



**HAL**  
open science

# Échecs des ancrages osseux [Bone-based anchorage failure]

Grégoria Mer, Damien Brezulier, Olivier Sorel

► **To cite this version:**

Grégoria Mer, Damien Brezulier, Olivier Sorel. Échecs des ancrages osseux [Bone-based anchorage failure]. *Orthodontie Française*, 2016, 87 (1), pp.67–76. 10.1051/orthodfr/2015038 . hal-01321409

**HAL Id: hal-01321409**

**<https://univ-rennes.hal.science/hal-01321409>**

Submitted on 20 Dec 2023

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

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

# Échecs des ancrages osseux

Grégoria MER<sup>1\*</sup>, Damien BREZULIER<sup>2,3</sup>, Olivier SOREL<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 1828 avenue Roger Salengro, 92370 Chaville, France

<sup>2</sup> UFR d'Odontologie, Université de Rennes 1, Université Européenne de Bretagne, 2 avenue du Pr Léon Bernard, Bâtiment 15, 35043 Rennes cedex, France

<sup>3</sup> CHU de Rennes, Pôle d'Odontologie et de Chirurgie Buccale, 2 Place Pasteur, 35000 Rennes, France

## MOTS CLÉS :

Ancrage absolu /  
Ancrage osseux  
temporaire /  
Échec /  
Mini-vis /  
Orthodontie

## KEYWORDS:

Absolute anchorage /  
Temporary bone-based  
anchorage /  
Failure /  
Miniscrew /  
Orthodontics

**RÉSUMÉ** – L'objectif de cet article est de lister les circonstances pouvant être à l'origine des échecs dans l'utilisation des ancrages osseux temporaires en orthodontie et, par conséquent, d'essayer de définir des critères de bon usage. Une revue de littérature et l'analyse de cas cliniques ont servi de base à notre réflexion. Il en ressort qu'avec une bonne connaissance des indications dans le choix des vis, de leur emplacement et des protocoles de mise en place, associée à une analyse des mécaniques orthodontiques, les ancrages osseux sont aujourd'hui un outil essentiel de l'orthodontiste, permettant des mouvements autrefois irréalisables, ou stabilisant des mouvements parasites qui rendent nos traitements plus fiables et plus efficaces.

**ABSTRACT** – ***Bone-based anchorage failure.** The aim of this article is to list the circumstances likely to give rise to failure of orthodontic temporary bone-supported anchorage and, hence, to attempt to define criteria for correct miniscrew usage. Our study was based on a review of the literature and analyses of clinical cases. Our findings show that, with a sound knowledge of the indications for screw selection and positioning and of the insertion protocols combined with a clear understanding of orthodontic mechanics, bone-based anchorage can henceforth provide orthodontists with an essential tool to enable formerly unachievable dental movements and to stabilize unwanted movements, thus making treatment both more reliable and more effective.*

## 1. Introduction

Avec le siècle nouveau, les dispositifs d'ancrage connaissent un grand développement et appartiennent à l'arsenal thérapeutique clinique classique de l'orthodontiste. Ils viennent en appui et en complément de la mécanique, pour équilibrer les systèmes, permettre de concevoir des mouvements complexes et même d'ouvrir des possibilités de déplacement nouvelles.

Afin d'éviter des complications, il est important de bien connaître la méthodologie ainsi que les sites d'insertion des ancrages osseux. Les risques d'échec peuvent être liés tant à une mauvaise analyse du site, à un mauvais choix de matériel, à un mauvais

protocole, qu'à une mauvaise connaissance de la mécanique orthodontique. Tout bénéfice s'évalue au regard des risques générés par la thérapeutique.

## 2. Risques de la mise en place des vis

### 2.1. Anesthésie

On utilise en orthodontie différents dispositifs d'ancrages vissés, allant de la mini-vis à la plaque d'ancrage vissée. La pose de ces dispositifs nécessite une anesthésie minimale pour la pose de vis, mais plus complète pour les plaques vissées pour lesquelles il est nécessaire de lever un lambeau gingival.

\* Auteur pour correspondance : [greg.haratyk@free.fr](mailto:greg.haratyk@free.fr)

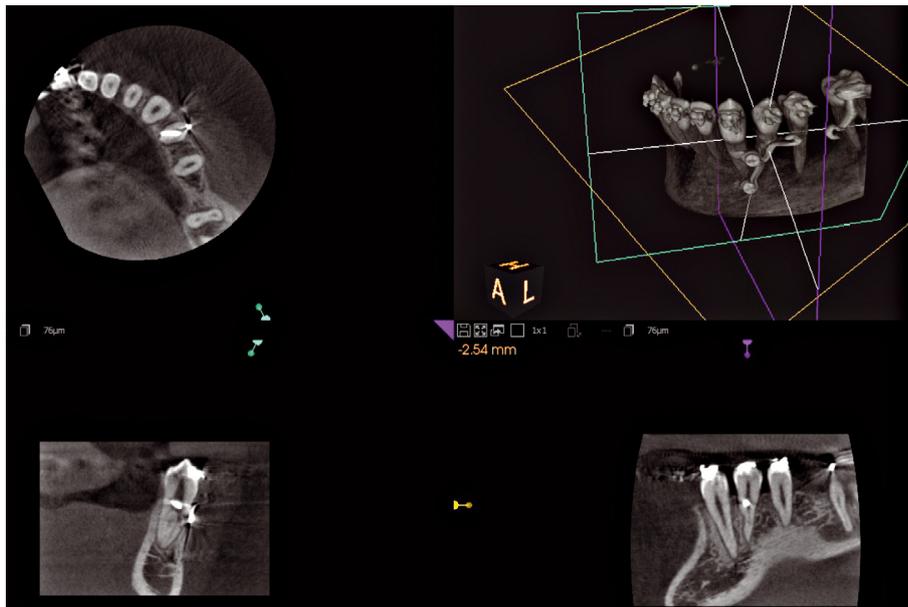


Figure 1

Système de mésialisation de la molaire à l'aide d'un arc sur deux vis. Il y a perte de contrôle lors de l'insertion de la vis la plus cervicale. Cette dernière transperce la racine de prémolaire. Sa position est objectivée par CBCT. À noter que, malgré une anesthésie très limitée à la muqueuse, la patiente n'a ressentie que peu de douleur à l'insertion. Depuis, la dent a gardé sa vitalité pulpaire et ne montre pas de symptomatologie.

## 2.2. Traumatisme dentaire et ligamentaire

Le choix du site d'implantation dépend des mouvements dentaires envisagés. Le risque d'implanter une vis dans l'os alvéolaire entre les racines est de les léser. Les lésions radiculaires peuvent intervenir lors du placement des vis, ou du déplacement dentaire [6]. Ces lésions vont d'une atteinte du ligament, du cément, de la dentine, à la pénétration pulpaire et à la fracture radiculaire (Fig. 1).

La réparation dentaire est proportionnelle au degré de lésion radiculaire [16]. Selon Alves [3], dans 64,3 % des cas, la cicatrisation se fait avec reconstitution osseuse et cémentaire avec restauration d'un ligament. Dans les 35,7 % des cas restant, la cicatrisation est anormale sans régénération osseuse ni ligamentaire, et peut être compliquée par une atteinte de la furcation, un risque d'ankylose et d'inflammation pulpaire, lorsqu'il y a une fracture ou pénétration dans la chambre pulpaire.

La cicatrisation est de meilleur pronostic si la mini-vis est déposée immédiatement. Kim et Kim [21] montrent qu'après effraction radiculaire on observe une cicatrisation par apposition de ciment après dépose immédiate de la vis alors que, si la vis est maintenue, la cicatrisation est retardée voire absente. Kadioglu [20] et Renjen [41] montrent une re-

constitution du ligament et une réparation de la dent en quelques semaines après suppression de la vis ou éloignement de la dent. Par ailleurs, ils ont observé que le positionnement de la vis à moins d'un millimètre du ligament génère une résorption radiculaire. Liou [24] préconise de laisser un espace de 2 mm de sécurité entre la vis et le ligament pour palier le déplacement potentiel des vis lors de leur mise en charge qui peut atteindre 1,5 mm [34]. *A contrario*, le déplacement des dents peut entraîner une collision avec les ancrages qui doivent alors être déplacés au besoin [23].

Pour Hembree [16] et Brisceno [6], l'insertion manuelle serait plus sûre car elle permet de ressentir la différence de résistance du substrat pénétré. La résistance à la pénétration dans une dent est deux fois plus élevée que dans l'os. Le degré de lésion radiculaire est aussi sensiblement réduit par l'utilisation de vis auto-taraudantes plutôt qu'auto-forantes.

## 2.3. Insertion dans des structures nobles

L'insertion d'un ancrage dans les structures nobles (artères, veines, nerfs, sinus...) peut avoir des effets iatrogènes importants d'une part et, d'autre part, compromet la stabilité dudit ancrage.

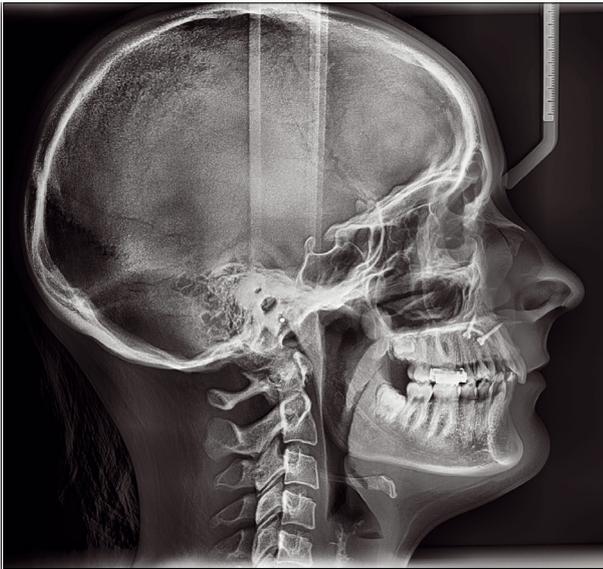


Figure 2

Vis implantée dans le canal naso-palatin. La patiente a eu une paresthésie pendant 24 h.



Figure 3

Le système Beneslider de Wilmes permet la distalisation des molaires en prenant ancrage sur deux vis placées au niveau du raphé médian.

La région située de part et d'autre de la suture palatine est un bon site d'implantation, la zone rétro-incisive où se situe le paquet vasculo-nerveux du trou palatin est à éviter et il semble préférable d'attendre la fin de la croissance faciale. La pénétration dans le trou palatin peut entraîner une inflammation, des douleurs chroniques et des pertes de sensibilité [47] (Fig. 2). La longueur de l'implant recommandée est inférieure à 4 mm pour éviter une perforation du plancher des fosses nasales. Cette opinion n'est pas uniformément partagée, notamment par Wilmes (Fig. 3) qui préconise la zone médiane et paramédiane comme site d'implantation dès l'ado-

lescence avec des ancrages de 8 à 12 mm [51, 52] (Fig. 2).

Selon Alsamak [2], le meilleur site d'implantation palatin est entre les canines et premières prémolaires. Le déplacement du foramen incisif lors du traitement des malocclusions de classe II est un facteur de complications.

La perforation du plancher des fosses nasales comme la pénétration des vis dans le sinus n'entraînent pas de complications (rhinite, sinusite), ni de mobilité de l'ancrage [33].

À la mandibule, Monnerat [32] recommande d'éviter de pénétrer dans le foramen mentonnier et, pour se faire, de ne pas implanter au-delà de 9 mm de la crête osseuse, entre les prémolaires.

Yu, *et al.* [54] utilisent l'imagerie CBCT associée aux systèmes de prothèses numériques afin d'élaborer un guide chirurgical pour le placement des vis. L'utilisation de guides permet d'assurer un placement plus sûr qui contrôle les effets iatrogènes [38, 54]. Ils sont particulièrement indiqués dans les cas où l'espace inter-radiculaire est limité ainsi que dans les cas où, techniquement, l'insertion est anatomiquement délicate.

#### 2.4. Risque de fracture instrumentale

Le risque de fracture instrumentale est décrit dans la littérature à la pose comme à la dépose des vis. Le facteur principal générant ce risque est le couple développé lors de l'insertion de la vis. Suzuki [48] préconise un couple compris entre 5 N/cm et 10 N/cm. Les vis dont le diamètre est inférieur à 1,5 mm présentent un risque de fracture majoré [4, 39]. Ce couple d'insertion dépend de l'épaisseur de l'os cortical, ainsi que du choix de vis ; des vis auto-taroudantes avec réalisation d'un pré-forage nécessiteront moins de force pour être insérées. En cas de densité osseuse trop importante, des vis non auto-forantes pour lesquelles la réalisation d'un forage préliminaire est requis seront privilégiées.

La technique d'insertion et l'expérience du praticien influent sur le risque de fracture [14].

Le couple généré par la main humaine ne dépasse généralement pas les 15N/cm, ce qui permet de s'affranchir du risque qui est dû à un couple plus élevé [14]. Si l'insertion est mécanique, le matériel doit pouvoir être réglable dans l'intensité du couple généré.

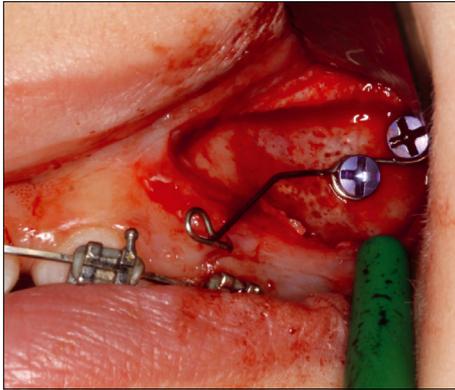


Figure 4

L'emploi de vis corticales sous périostées comme décrit par Chillès permet un ancrage absolu. Après cicatrisation du lambeau, seule la partie la plus antérieure de l'arc apparaît en bouche.

La fracture instrumentale peut intervenir lors de la dépose de la vis. Le stress maximum se situe au niveau du col. Les premières vis présentaient une faiblesse à ce niveau et ont été abandonnées au profit de cols beaucoup plus robustes. Le couple de résistance au dévissage est dû à une ostéo-intégration partielle qui est très variable suivant les individus.

### 2.5. Bourgeonnement, recouvrement, enfouissement

Le risque de perte de mini-vis est essentiellement lié au site d'implantation [11]. La hauteur d'implantation de la vis au niveau alvéolaire impacte sa stabilité et la possibilité de l'utiliser. Une situation cervicale est toujours défavorable à la stabilité. L'insertion dans la gencive attachée est à privilégier. Lorsque la hauteur de gencive attachée est insuffisante, la vis se retrouve dans le cas d'un placement trop cervical.

Plus le positionnement est apical, plus l'espace inter-radicaire augmente et plus les corticales sont épaisses, ce qui en fait un site de choix. Un positionnement de la vis dans la zone apicale est contre-indiqué puisque dans la gencive libre où le risque d'inflammation est majoré... La vis risque un enfouissement tissulaire qui la rend inaccessible donc inutilisable. Chillès [10] repousse la limite de la gencive attachée en implantant les vis en sous-muqueux et en utilisant des connectiques entre la zone d'ancrage et le point de traction (Figs. 4 et 5).

Chang et Tseng [7] recommandent l'insertion dans la gencive kératinisée pour des raisons de maintenance parodontale. Park [37] constate que lorsque



Figure 5

Cette vis est positionnée au niveau de la ligne muco-gingivale. Il faut noter la présence d'inflammation autour de la vis malgré une hygiène bucco-dentaire somme toute correcte.

la tête de l'implant est recouverte de tissu gingival, l'inflammation est moindre, la gencive agissant comme une barrière, mais l'implant est inaccessible. Dans le cas d'inflammation, il recommande l'utilisation de spray ainsi que de bain de bouche à la chlorhexidine avec un pronostic défavorable puisqu'il est très difficile de juguler cette inflammation chronique.

La conception de la vis a une influence directe sur le comportement du parodonte adjacent. Melsen [27] souligne qu'un col lisse minimise le risque d'accumulation de biofilm et donc d'inflammation. La hauteur du col de la vis est donc un facteur important à prendre en considération.

L'implantation palatine est une zone particulièrement favorable dans la mesure où la gencive est kératinisée. Cependant, il est nécessaire de parfaitement estimer l'épaisseur des tissus mous qui peut être très importante, et qui est à prendre en compte pour le choix de la hauteur du col de la vis.

### 2.6. Infection à la pose ou à la dépose

Cheng [9] montre que l'échec des mini-vis peut être lié à une infection bactérienne. L'absence de gencive kératinisée autour des mini-vis accroît le risque d'inflammation, d'infection et d'échec. Certains sites sont donc contre-indiqués.

La mise en charge immédiate n'est pas en cause dans l'inflammation autour de la vis [37].

Concernant le risque bactérien, les études ont montré qu'il n'y a pas de risque bactérien à la pose ou à la dépose des vis [25, 50]. Les précautions d'usage,

édictees par la haute autorité de santé, sont à prendre si le patient présente un risque d'endocardite.

### 3. Perte des vis et autres ancrages

La perte des vis constitue le troisième point d'échec. On estime à 92% le taux de succès général des ancrages osseux. Il correspond à la tenue de l'ancrage en bouche le temps requis à la réalisation du traitement. La littérature décrit de nombreux facteurs associés à la perte ou au maintien des vis. Certains semblent évidents comme l'hygiène bucco-dentaire du patient, l'expérience du praticien ou encore la taille des vis. Une exploration plus fine permet de tirer une classification distinguant les facteurs liés à la vis elles-mêmes, au patient ou au praticien.

#### 3.1. Facteurs liés aux vis

##### 3.1.1. Type de vis

Deux types de vis sont couramment employés : auto-taraudante (nécessitant un pré-forage) et auto-forante. Tachibana [49] montre que les deux types sont sûrs et permettent des résultats orthodontiques semblables. Pour Son [46], leur taux de succès à six mois est équivalent.

La forme des vis peut varier. Qu'elles soient cylindriques, coniques ou cylindro-coniques, leur stabilité à long terme est équivalente. Seules les coniques ont une stabilité initiale moindre [53].

##### 3.1.2. Diamètre

Les diamètres utilisés pour les mini-vis oscillent de 1 à plus de 2 mm. La stabilité à long terme des vis de petits diamètres est remise en question [48]. Passé 1,2 mm de diamètre, celui-ci n'influe pas sur la stabilité, mais rend plus traumatisante la mise en place [37]. Dalstra et Melsen [27] montrent que le stress mécanique engendré sur une vis d'1 mm de diamètre est trois fois supérieur à celui engendré sur une vis de 1,5 mm.

##### 3.1.3. Longueur

Plusieurs études tendent à définir une longueur minimale garante d'une stabilité sur la durée du traitement. Sarul [44] indique un taux de succès significativement supérieur passé 8 mm au maxillaire

et 6 mm à la mandibule. Suzuki [48] confirme la longueur à la mandibule. Il affirme qu'au minimum 3,8 mm doivent être endo-osseux. In vitro, l'augmentation de la longueur des vis favorise leur tenue ; in vivo, elle est source de proximités radiculaires qui font chuter celle-ci.

##### 3.1.4. Design du pas

Ce paramètre dicté par le fabricant est étudié par modèle mathématique. Les paramètres pouvant varier sont la profondeur des encoches, leur nombre ou encore l'angle qu'elles forment avec le corps. En cas de densité osseuse forte, un pas de petite taille associé à des angles d'arête faible favorise la tenue des vis [12]. Le contraire est vérifié. Ces deux paramètres influencent le couple d'insertion des vis [12, 29].

##### 3.1.5. Traitement de surface

Les vis orthodontiques sont pour la quasi-totalité composées en alliage titane, aluminium, vanadium Ti<sub>6</sub>Al<sub>4</sub>V dit commercialement pur cpTi, de grade V [1]. Différents traitements de surface (sablage, mordantage ou usinage) entrent en jeu dans la stabilité de la vis. Ces traitements de surface sont différents de ceux réalisés sur les implants prothétiques car on ne recherche pas d'ostéo-intégration. La méta-analyse de Papageorgiou [36] conclut que le traitement de surface n'influe pas sur la stabilité des vis.

#### 3.2. Facteurs liés aux patients

##### 3.2.1. Âge, sexe, côté d'insertion

Pris isolément, ces trois paramètres n'influent pas sur la stabilité des vis [42]. Toutefois, on peut supposer qu'ils soient corrélés aux aptitudes du praticien, ne serait-ce que sa dextérité gauche ou droite.

##### 3.2.2. Épaisseur corticale

Pour les mini-vis « conventionnelles », une épaisseur corticale d'1 mm assure un minimum de stabilité [36]. Pour les vis courtes et donc les plaques, une épaisseur supérieure, environ 1,4 mm, est requise [17]. Dans tous les cas, notons que les patients hyper-divergents ont une corticale plus fine que les hypo-divergents [35].

### 3.2.3. Densité osseuse

Les données de la littérature sont contradictoires à ce sujet. À titre d'exemple, Samrit [43] soutient qu'il n'y a pas de lien entre le taux de succès et la densité osseuse. De nombreuses publications ne font pas la distinction : épaisseur corticale et densité osseuse étant considérées comme un unique paramètre. Quoiqu'il en soit, la densité de l'os cortical mais aussi trabéculaire est déterminante dans la stabilité des minivis [30]. Des études sur le renouvellement osseux confirment l'augmentation de la densité osseuse et l'accélération du turnover à proximité des vis [27].

Les patients présentant une modification du métabolisme osseux, qu'elle soit pathologique ou médicamenteuse, sont des patients à risque.

### 3.2.4. Habitudes néfastes

Il est démontré que la consommation de tabac modifie la micro-vascularisation gingivale et osseuse. Une consommation supérieure à 10 cigarettes par jour se traduit par un taux de perte significativement supérieur pour Bayat [5].

## 3.3. Facteurs liés au praticien

### 3.3.1. Angle d'insertion

Il n'est pas en lien avec le taux de succès à proprement parlé. Il permet d'éviter les proximités radiculaires [8]. Tout au plus, il autorise des vis plus longues, notamment dans la région molaire [22]. Selon Raji [40], un angle d'insertion à 45° de la corticale entraîne un couple d'insertion maximum, alors qu'il est minimum pour un angle de 75°.

### 3.3.2. Couple d'insertion

Son [46] préconise un couple de mise en place de 7 N/cm. Suzuki [48] propose un intervalle de 5 à 10 N/cm, ce qui implique une mise en place par un contre-angle mécanisé pour contrôler la valeur de serrage. L'augmentation au-delà de ces valeurs de serrage n'assure pas un taux de succès supérieur selon Meursinge Reynders [28].

Un serrage excessif se traduit par une mobilité de la vis. Sa stabilité n'est plus assurée. Le serrage doit être stoppé lorsque le col de la vis atteint le périoste.

### 3.3.3. Mise en charge

Longtemps sujet à controverse, on admet qu'une mise en charge immédiate ou différée n'influe pas sur la stabilité des mini-vis [8, 26, 37]. Il en est de même pour les plaques d'ancrage [31].

### 3.3.4. Proximité radiculaire

En réalité, les éviter constitue un facteur de survie des mini-vis bien plus important qu'une densité osseuse forte ou une corticale épaisse [48]. Alsamak [2] recense les sites les plus favorables à l'insertion des vis d'ancrage. Enfin, il semble qu'une proximité radiculaire soit plus préjudiciable à la tenue des vis auto-forantes qu'à leurs homologues non auto-forantes [19, 46].

### 3.3.5. Type de dispositif

Plusieurs articles concluent de manière générale à un taux de succès comparable entre mini-vis alvéolaire, palatine et plaques vissées [9, 45]. La stabilité des dispositifs est supérieure au maxillaire [37] et il est même possible d'implanter dans la zone du raphé médian jusqu'au niveau des deuxièmes prémolaires [47].

### 3.3.6. Mécanique mise en place

La méta-analyse de Papageorgiou [36] met en évidence que le taux de succès des ancrages n'est pas influencé par le type de mouvements réalisés, qu'il s'agisse de distalisation, ingression, égression, recul en masse, aussi bien en lingual qu'en vestibulaire. Cependant, les mouvements observés ne comprennent aucune traction dans l'axe de la vis, ni de moment pouvant la dévisser.

## 4. Echecs mécaniques

D'un point de vue mécanique, l'ancrage osseux est souvent appelé ancrage absolu. Ce qualificatif peut nous induire en erreur : si, du point de vue de l'ancrage, une vis fixée dans l'os ne se déplace pas ou très peu, justifiant alors son côté absolu, de l'autre le déplacement de l'unité mobile dentaire doit être finement analysé sous peine de mouvements aussi indésirables qu'inattendus [15].

L'analyse des degrés de liberté imposés par l'ancrage nous permet de préciser notre propos. Par

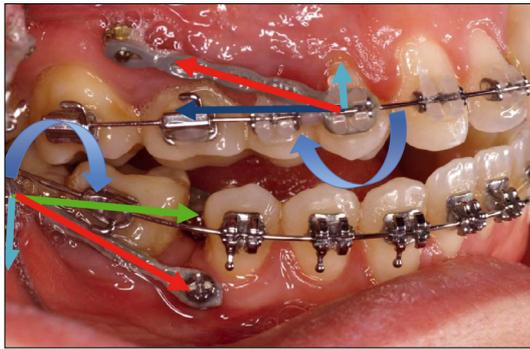


Figure 6

Systèmes de distalisation de la canine maxillaire et de mésialisation de la molaire mandibulaire sur ancrage vissé direct. Au niveau de la canine, la force se décompose en une action de distalisation et un moment de corono-disto-version. L'arc  $19 \times 25$  acier rigide génère suffisamment de réaction pour contrôler le plan de l'arc. Au niveau de la molaire mandibulaire, nous sommes avec le même système de force, mais ici l'arc rond et souple se déforme d'où la courbe de Spee qui s'accroît.

comparaison, un bateau à l'ancre peut se déplacer à la surface de l'eau sur un disque de rayon fixé par la longueur de la chaîne entre l'ancre et lui-même. Si, dans ce disque, il n'y a pas d'obstacle, le bateau est en sécurité. L'analyse du degré de liberté montre que le bateau ne peut par principe se déplacer que dans un plan, celui déterminé par la surface de l'eau, donc deux degrés de liberté, l'ancre limite à un disque, le déplacement.

Dans des circonstances similaires, l'ancre d'une dent à une vis par un dispositif qui maintient la distance vis-dent limite le déplacement à cette distance, mais dans un espace avec trois degrés de liberté. L'ancre limite donc le déplacement de la dent au sein d'une sphère dont le centre est la vis.

Afin de montrer cette nécessité d'analyse des mouvements possibles, nous nous limiterons à envisager quelques situations cliniques.

#### 4.1. Ancrage direct

L'ancrage direct est caractérisé par un appui direct de la force sur la vis. L'ancrage osseux absorbe tout mouvement au niveau de la vis. Dans ce cas, l'intensité des contraintes est maximale sur la vis, pouvant entraîner la perte de celle-ci [18].

L'analyse du système de l'unité mobile (dent ou groupe de dents) montre que les forces ne passent pas par le centre de résistance de cette unité mobile, générant un grand nombre d'effets parasites dans les trois dimensions de l'espace (Fig. 6). L'utilisation

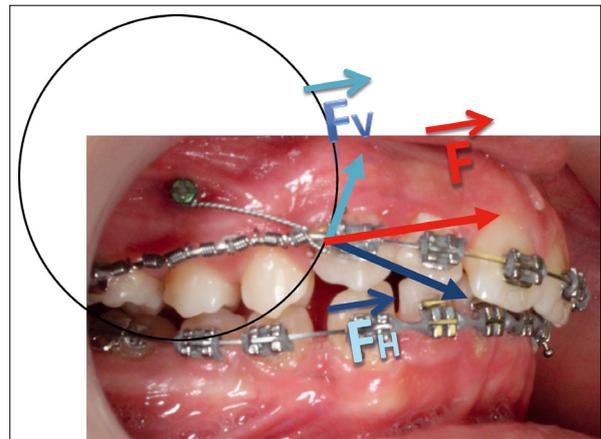


Figure 7

Ancrage indirect : systèmes de distalisation molaire sur ancrage vissé indirect. L'arc  $18 \times 25$  nitinol n'est pas assez rigide, il se déforme sous l'effet de la composante FV qui s'exprime dans le plan sagittal. Les prémolaires libres de toute pression ne subissent pas l'effet parasite d'ingression.

d'un arc rigide permettra de limiter ces effets, alors que celle d'un arc souple permettra leur expression. Il est essentiel de réfléchir à la répartition des forces pour en réduire les effets indésirables.

#### 4.2. Ancrage indirect

L'ancrage est indirect lorsque les forces ne s'appliquent pas directement sur la vis. Un système passif relie la vis au système qui reçoit les forces. Prenons comme exemple une technique de recul molaire avec un ressort NiTi sur un arc, dont l'unité antérieure a un point d'ancrage indirect sur une vis (Fig. 7). Une ligature métallique est tendue de la vis à l'attache ou à un crochet sur lequel s'appuie le ressort.

L'analyse de la mécanique va se faire à trois niveaux : la vis, l'appui antérieur que l'on souhaite fixe et qui est relié à la vis, l'unité postérieure qui doit être mobile.

L'ancrage osseux au niveau de la vis est pratiquement stable.

L'ancrage antérieur, relié à la vis, subit des contraintes complexes. La décomposition des forces montre que, notamment dans le sens vertical, une force d'ingression est présente. Cette force peut s'exprimer si l'arc orthodontique est souple (Fig. 7).

Au niveau de la molaire, l'analyse est plus classique, la force passant bien au-dessous du centre de résistance, elle génère un moment de disto-version et d'égression. L'ancrage proposé est loin d'être absolu.

Le recul des molaires va entraîner une égression avec risque d'ouverture de la divergence faciale.

En conclusion, il est nécessaire de bien prendre en compte le système de forces car l'ancrage vissé est loin d'être absolu.

D'autres mécaniques comme le « Beneslider » proposent un système d'ancrage palatin [52]. Ce système est constitué d'un rail rond rigide fixé par deux vis implantées dans le palais. Ce système limite les degrés de liberté au niveau de la partie mobile (molaire), à la fois dans le sens vertical, transversal, le premier et le deuxième ordre. Ces bras étant fabriqués en fil rond, ils autorisent un déplacement de ces molaires dans le troisième ordre. La force de distalisation qui s'exerce à ce niveau est quasi perpendiculaire au plan frontal (plan de 3<sup>e</sup> ordre à ce niveau) de sorte que la projection de la force motrice est quasi nulle ; l'effet parasite à ce niveau est négligeable. Notre expérience clinique de ce type d'ancrage est très satisfaisante.

### 4.3. Ancrage orthopédique

L'usage des plaques de De Clerck repousse les limites de l'orthopédie des classes III. Cependant, la position de l'ancrage maxillaire est en arrière et sous le centre de résistance du maxillaire. Elle va induire une rotation antihoraire du maxillaire et du plan d'occlusion [13].

Nous avons rencontré, dans notre expérience clinique, une perte importante des plaques d'ancrage, surtout au maxillaire. Il nous semble que la stabilité des plaques est opérateur dépendante. Nous n'avons pas utilisé le système Bollard habituellement décrit dans la littérature. Les résultats observés n'ont pas été à la hauteur de notre attente.

## 5. Conclusion

L'étude des échecs des ancrages osseux renforce notre approche quant au bien fondé de l'utilisation de ces dispositifs.

Il ressort qu'avec une attention portée au site d'implantation, avec un choix judicieux du matériel, avec un respect scrupuleux des protocoles de pose et de dépose, les risques de nuire sont faibles. Les lésions dentaires qui pourraient être provoquées par un contact avec les vis présentent, dans la plupart des cas, une cicatrisation n'entraînant pas de perte

de vitalité des dents concernées. La gestion de la mécanique et le respect de ses fondamentaux assurent le bon contrôle des déplacements dentaires.

L'apport de ces ancrages dans la gestion des traitements orthodontiques ne peut plus aujourd'hui être remis en question. L'expérience nous a montré que l'utilisation des ancrages osseux n'est pas magique et que les échecs sont nombreux, mais relativement faciles à éviter si l'on prend soin de poser les indications, de respecter les données de la littérature et de réfléchir aux systèmes mécaniques mis en place. Il n'y a pas de place pour le hasard qui est une fonction du temps et de l'ignorance.

L'orthodontiste du 21<sup>e</sup> siècle peut donc proposer à ses patients des mécaniques plus sûres, plus confortables parfois et surtout repousser les limites de l'efficacité.

## Conflit d'intérêts

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

## Bibliographie

- [1] Alsamak S, Bitsanis E, Makou M, Eliades G. Morphological and structural characteristics of orthodontic mini-implants. *Morphol Strukt Merkmale Kieferorthopädischer Mini-Implant* 2012;73(1):58–71.
- [2] Alsamak S, Psomiadis S, Gkantidis N. Positional guidelines for orthodontic mini-implant placement in the anterior alveolar region: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:470–479.
- [3] Alves M, Baratieri C, Mattos CT, Araújo MT de S, Maia LC. Root repair after contact with mini-implants: systematic review of the literature. *Eur J Orthod* 2013;35:491–499.
- [4] Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Garib DG, Janson M. Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:e181–192.
- [5] Bayat E, Bauss O. Effect of smoking on the failure rates of orthodontic miniscrews. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie Organ Official J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie* 2010;71:117–124.
- [6] Brisceno CE, Rossouw PE, Carrillo R, Spears R, Buschang PH. Healing of the roots and surrounding structures after intentional damage with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:292–301.
- [7] Chang H-P, Tseng Y-C. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *Kaohsiung J Med Sci* 2014;30:111–115.
- [8] Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:284–291.

- [9] Cheng S-J, Tseng I-Y, Lee J-J, Kok S-H. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:100–106.
- [10] Chillès J-G, Riemenschneider-Chillès S. Utilisation des mini-vis corticales courtes en orthodontie. *Orthod Fr* 2011;82:253–268.
- [11] Consolaro A, Romano FL, Consolaro A, Romano FL. Reasons for mini-implants failure: choosing installation site should be valued! *Dent Press J Orthod* 2014;19(2):18–24.
- [12] Da Cunha AC, Freitas AOA de, Marquezan M, Nojima LI. Mechanical influence of thread pitch on orthodontic mini-implant stability. *Braz Oral Res* 2015;29(1).
- [13] De Clerck HJ, Cornelis MA, Cevidanes LH, Heymann GC, Tulloch CJF. Orthopedic Traction of the Maxilla With Miniplates: A New Perspective for Treatment of Midface Deficiency. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2123–2129.
- [14] Estelita S, Janson G, Chiqueto K, Ferreira E, Janson M. Selective use of hand and forearm muscles during mini-implant insertion: a natural torquimeter. *J Orthod* 2012;39:270–278.
- [15] Garg KK, Gupta M. Assessment of stability of orthodontic mini-implants under orthodontic loading: A computed tomography study. *Indian J Dent Res* 2015;26:237–243.
- [16] Hembree M, Buschang PH, Carrillo R, Spears R, Emile Rossouw P. Effects of intentional damage of the roots and surrounding structures with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:280.e1–280.e9.
- [17] Hibi H, Sakai K, Oda T, Hattori H, Ueda M, Sakai M. Stability of a locking plate and self-drilling screws as orthodontic skeletal anchorage in the maxilla: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:1783–1787.
- [18] Holberg PDDC, Winterhalder P, Holberg N, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Indirect miniscrew anchorage: biomechanical loading of the dental anchorage during mandibular molar protraction – an FEM analysis. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie* 2014;75(1):16–24.
- [19] Iwai H, Motoyoshi M, Uchida Y, Matsuoka M, Shimizu N. Effects of tooth root contact on the stability of orthodontic anchor screws in the maxilla: Comparison between self-drilling and self-tapping methods. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2015;147:483–491.
- [20] Kadioglu O, Büyükyılmaz T, Zachrisson BU, Maino BG. Contact damage to root surfaces of premolars touching miniscrews during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:353–360.
- [21] Kim H, Kim T-W. Histologic evaluation of root-surface healing after root contact or approximation during placement of mini-implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011;139:752–760.
- [22] Lee K-J, Joo E, Kim K-D, Lee J-S, Park Y-C, Yu H-S. Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;135:486–494.
- [23] Lee S-J, Ahn S-J, Lee JW, Kim S-H, Kim T-W. Survival analysis of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;137:194–199.
- [24] Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:42–47.
- [25] Livas C, Delli K, Karapsias S, Pandis N, Ren Y. Investigation of bacteremia induced by removal of orthodontic mini-implants. *Eur J Orthod* 2014;36:16–21.
- [26] Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res* 2000;3:23–28.
- [27] Melsen B. Indications d'ancrage squelettique en orthodontie. *Rev Orthop Dento-Faciale* 2006;40:41–61.
- [28] Meursing Reynders RA, Ronchi L, Ladu L, van Etten-Jamaludin F, Bipat S. Insertion torque and success of orthodontic mini-implants: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:596–614.e5.
- [29] Migliorati M, Benedicenti S, Signori A, Drago S, Barberis F, Tournier H, *et al.* Miniscrew design and bone characteristics: an experimental study of primary stability. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2012;142:228–234.
- [30] Migliorati M, Drago S, Schiavetti I, Olivero F, Barberis F, Lagazzo A, *et al.* Orthodontic miniscrews: an experimental campaign on primary stability and bone properties. *Eur J Orthod* 2015;37:531–538.
- [31] Mommaerts MY, Nols V, De Pauw G. Long-term prospective study of an orthodontic bone anchor. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:419–426.
- [32] Monnerat C, Restle L, Mucha JN. Tomographic mapping of mandibular interradicular spaces for placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;135:428.e1–9; discussion 428–429.
- [33] Motoyoshi M, Sanuki-Suzuki R, Uchida Y, Saiki A, Shimizu N. Maxillary sinus perforation by orthodontic anchor screws. *J Oral Sci* 2015;57:95–100.
- [34] Nienkemper M, Handschel J, Drescher D. Systematic review of mini-implant displacement under orthodontic loading. *Int J Oral Sci* 2014;6:1–6.
- [35] Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;143:190–196.
- [36] Papageorgiou SN, Zogakis IP, Papadopoulos MA. Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:577–95.e7.
- [37] Park H-S, Jeong S-H, Kwon O-W. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:18–25.
- [38] Qiu L, Haruyama N, Suzuki S, Yamada D, Obayashi N, Kurabayashi T, *et al.* Accuracy of orthodontic miniscrew implantation guided by stereolithographic surgical stent based on cone-beam CT-derived 3D images. *Angle Orthod* 2012;82:284–293.
- [39] Quraishi E, Sherriff M, Bister D. Peak insertion torque values of five mini-implant systems under different insertion loads. *J Orthod* 2014;41:102–129.
- [40] Raji SH, Noorollahian S, Niknam SM. The effect of insertion angle on orthodontic mini-screw torque. *Dent Res J* 2014;11:448–451.

- [41] Renjen R, Maganzini AL, Rohrer MD, Prasad HS, Kraut RA. Root and pulp response after intentional injury from miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;136:708–714.
- [42] Reynders RM. Low quality evidence on the stability of orthodontic mini-implants. *Evid Based Dent* 2013;14(3):78–80.
- [43] Samrit V, Kharbanda OP, Duggal R, Seith A, Malhotra V. Bone density and miniscrew stability in orthodontic patients. *Aust Orthod J* 2012;28:204–212.
- [44] Sarul M, Minch L, Park H-S, Antoszevska-Smith J. Effect of the length of orthodontic mini-screw implants on their long-term stability: a prospective study. *Angle Orthod* 2015;85(1):33–38.
- [45] Schätzle M, Männchen R, Zwahlen M, Lang NP. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1351–1359.
- [46] Son S, Motoyoshi M, Uchida Y, Shimizu N. Comparative study of the primary stability of self-drilling and self-tapping orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014;145:480–485.
- [47] Stockmann P, Schlegel KA, Srour S, Neukam FW, Fenner M, Felszeghy E. Which region of the median palate is a suitable location of temporary orthodontic anchorage devices? A histomorphometric study on human cadavers aged 15–20 years. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:306–312.
- [48] Suzuki M, Deguchi T, Watanabe H, Seiryu M, Iikubo M, Sasano T, *et al.* Evaluation of optimal length and insertion torque for miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:251–259.
- [49] Tachibana R, Motoyoshi M, Shinohara A, Shigeeda T, Shimizu N. Safe placement techniques for self-drilling orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:1439–1444.
- [50] Uysal T, Yagci A, Esel D, Ramoglu SI, Kilinc A. Investigation of Bacteremia Following Insertion of Orthodontic Mini-Implants. *World J Orthod* 2010;11:357–361.
- [51] Wilmes B, Drescher D. Application and effectiveness of the Beneslider: a device to move molars distally. *World J Orthod* 2010;11:331–340.
- [52] Wilmes B, Nienkemper M, Mazaud-Schmelter M, Renger S, Drescher D. Utilisation combinée du Beneslider et d'appareils multi-bagues linguaux, mécaniques et procédure clinique. *Orthod Fr* 2013;84:347–359.
- [53] Yoo S-H, Park Y-C, Hwang C-J, Kim J-Y, Choi E-H, Cha J-Y. A comparison of tapered and cylindrical miniscrew stability. *Eur J Orthod* 2014;36:557–562.
- [54] Yu J-J, Kim G-T, Choi Y-S, Hwang E-H, Paek J, Kim S-H, *et al.* Accuracy of a cone beam computed tomography-guided surgical stent for orthodontic mini-implant placement. *Angle Orthod* 2012;82:275–283.