retrouver leur état d'équilibre dans la configuration actuelle.

Ces déformations compensatrices peuvent être utilisées en cas de traction directe sur la mini-vis ou de traction indirecte, comme nous allons l'expliquer.

#### 3.1.4. Réalisations

L'intensité de ces déformations sera fonction du rapport force/moment qui dépendra :

– *Du rapport charge/flexion*, dépendant de la nature du fil, de l'aire en section du fil et de la longueur du fil, donc de l'importance de l'espace de mésialisation. Plus l'espace de mésialisation est grand, plus le fil sera long, plus le rapport charge/flexion

sera réduit et plus les déformations devront être prononcées.

– *Du type de fil :*

- *Edgewise :* le fil repose sur sa plus grosse section. Le moment quadratique de l'arc sera donc plus propice à résister aux contraintes horizontales qu'aux contraintes verticales. La courbure de disto-version sera plus accentuée et la courbure de cintrage postérieur sera moins accentuée.
- *Ribbonwise :* le fil repose sur sa plus petite section. Le moment quadratique de l'arc sera donc plus propice à résister aux contraintes verticales qu'aux contraintes horizontales. La courbure de disto-version sera moins accentuée et la courbure de cintrage postérieur sera plus accentuée.

– *De la proximité du centre de résistance (CR) dans le plan concerné.* Dans le plan antéro-postérieur, la force appliquée sur le tube est plus éloignée du CR. La courbure de disto-version sera donc plus accentuée. Dans le plan occlusal, la force appliquée sur le tube est moins éloignée du CR. La courbure de cintrage postérieur sera donc moins accentuée.

– *De la force résiduelle de mésialisation appliquée.* Plus la force résiduelle est importante (perte en friction, longueur d'activation de la chaînette), plus le moment de méso-version sur la molaire est important, et plus les courbures devront être prononcées.

– *De facteurs biologiques :* densité osseuse, support parodontal, anatomie radulaire, rapport avec la corticale...

### 3.2. Ancrage direct

La force motrice est appliquée directement de la mini-vis à la molaire à mésialer. Sans moyen accessoire, la traction appliquée pourra être décomposée en une force mésialante et une force ingressive (Fig. 9). Son application à distance du CR entraîne une mesioversion et une rotation mésiale de la molaire, nous obligeant alors à incorporer les courbures compensatrices.

Il est alors possible d'avoir recours à une potence (*power arm*) (Fig. 10). Cette configuration permet de rapprocher la force motrice délivrée du CR de la molaire, dans le plan antéro-postérieur, en fonction des conditions anatomiques (profondeur du vestibule, hauteur de gencive attachée)<sup>5</sup>. Plus la potence est proche du CR et plus la force délivrée aboutira à une gression pure sans méso-version. En revanche, nous sommes toujours confrontés dans le plan occlusal à une rotation mésiale de la molaire. Cette dernière est même accentuée lors de l'utilisation d'une potence puisque ce dernier éloigne la force motrice du CR dans ce plan. Il sera alors nécessaire d'accentuer la courbure de cintrage postérieur.

Une partie de la force motrice délivrée ici est perdue à cause à la friction présente entre le tube et l'arc. Or, dans ces configurations, la friction due au déplacement de la molaire sur l'arc correspond à une force mésialante appliquée à l'arc.

En cas de force délivrée trop importante, on peut alors se retrouver face à une situation d'arc-boutement où la totalité de la force motrice est alors retranscrite en un effet parasite de force mésialante sur l'arc par la molaire. Les incisives subiront alors une vestibulo-version dans le secteur antérieur. Les dents du secteur latéral peuvent aussi être concernées par cet effet parasite, en fonction de l'intensité de la friction présente entre l'arc et la gorge de leur attache (ligature élastomérique en 8, simple, métallique, système autoligaturant).

Ce système n'est donc pas à privilégier dans la mésialisation molaire (Fig. 11).

### 3.3. Ancrage indirect

Afin d'éviter ces effets parasites, il sera préférable d'utiliser la mini-vis comme renfort d'ancrage, en configuration indirecte.

### 3.3.1. Différents types

#### 3.3.1.1. Solidarisation à une dent

En ancrage indirect, la mini-vis peut être solidarisée à une dent par un arc acier de grosse section, afin d'utiliser cette dernière comme ancrage strict (Fig. 12a). Ce système permet alors de garder une réflexion biomécanique conventionnelle en appliquant une force motrice qui reste dans le plan de l'arc, de la dent ancrée à la molaire à mésialer. En outre, elle procure un plus grand confort au patient, mais les conséquences biologiques de la diminution de la mobilité physiologique de la dent ancrée sont à prendre en considération, même s'il n'existe pas d'article permettant d'incriminer ce système biomécanique à ce sujet. De plus, il est à noter que cette configuration indirecte n'écarte pas le risque de l'effet parasite dû à l'arc-boutement précédemment décrit, si la traction est appliquée entre la prémolaire d'ancrage et la molaire (Fig. 12b), avec un risque de vestibulo-version des incisives. Une solution consisterait à ajouter un stop en distal de la 5, afin d'empêcher l'arc de glisser au travers de son attache et ainsi d'éviter ce risque dans cette configuration.

#### 3.3.1.2. Ligature à une dent

Le choix du site de pose de la mini-vis est une étape importante, même dans son utilisation indirecte. Les sites couramment utilisés sont entre 3-4 et 4-5. En ancrage indirect, l'implantation peut aussi se faire entre 2-3 si l'un de ces sites ne peut être choisi à cause d'un obstacle anatomique (frein latéral, trou mentonnier, proximité radiculaire). Ce site, en raison de sa situation plus antérieure est contre-indiqué en utilisation directe pour des raisons pratiques (la chaînette serait alors plaquée contre la gencive attachée) et biomécaniques (la force motrice contiendrait une composante de contraction de l'arcade).

Pour une telle utilisation de la mini-vis, nous recommandons une implantation antérieure, entre 3-4. En effet, une implantation entre 4-5 augmente la composante verticale de la ligature et, ainsi, son angle par rapport à la ligne directe entre la mini-vis d'ancrage et la molaire (Fig. 13a). La prémolaire d'ancrage se voit alors autoriser un certain degré de version suivant l'arc de cercle centré sur la mini-vis avec le rayon représenté par la ligature métallique. Cliniquement, un diastème pourrait apparaître en mésial de la dent ligaturée (Fig. 13b).

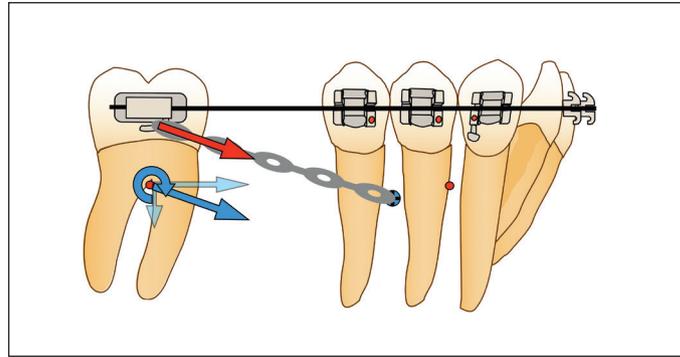


Figure 9

Schématisme des forces en présence sur la molaire lors d'une traction directe.

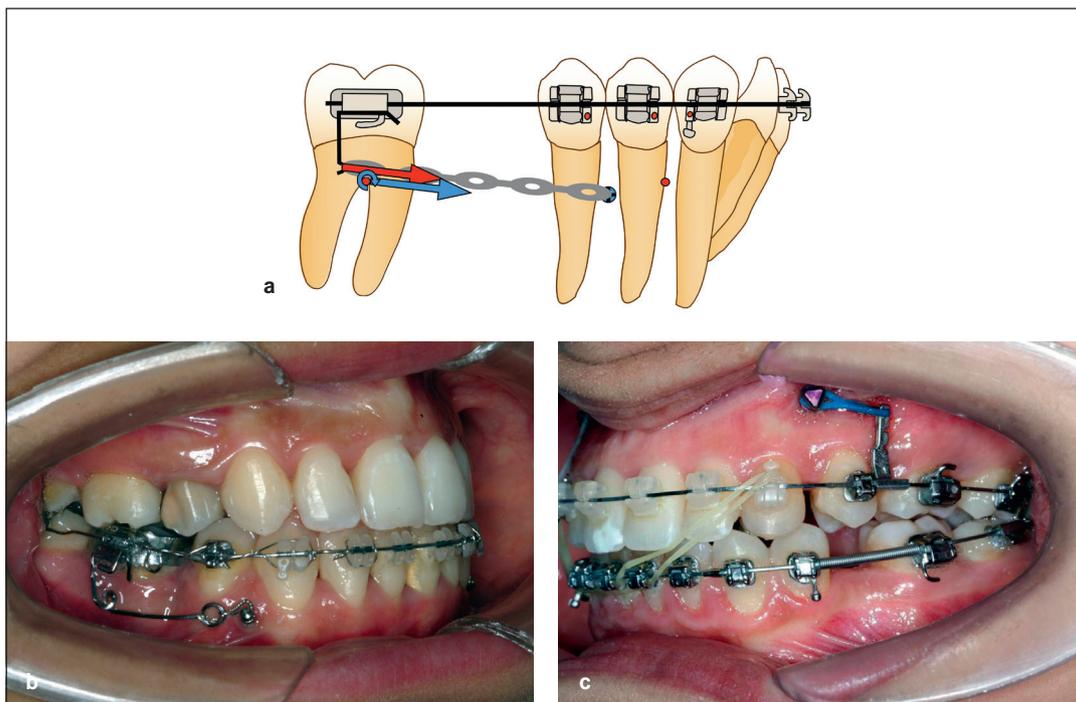


Figure 10

(a) Schématisation des forces en présence sur la molaire lors d'une traction directe par potence. (b) Système de potence. (c) Système de potence coulissant.

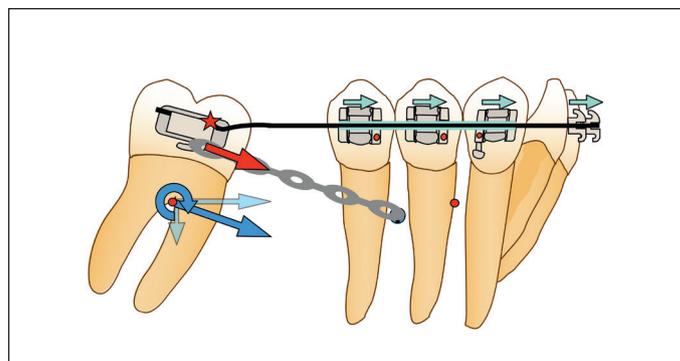


Figure 11

Schématisme des effets parasites dans une situation d'arc-boutement.

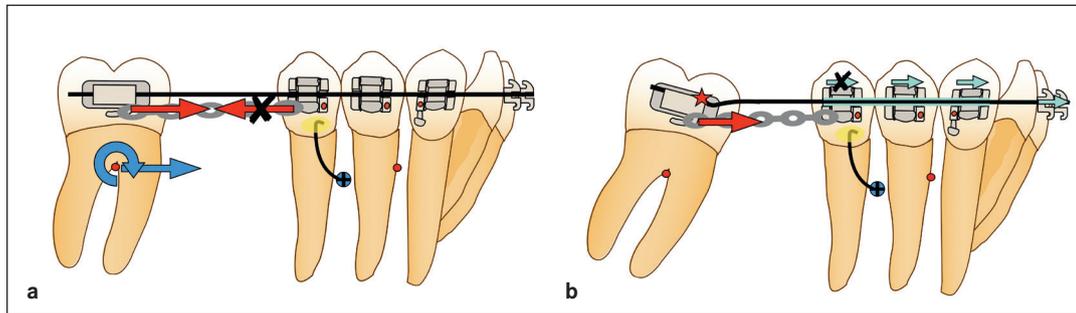


Figure 12

(a) Schématisation des forces en présence lors d'une mésialisation molaire avec ancrage indirect par solidarisation. (b) Schématisation des effets parasites.

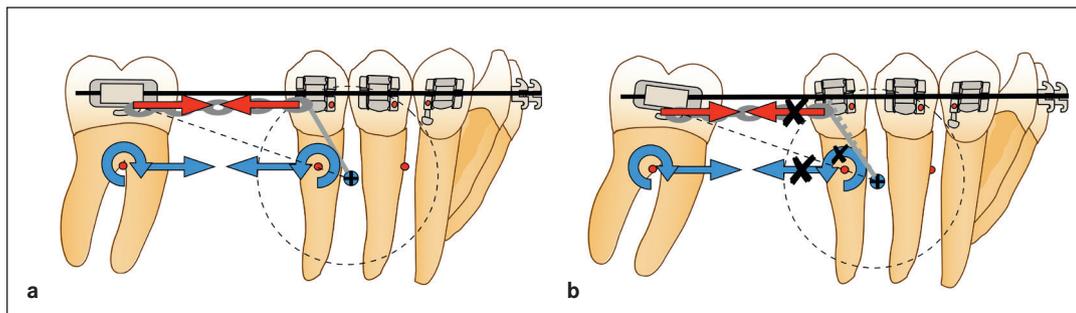


Figure 13

(a) Schématisation des forces en présence lors d'une mésialisation molaire avec ancrage indirect par ligature. (b) Schématisation des effets parasites.

L'intensité de cet effet version sera dépendante :

- Du rapport charge/flexion de l'arc influencé<sup>4</sup> par le module d'élasticité et l'aire en section principalement.
- De l'angulation entre la ligature et la ligne directe reliant la mini-vis à la molaire. Plus l'implantation est postérieure, plus l'angle entre la ligature et la ligne reliant la mini-vis à la molaire augmente, et plus l'effet parasite sera important. Une implantation plus antérieure permet de paralléliser davantage ces deux éléments et donc de limiter le degré de liberté autorisé dans cette configuration par la ligature métallique.
- Du degré de liberté de la prémolaire d'ancrage dans le deuxième ordre, conditionné par la section de l'arc dans la gorge et la largeur de l'attache. Plus l'arc sera sous-dimensionné ou plus l'attache sera étroite (type bracket Alexander), plus l'effet parasite sera important.

### 3.3.1.3. Ligature à l'arc

La mini-vis peut aussi être directement ligaturée à l'arc par l'utilisation d'un crochet serti sur ce dernier.

Dans ce cas de figure, la force de traction se doit d'être appliquée sur l'arc lui-même, afin d'éviter le mouvement distal le long de l'arc de la prémolaire d'ancrage. Dans cette configuration, on peut alors avoir recours à un stop serti en distal de cette dernière.

### 3.3.2. Système non-frictionnel

La molaire peut être mésialée à l'aide d'une boucle de fermeture d'espace (Fig. 14). La partie de l'arc distal à la boucle se voit alors incorporer les courbures compensatrices de disto-version et de cintrage postérieur. Ces dernières devront être légèrement accentuées par rapport à un arc droit en raison de l'élasticité de la boucle qui diminue le rapport charge/flexion de l'arc. Afin d'éviter la perte d'ancrage réciproque à la mésialisation, la branche mésiale de la boucle est ligaturée à la mini-vis. Nous pourrions de même utiliser les configurations précédemment décrites (mini-vis ligaturée à la prémolaire, ou à un stop serti sur l'arc).

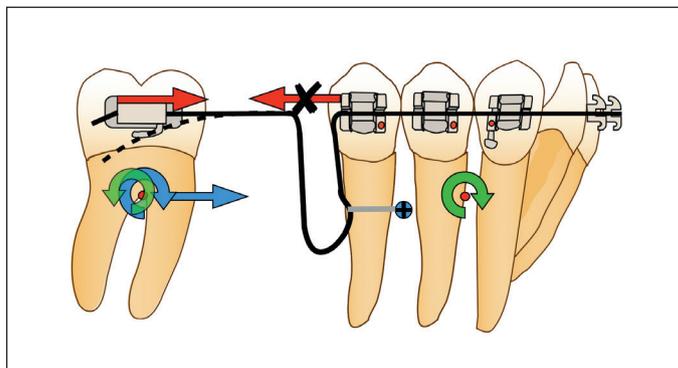


Figure 14

Schématisme des forces en présence lors d'une mésialisation molaire par système non-frictionnel avec ancrage indirect.

L'avantage de cette technique est l'absence totale de friction, mais elle présente plusieurs inconvénients :

- Inconfort du patient par la présence de la boucle (au même titre qu'une potence).
- Nécessité de réactivation par le praticien.
- Risque de déformation sub-permanente de la boucle à l'activation. Ce problème peut être résolu lors des différentes étapes: exagération de la déformation avant de ramener le fil à la forme souhaitée, réalisation d'une boucle fermée, traitement thermique après la réalisation de la boucle.

La boucle devra être réalisée à la sortie de l'attache de prémolaire afin de ne pas gêner la molaire lors de la mésialisation.

### 3.3.3. Système frictionnel

Nous sommes donc amenés à rechercher le système le plus efficace et le plus sécurisant dans la mésialisation molaire, afin de pouvoir offrir facilement cette solution thérapeutique à nos patients.

La configuration qui nous paraît la plus adaptée est la suivante.

Afin d'éviter le risque de dérive mésiale de l'arcade par arc-boutement à l'entrée du tube de la molaire et la disto-version de la dent d'ancrage, la force motrice se doit d'être appliquée entre la molaire et l'arc lui-même. Ainsi, en cas d'arc-boutement, aucune dérive mésiale n'aura lieu, car la force motrice est appliquée entre deux points d'un même système et n'inclut pas un ancrage extérieur. De plus, la mini-vis peut alors être ligaturée à l'arc directement via un crochet afin d'éviter le déplacement distal de celui-ci ou à la dernière dent du bloc d'ancrage, en vue d'éviter la perte d'ancrage de ce dernier. La force motrice peut être délivrée entre :

- La molaire et un crochet court, nécessitant les courbures compensatrices de disto-version et de cintrage postérieur dans la partie distale de l'arc (Fig. 15a). La bascule horaire du bloc antérieur pourra être contrôlée par des élastiques verticaux antérieurs ou recherchée dans le cas d'une

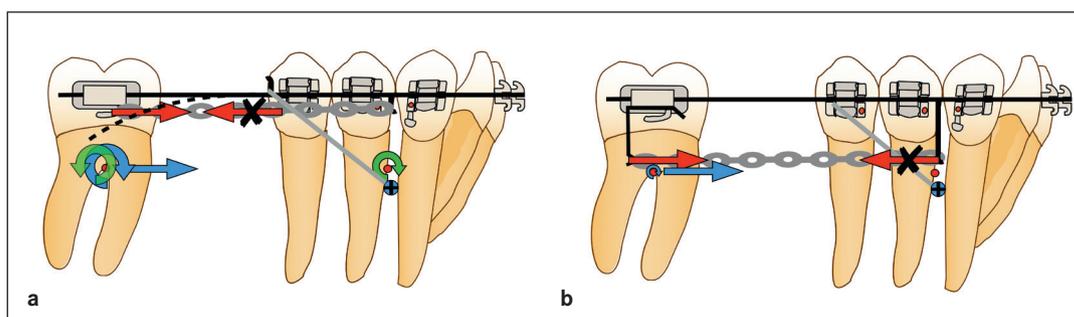


Figure 15

Schématisme des forces en présence lors d'une mésialisation molaire avec ancrage indirect par ligature (force délivrée entre la molaire et l'arc), sans potence (a) et avec potence (b).

supra-alvéolée persistante (lors d'une mésialisation bilatérale et non unilatérale, afin de ne pas créer de bascule frontale du plan d'occlusion).

- Une potence et un crochet long, suivant le confort du patient, afin d'éviter la méso-version de la molaire d'ancrage et l'augmentation de la friction causée par la courbure de disto-version (Fig. 15b). Nous préférons serrer le crochet entre 3-4, afin d'avoir une distance d'activation suffisante même en fin de mésialisation. Nous recommandons l'utilisation de ressort Niti, afin d'obtenir une traction constante et d'intensité continue. Ce dernier peut être relié à l'aide d'une ligature à la molaire ou au crochet en cas de distance d'activation trop importante en début de mésialisation.

Pour encore plus de sécurité, nous recommandons d'avoir recours à l'ancrage indirect des deux prémolaires par solidarisation à la mini-vis grâce à un sectionnel. En effet, ces dernières subiront volontiers des forces d'ingression si cette dernière est réalisée dans ce secteur. En outre, une perte des informations de courbures compensatrices imprimées à l'arc, à cause d'une récupération élastique, pourrait amener à

une situation de V asymétrique dont les effets parasites s'exprimeraient moins dans une telle situation de double solidarisation. Dans cette situation, la traction pourra être effectuée :

- Entre un crochet court et la molaire, avec les courbures de compensation correspondantes (Fig. 16a).
- Entre la potence et un crochet long (Fig. 16b).
- Entre la molaire et une prémolaire, avec les courbures de compensation correspondantes (Fig. 16c):
  - Les élastiques antérieurs visant à empêcher la bascule antérieure du plan d'occlusion ne seront alors pas nécessaires car les deux prémolaires sont considérées comme des implants.
  - Nous ajouterons un stop serti en distal de la dernière prémolaire d'ancrage dans cette dernière configuration afin d'éviter le glissement de l'arc au travers de celle-ci, en cas d'arc-boutement à l'entrée du tube de la molaire, pouvant conduire à une force de vestibuloversion sur les incisives.

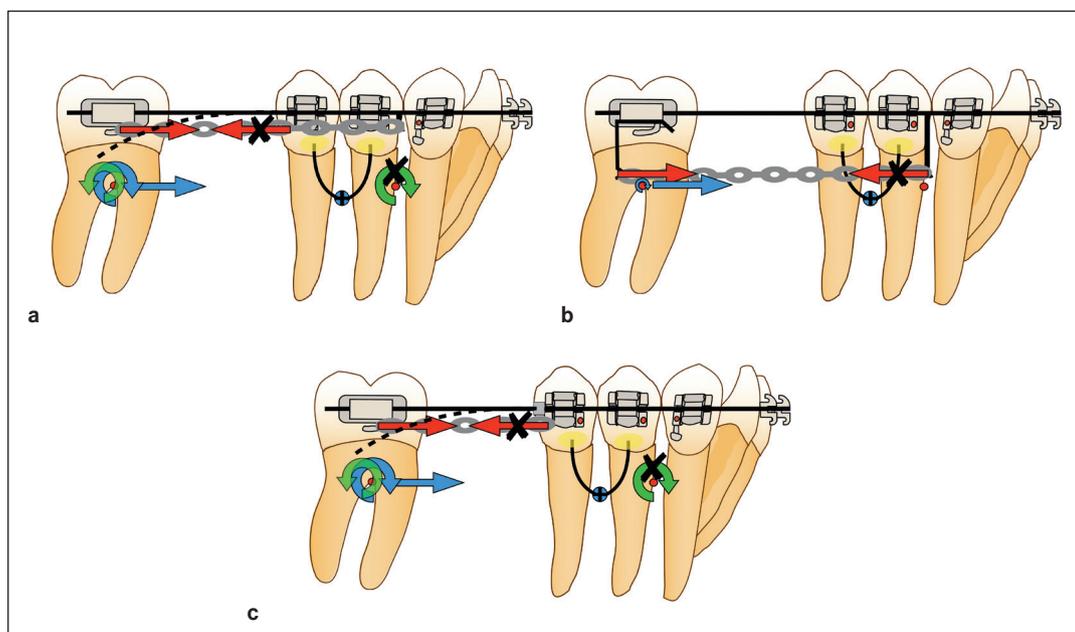


Figure 16

Schémas des forces en présence lors d'une mésialisation molaire avec ancrage indirect par solidarisation (force délivrée entre la molaire et l'arc), sans potence (a) et avec potence (b), et sans potence, avec sertissage d'un cran d'arrêt (c).

Les systèmes décrits dans les figures 16a et c nous paraissent être les plus efficaces et les moins contraignants à mettre en place pour une protraction molaire.

#### 4. Conclusion

Les différentes situations biomécaniques analysées dans cet article possèdent chacune leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs inconvénients propres. Le praticien peut choisir le système qui lui convient, en fonction de son expérience et de sa pratique, afin de pouvoir proposer cette thérapie à ses patients. En outre, l'utilisation des mini-vis permet de sécuriser cette solution ; celles-ci sont donc toutes indiquées dans ces situations.

#### Liens d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

#### Références

1. Bassigny F. Que faire en présence d'une première molaire très délabrée ou déjà extraite ? Plaidoyer pour l'option orthodontique. *Rev Odont Stomat* 2008;37:135-148.
2. Burstone C, Koenig H. Creative wire bending. The force system from step and V bends. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93(1):59-67.
3. Ellouze S, Darque F. Mini-implants, l'orthodontie de demain. Éd. Quintessence International 2012:133-145.
4. Le Gall M. Quel fil ? À quelle phase ? Pour quelle action ? En technique d'arc droit .022 x.028. *Journal de l'Edgewise* 2000;42:73-89.
5. Turrel B, Valran V, Gebeile-Chauty S. Biomécanique des mini-implants : analyse des effets parasites de quatre situations cliniques et propositions de résolutions. *Orthod Fr* 2021;92:195-214.;9