

**LES MINIVIS ORTHODONTIQUES:
INDICATIONS ET BILAN PRE-CHIRURGICAL**

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée
et soutenue publiquement par*

Clémence ROBINE
(née le 26 Avril 1984)

le 8 Avril 2010 devant le Jury ci-dessous

Président M. le Professeur Wolf BOHNE
Assesseur M. le Docteur Stéphane RENAUDIN

Directeur de Thèse M. le Docteur Alain HOORNAERT
Co-Directeur M. le Docteur Sylvain LEBORGNE

Par délibération en date du 6 décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

PLAN

INTRODUCTION	6
PREMIERE PARTIE: GENERALITES	8
1-Les mouvements orthodontiques	9
1-1 Définition	10
1-2 Les différents mouvements orthodontiques	10
2- L'ancrage en orthodontie	12
2-1 Définition	12
2-2 Principes d'ancrage	12
2-2-1 La troisième loi de Newton	12
2-2-2 Le trinôme de De Névezé	13
2-3 Les différents types d'ancrage	15
2-3-1 L'ancrage naturel ou passif	15
2-3-1-1 L'environnement parodontal	15
2-3-1-2 L'environnement musculaire	16
2-3-2 L'ancrage actif ou thérapeutique	16
2-4 Intérêt du contrôle de l'ancrage en ODF	17
3- Les limites des moyens d'ancrage et des mouvements orthodontiques	18
4- L'intérêt d'un ancrage squelettique par rapport aux ancrages dentaires traditionnels	20
4-1 Définition de l'ancrage squelettique	20
4-2 Impact sur le traitement	21
4-3 Impact sur le patient	22

5- Rappels anatomiques	23
5-1 Structure du tissu osseux	23
5-1-1 L'os cortical	23
5-1-2 L'os spongieux	23
5-2 Les risques chirurgicaux	24
5-2-1 A la mandibule	24
5-2-2 Au maxillaire	24
DEUXIEME PARTIE: TECHNIQUES ET INDICATIONS	26
1- Présentation des minivis	27
1-1 Historique	27
1-2 Caractéristiques des minivis utilisées en ODF	28
1-2-1 Description d'une minivis	28
1-2-1-1 La tête	28
1-2-1-2 Le col	29
1-2-1-3 Le corps	29
1-2-1-4 Nature et état de surface	31
1-2-2 Dimensions des minivis	31
1-2-2-1 Le diamètre	31
1-2-2-2 La longueur	33
1-3 Avantages et inconvénients	33
1-4 Présentation des systèmes les plus courants sur le marché	34
1-4-1 Le système spider screw	35
1-4-2 Le système Aarhus	36
1-4-3 Le système Absoanchor	36
1-4-4 Le système IMTEC	37
1-4-5 Le système TEKKA	37
1-4-6 Tableau récapitulatif et comparatif des différents systèmes	38
1-5 Description du protocole de mise en place chirurgical	39
1-5-1 Préparation du site d'insertion	39

1-5-2 Perforation de l'os	40
1-5-3 Vissage de la minivis	41
1-5-4 Contrôle de la position et de la stabilité primaire de la minivis	41
1-5-5 Conseils post-opératoires	42
1-5-6 Mise en charge orthodontique	42
1-5-7 Dépose d'une minivis	43
2- Les indications des minivis orthodontiques	44
2-1 Contrôle antéro postérieur	44
2-1-1 Rétraction antérieure	44
2-1-2 Distalisation molaire	45
2-1-3 Protraction molaire	47
2-1-4 Redressement de l'axe molaire	48
2-2 Contrôle dans le sens vertical	49
2-2-1 Ingression molaire	50
2-2-2 Ingression antérieure	51
2-2-3 Egression antérieure	52
2-3 Contrôle dans le sens transversal	53
2-3-1 Correction d'un décalage des milieux inter-incisifs	53
2-3-2 Correction d'une bascule du plan d'occlusion	54
TROISIEME PARTIE: LE BILAN PRE-CHIRURGICAL	56
1- Etablissement du plan de traitement orthodontique	57
1-1 à visé orthodontique	57
1-2 à visé pré-prothétique	58
2- Les contre-indications à la pose des minivis	60
2-1 Les contre-indications générales	60
2-1-1 Les contre-indications générales absolues	60

2-1-2 Les contre-indications générales relatives	60
2-2 Les contre-indications locales	61
2-2-1 Les contre-indications locales définitives	61
2-2-2 Les contre-indications locales temporaires	61
3- Critères de choix du site d'implantation	62
3-1 Les différents sites d'implantation	62
3-2 Le type de mouvement souhaité	65
3-3 Le bilan radiographique	65
3-4 Le positionnement de la minivis	67
3-5 La qualité et la quantité de l'os	68
4- Les risques per et post-opératoires	71
4-1 Les complications per-opératoires	71
4-1-1 Lésions des tissus parodontaux ou des racines	71
4-1-2 Dérapage de la minivis	72
4-1-3 Emphysème sous-cutané	72
4-1-4 Perforation du sinus nasal ou des sinus maxillaires	73
4-1-5 Lésion de structures nerveuses	74
4-1-6 Fracture de la minivis	74
4-2 Les complications post-opératoires	75
4-2-1 Inflammation, infection péri-implantaire	75
4-2-2 Lésion des tissus mous adjacents	76
4-2-3 Recouvrement de la minivis par les tissus mous	77
5- Les causes d'échecs	78
5-1 Echecs liés au site d'implantation	78
5-2 Echecs liés à l'acte orthodontique ou chirurgical	79
5-3 Echecs liés au patient	79

QUATRIEME PARTIE: PRESENTATION DE CAS CLINIQUES	80
CAS CLINIQUE N°1: Distalisation des molaires maxillaires et mésialisation des molaires mandibulaires	81
CAS CLINIQUE N°2: Traitement d'une classe III d'Angle	85
CONCLUSIONS	90
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	93
TABLE DES ILLUSTRATIONS	102

INTRODUCTION

La mobilisation des dents pour corriger une malocclusion est réalisée grâce à l'appui pris sur les dents voisines. Chercher un ancrage permettant d'atteindre les objectifs fixés par le plan de traitement est une priorité du praticien. Les déplacements dentaires provoqués par des traitements orthodontiques sont soumis à la loi d'action-réaction de Newton. Ainsi, des mouvements secondaires indésirables peuvent apparaître. De plus, cette technique peut être très contraignante pour le patient, lui causant un préjudice esthétique, ou un certain inconfort, tout en demandant une coopération importante.

Le choix d'implants dentaires a permis d'entrevoir une nouvelle solution. Leur utilisation comme moyen d'ancrage squelettique en orthodontie est très vite apparue fiable et stable. En revanche, les implants doivent être ostéointégrés avant de subir des forces de traction. Cela demande plusieurs mois, allongeant davantage la durée du traitement orthodontique. Cet inconvénient s'ajoute au coût assez élevé d'un implant dentaire. Son intégration dans le plan de traitement n'est pas toujours facile.

Depuis quelques années sont apparues sur le marché des minivis spécialement conçues pour servir d'ancrage squelettique, mises en place uniquement le temps du traitement. Elles ne nécessitent pas d'ostéointégration, et leur coût est plus abordable par rapport à un implant dentaire conventionnel. Leurs principaux avantages sont une mise en place aisée et la multitude de sites d'insertions qu'elles autorisent.

Notre exposé a pour objectif de décrire ce système d'ancrage temporaire, en présentant ses avantages, ses inconvénients, la technique chirurgicale de mise en place, son mode d'utilisation durant les traitements orthodontiques. Un bref rappel sur l'ancrage orthodontique permettra de mettre en avant l'intérêt des minivis orthodontiques par rapport aux ancrages conventionnels et de décrire les différents systèmes actuellement mis sur le marché seront décrits.

PREMIERE PARTIE :
GENERALITES

1- LES MOUVEMENTS ORTHODONTIQUES

1-1 Définition

Les traitements orthodontiques provoquent des déplacements dentaires contrôlés, déterminés par le plan de traitement.

Ils sont la conséquence de forces exercées sur les dents et entraînent des appositions et des résorptions constantes au sein des procès alvéolaires. Ces forces sont caractérisées par leur intensité, leur direction, leur point d'application et permettent d'aboutir aux mouvements dentaires déterminés par le plan de traitement.

Ces mouvements permettent d'optimiser l'esthétique des arcades dentaires, les fonctions de mastication, de phonation, de respiration, de déglutition, la croissance, et de corriger des malocclusions.

Les dents peuvent être déplacées à tout âge mais non sans risque ou effets secondaires sur les structures dentaires, osseuses, articulaires et posturales.

1-2 Les différents mouvements orthodontiques

Selon la force appliquée, le mouvement orthodontique des dents considérées sera différent. Les mouvements principaux que l'on exerce sur une dent sont⁽⁴²⁾:

◆ Les mouvements de translation

C'est un mouvement parallèle au grand axe de la dent. Il doit être absolument contrôlé, car les risques de résorption osseuse augmentent avec l'âge du patient lorsque la hauteur de gencive attachée est faible.

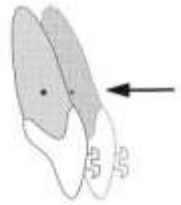


Figure 1: Mouvement de translation ⁽¹⁰⁾

◆ Les mouvements de version

Ils correspondent soit à une version coronaire (la dent se déplace du côté opposé à la force), soit à une version radiculaire, ou effet de torque (seule la racine se verse).

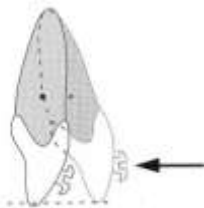


Figure 2: Mouvement de version pure ⁽¹⁰⁾

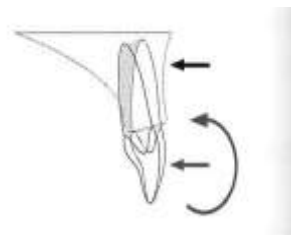


Figure 3: Mouvement de version radiculaire ⁽¹⁰⁾

◆ Les mouvements de rotation

Il existe deux types de mouvement de rotation: une rotation axiale (autour de l'axe de la dent), ou une rotation marginale (autour d'un axe excentré).

◆ Les mouvements d'égression

L'égression correspond à un mouvement vertical qui vise à sortir la dent de son alvéole.



Figure 4: Egression dentaire ⁽¹⁰⁾

◆ Les mouvements d'ingression

L'ingression correspond à un mouvement vertical qui tend à enfoncer la dent dans son alvéole.



Figure 5: Ingression dentaire ⁽¹⁰⁾

2- L'ANCRAGE EN ORTHODONTIE

2-1 Définition

L'ancrage est un dispositif de fixation d'un corps, il correspond à un point d'appui, celui de la force engendrée ⁽³⁵⁾. Le Petit Robert le désigne comme « l'action d'attacher à un point fixe » ⁽⁵⁵⁾. Or, en biomécanique orthodontique, il n'existe pas de point fixe dentaire; ainsi l'ancrage est considéré comme la résistance d'une unité dentaire au déplacement ⁽³⁵⁾.

La Société Française d'Orthopédie dento-faciale stipule que l'ancrage est considéré comme un élément stable ou fixe pouvant servir de point d'appui lors de l'application de systèmes de force. Cette définition permet de réunir les unités dentaires d'ancrage et les dispositifs intra-oraux et extra-oraux utilisés pour renforcer l'ancrage. C'est la résistance stable du trinôme de Nevrezé ⁽³¹⁾.

Ainsi, pour qu'une dent, un groupe de dents ou une arcade puissent servir d'ancrage, donc de point d'appui, la pression appliquée à l'os par l'intermédiaire de leurs racines doit être inférieure au seuil de multiplication ostéoclasique pour ne pas accélérer la résorption osseuse physiologique. Si l'ancrage est suffisant, le corps libre se déplace en direction de l'ancrage, le solide reste stable.

2-2 Principes d'ancrage

2-2-1 La troisième loi de Newton

La thérapeutique biomécanique orthodontique doit répondre à la troisième loi de Newton ou loi de l'action/réaction. Celle-ci dit: « Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une action mécanique représentée par une force $F(A/B)$, le corps B exerce sur A une action mécanique représentée par une force $F(B/A)$ » ⁽³¹⁾.

$$F(A/B) = -F(B/A)$$

Quelque soit la thérapeutique utilisée, appliquer une force sur une dent, un groupe de dents

ou une arcade engendre une force de même intensité, de même ligne d'action, mais de sens opposé sur la structure d'appui ⁽⁴¹⁾.

Cette réaction entraîne des effets rarement souhaités et l'on recherche au maximum la fixité des dents supports qui constituent l'ancrage.

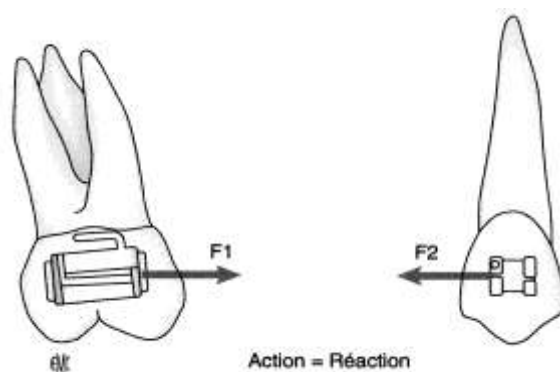


Figure 6: Force d'action et de réaction égale et de sens opposé ($F1=F2$) ⁽⁴¹⁾

2-2-2 Le trinôme de De Névrezé

En orthodontie, les forces de résistance sont de deux ordres:

- ◆ La résistance mobile ou labile: elle se trouve au point d'application de la force et correspond à la résistance de la dent, du groupe de dents, ou de l'arcade à déplacer.
- ◆ La résistance stable: elle s'exerce au point d'ancrage de la force et représente l'unité d'ancrage orthodontique; c'est donc une structure d'appui qui permet le mouvement de la résistance mobile. Elle peut être constituée d'une dent, d'un groupe de dents, ou alors de toute une arcade ⁽³¹⁾.

Par conséquent, lors d'un déplacement orthodontique ⁽⁴⁾:

- ➔ l'élément à déplacer possède une résistance appelée mobile (RM);
- ➔ l'élément d'ancrage possède une résistance appelée stable (SM);
- ➔ le déplacement est activé par une force motrice (FM) appliquée entre les éléments mobile et stable.

Il existe une notion d'ancrage réciproque (ou notion d'ancrage différentiel) entre l'élément

d'ancrage et l'élément à déplacer. C'est la valeur réciproque des résistances qui commande le déplacement d'après le trinôme de De Névrezé; la force motrice permet le déplacement de la résistance mobile.

Il existe alors trois situations distinctes ⁽⁴⁾:

✓ **RS (Résistance Stable) = (Résistance Mobile) RM**

Si FM (Force Motrice) < RS + RM

Pas de déplacement.

Si FM > RS + RM

Déplacement égal et symétrique.

→ Le déplacement dentaire est impossible.

✓ **RS > RM**

Si RS > RM > FM

Pas de déplacement.

Si FM > RS > RM

Déplacement double et inégal,
RM se déplace plus que RS.

Si RM < FM < RS

Déplacement désiré,
Seule RM se déplace.

→ Les déplacements sont bien contrôlés, l'ancrage n'est pas affecté.

✓ **RS < RM**

Si FM < RM > RS

Pas de déplacement.

Si FM > RS < RM

La dent d'ancrage se déplace.

Si FM > RM > RS

Perte d'ancrage.

→ La dent déplacée mobilise l'unité d'ancrage, le contrôle mécanique est insuffisant, c'est le cas le moins favorable.

Ainsi, en théorie, si l'ancrage est suffisant, l'unité d'ancrage reste stable et le corps libre se déplacera en direction de l'ancrage, la force motrice permettant le déplacement de la résistance

mobile (les forces motrices l'emportent donc sur les forces résistantes). En réalité, il existe toujours un mouvement, même minime, des dents servant d'ancrage, car les remaniements tissulaires osseux et desmodontaux sont permanents et au final, il n'existe aucun ancrage dentaire strictement fixe ⁽⁴⁵⁾.

2-3 Les différents types d'ancrage

2-3-1 L'ancrage naturel ou passif

Cet ancrage, appelé aussi ancrage biologique, est constitué par la dent elle-même. Il varie selon plusieurs paramètres environnementaux déterminants:

2-3-1-1 L'environnement parodontal

L'ancrage naturel est représenté par la dent et par la résistance naturelle au déplacement qu'elle offre grâce à son ancrage dans l'os alvéolaire par l'intermédiaire du ligament desmodontal ⁽⁴¹⁾. Cette résistance au déplacement est dépendante de la longueur, du nombre, mais aussi du volume des racines. Plus la surface radiculaire globale est grande et plus la résistance offerte sera élevée. Selon les principes de Jarabak et Freeman, une dent large et courte avec des racines volumineuses offrira un meilleur ancrage qu'une dent fine et longue aux racines frêles ⁽³¹⁾.

Les moyens d'ancrage traditionnels consistent donc en la solidarisation de plusieurs dents, permettant ainsi d'obtenir une augmentation de la résistance parodontale de l'unité d'ancrage et une diminution des effets parasites des dents adjacentes aux points d'application des forces ⁽³¹⁾.

La densité osseuse joue également un rôle important dans les variations de résistance aux déplacements. Plus celui-ci sera dense et plus la résistance sera bonne. L'os cortical, plus dense que l'os spongieux, sera donc considéré comme un ancrage plus fiable. On remarque aussi que la hauteur de l'os alvéolaire et sa qualité font varier fortement les résistances aux mouvements. Chez l'adulte atteint de parodontopathie, l'ancrage naturel sera donc altéré ⁽⁷⁾.

2-3-1-2 L'environnement musculaire

Il a un rôle déterminant dans l'ancrage passif, car cette enveloppe musculaire développe une force qui peut soit favoriser ou au contraire freiner le mouvement dentaire. Son influence varie selon la tonicité musculaire, les habitudes comportementales (la ventilation orale ou la déglutition atypique diminuent considérablement l'ancrage passif), et en particulier selon la typologie faciale. En effet, chez un patient brachyfacial, les muscles masticateurs élévateurs sont hypertoniques constituant une véritable opposition au déplacement dentaire. Au contraire, un patient dolichofacial présente une musculature élévatrice très hypotonique qui est incapable de résister aux mouvements dentaires ⁽³⁵⁾.

Du fait des limites imposées par la variabilité et la complexité de l'ancrage naturel, les orthodontistes font également appel à l'ancrage actif pour des mouvements nécessitant une résistance plus importante.

2-3-2 L'ancrage actif ou thérapeutique

Il correspond aux dispositifs orthodontiques mis en place pour obtenir un ancrage mécanique et éviter ainsi les déplacements involontaires des structures d'appui. Ces appareillages servent de support et renforcent l'ancrage naturel ⁽³⁵⁾.

Cet ancrage actif repose sur sa notion de réciprocité des éléments dentaires et regroupe deux grands types de dispositifs ⁽³⁵⁾.

- ✓ L'ancrage intra oral: on trouve des arcs avec des courbures anti-version ou anti-rotation, avec des butées ou des stops. Les renforts d'ancrage se font grâce à la ligature de plusieurs dents pour additionner les valeurs d'ancrage, grâce aux arcs palatins ou linguaux, ou encore avec des élastiques
- ✓ L'ancrage extra-oral: On applique des forces extra orales grâce à un casque ou une bande qui prend appui sur la nuque ou le crâne

2-4 Intérêt du contrôle de l'ancrage en ODF

Le contrôle de l'ancrage est une nécessité, il joue un rôle primordial dans la thérapeutique. Il désigne la capacité à maîtriser les mouvements dentaires parasites. C'est un facteur clé de la qualité d'un traitement, sa gestion étant indispensable pour atteindre les objectifs fixés. (ref12) Il aide à éliminer les mouvements dentaires indésirables⁽⁴⁹⁾.

Ainsi, le praticien cherchera à optimiser le contrôle de l'ancrage :

- en augmentant le nombre de dent dans l'unité d'ancrage pour accroître sa valeur
- en positionnant les dents d'ancrage dans une position telle qu'elles résistent à la force qui tend à les déplacer (préparation d'ancrage d'Edgewise, ancrage cortical de Ricketts)
- en utilisant des auxiliaires, type forces extra-orales, pour renforcer l'ancrage.

3- LES LIMITES DES MOYENS D'ANCRAGE ET DES MOUVEMENTS ORTHODONTIQUES

Les dispositifs orthodontiques conventionnels prennent appui sur les structures dentaires qui doivent alors résister aux forces mises en oeuvre pour obtenir le déplacement dentaire souhaité. Ces structures répondent à la loi d'action/réaction, le déplacement d'une dent peut donc affecter son unité d'ancrage et induire des mouvements parasites. Ce déplacement indésirable, appelé perte d'ancrage, peut entraver les résultats de la thérapeutique orthodontique ⁽³⁵⁾.

Or, il n'est pas toujours possible de constituer une unité d'ancrage suffisante, les conditions locales étant parfois défavorables.

C'est le cas lorsque le nombre de dents présentes est réduit, suite à des extractions ou des agénésies.

L'ancrage est également compromis lorsque les dents destinées à l'ancrage présentent une quantité de tissu de soutien parodontal faible, avec des corticales fines. Cette configuration est particulièrement rencontrée chez l'adulte dont l'ancrage naturel est souvent diminué: les crêtes alvéolaires sont résorbées, la densité osseuse est moindre, la maladie parodontale fréquente peut entraîner des mobilités plus ou moins importantes. Des mouvements orthodontiques sur ces dents déjà affaiblies risqueraient d'aggraver la situation ⁽⁷⁾.

Cette insuffisance d'ancrage dentaire a conduit dans les années 60 à la mise au point des ancrages extra-oraux qui sont largement utilisés depuis. Ceux-ci délivrent des forces extra-orales en prenant appui sur le crâne ou la nuque. Cet ancrage minimise les effets réciproques entre les résistances stables et mobiles. Cependant, il entraînerait des effets indésirables sur le complexe maxillaire, une augmentation de hauteur de l'étage inférieur de la face, et un déplacement mésial des molaires maxillaires peut malgré tout être observé ^(42, 63).

De plus, ces dispositifs sont fréquemment mal acceptés par le patient pour une raison esthétique et sociale, demandent une grande coopération de la part de celui-ci, et nécessitent une grande régularité des rendez-vous.

Certaines dysmorphies, telles que les classes III sévères, nécessitent des mouvements orthodontiques importants et compliqués, qui requièrent un traitement long, avec des appareillages

lourds, souvent inconfortables pour les patients. Pour ces cas les plus complexes, les ancrages orthodontiques traditionnels ne permettent pas toujours d'aboutir au résultat final souhaité, et peuvent parfois provoquer des effets secondaires indésirables ⁽⁶⁾.

Dans les cas les plus complexes, lorsque les techniques orthodontiques classiques ne sont plus suffisantes, ou que l'ancrage est insuffisant, certains patients doivent avoir recours à la chirurgie orthognatique.

Ces différentes limites ont amené progressivement les orthodontistes à se tourner vers une possibilité d'ancrage intra-osseux grâce aux progrès faits en implantologie. L'objectif est d'apporter de nouvelles solutions thérapeutiques aux patients et de tenter ainsi de contourner les thérapeutiques orthodontiques lourdes voire d'éviter une intervention chirurgicale.

4-L'INTERET D'UN ANCRAGE SQUELETTIQUE PAR RAPPORT AUX ANCRAGES DENTAIRES TRADITIONNAUX

4-1 Définition de l'ancrage squelettique

Un ancrage squelettique est un support obtenu à partir du tissu osseux, il ne sollicite donc pas les dents. En orthodontie, cet ancrage est obtenu à l'aide de systèmes implantaires qui vont permettre de contrôler le déplacement dentaire et en assurer la fixation ⁽³³⁾. Ils apportent un moyen thérapeutique supplémentaire, ils sont utilisés soit comme alternative aux ancrages conventionnels, soit comme renfort d'ancrage ⁽¹⁵⁾.

Les orthodontistes ont à leur disposition des implants conventionnels, des implants palatins, des minivis, ou encore des miniplaques. Certains d'entre eux sont ostéointégrés, d'autres non ⁽⁵⁴⁾. Les systèmes implantaires autres que les minivis ne seront pas développés au cours de cet exposé.

L'objectif d'un ancrage squelettique est d'obtenir un ancrage absolu pour éliminer les mouvements dentaires parasites. Un ancrage absolu est défini par l'absence de mouvement de l'unité d'ancrage comme conséquence aux forces réactionnelles appliquées aux dents ⁽⁴⁹⁾. Les systèmes implantaires sont donc considérés comme un ancrage absolu car ils procurent un ancrage stable qui ne subit pas de perte d'ancrage, et n'ont donc pas de conséquence néfaste sur le traitement orthodontique.

En revanche, Liou et Wang ^(64, 38) ont observé que sous la contrainte orthodontique, les minivis non ostéointégrés pouvaient se déplacer légèrement, contrairement aux implants ostéointégrés. Les minivis procurent donc un ancrage cliniquement stable mais pas absolument immobile; mais cela n'affecte en rien leur performance en tant qu'ancrage squelettique. Selon cette étude, aucune mobilité clinique, ni perte d'ancrage ou de minivis ne sont à déplorer.

Les dispositifs d'ancrage intraosseux sont fixés dans l'os alvéolaire et peuvent servir d'ancrage direct ou indirect ^(15, 41):

- Ancrage direct: Une minivis utilisée comme ancrage direct constitue à elle seule le point d'ancrage de la force et la ligne d'action de celle-ci doit passer par la tête de la minivis

- Ancrage indirect: La minivis renforce l'ancrage dentaire préexistant en étant reliée à une ou plusieurs dents. Cette alternative permet de décaler le point d'application de la force lorsqu'il est impossible de donner directement la direction voulue à la force souhaitée;

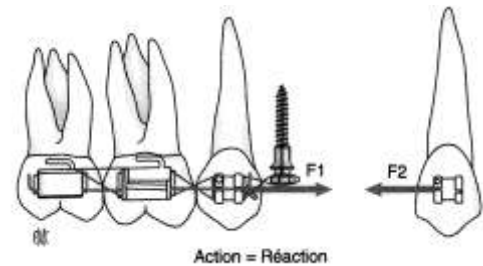
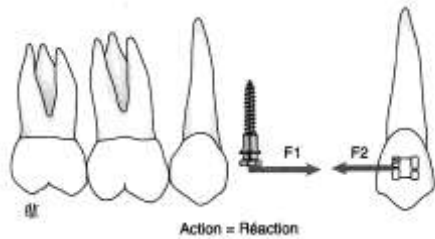


Figure 7: Ancrage direct par minivis ($F1=F2$) ⁽⁴¹⁾ **Figure 8:** Ancrage indirect par minivis ($F1=F2$)⁽⁴¹⁾

4-2 Impact sur le traitement orthodontique

L'ancrage squelettique fournit par les minivis permet de contourner les difficultés posées par l'ancrage traditionnel. Les dispositifs thérapeutiques ne prennent plus appui uniquement sur les dents, les mouvements parasites sont donc moins nombreux, moins importants, voir même inexistants ⁽¹⁵⁾. L'orthodontiste n'a plus besoin d'inclure dans son plan de traitement la préparation de l'ancrage dentaire et la correction des effets secondaires qui en découle. Une diminution globale du temps de traitement est observée ⁽⁹⁾.

L'introduction des implants comme ancrage squelettique en orthodontie a changé l'amplitude des mouvements réalisables mais aussi leur approche pour gérer les différentes dysmorphies faciales, malocclusions, ou les problèmes d'espace ⁽³⁶⁾. En assurant un ancrage fixe, l'ancrage squelettique autorise la mise en oeuvre de mouvements complexes, difficilement envisageables avec un ancrage conventionnel, tel que l'ingression des dents postérieures ou le déplacement simultané de toute une arcade ⁽¹⁵⁾. L'utilisation optimale des forces orthodontiques dans les différents plans de l'espace permet de réaliser tous les mouvements orthodontiques voulus, tout en réduisant la complexité du traitement et en simplifiant la biomécanique ⁽⁹⁾.

L'utilisation de l'ancrage squelettique ne change pas seulement la distance à laquelle les dents peuvent être déplacées, mais offre également plus d'options thérapeutiques pour le patient. Il

permet en effet de masquer orthodontiquement une malocclusion, qui aurait normalement nécessité une correction chirurgicale ⁽³⁶⁾. Les minivis ont donc permis de dépasser les limites des techniques orthodontiques traditionnelles en rendant possible le traitement de certain cas qui était considéré comme impossible autrement que par une méthode chirurgicale ⁽⁴⁴⁾. De Vincenzo ⁽¹⁸⁾ a ainsi évité à des patients dolychofaciaux une chirurgie d'impaction par la combinaison de minivis et de mécaniques d'ingression. En effet, par l'ingression des dents postérieures ou de l'ensemble de la denture, la mécanothérapie peut changer indirectement la position du menton, comme le ferait un repositionnement chirurgical du maxillaire.

4-3 Impact sur le patient

La motivation d'un patient lors d'un traitement orthodontique peut être altérée quand celui-ci est contraint à porter des dispositifs inconfortables et disgracieux tels que les forces extra orales, les barres palatines, ou encore des élastiques inter maxillaires. Ceci est d'autant plus vrai chez les adultes car ces auxiliaires orthodontiques sont contraignants, peu esthétiques et peuvent parfois constituer un obstacle à la vie sociale ⁽¹⁾. Les forces extra orales sont particulièrement mal acceptées par les patients car ces systèmes doivent être portés 12 à 18h par jour durant des périodes de 6 à 24 mois, nécessitant une coopération totale de leur part ⁽¹⁵⁾. Or une faible coopération peut provoquer des effets indésirables ou compromettre le résultat final du traitement.

Les minivis apportent une nouvelle alternative à ces systèmes. Leur position intra buccale les rend invisibles, plus confortable et leur efficacité est totalement indépendante de la coopération du patient. L'objectif final est atteint plus rapidement, et le traitement est bien mieux vécu par le patient. Jeon et coll en ont fait l'expérience en réalisant une distalisation en masse de l'arcade maxillaire à l'aide de minivis chez des adultes en aillant recours à aucune coopération de leur part, et se sont épargnés l'incertitude des résultats liée au port des forces intermaxillaires de classe II ⁽²²⁾.

Park ⁽⁵²⁾ a réalisé la rétraction des incisives maxillaires chez des adultes grâce à des minivis placées au niveau du palais (Ce mouvement est normalement réalisé à l'aide de forces extra-orales). Il a constaté que l'utilisation de moyens d'ancrage esthétiques chez l'adulte permettait de mieux lui faire accepter le traitement, et sa motivation pour maintenir une bonne hygiène a augmenté. Les résultats obtenus ont été plus satisfaisants qu'avec un système d'ancrage extra-oral.

5- RAPPELS ANATOMIQUES

5-1 Structure du tissu osseux ^(53, 35)

L'os adulte est constitué d'os lamellaires résultant de l'orientation différente des fibres de collagène dans deux lamelles contiguës. Cette texture lamellaire confère à l'os sa résistance mécanique. La structure interne de l'os s'organise en quatre compartiments. On distingue de l'extérieur vers l'intérieur :

- le périoste qui est l'enveloppe externe de l'os
- l'os cortical
- l'endoste
- l'os spongieux

5-1-1 L'os cortical

Il correspond à la partie compacte de l'os. Il est minéralisé à 95%, il assure donc principalement un rôle mécanique et protecteur. L'épaisseur de l'os cortical est variable. Les tables corticales sont en effet plus fines au maxillaire qu'à la mandibule et dans la région incisivo-canine qu'au niveau prémolaire-molaire. Il est formé par la juxtaposition d'ostéons, dans lesquels les lamelles osseuses sont disposées de façon concentrique autour d'un canal appelé « canal de Havers » qui héberge des vaisseaux sanguins, lymphatiques, et des structures nerveuses.

5-1-2 L'os spongieux

Appelé aussi « os trabéculaire », sa part minéralisée n'est que de 30%. L'os spongieux est composé de travées osseuses très fines, de forme plus ou moins aplatie, formant un réseau d'interconnexions délimitant des espaces médullaires contenant de la moelle osseuse hématopoïétique ou grasseuse. Etant donné le faible volume osseux, il existe une grande surface d'échange avec les espaces médullaires au niveau de l'os spongieux. Le rôle de l'os trabéculaire est donc davantage métabolique.

5-2 Les risques chirurgicaux ⁽¹⁶⁾

L'insertion de minivis nécessite une analyse précise du site dans lequel elle est posée. En effet, le risque de léser les structures anatomiques voisines est grand.

5-2-1 A la mandibule

Lors de la pose de minivis à la mandibule, il y a un risque d'effraction du canal dentaire inférieur. Il peut se produire des lésions directes du pédicule mentonnier, ce qui provoque alors une anesthésie labio-mentonnière temporaire ou permanente. Il existe également un risque de lésions radiculaires sur les dents à proximité du lieu d'insertion. Enfin, il y a toujours un risque hémorragique si les artères sublinguale ou submentale sont lésées.



Figure 9: Téléradiographie de profil ⁽³³⁾
(33)

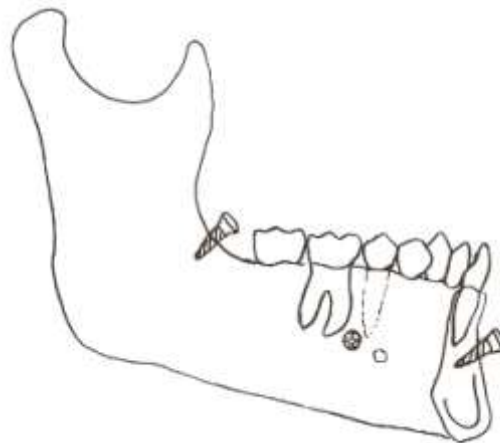


Figure 10: Sites d'insertion mandibulaires

5-2-2 Au maxillaire

Les risques majeurs lors de la réalisation d'une chirurgie au maxillaire sont la perforation de la paroi nasale inférieure, la pénétration intrasinusienne ainsi que la lésion des racines dentaires. On retrouve également un risque hémorragique en cas de section de l'artère grande palatine.

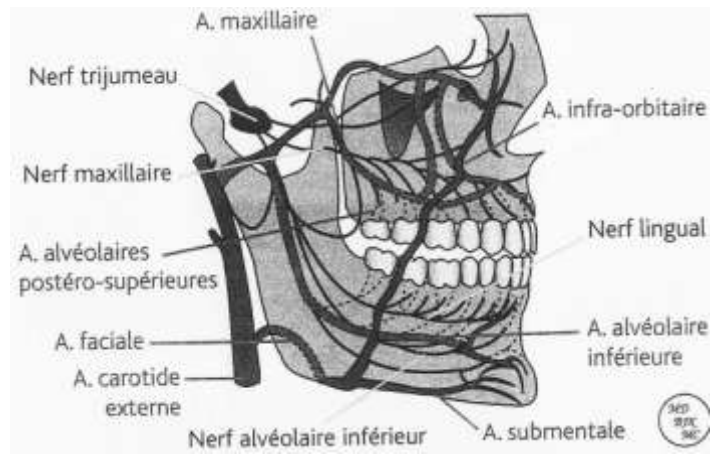


Figure 11: Vaisseaux et nerfs de la face⁽⁵³⁾

DEUXIEME PARTIE :
TECHNIQUES ET INDICATIONS

1-PRESENTATION DES MINIVIS

1.1 Historique

L'utilisation des implants endo-osseux dans le but d'obtenir un ancrage absolu remonte à 1945, quand Gainsforth et Higley ⁽⁴⁹⁾ eurent l'idée de placer des vis en vitallium dans les ramus de 6 chiens pour réaliser une traction mandibulaire. Le but était de renforcer la stabilité des dents servant d'ancrage orthodontique. Cependant, ces vis insérées à la mandibule et au maxillaire se mobilisèrent un mois après leur mise en charge, et devinrent inutilisables.

En 1969, Branemark et coll ⁽¹⁵⁾ démontrèrent qu'il est possible de soumettre des vis ostéointégrées en titane à des contraintes importantes. Le but premier de cette étude était l'ostéointégration.

Les premières études cliniques rapportées dans la littérature arrivent en 1983, quand Creekmore et Eklund utilisent une vis chirurgicale en vitallium insérée dans l'épine nasale antérieure pour l'ingression et la vestibulo-version des incisives maxillaires ⁽⁴⁹⁾. Ils ont montré qu'une petite vis pouvait supporter une force constante de grande intensité pour mobiliser tout un groupe de dents sans perte d'ancrage, douleur, ou infection .

En 1984, Robert et al ⁽²⁵⁾ étudient la mise en charge immédiate ou différée des mini-implants.

En 1997, Kanomi ⁽⁴⁹⁾ introduit un nouveau type de vis, spécifiquement pensé pour l'utilisation orthodontique et dérivé des vis chirurgicales utilisées pour la fixation de fragments osseux dans les chirurgies orthognatiques et reconstructrices. C'est l'apparition d'une nouvelle génération de vis (implants) de taille de plus en plus réduite. Costa présente en 1998 des minivis avec une tête en forme de bracket qui peuvent servir à la fois pour un ancrage direct et indirect.

Depuis, beaucoup d'autres mini-implants ont été introduits, chacun présentant un design différent, que ce soit au niveau de la tête, du col ou du corps de la vis. Ils ont su retenir l'attention des orthodontistes grâce à tous leurs avantages. On les utilise donc maintenant lors des traitements orthodontiques, comme ancrage squelettique pour repositionner les dents, modifier les arcades dentaires dans leur forme et leur rapport.

1.2 Caractéristiques des minivis utilisées en ODF

1-2-1 Description d'une minivis

Une vis est une machine simple qui convertit un mouvement de rotation en un mouvement de translation tout en ayant un rôle mécanique. Quelque soit le fabricant, les minivis à usage orthodontique présentent toutes la même conception macro-géométrique. Elles se composent d'une tête, d'un col transmuqueux et d'un corps. Elles peuvent être de tailles, de formes différentes selon les marques: on en trouve des coniques, des cylindriques et essentiellement des cylindro-coniques. Elles sont mises à disposition sous forme de kit d'utilisation avec tout le matériel nécessaire à sa pose et son retrait dans le but de faciliter le travail du praticien.

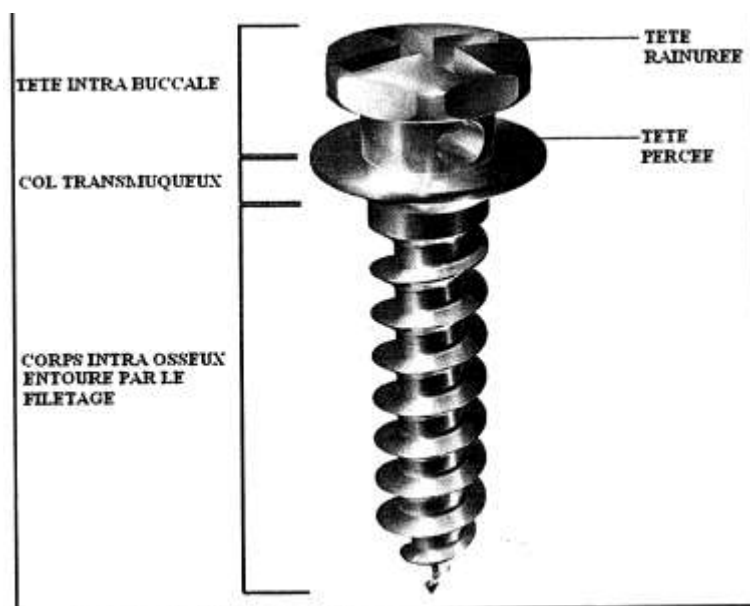


Figure 12: Les différentes parties d'une minivis ⁽³³⁾

1-2-1-1 La tête ^(33, 61, 49, 20, 40, 43)

La tête d'une vis orthodontique a deux fonctions: transmettre une force au corps et servir ensuite de point d'application à la force orthodontique engendrée ⁽⁶¹⁾. Elle représente la partie intermédiaire entre la vis proprement dite et les différents auxiliaires orthodontiques (chainettes, ressorts, ligatures, élastiques, arcs). Elle correspond donc à la partie qui émerge dans la cavité buccale. Sa surface est donc polie pour réduire l'accumulation de plaque autour de la tête au contact

des tissus mous, et pour faciliter l'hygiène.

Il existe différentes tailles et formes de tête. Sa conception conditionne la manière dont la minivis va pouvoir être utilisée comme ancrage ⁽³³⁾. On trouve deux grands types de têtes sur le marché :

- Les minivis avec une tête à contrôle tridimensionnel: la partie supéro-externe de la tête présente deux gorges comme une attache orthodontique et permet ainsi l'insertion d'un arc de section maximale ;
- Les minivis avec un seul point d'ancrage, comme un trou, un bouton, ou une gorge peuvent être utilisées avec une ligature pour empêcher des déplacements dentaires en maintenant la distance entre la vis et la dent.

On trouve également sur le marché des minivis sans tête, lorsque celle-ci est enfouie totalement sous la muqueuse libre. La connexion avec le système orthodontique se réalise donc uniquement avec des ligatures métalliques.

1-2-1-2 Le col ^(33, 41, 20, 40, 43)

Il représente la partie transmuqueuse de la minivis. Il est parfaitement poli pour éviter l'inflammation gingivale et peut être plus ou moins haut en fonction de l'épaisseur gingivale. Il est généralement cylindrique en forme de corolle, pour éviter toute compression gingivale, améliorer l'adaptation du tissu muqueux autour de ce col et permettre une bonne cicatrisation. Certains fabricants ont rajouté une butée de profondeur au niveau du col pour limiter l'enfoncement de la minivis mais elle entraîne une plus grande compression gingivale. Le choix du col de la minivis se fera en fonction de l'épaisseur de la muqueuse gingivale du site à implanter

Le taux d'échec des vis d'ancrage est essentiellement dû à l'inflammation gingivale au niveau du col, d'où l'importance de tous ces détails.

1-2-1-3 Le corps

Il est fixé à la tête par l'intermédiaire du col et il est entouré par le filetage hélicoïdal. Sa section transversale détermine la résistance à la torsion de la minivis : celle-ci est proportionnelle

au cube du diamètre du corps. Une très petite augmentation du diamètre peut donc augmenter de beaucoup la solidité de la vis, ce qui diminue d'autant le risque de fracture pendant l'insertion ⁽³³⁾.

Cette partie intra-osseuse de la vis est généralement de forme tronconique dans son tiers apical puis cylindrique dans sa partie supérieure. Cette forme caractéristique permet de diminuer les risques de lésion de l'os cortical lors du vissage (application de forces verticales) et de compenser, par l'augmentation du diamètre, les effets de vibration lors de l'insertion de l'implant dans l'os cortical ⁽⁷⁾.

La coupe transversale des spires du pas de vis est tout aussi importante car elle influence les méthodes d'insertion et la répartition des contraintes. Il existe différents types de vis :

- Les vis non auto-taraudantes : Elles nécessitent un préforage et un taraudage pour découper le filetage dans l'os. Elles sont utilisées dans les matériaux durs comme l'os cortical, et ne conviennent pas pour l'os fin, comme le maxillaire.
- Les vis auto-taraudantes : Elle nécessite un préforage de l'os cortical. Leur filetage s'enfonce dans les tissus environnants en comprimant et en coupant grâce à leur bord d'attaque cannelé ⁽³³⁾. Une incision préalable est parfois nécessaire en présence de tissus muqueux, pour permettre la perforation de l'os sans dilacérer les tissus mous ⁽⁴²⁾.

Ces deux types de vis nécessitant un préforage possèdent une pointe mousse.

- Les vis autoforeuses : Elles sont dites « sans forage » car elles possèdent une pointe travaillante en tire-bouchon qui leur permet de pénétrer à travers les tissus gingivaux et la corticale osseuse.

Une étude de Kim et coll ⁽²⁶⁾ montre que les vis autotaraudantes provoquent un traumatisme plus important que les vis autoforantes à cause de l'élévation de la température et des débris osseux produits lors du préforage. La stabilité initiale est donc meilleure avec les vis autoforantes grâce à ces dommages osseux moins importants. Pour Chen et coll ⁽¹¹⁾, le taux de succès est plus important dans le groupe de chiens avec des vis autoforantes (93%) que celui avec des vis auto-taraudantes(86%), après la même mise en charge orthodontique. Ils mettent en évidence un meilleur contact entre le tissu osseux et les vis autoforantes grâce à une formation osseuse de meilleure qualité et en plus grande quantité.

1-2-1-4 Nature et état de surface

Le matériau utilisé se doit d'être biocompatible, non toxique, d'avoir des propriétés mécaniques et une stabilité suffisante pour une utilisation orthodontique tout en étant facile à retirer ⁽¹²⁾. Les vis sont donc soit en titane pur, soit en alliage titane (Ti-6Al-4V), soit en acier inoxydable chirurgical poli ⁽⁴¹⁾. L'alliage du titane avec de l'aluminium et du vanadium permet d'augmenter les propriétés de résistance mécanique des vis par rapport au titane pur. Celui-ci, que l'on retrouve dans les implants dentaires conventionnels, n'est donc plus utilisé en raison du risque élevé de fracture due au petit diamètre des vis ⁽¹²⁾. Depuis quelques années, l'utilisation de minivis en acier inoxydable se répand de plus en plus afin de faciliter la dépose des minivis. En effet, il semblerait que l'acier soit plus résistant aux tests de rupture que le titane ⁽⁸⁾.

L'état de surface pour la partie intra-osseuse des minivis est lisse et n'est donc pas le même que celui d'un implant dentaire. En effet, l'ostéointégration est considérée comme un désavantage car elle complique la procédure de leur dépose ⁽⁴⁹⁾. La mise en place des vis orthodontiques étant temporaire, on recherche uniquement une stabilité mécanique lors de l'implantation grâce au contact avec l'os qui entoure la vis : on parle alors de fibro-intégration ⁽³³⁾. Certains auteurs ont malgré tout mis en évidence la présence d'os néoformé autour des minivis après leur dépose ^(29, 26, 27).

La partie transmuqueuse et la tête des minivis doivent également être polie pour favoriser l'accès à l'hygiène, diminuer l'accumulation de plaque et ainsi éviter l'apparition d'inflammation au niveau des tissus péri-implantaires pouvant conduire à l'échec de ces ancrages squelettiques temporaires ⁽⁵⁰⁾.

1-2-2 Dimension des minivis

1-2-2-1 Le diamètre

Le diamètre varie généralement de 1,2 à 2 mm. D'après Melsen ⁽⁴⁴⁾, il paraît clair que plus le diamètre est petit et plus la minivis est facile à placer entre les racines. Mais en diminuant son diamètre, la minivis se fragilise pouvant entraîner une perte plus facile lors du traitement orthodontique ou sa fracture lors de sa dépose ⁽⁵⁴⁾. Miyawaka ⁽⁴⁵⁾ en a fait le constat lorsqu'il a eu un taux de 100% de perte des minivis de 1 mm de diamètre dans son étude en 2003. Morarend ⁽⁴⁶⁾ a lui

mis en évidence une meilleure résistance aux forces orthodontiques pour les mini-implants de 2,5 mm de diamètre par rapport à ceux de 1,5 mm pour un ancrage monocortical.

De plus, une étude a démontré que la contrainte mécanique maximale se situait essentiellement au niveau du col et de la tête de la minivis lors de sa dépose ⁽⁴⁴⁾. Il faut donc éviter les diamètres inférieurs à 1,3 mm, en particulier dans une corticale épaisse, pour que ces zones soient plus résistantes pour éviter les fractures ⁽⁵⁰⁾.

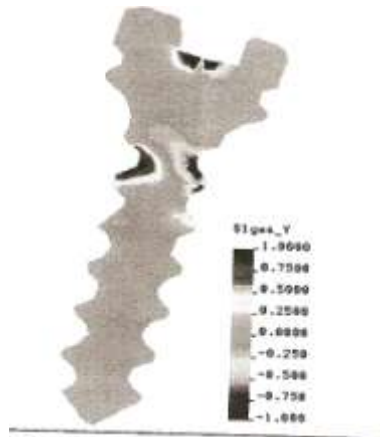


Figure 13: Localisation des contraintes mécaniques lors de la dépose d'une minivis ⁽⁴⁴⁾

En augmentant le diamètre, on améliore la résistance mécanique de ces zones fragiles ⁽⁴¹⁾. Carano et coll ⁽⁸⁾ ont démontré que les vis de diamètre de 1,5 mm avaient des valeurs moyennes de résistance à la rupture en torsion et des valeurs de résistance à la rupture en flexion meilleures que celles de 1,3 mm de diamètre (48,7 N/cm contre 23,4 N/cm pour la résistance à la rupture en torsion et 120,4 N contre 63,7 N pour la résistance à la rupture en flexion).

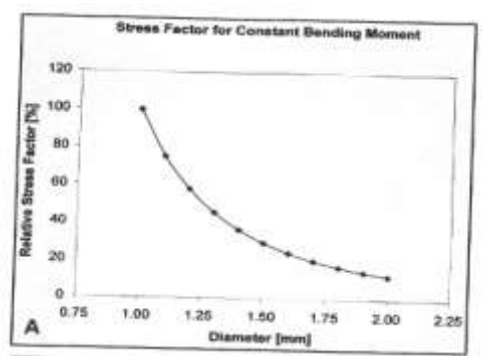


Figure 14: Relation entre le stress ressenti par la minivis et son diamètre ⁽⁴⁴⁾

1-2-2-2 La longueur

Les différentes longueurs proposées par les fabricants vont généralement de 6 à 12 mm. Le choix de la longueur de la minivis sera déterminé par la profondeur disponible, la qualité de l'os, l'épaisseur de la muqueuse et les structures vitales adjacentes au site d'insertion

Une longueur trop faible dans l'os peut augmenter le risque de perte de la minivis, en particulier quand on est en présence d'une corticale fine, car la stabilité primaire sera moins importante ⁽⁶⁰⁾. Kuroda ⁽³⁰⁾ a montré qu'une longueur minimale de 5-6 mm de vis dans l'os était nécessaire pour assurer une bonne rétention. Les régions avec des tissus mous très épais, comme la région palatine, ou les sites avec une qualité ou une quantité d'os insuffisante peuvent nécessiter l'utilisation de minivis plus longues, pour obtenir une meilleure surface d'ancrage. En revanche, l'augmentation de la longueur augmente le risque de lésion des structures anatomiques voisines (racines, sinus, artère, trou mentonnier...) ⁽³⁷⁾.

La longueur n'a que peu d'effets sur la répartition des contraintes, contrairement au filetage et au diamètre.

1.3 Avantages et inconvénients

Les avantages apportés par les mini-vis sont très nombreux ^(9, 15, 34, 49):

- Biocompatibilité
- facilité de pose et de dépose sous anesthésie locale
- insertion facilitée grâce à sa taille réduite, en de multiples sites de la cavité buccale pour répondre aux besoins thérapeutiques et aux types de mouvements désirés
- confort du patient, efficace sans nécessité de coopération
- possibilité de mise en charge immédiate
- temps de traitement plus court
- coût réduit par rapport aux traitements alternatifs
- obtention d'un ancrage absolu
- tête compatible avec les systèmes de traction orthodontique
- prédictibilité et reproductibilité des résultats orthodontiques
- résistance aux forces orthodontiques dans les différents plans de l'espace
- simplification de la biomécanique orthodontique

- traitement plus esthétique et plus conservateur
- ne nécessite pas d'étape au laboratoire

Les inconvénients sont peu nombreux mais ils prennent une part non négligeable dans la thérapeutique orthodontique. De plus, le fait de les cibler permet dans certains cas de réduire les taux d'échecs lors du traitement ^(15, 9, 34, 49):

- Risque de lésion d'une structure anatomique voisine lors de la pose
- Lésions engendrées par le mauvais choix d'une minivis (inflammation, ulcération, infection des tissus muqueux voisins)
- Risque de fracture des minivis
- Demande d'une certaine motivation de la part du patient pour le maintien d'une bonne hygiène orale pour éviter l'inflammation des tissus péri-implantaires et la perte de la minivis

1.4 Présentation des systèmes les plus courants sur le marché

Les minivis sont présentées sous forme de coffrets qui contiennent tous les instruments chirurgicaux et les accessoires spécialement conçus pour leur pose et leur dépose. Ces kits ne sont en général pas à usage unique, leur stérilisation est donc un préalable obligatoire avant toute utilisation. En revanche, les minivis sont elles à usage unique et disponible sous sachet stérile. Chaque fabricant propose ses propres instruments, chacun ayant un design différent. Il est donc indispensable d'utiliser les instruments adaptés au type de minivis que l'on utilise.

Un kit classique contient les instruments nécessaires pour:

- le repérage du site implantaire
- le préforage de la corticale lorsque celle-ci est très dense
- le forage
- le vissage, que celui-ci soit manuel ou mécanique
- le dévissage



Figure 15: Exemple de coffret de chez Absoanchor® (17)

1-4-1 Le système Spider-screw®

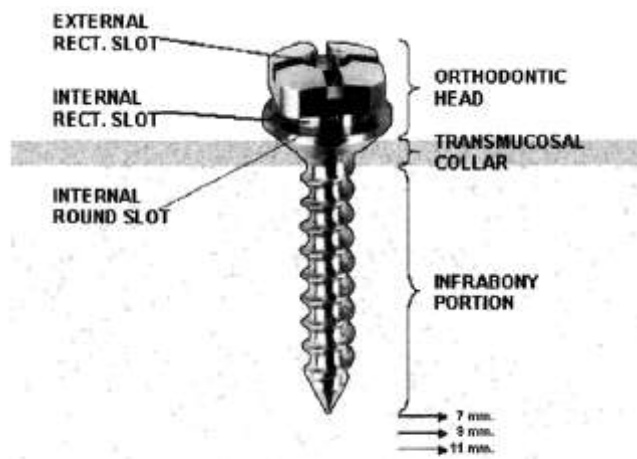


Figure 2 Spider Screw® characteristics.

Figure 16: Les caractéristiques de la minivis Spider Screw® (40)

1-4-2 Le système Aarhus[®]

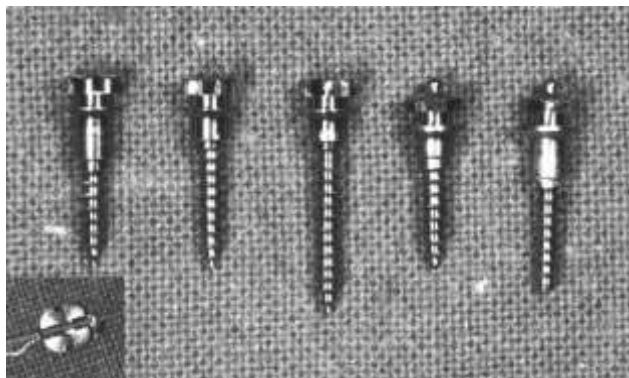


Figure 17: Les minisvis Aarhus[®] (43)

1-4-3 Le système Absoanchor[®]



Figure 18: Les différents systèmes de minivis ABSOANCHOR[®] (54)

1-4-4 Le système IMTEC[®]

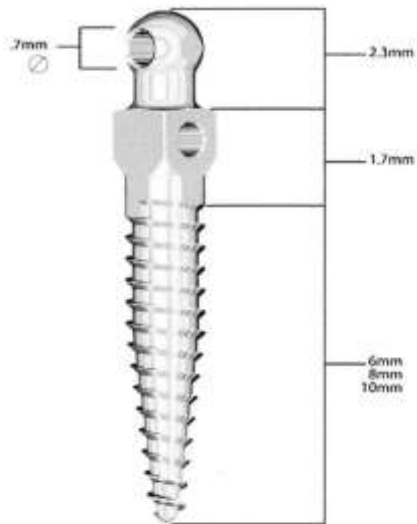


Figure 1 IMTEC Ortho Implant dimensions.

Figure 19: Description de la minivis IMTEC[®] (20)

1-4-5 Le système TEKKA[®]

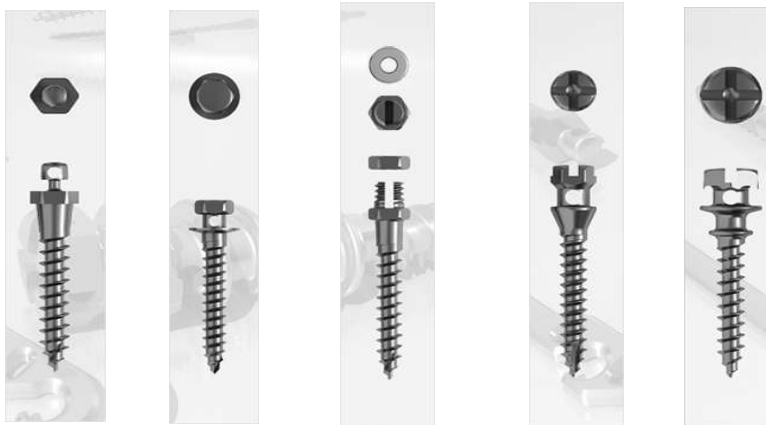


Figure 20: Les minivis de chez TEKKA[®] (59)

1-4-6 Tableau récapitulatif et comparatif des différents systèmes (17, 59, 20, 40, 43)

	Aarhus system®	Spider screw®	IMTEC®	Absoanchor®	TEKKA®
Matériau	Titane vanadium	Titane pur	Alliage titane Ti-6Al-4V	Alliage titane Ti-6Al-4V	
Forme de tête disponible	Bracket	Bracket	Boule	Petite tête grande tête Bracket Vis sans tête Tête circulaire tête à fixation	Universelle Bracket cruciforme Tête plate Ecroû
Longueur disponible		6-7-8-9-10-11 mm	6-8-10	De 5 à 12mm	
Diamètre disponible	1,5 ou 2 mm	1,5 mm pour 6-8-10 mm 2mm pour 7-9-11 mm	1,8 mm au collet 1,6 mm à l'extrémité	De 1,2 à 2 mm en fonction de la tête choisie	1,2-1,3-1,5-1,8-2-2,2 en fonction de la tête choisie
Col disponible	3 hauteurs disponibles	Short neck Regular Long neck	Hauteur constante de 1,7mm		
Caractéristique de la partie travaillante	Autoforante et autotaraudante Forme cylindrique	Autoforante et autotaraudante Forme conique	Autotaraudante et non autoforante	Autoforante et autotaraudante	Autoforante et autotaraudante

1.5 Description du protocole de mise en place

La pose des minivis est réalisée selon un protocole rigoureux qui se doit de respecter plusieurs étapes essentielles.

1-5-1 Préparation du site d'insertion

Le site d'insertion est choisi selon le contexte anatomique et les critères biomécaniques. Sa situation est confirmée auparavant par des examens cliniques et radiographiques (ceux-ci seront décrits au chapitre suivant). La topographie de la surface est établie par palpation pour déterminer l'angle d'insertion.

On effectue tout d'abord une désinfection minutieuse du site opératoire à la chlorexidine à 0,2%. On réalise ensuite une anesthésie locale par infiltration des tissus mous uniquement. En effet, cela permet de conserver la sensibilité dentaire en cas de vissage dans ou à proximité d'une racine^(7, 49).

L'épaisseur de la gencive est quantifiée par sondage avec une sonde parodontale afin de choisir la hauteur de col de la minivis la mieux adaptée⁽⁴¹⁾. La muqueuse kératinisée est préférée à la muqueuse non kératinisée afin de faciliter l'insertion de la minivis, l'adaptation des tissus mous autour de celle-ci, et permettre une meilleure hygiène^(1, 54).

La qualité de l'os peut également être évaluée avec une sonde parodontale. Si l'os ne semble pas dur et que la sonde y pénètre facilement, un autre site d'insertion peut être recherché⁽³³⁾.



Figure 21: Mesure de l'épaisseur des tissus mous à l'aide d'une sonde parodontale graduée⁽¹⁸⁾

1-5-2 Perforation de l'os

Cette étape est très importante car l'os cortical est le composant le plus résistant à l'insertion de la minivis et la stabilité primaire de celle-ci en dépend.

La pose des minivis actuellement commercialisées peut se faire sans la réalisation préalable de lambeau. Mais lorsque le site d'insertion se trouve dans une zone où la muqueuse présente une hauteur importante, une incision peut être nécessaire pour permettre un accès plus aisé à la corticale osseuse ⁽⁴²⁾. Si la minivis doit être insérée dans la région d'un frein, une frénectomie peut être réalisée pour éviter l'irritation des tissus périphériques due à la vis pendant la fonction ⁽⁷⁾.

Pour les minivis autotaraudantes, l'insertion sera précédée d'un préforage à l'aide d'un forêt chirurgical monté sur contre-angle. Pour réaliser l'avant trou, il est préférable de placer l'instrument perpendiculairement à la surface de l'os, afin d'éviter son dérapage ⁽⁴⁵⁾. Le forêt utilisé doit être en moyenne 0,2 à 0,3 mm plus petit que le diamètre de la vis utilisée pour assurer une bonne stabilité primaire ⁽³⁷⁾.

Si la minivis est autoforante, l'insertion se fait directement au travers de la gencive avec un tournevis manuel ou un contre-angle à vitesse réduite. Un forage préalable n'est pas nécessaire puisque la pointe de la minivis amorce elle-même le vissage. Néanmoins, il est recommandé, afin de limiter les contraintes appliquées à l'os et les risques de fracture de la minivis, de réaliser un préforage si la corticale osseuse est très épaisse ⁽⁴⁹⁾.

Pour visualiser plus facilement le site d'insertion et diminuer ainsi les risques de dommage des structures voisines, un guide chirurgical peut être mis en place avant le début du préforage. C'est un système qui permet de donner le point d'entrée, mais également la direction de l'insertion.



Figure 22: Exemple de guide chirurgical ⁽¹²⁾

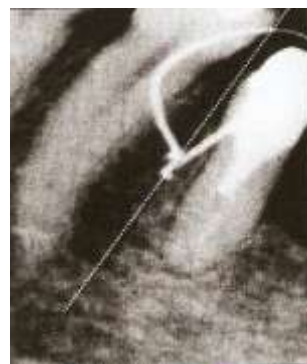


Figure 23: Guide chirurgical en place ⁽¹²⁾

Dans tous les cas, le préforage doit être réalisé sans échauffement. Cela nécessite une irrigation importante, avec le moins de pression possible exercée sur le contre-angle. En effet, le risque de nécrose osseuse augmente avec la température (ne pas dépasser 47°) et le temps d'exposition à la chaleur ⁽⁵⁰⁾.

1-5-3 Vissage de la minivis

Au cours de cette étape, la minivis est insérée dans l'os selon l'angle planifié. Que la vis soit autotaraudante ou autoforeuse, l'insertion se fait par rotation, en exerçant une force verticale minimale, juste suffisante pour maintenir l'angle de travail ⁽¹⁾. Ce vissage peut être réalisé à l'aide d'un tournevis manuel ou d'un contre-angle à vitesse réduite ⁽⁴¹⁾. Il faut absolument éviter le vissage, dévissage, revissage, car cela entraîne un délabrement de l'os cortical du à la particularité du pas de vis ⁽⁷⁾.



Figure 24: Insertion à l'aide d'un contre angle à vitesse réduite ⁽³³⁾

1-5-4 Contrôle de la position et de la stabilité primaire de la minivis

Une radiographie post-opératoire n'est pas nécessaire de façon systématique. Elle est réalisée en particulier lors de la survenue d'une complication au cours de la pose, ou si un doute persiste sur la position de la vis par rapport à une racine ⁽⁷⁾.

Suite au vissage, la mobilité de la minivis doit être testée en traction et en compression à l'aide d'une sonde. Un test de percussion peut être fait sur la tête de la vis avec un manche de miroir. Le son produit doit être sourd et métallique pour attester d'une bonne stabilité primaire ⁽⁴¹⁾. La mobilité est contrôlée plus attentivement dans les zones où la minivis risque d'être soumise à des

forces musculaires importantes ⁽⁷⁾.

Si la stabilité primaire immédiatement après la pose n'est pas satisfaisante, il est préférable de repositionner la minivis dans un site voisin plus rétenteur, après avis de l'orthodontiste pour s'assurer que ce changement ne pose aucun souci pour la réalisation du traitement voulu. Si le site n'est pas modifiable et que son anatomie le permet, le diamètre et/ou la longueur de la minivis seront augmentés pour améliorer sa rétention.

1-5-5 Conseils post-opératoires

La prescription d'un bain de bouche à la chlorexidine pendant 10 jours et une hygiène locale parfaite sont indispensables pour la bonne cicatrisation du site, et empêcher la survenue d'inflammation ou d'infection. Il est recommandé de brosser la minivis le jour de l'intervention avec une brosse à dent souple trempée dans le bain de bouche à la chlorexidine. Ce geste devra être répété tous les jours jusqu'à la fin du traitement ⁽¹²⁾. En revanche, l'usage d'une brosse à dent électrique est à éviter ⁽³³⁾.

La prise d'antalgiques n'est pas systématique grâce à l'invasion chirurgicale minimale lors de la pose sans lambeau des minivis ⁽³⁰⁾. La prescription est limitée à du paracétamol à la demande, pendant deux ou trois jours ⁽¹²⁾. L'antibiothérapie est rarement envisagée, sauf chez des patients à risque d'infection locale.

Kudora ⁽³⁰⁾ a comparé la douleur et l'inconfort post-opératoire entre un groupe de patients chez qui des minivis ont été insérées avec la réalisation d'un lambeau (groupe A), et un groupe de patients chez qui les minivis vis ont été posées directement à travers la gencive (groupe B). Il ressort clairement de son étude que les suites opératoires du groupe A sont nettement supérieures au groupe B. En effet une heure après la chirurgie, tous les patients du groupe A nécessitent la prise d'antalgique, contre seulement la moitié du groupe B. Et cinq jours après, plus de la moitié du groupe A est encore sous antalgique, contre aucun pour le groupe B.

1-5-6 Mise en charge orthodontique

La mise en place du système d'application des forces, entre la vis et la dent à mobiliser, peut se faire le jour même ou après une période de cicatrisation d'environ deux semaines ⁽⁴¹⁾. Si la stabilité est suffisante, la mise en charge immédiate peut se faire avec des forces allant de 30 à 250g

(48, 49, 43). En effet, il n'existe actuellement aucun consensus sur la charge exacte que l'on peut appliquer aux minivis, elle est variable selon les études et les situations cliniques. En revanche, de nombreuses études ont montré que la mise en charge immédiate des minivis n'influence pas son taux d'échec (47, 26, 54).

Il est préférable que la force appliquée soit continue et unidirectionnelle. La charge peut être appliquée directement entre la minivis et la dent ou l'arc orthodontique à l'aide de chaînettes ou de ressorts. Quand il est impossible de donner la direction voulue à la force souhaitée, la charge peut être appliquée indirectement par des arcs sectionnels qui vont décaler le point d'application de la force (7).

1-5-7 Dépose d'une minivis

Grâce à l'absence d'ostéointégration, le retrait de la minivis s'avère assez simple. La plupart du temps, la dépose nécessite une simple anesthésie topique, voire aucune anesthésie (41). En revanche, si les tissus mous recouvrent la minivis, ou si le patient le souhaite, il est possible de réaliser une anesthésie locale. La vis est ensuite dévissée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à l'aide d'un tournevis manuel (49). La cicatrisation osseuse et gingivale se fait rapidement en quelques jours et sans aucune séquelle. Le patient doit juste éviter de manger des aliments chauds et salés pour éviter de provoquer une douleur et d'aggraver la plaie (33).

Il arrive parfois qu'un début d'ostéointégration provoque une résistance de la minivis au moment du retrait. Si la minivis est difficile à retirer, il est préférable d'attendre trois à sept jours après la première tentative pour réessayer, car le fait d'essayer de dévisser la minivis provoque des micros fractures locales ou un remodelage osseux suffisant pour provoquer la perte de la minivis. Si la minivis se fracture au moment du retrait, une petite intervention chirurgicale peut alors être nécessaire pour retirer le fragment resté dans l'os (49).

2- LES INDICATIONS DES MINIVIS ORTHODONTIQUES

2-1 Contrôle antéro-postérieur

2-1-1 Rétraction antérieure

Les minivis procurent un ancrage fiable pour la rétraction des dents DES BLOCS INCISIFS, que ce soit pour une dent isolée ou pour un mouvement en masse ⁽⁹⁾. Avec un positionnement spécifique des minivis et une longueur correcte des bras de levier, la ligne d'action de la force se trouve dans la position la plus favorable pour la réalisation des objectifs de traitement ⁽³³⁾.

Au maxillaire, les minivis peuvent corriger une classe II squelettique par prognathie ou proalvéolie, en évitant le recours aux forces extra-orales et donc le risque de perte d'ancrage ⁽²¹⁾. La rétraction en masse du secteur antérieur maxillaire après extraction est l'application clinique de l'ancrage squelettique la plus souvent publiée ⁽³⁶⁾.

Les minivis sont généralement placées entre les racines de la première et la seconde prémolaire, là où l'espace inter radiculaire souvent large permet une insertion aisée sans risque d'interférence avec les racines. La tête de la minivis peut se situer sur ou au dessus de la ligne mucogingivale, en fonction de la ligne d'action que la minivis doit avoir. Si le traitement nécessite un mouvement de distalisation couplé à un mouvement d'intrusion, la minivis devra alors être insérée au dessus de la ligne mucogingivale ⁽⁹⁾. L'avantage des minivis est l'application directe des forces au niveau des crochets verticaux de l'arc. Cela permet d'obtenir un point d'application de la force au plus près du centre de résistance du segment antérieur ⁽³⁶⁾.

La tubérosité maxillaire et la région palatine sont également des sites d'insertion indiqués pour la rétraction maxillaire ⁽³³⁾.

Sur l'arcade mandibulaire, les minivis sont très efficaces chez les patients nécessitant un ancrage maximum dans le cas, par exemple, d'une protrusion bialvéolaire ou d'une classe III. Pour un recul optimal du secteur antérieur mandibulaire, les minivis doivent être insérées entre les racines des premières molaires et des deuxièmes prémolaires ou entre les deux molaires. En revanche, l'insertion d'un ancrage squelettique entre les racines des premières et deuxièmes prémolaires mandibulaires sont à éviter à cause de la proximité du foramen mentonnier ⁽⁹⁾. Le choix de ce site pourra être fait après un bilan préchirurgical favorable.

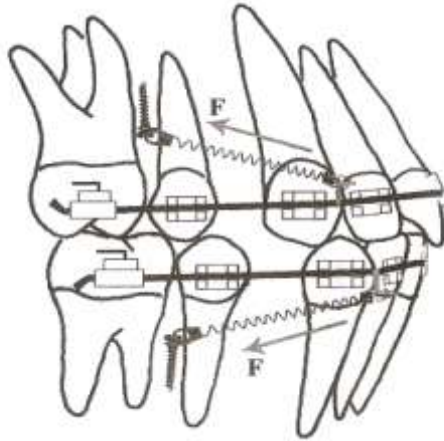


Figure 25: Schéma de la mécanique orthodontique pour une rétraction en masse des secteurs antérieurs ⁽⁶²⁾

2-1-2 Distalisation molaire

Cette thérapeutique orthodontique est envisagée chez des patients présentant un encombrement, ou une protrusion des dents antérieures. Au cours de l'élaboration du plan de traitement, la position de la troisième molaire doit être analysée. Dans la plupart des cas, cette dent doit être extraire avant le début du traitement orthodontique pour libérer la place nécessaire à la distalisation. Le déplacement des dents doit rester à l'intérieur des procès alvéolaires ⁽³³⁾.

Les minivis peuvent servir d'ancrage direct ou indirect. En revanche, lorsque la force est appliquée à distance du centre de résistance, elle peut entraîner la rotation tridimensionnelle de la dent. Les molaires peuvent être distalées, soit une par une, soit en masse. Le mouvement dent par dent est plus facilement contrôlable, bien que le mouvement en masse rende la progression du traitement plus efficace ⁽⁹⁾.

Différents sites d'implantation sont possibles pour distaler les molaires. L'insertion peut se faire ⁽³³⁾:

- vestibulairement. Dans ce cas, la minivis est positionnée soit entre la deuxième prémolaire et la première molaire, et sert d'ancrage indirect, soit dans la région rétromolaire si l'espace est suffisant et sert d'ancrage direct. A la mandibule, seule cette solution est envisageable.

- au centre du palais: Cette position présente de nombreux avantages. En effet, les minivis n'interfèrent pas avec le mouvement dentaire et ne limitent donc pas l'étendue de la distalisation. L'inconvénient réside surtout dans l'inconfort des appareillages palatins.



Figure 26: Exemple d'une minivis posée au centre du palais ⁽³³⁾

- palatinement, en interdentaire. Cette position permet de mieux contrôler la position de la ligne de force et de disposer d'un espace interdentaire plus large qu'en vestibulaire



Figure 27: Vue d'une minivis palatine ⁽³³⁾

- il est également possible d'associer des minivis palatines avec des minivis vestibulaires.

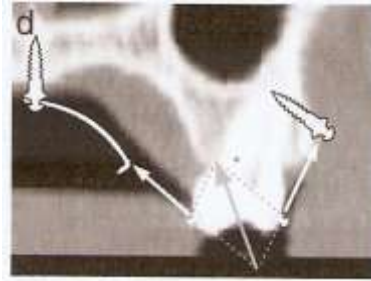


Figure 28: Exemple d'un système de force associant une vis vestibulaire et palatine.⁽³²⁾

2-1-3 Protraction molaire

Les molaires doivent souvent être mésialisées au cours des traitements orthodontiques pour fermer un site d'extraction ou une zone édentée. Ce mouvement n'est pas simple à réaliser et peut entraîner une perte d'ancrage en antérieur ou une bascule de la molaire que l'on souhaite avancer. De plus, si la crête alvéolaire au niveau du site à refermer est très fine, on risque de perdre l'os alvéolaire lors du déplacement⁽⁹⁾. Le déplacement est plus aisé lorsque les racines de la molaire à protracter ne sont pas entièrement formées. La protraction molaire est également plus difficile à réaliser à la mandibule⁽³³⁾.

Une minivis placée dans le vestibule, en mésial du site à fermer, à une hauteur telle qu'elle puisse produire une force dans le prolongement du centre de résistance de la molaire, peut constituer une très bonne source d'ancrage⁽⁹⁾. Un bras de levier fixé sur la dent peut être nécessaire pour éviter une ingression ou une version indésirable de la molaire⁽³³⁾.

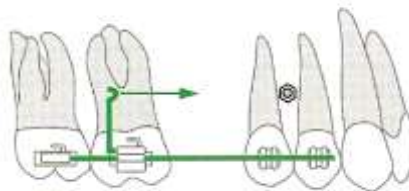


Figure 29: Force de protraction molaire avec bras de levier⁽³³⁾

Massif⁽⁴¹⁾ reporte dans son article le cas d'un patient adulte ayant un support parodontal incisif faible chez qui la 47 et 48 ont été mésialisées. Cette fermeture d'espace est réalisée grâce à une minivis de 10 mm de long et de 1,3 mm de diamètre, utilisée comme ancrage direct et placée

dans le secteur édenté entre la 45 et 47. La force de traction d'environ 100g se fait grâce à des élastiques, et est appliquée perpendiculairement au grand axe de la vis.



Figure 30: Système de protraction avec un ancrage direct ⁽⁴¹⁾

2-1-4 Redressement de l'axe molaire

Cette situation clinique se rencontre plus fréquemment chez l'adulte, lorsque par exemple, l'extraction d'une première molaire est restée non compensée pendant plusieurs années. La deuxième molaire s'est donc mésio-versée, comblant petit à petit l'espace édenté. Souvent, dans cette situation clinique, le praticien décide de réaliser un bridge pour compenser l'édentement avec la dévitalisation de la deuxième molaire. Cependant, cette solution est très invasive du point de vue de la conservation des tissus dentaires. Un traitement alternatif consiste à redresser l'axe de la seconde molaire pour recréer l'espace nécessaire à la pose d'un implant au niveau du site édenté. Ceci est possible grâce à l'insertion d'une minivis, qui procure ainsi un ancrage postérieur pour redresser la molaire.

La minivis peut être insérée au niveau de la région rétro-molaire, lorsqu'un espace suffisant est disponible en distal, pour servir d'ancrage direct. Si cette configuration n'est pas possible, la minivis peut être placée entre les premières et deuxièmes prémolaires, ou entre la première prémolaire et la canine selon la dent manquante, et dans ce cas la force orthodontique sera appliquée de façon indirecte ⁽⁴¹⁾.

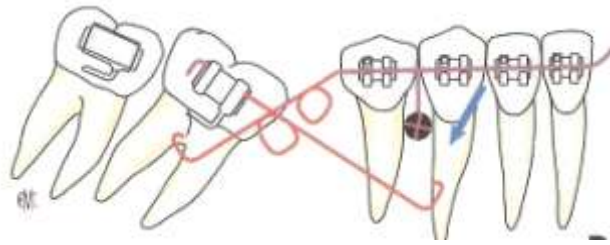


Figure 31: Redressement de l'axe d'une molaire mésio-versée par ancrage indirecte ⁽⁴¹⁾



Figure 32: Redressement molaire par ancrage direct ⁽³³⁾

Le redressement axial d'une 47, mésioversée suite à l'avulsion de la 46, est réalisé chez un patient adulte. Une minivis de 9 mm de long et de 1,5 mm de diamètre est insérée entre la 44 et 45. Un arc de redressement avec un ressort distal est posé, délivrant une force d'environ 80g .La 47 est redressée après environ 3 mois de nivellement. (ref6)

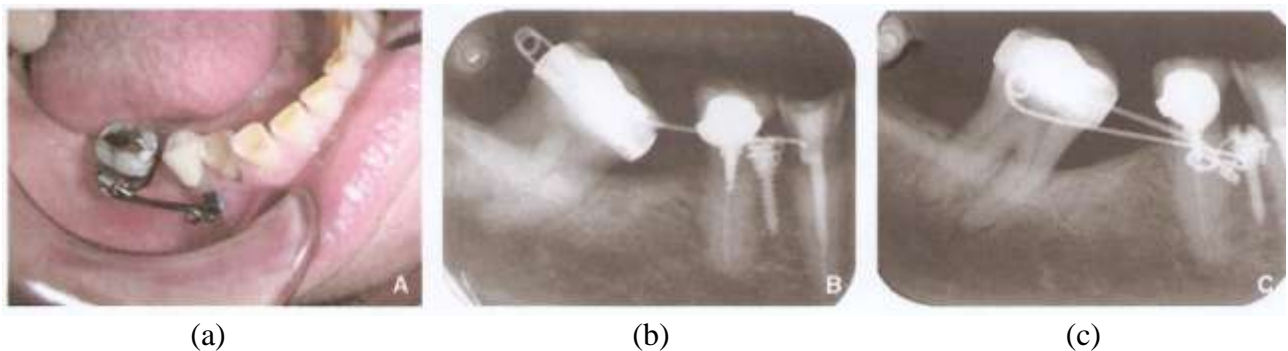


Figure 33: cas clinique d'un redressement molaire
 (a) et (b) Situation initiale après mise en place du système de traction,
 (c) Situation après 3 mois de nivellement

2-2 Contrôle dans le sens vertical

2-2-1 Ingression molaire

L'ingression molaire peut être nécessaire pour différentes situations cliniques. Elle peut intervenir pour corriger une béance antérieure, ou encore pour remettre une molaire égressée dans le plan d'occlusion suite à un édentement antagoniste non compensé.

L'ingression des dents postérieures est l'un des mouvements les plus difficiles à réaliser car les molaires ont des racines larges et multiples, et parce qu'il nécessite une réaction importante de l'os alvéolaire, ainsi qu'un temps de traitement long⁽³³⁾. Cela augmente le risque de voir apparaître des effets secondaires, comme l'extrusion des dents servant d'ancrage.

Les minivis permettent le mouvement d'ingression en les plaçant entre la première et la seconde prémolaire, ou entre la seconde prémolaire et la première molaire. Au maxillaire, il est possible d'utiliser deux vis, une en vestibulaire et l'autre en palatin, pour un ancrage maximum. Cela permet une ingression plus sûre et plus rapide, tout en préservant le confort du patient. En moyenne, l'ingression molaire se fait en quatre à six mois⁽³²⁾. En revanche la pose de minivis est déconseillée en lingual. Dans tous les cas, lors du mouvement d'ingression, il faut faire attention à ce que les racines dentaires n'entrent pas en contact avec une minivis⁽⁹⁾.



(a)



(b)

Figure 34: Stratégie d'ingression molaire: (a) avant le traitement, (b) après l'ingression⁽³³⁾

2-2-2 Ingression antérieure

La classe II division 2 est l'indication la plus rencontrée pour ce type de mouvement. En effet, les patients présentant une supracclusion et un surplomb modéré à sévère nécessitent une ingression des dents antérieures pour niveler le plan d'occlusion ⁽⁹⁾. Ce traitement orthodontique peut également aider à corriger un sourire gingival trop important.

Pour fournir un ancrage pendant l'ingression des dents antérieures, les minivis peuvent être placées entre les deux incisives centrales, ou entre l'incisive centrale et la latérale. L'insertion entre l'incisive latérale et la canine est indiquée pour l'ingression des six dents antérieures tout en contrôlant l'axe des canines. Il est également possible de placer une minivis entre la canine et la première prémolaire si l'on souhaite associer un mouvement de rétraction au mouvement d'ingression ⁽³³⁾. Au maxillaire, il est également possible de poser une minivis au niveau de la suture palatine pour l'ingression et la palato-version des dents antérieures. L'épine nasale antérieure est plus indiquée pour l'ingression et la vestibulo-version du groupe incisivo-canin. Dans tous les cas, il faut bien veiller à centrer la minivis entre les racines pour que le mouvement d'ingression ne provoque pas d'interférence entre les racines et la vis ⁽⁹⁾.

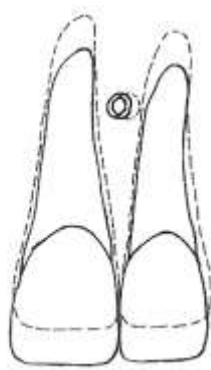


Figure 35: La minivis doit être bien centrée entre les racines à intruser ⁽⁹⁾

A moins que le surplomb soit extrême et nécessite un ancrage absolu, il est déconseillé de placer simultanément des minivis sur les deux arcades chez les patients jeunes. Dans ce cas, les minivis seront utilisées uniquement pour renforcer la mécanique orthodontique conventionnelle ⁽⁹⁾.

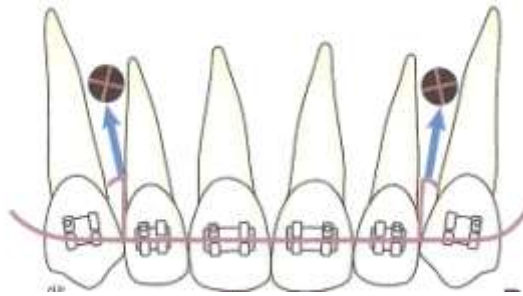


Figure 36: Système d'ingression du bloc incisivo-canin ⁽⁴¹⁾

2-2-3 Egression antérieure

Les minivis peuvent servir d'ancrage pour égresser les dents maxillaires antérieures, lorsque celles-ci sont insuffisamment exposées au sourire. Elles sont également très efficaces pour égresser une canine impactée, ou pour fermer une béance antérieure ⁽³³⁾.



(a)



(b)



(c)

Figure 37: Egression du bloc incisivo-canin pour corriger une béance. (a) Situation initiale, (b) Appareillage d'égression en place, (c) résultat final ⁽³³⁾

Lorsque l'égression ne concerne qu'une dent isolée, la minivis est placée dans le vestibule de l'arcade antagoniste pour une application directe des forces. Si l'égression concerne tout le bloc incisivo-canin, les minivis sont alors insérées dans les secteurs postérieurs ⁽³³⁾.



(a)



(b)



(c)

Figure 38: Cas de deux canines incluses en vestibulaire tractées à l'aide de minivis.

- (a) Radiographie panoramique de la situation initiale,
(b) Système de traction en place, (c) Situation en fin de traction⁽¹²⁾

2-3 Contrôle dans le sens transversal

2-3-1 Correction d'un décalage des milieux inter-incisifs

Pour corriger une déviation de la ligne des milieux, le diagnostic est d'une extrême importance. En effet, il est très rare de trouver une déviation des milieux isolée. Très souvent, elle est associée à une malocclusion du sens antéro-postérieur ou du sens vertical. Pour régler ce problème par des mouvements orthodontiques, on doit avant tout s'assurer que la molaire et la

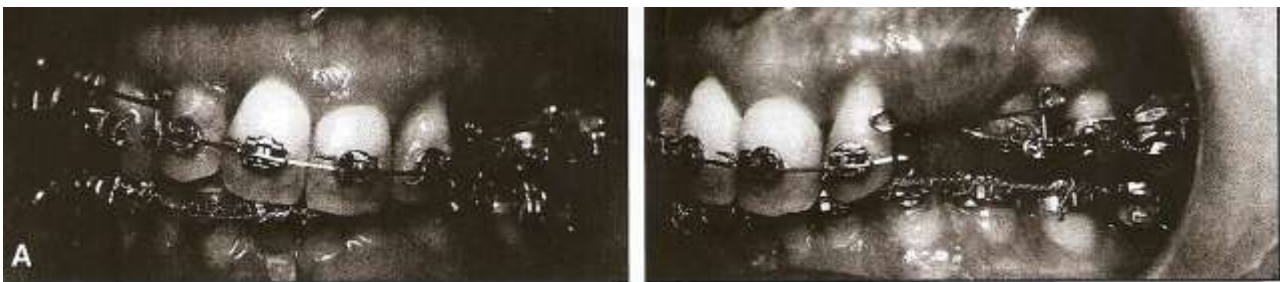
canine ont une position antéro-postérieure correcte, et que la forme de l'arcade est bonne ⁽³³⁾. Les minivis peuvent donc constituer une très bonne alternative à ce type de cas assez complexe.

L'alignement des milieux dentaires nécessite le déplacement de toute une arcade d'un côté. Une minivis peut être placée en lingual ou en vestibulaire le plus proche possible des couronnes dentaires. Cela permet d'avoir une ligne de force plus occlusale pour un vecteur horizontal. Ensuite, une chaînette relie la minivis à l'arc, ce qui tire l'ensemble de l'arcade ⁽⁹⁾.

2-3-2 Correction d'une bascule du plan d'occlusion

La bascule du plan d'occlusion est généralement due à l'extrusion unilatérale de molaires, ou bien au développement asymétrique de la mandibule dans le sens vertical. Ce problème a toujours été considéré comme impossible à régler avec les traitements orthodontiques traditionnels. En revanche, les minivis peuvent procurer un ancrage squelettique adéquat pour l'intrusion isolée des dents étant en dehors du plan d'occlusion.

Que ce soit au maxillaire ou la mandibule, pour corriger un plan d'occlusion, les minivis sont positionnées en regard de la dent ou du groupe de dents extrusées. Pour éliminer toute interférence avec les dents à intruser, il est très important de bien centrer les minivis entre leurs racines ⁽⁹⁾.



(a)



(b)

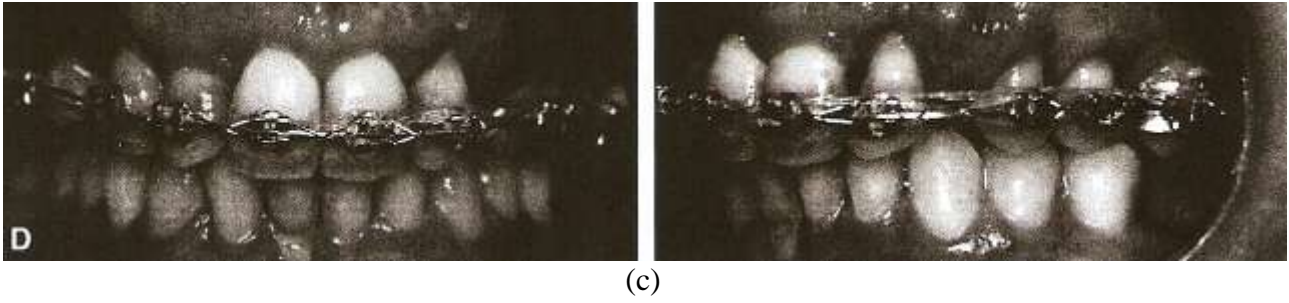


Figure 39: Cas clinique d'un patient traité pour une déviation du plan d'occlusion:
(a) situation initiale, (b) Mise en charge de la minivis,
(c) Résultat final⁽⁹⁾

TROISIEME PARTIE :
LE BILAN PRE-CHIRURGICAL

1- ETABLISSEMENT DU PLAN DE TRAITEMENT

1-1 A visée orthodontique

Ces dernières années, le traitement orthodontique à l'aide de minivis est venu s'ajouter aux techniques thérapeutiques déjà existantes. Le choix d'utiliser ce type d'ancrage est fait lorsque les autres méthodes conventionnelles ne permettent pas d'atteindre les objectifs de traitement initialement recherchés, lorsque le rapport bénéfice/risque est favorable, les contre-indications et le coût compatibles pour le patient. Lors de l'établissement du plan de traitement, l'ancrage que fournit la denture détermine les limites cliniques du mouvement dentaire, limites dans lesquelles doivent s'inscrire les objectifs de traitement. Les minivis permettent ainsi de déplacer les dents au-delà des limites des mouvements classiques, de le faire de façon plus précise et plus rapide, mais peuvent également être utilisées dans le but de renforcer un ancrage dentaire existant ⁽³³⁾.

Avant toute thérapeutique orthodontique, il faut prendre en compte les sept harmonies de base décrites par Lejoyeux ⁽³⁵⁾, qui sont:

- ➔ L'harmonie faciale, fonctionnelle, dentaire et occlusale, squelettique, nutritionnelle, temporelle

Le plan de traitement est essentiel au succès de la thérapeutique. Il nécessite donc un entretien approfondi avec le patient et ses parents, au cours duquel une anamnèse ainsi qu'un examen clinique complet seront réalisés. La planification du traitement orthodontique à l'aide de minivis s'établit en adéquation avec les objectifs thérapeutiques et les doléances du patient, permettant de lui offrir un résultat optimal ⁽³³⁾. Il est donc indispensable, avant la prise de décision finale de la thérapeutique à adopter, de bien évaluer le degré d'ancrage nécessaire. Celui-ci sera fonction de divers paramètres ⁽³⁵⁾:

- La profondeur de la courbe de Spee
- La position des incisives mandibulaires
- L'encombrement à l'arcade mandibulaire par défaut ou excès de place
- Le degré de décalage des bases osseuses
- Les espaces éventuels à fermer
- La valeur de l'angle mandibulaire

Lorsque l'utilisation des minivis est jugée nécessaire, l'orthodontiste doit obtenir le consentement éclairé du patient après l'avoir informé le plus objectivement possible des différents effets secondaires envisageables, de la douleur, de la gêne qu'elle peuvent engendrer. L'introduction des minivis dans la thérapeutique doit être admise par le patient, qui accepte alors le risque que des évènements non désirés surviennent au cours du traitement, comme la perte ou la fracture de la minivis. Le plan de traitement sera ensuite finalisé en déterminant où les vis seront insérées en fonction du mouvement souhaité, de la qualité et de la quantité osseuse, quelles vis seront utilisées et combien, et comment elles seront incluses dans la thérapeutique orthodontique ⁽³³⁾.

Le succès d'une thérapeutique orthodontique à l'aide d'un ancrage squelettique temporaire réside dans la conception, la préparation minutieuse du plan de traitement. Il paraît alors logique que sans un diagnostic complet et précis, et sans objectifs de traitement bien définis, une thérapeutique efficace ne peut être obtenue ⁽⁹⁾.

1-2 A visé pré-prothétique

Lors d'une réhabilitation prothétique, l'orthodontie peut être incluse dans le plan de traitement en tant qu'étape préliminaire. Les patients nécessitant un traitement orthodontique préprothétique peuvent cependant avoir une denture très délabrée ou de nombreuses dents absentes. Dans ces conditions, il est difficile d'obtenir un ancrage fiable, et les possibilités de traitement sont donc limitées. Les minivis orthodontiques permettent de contourner ce problème en assurant un ancrage stable quelque soit l'état de la denture, et des mouvements dentaires plus importants pourront alors être réalisés ⁽³³⁾.

L'orthodontie permet de faciliter la stratégie prothétique en augmentant les bénéfices fonctionnels et esthétiques. Elle s'intègre dans le plan de traitement pour réaménager l'espace dentaire et ainsi optimiser la réhabilitation prothétique. Les mouvements orthodontiques par l'intermédiaire des minivis permettent le repositionnement des dents, y compris les dents piliers, pour le remplacement des dents absentes et l'aménagement d'espace prothétique lorsque celui-ci est insuffisant pour une restauration prothétique. On peut donc recréer de l'espace horizontalement ou verticalement grâce à une technique plus conservatrice pour les tissus dentaires ⁽⁷⁾.

Par exemple, face à un édentement non compensé suite à l'extraction d'une première molaire, on observe régulièrement l'égression de la molaire antagoniste, et/ou une mésio-version de

la deuxième molaire. Généralement, la solution choisie pour récupérer l'espace perdu est la dévitalisation, la coronoplastie, puis la réalisation ou non d'une couronne sur la ou les dents égressées. La restauration prothétique se fait grâce à un bridge utilisant les dents bordant l'édentement comme piliers. L'utilisation des minivis permet de remettre les dents dans leur position d'origine en leur imposant un mouvement d'ingression ou de distorsion, mouvements difficiles, voir impossibles à réaliser avec des systèmes d'ancrage conventionnels. La mutilation des dents n'est plus nécessaire, le gain d'espace permet alors la pose d'un implant dentaire unitaire. ^(15, 42)

Il est fréquent que les patients nécessitant une réhabilitation prothétique présentent un état parodontal inadéquat aux mouvements orthodontiques par l'intermédiaire de systèmes d'ancrage conventionnels. L'utilisation d'un ancrage squelettique permet de limiter les forces appliquées sur les dents au parodonte affaibli, tout en réalisant les mouvements orthodontiques souhaités. Malgré tout, il est indispensable de réaliser un contrôle parodontal avant toute utilisation de forces orthodontiques, même lorsque celles-ci sont appliquées par l'intermédiaire d'un ancrage squelettique. Le plan de traitement global commence donc par un assainissement parodontal. Le contrôle parodontal une fois terminé, il faut insister sur le maintien de l'hygiène orale pendant le traitement orthodontique préprothétique. A terme, les mouvements dentaires peuvent même apporter une amélioration esthétique et fonctionnelle de l'état parodontal ⁽³³⁾.

2- LES CONTRE-INDICATIONS

Elles correspondent à celles que l'on prend en compte lors de toute intervention de chirurgie buccale: à savoir, éviter tout acte susceptible d'aggraver l'état général et toutes les affections liées à un risque infectieux.

Les contre-indications sont d'ordre général et local ^(41, 42, 57, 3).

2-1 Les contre-indications générales

2-1-1 Les contre-indications générales absolues

La pose de minivis est contre-indiquée chez les patients présentant:

- une cardiopathie valvulaire
- un infarctus du myocarde récent
- une hémopathie, une hémophilie, une leucémie aigüe
- un déficit immunitaire grave, congénital ou acquis
- une affection maligne au pronostic vital engagé
- une hémodialyse constante
- une greffe d'organe, et ceux sous traitements immunosuppresseurs
- une ostéoporose traitée par biphosphonates en intra-veineuse
- une affection nécessitant une greffe d'organe
- un SIDA évolué

2-1-2 Les contre-indications générales relatives

La pose de minivis est contre-indiquée chez les patients présentant:

- une grossesse
- une syphilis secondaire ou tertiaire
- une insuffisance cardiaque coronarienne
- un traitement anticoagulant
- une insuffisance rénale chronique

- un traitement antimitotique
- une maladie auto-immune
- une corticothérapie à forte dose
- un diabète non-équilibré
- une psychopathie grave ou une incapacité intellectuelle des patients
- une maladie endocrinienne non contrôlée
- une toxicomanie
- un abus d'alcool, de tabac ou de médicaments
- une ostéoporose
- une polyarthrite rhumatoïdale
- une séropositivité au VIH

2-2 Les contre-indications locales

2-2-1 Les contre-indications locales définitives

La pose de minivis est contre-indiquée lorsque le patient présente:

- une radiothérapie de la région maxillo-faciale (risque d'ostéoradionécrose)
- une tumeur évolutive de la muqueuse buccale
- une quantité et qualité d'os insuffisante (susceptible d'affecter la stabilité de l'ancrage)
- une proximité des éléments anatomiques (sinus, racine, trou mentonnier,...)

2-2-2 Les contre-indications locales temporaires

La pose de minivis est contre-indiquée lorsque le patient présente:

- une hygiène bucco-dentaire insuffisante
- une pathologie de la muqueuse au site implantaire
- une parodontopathie non stabilisée
- une infection péri-dentaire voisine (poche, kyste, ...)

3- CRITERES DE CHOIX DU SITE D'IMPLANTATION

Pour choisir le site d'insertion d'une minivis, le praticien doit prendre en compte différents facteurs ⁽³³⁾:

- ◆ La sécurité: Il faut choisir un site où les risques de dommage sont minimes.
- ◆ L'accessibilité: Cela permettra une bonne mise en oeuvre du protocole chirurgical pour obtenir une bonne stabilité primaire.
- ◆ L'état des tissus mous: Il est préférable de poser une vis dans la gencive attachée pour une meilleure cicatrisation, et réduire les risques d'irritation.
- ◆ L'état des tissus durs: Il faut s'assurer de la qualité et de la quantité de l'os cortical pour obtenir une bonne stabilité primaire.
- ◆ Le confort du patient: La minivis doit être placée dans un secteur où elle engendre une gêne minimale pour le patient, et où le risque d'irritation des tissus environnants est réduit.
- ◆ La nécessité: L'intérêt apporté par la minivis doit être supérieur aux risques encourus et à la gêne du patient (le rapport bénéfice/risque doit être supérieur à 1).

3-1 Les différents sites d'implantation

La sélection du site de mise en place de la minivis est l'un des éléments les plus importants dans le succès de la thérapeutique orthodontique. Ils sont multiples en raison de la petite taille de ce système d'ancrage.

Au maxillaire, les minivis pourront être placées ^(34, 7, 33):

- au niveau de la crête infra-zygomatique
- au niveau du plancher de l'épine nasale antérieure
- au niveau de la tubérosité maxillaire
- au niveau de la suture palatine
- entre la première et la deuxième molaire, à distance de la crête alvéolaire de 2 à 5mm du côté palatin et vestibulaire

- entre la première molaire et la deuxième prémolaire, à distance de la crête alvéolaire de 2 à 8 mm du côté palatin et de 5 à 8 mm du côté vestibulaire
- entre la première et la deuxième prémolaire du côté palatin et vestibulaire
- entre la canine et la première prémolaire, à distance de la crête alvéolaire de 5 à 10 mm du côté vestibulaire et palatin
- entre les incisives



(a)



(b)



(c)

Figure 40: (a), (b), (c), Exemples de sites d'implantation de minivis au maxillaire ⁽⁴⁴⁾

A la mandibule, les minivis pourront être placées ^(34, 7, 33):

- au niveau de la zone rétro-molaire
- entre la première et la seconde molaire du côté vestibulaire
- entre la première molaire et la seconde prémolaire, à 11 mm de la crête alvéolaire du côté vestibulaire
- entre la première et la deuxième prémolaire du côté vestibulaire
- entre la canine et la première prémolaire, à 11 mm de la crête alvéolaire du côté vestibulaire
- au niveau de la symphyse mandibulaire

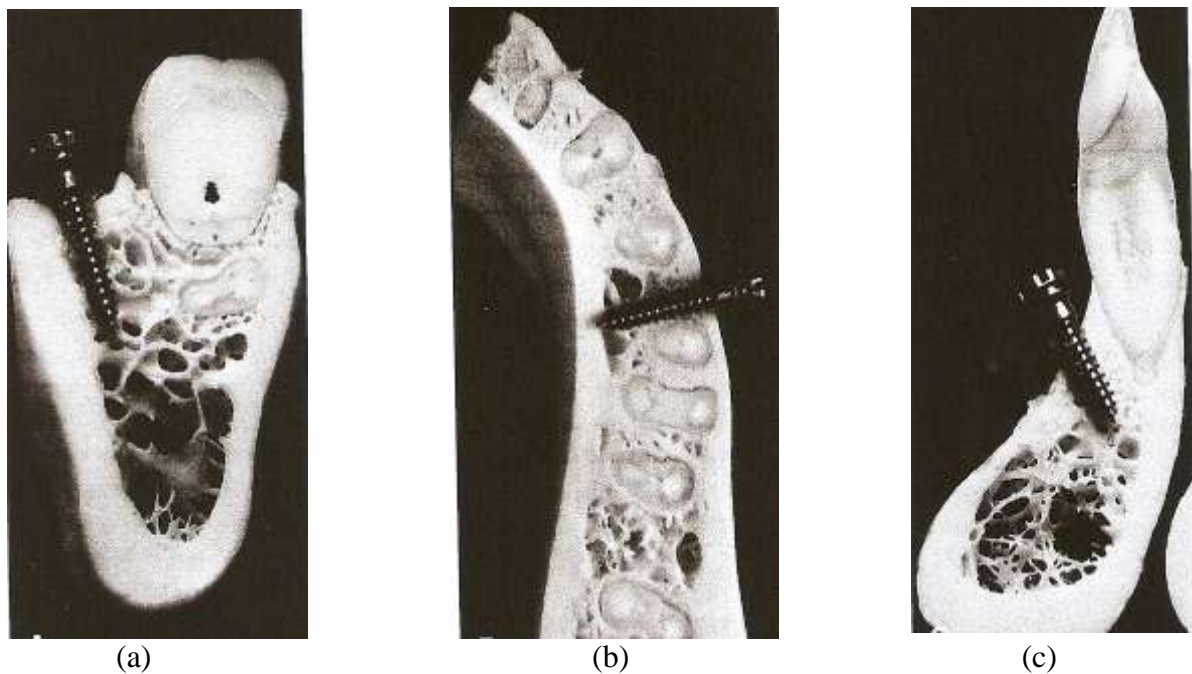


Figure 41: (a), (b), (c), Exemples de sites d'implantation de minivis à la mandibule⁽⁴⁴⁾

La face linguale est un site à éviter car elle provoque une gêne pour le patient, les techniques opératoires sont plus compliquées, et le taux de perte de la minivis à cet endroit est plus important⁽³³⁾.

Les zones édentées peuvent également être de bons sites pour l'implantation des minivis, que ce soit à la mandibule ou au maxillaire. En revanche, cette zone ne doit pas être un lieu d'extraction trop récente, car l'os en formation est de moins bonne qualité, et ne permet pas la rétention mécanique de la minivis⁽¹⁵⁾.

Dans leur étude sur les facteurs de succès des minivis, Park et coll⁽⁵⁰⁾ pensaient trouver un résultat plus favorable à la mandibule, de par la présence d'un os cortical plus dense et plus épais. Or, le résultat obtenu a été l'opposé de leurs prévisions. Ils l'ont attribué au fait que l'os mandibulaire étant plus dense, il y a plus de risque lors du forage osseux de générer une chaleur supérieure à 47°C, température critique au delà de laquelle des dommages osseux apparaissent. La stabilité après quelques jours risque d'être affectée à cause de cette nécrose osseuse, diminuant ainsi les chances de succès de la minivis.

3-2 Le type de mouvement souhaité

Avant le choix et la pose d'une minivis, il est indispensable d'anticiper les futurs mouvements dentaires, afin d'éviter toute interférence avec le système d'ancrage et les structures anatomiques environnantes. Il faut donc déterminer la direction et le type de force nécessaire à la réalisation du mouvement souhaité à l'aide de schéma précis ou du modèle d'étude ^(7, 33).

Au niveau des espaces interdentaires, la minivis peut parfois limiter le mouvement mésio-distal des dents. Si tel est le cas, après 3 mm maximum de translation, une autre minivis devra alors être placée ⁽²⁰⁾.

3-3 Le bilan radiographique

L'implantation de la minivis sur le point d'ancrage déterminé dépendra de la qualité, de la quantité de l'os, de la proximité des structures anatomiques voisines. Il faut donc trouver un compromis entre les besoins du traitement orthodontique et les impératifs chirurgicaux. Une étude clinique et radiographique précise permettront de déterminer la future position des minivis. Plusieurs moyens techniques sont à la disposition du praticien pour réaliser une étude radiographique complète:

➤ le cliché rétroalvéolaire

Malgré une limitation de l'observation en deux dimensions, le cliché rétro alvéolaire semble être le meilleur examen radiographique à faire pour la mise en place des minivis. Il nous donne une idée sur la densité osseuse et renseigne sur l'exactitude de la position des structures adjacentes. Couplé au guide chirurgical, il permet de minimiser les risques de lésion par traumatisme lors de l'implantation de la minivis.



Figure 42: Cliché rétro-alvéolaire⁽⁴¹⁾

➤ la radiographie panoramique

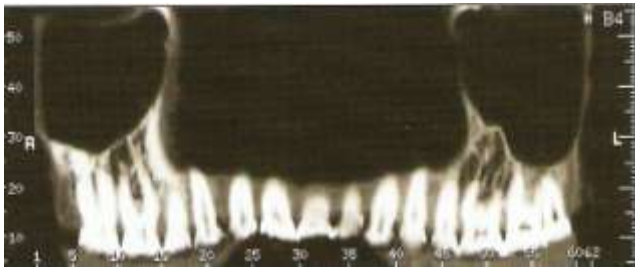
Il s'agit de l'examen de base. Elle permet d'avoir une vue d'ensemble des maxillaires, d'évaluer les rapports avec les structures anatomiques, et peut également renseigner sur la qualité et la quantité de l'os au niveau des deux arcades. Cependant, elle semble insuffisante pour évaluer les distances inter-radiculaires. En effet, elle peut être source d'erreurs en raison de la déformation de l'image lors de la prise du cliché⁽⁷⁾.



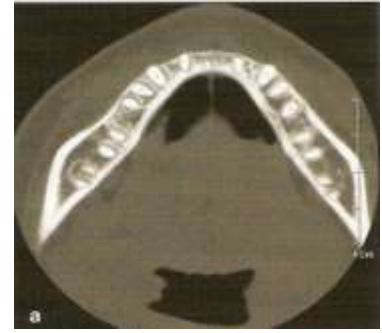
Figure 43: Cliché d'une radiographie panoramique dentaire⁽³³⁾

➤ la tomodynamétrie

C'est un examen qui permet d'obtenir des images en coupe des maxillaires, ainsi que des mesures de densité de ces coupes. Le scanner est un outil très précis avec ses coupes trois dimensions qui facilite le travail du praticien. Il permet de mesurer très précisément la largeur des espaces interradiculaires, ce qui permet d'éviter les lésions des structures dentaires ou anatomiques lors de la pose, ainsi que l'épaisseur des corticales. Cet examen n'est cependant pas réalisé de façon systématique, car c'est un examen coûteux



(a)



(b)

Figure 44: Clichés de scanner (a) du maxillaire en coupe panoramique reconstruite et (b) de la mandibule en coupe axiale⁽³³⁾

3-4 Le positionnement de la minivis

Le positionnement de la vis doit être déterminé en prévoyant une distance de sécurité de 1,5 à 2 mm avec les structures anatomiques pour éviter toute lésion du ligament parodontal et de l'entité dentaire⁽⁴⁹⁾. Cette distance est la somme du diamètre de la vis (1,2-2 mm), de la largeur du ligament parodontal (0,25 mm) et de la distance minimale dent/minivis (1,5mm), soit au moins 2,35 mm⁽¹⁵⁾. Cette distance est d'autant plus importante que certains auteurs ont montré que la vis peut se déplacer de 1 à 1,5 mm pendant la mise en fonction⁽³⁸⁾. Si l'espace n'est pas assez large, comme par exemple en inter-radiculaire, le praticien devra choisir un autre site d'insertion.

L'angle d'insertion par rapport aux dents est également déterminé pour un positionnement optimum de la minivis. L'angle entre la vis et les dents doit être de 30° à 40° au maxillaire, et de 10° à 20° à la mandibule⁽¹⁵⁾. Au maxillaire, l'insertion doit donc se faire selon un angle oblique, en direction apicale. A la mandibule, la minivis doit être insérée le plus parallèlement possible à la dent⁽⁴⁴⁾.

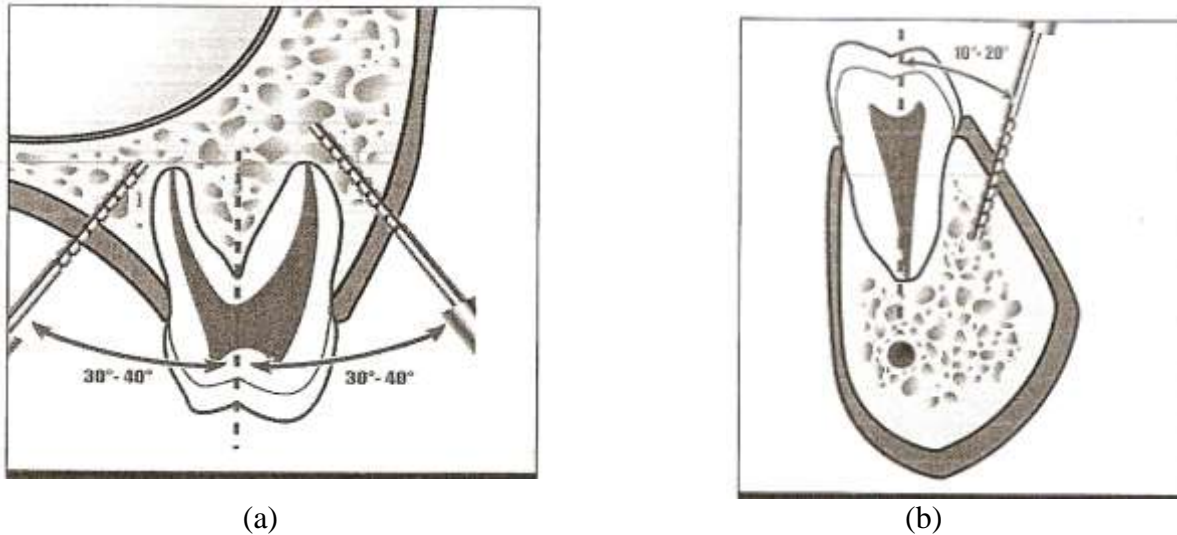


Figure 45: Angles d'insertion des minivis dans l'os alvéolaire

(a) au maxillaire, (b) à la mandibule ⁽¹⁵⁾

Kim et coll ⁽²⁸⁾ ont déterminé, suite à leur étude, un positionnement sécurisé standard pour les minivis. Cela consiste à utiliser une vis de diamètre inférieur à 1,8 mm, vissée sur environ 6 mm dans l'os cortical, et positionnée près de la jonction muco-gingivale au niveau de la gencive attachée (à 2-4 mm de la jonction épithélio-conjonctive).

3-5 La qualité et la quantité de l'os

Lorsque des minivis sont utilisées pour assurer un ancrage orthodontique, il est indispensable qu'elles soient fiables et stables. L'un des facteurs les plus importants du succès des minivis est l'obtention d'une stabilité primaire dès son insertion dans l'os. Elle correspond à la stabilité mécanique initiale et est assurée grâce au contact osseux étroit entre la surface de la minivis et la surface osseuse voisine ⁽³³⁾. La qualité et la quantité osseuse au niveau du site d'insertion sont donc des points déterminants pour une bonne résistance bio-mécanique de l'ancrage. En effet, l'épaisseur et la densité influencent directement la répartition des forces orthodontiques dans l'os ^(41, 42). La minivis peut parfois se déplacer légèrement au cours du traitement, et l'ampleur de ce mouvement est directement influencée par la qualité et la quantité de l'os au niveau du site d'insertion ⁽³⁸⁾.

L'épaisseur de l'os cortical participe énormément à la bonne stabilité des minivis. Elle est

individuelle et varie entre le maxillaire et la mandibule ⁽⁴¹⁾. Le succès des minivis est d'ailleurs meilleur quand la corticale fait au moins 1 mm d'épaisseur ⁽⁵⁴⁾.

Carano et coll ⁽⁸⁾ ont mené une étude sur la quantité d'os inter-radicaire qui pouvait exister dans le sens mésio-distal au maxillaire sur 50 patients. Ils ont pu observer que la plus grande quantité d'os dans le sens mésio-distal se situait du côté palatin, et entre la première et la deuxième prémolaire (épaisseur minimale de 1,9 mm).

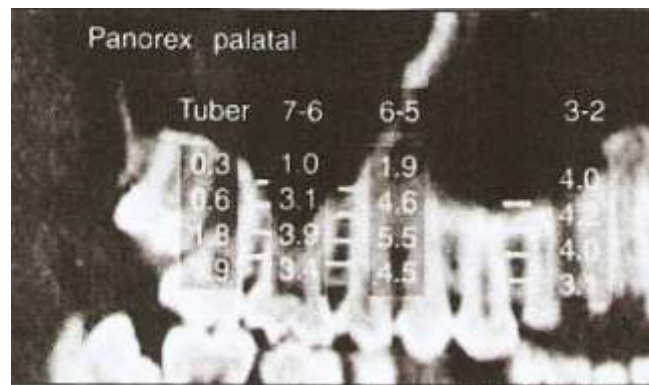


Figure 46: Scanner représentant les dimensions mésio-distales du côté palatin, avec des coupes à -2, -5, -8, -11 de la crête alvéolaire ⁽⁸⁾

De plus, ils ont montré que la plus grande quantité d'os dans le sens vestibulo-palatin se trouvait entre la première et la deuxième prémolaire, mais également entre la première et la seconde molaire (épaisseur minimale de 3,7 mm).

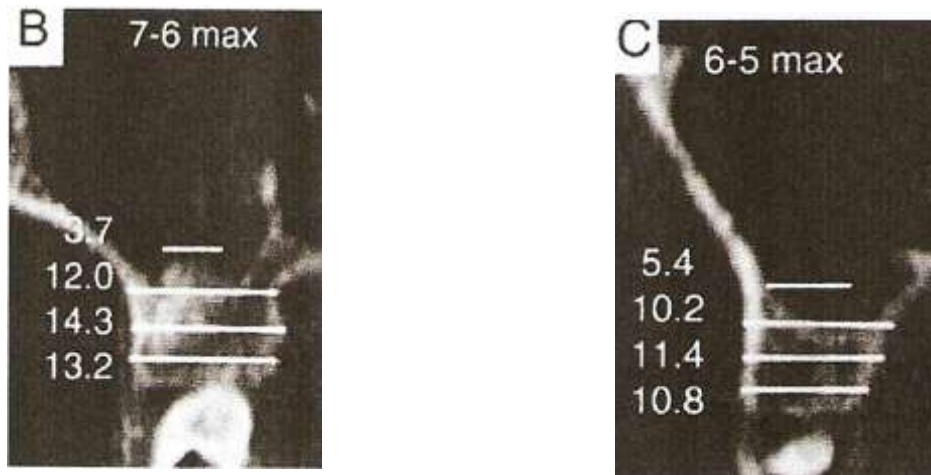


Figure 47: Scanner représentant les dimensions vestibulo-palatines, avec des coupes à -2, -5, -8, -11 de la crête alvéolaire.⁽⁸⁾

La densité de l'os trabéculaire, contrairement à celle de l'os cortical, n'influence que très peu la résistance de la minivis aux forces orthodontiques car ce tissu offre une rétention mécanique très faible. L'os cortical possède un module d'élasticité plus important et est donc plus résistant aux tractions exercées lors du traitement ⁽²⁾.

Park ⁽⁷⁾, dans une étude dont le but était de mesurer la densité osseuse dans les différents sites d'implantation, a montré:

- une densité globale plus importante à la mandibule qu'au maxillaire,
- au maxillaire, la région prémolaire présente la plus forte des densités et la tubérosité la plus faible,
- à la mandibule, il existe une augmentation progressive de la densité osseuse de la région incisive (la plus faible) à la région rétromolaire (la plus forte)

Lorsque le site d'insertion optimal pour le plan de traitement souhaité ne possède pas une quantité ou une qualité d'os suffisante, il est possible d'augmenter la rétention osseuse en utilisant soit une minivis de diamètre plus important, soit une minivis plus longue si le site le permet. Morarend et coll ont constaté qu'un diamètre plus large offre une meilleure résistance aux forces orthodontiques lorsque la vis est monocorticale ⁽⁴⁶⁾. Brettin ⁽⁵⁾, lui, a mis en évidence qu'un ancrage bicortical est plus résistant qu'un ancrage monocortical, pour un diamètre équivalent. L'ancrage bicortical réduit le stress osseux, et procure une meilleure résistance aux forces orthodontiques.

4- LES RISQUES PER ET POST-OPERATOIRES

4-1 Les complications per opératoires

4-1-1 Lésions des tissus parodontaux ou des racines

Les minivis orthodontiques placées dans les secteurs interdentaires peuvent être responsables de lésions qui peuvent aller de la simple atteinte du ligament parodontal jusqu'à la perforation d'une racine. Les principaux risques inhérents à ces lésions sont la perte de la vitalité pulpaire, la nécrose osseuse, l'ankylose, voire la perte de la dent lésée. ⁽²⁹⁾

Une lésion de la partie superficielle du ligament, sans atteinte pulpaire, ne met pas en cause le pronostic vital de la dent. Les racines ont une bonne capacité de récupération lorsque l'agression se limite au ciment et au ligament parodontal. Brisceno a observé dans une étude menée sur des chiens que des racines lésées montraient une cicatrisation normale en 6 à 12 semaines après les retraits de la minivis orthodontique, avec dans 63,4% des cas, une réparation complète de la structure parodontale (tissus osseux, ligament parodontal, et ciment). Cette cicatrisation n'est possible qu'en l'absence de toute infection. ⁽⁶⁾

En revanche, si le traumatisme atteint la chambre pulpaire, il se produit une inflammation qui peut parfois conduire à une résorption radiculaire. La minivis peut également provoquer une fêlure de la racine, point de départ de dommages pulpaire irréversibles. La dévitalisation est alors inévitable pour conserver la dent lésée ⁽⁶⁾.

Il arrive parfois que, malgré un traitement endodontique adéquat, la dent ne cicatrise pas convenablement, la seule solution est donc l'extraction.



Figure 48: Dent extraite suite à une lésion radiculaire ⁽³³⁾

Afin d'éviter toute lésion, il faut que l'anesthésie soit légère et superficielle, pour que le patient conserve une sensibilité desmodontale. Ainsi, au moment du vissage, si la minivis passe près du ligament, le patient ressentira une gêne⁽⁴¹⁾. De même, si l'opérateur sent une résistance anormale, il doit interrompre le vissage, reculer la vis de 2 ou 3 tours et contrôler radiologiquement sa position ⁽²⁹⁾.

4-1-2 Dérapage de la minivis

Le praticien peut ne pas s'engager correctement dans l'os cortical pendant le placement de la minivis et par mégarde la faire glisser sous les tissus muqueux le long du périoste. Cette complication est plus fréquente dans les régions présentant une surface osseuse inclinée avec une muqueuse épaisse, comme la région rétromolaire. La réalisation d'un lambeau et d'un avant trou peuvent dans ces régions à risque empêcher la survenue de cette complication en permettant une vision directe de l'os. ⁽²⁹⁾

4-1-3 Emphysème sous cutané

Cet emphysème peut se produire lors d'une intervention dentaire si l'air venant de la seringue air/eau, ou celui produit par l'utilisation de rotatifs à une vitesse trop élevée pénètre sous la muqueuse gingivale. Le principal symptôme est une distension immédiate des tissus mous, accompagnée ou non de crépitations à la palpation. Cliniquement, le gonflement de la peau augmente de minute en minute après la pénétration de l'air, pour se répandre jusque dans le cou (95% des cas) ou vers la région orbitaire (45% des cas). En cas de survenue, l'opérateur doit immédiatement interrompre l'intervention, et prendre une radiographie périapicale et panoramique

pour évaluer l'étendue de l'emphysème. On prescrit au patient une antibiothérapie préventive d'une semaine, des antalgiques, des bains de bouche à la chlorexidine, et l'application de glace pendant les 24 premières heures. La grosseur et les symptômes douloureux peuvent subsister pendant 3 à 10 jours selon l'ampleur de l'emphysème. ⁽²⁹⁾



Figure 49: Emphysème de la région sous mandibulaire droite ⁽²⁹⁾

4-1-4 Perforation des fosses nasales ou des sinus maxillaires

La perforation peut survenir durant la mise en place d'une minivis au niveau des incisives maxillaires pour les fosses nasales, des dents maxillaires postérieures ou dans la région zygomatique pour le sinus. Le risque augmente également en présence d'un édentement maxillaire postérieur ou d'un sinus maxillaire procident. La perforation par une minivis du sinus maxillaire peut cicatriser d'elle même sans complication si la lésion est inférieure à 2mm. Etant donné le petit diamètre de l'ancrage, la perforation n'oblige pas sa dépose immédiate, la thérapeutique orthodontique peut continuer, mais le patient doit être suivi régulièrement pour éviter tout développement potentiel de sinusite ou de mucocele ⁽²⁹⁾.

Costa et al ⁽¹³⁾ ne rapportent aucune conséquence néfaste sur la stabilité de la minivis et des complications minimales après une perforation du sinus maxillaire avec une minivis orthodontique.

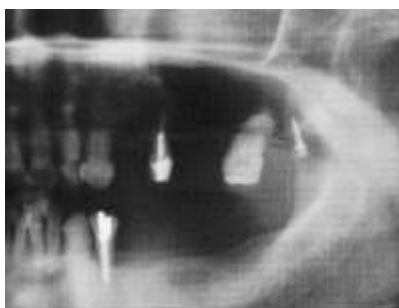


Figure 50: Minivis implantée dans le sinus maxillaire ⁽³³⁾

4-1-5 Lésion de structures nerveuses

Un nerf peut être endommagé lors du placement des minivis soit au niveau du palais, où passe le nerf incisif, soit dans la zone rétromolaire, où passent le nerf buccal et le nerf lingual, soit dans la partie postérieure de la mandibule, où passe le nerf alvéolaire inférieur, en particulier chez l'adulte où la crête alvéolaire est résorbée lorsque cette zone est édentée. Dans la région mandibulaire antérieure, c'est l'émergence du nerf mentonnier qui peut être lésée ⁽²⁹⁾

Cette atteinte peut provoquer une insensibilité de la région innervée par le nerf lésé. Pour la plupart des blessures qui sont en général mineures, les sensations sont retrouvées en moins de 6 mois. Par contre, si la lésion est plus importante, le patient devra suivre un traitement à base de corticoïdes, de microchirurgie, ou avoir recours à une thérapie au laser. ⁽²⁹⁾

Pour prévenir toute complication, il est préférable de réaliser une radiographie panoramique afin de déterminer la position verticale du canal mandibulaire, et la localisation du foramen mentonnier.

4-1-6 Fracture de la minivis

La minivis peut se fracturer au cours de la pose lorsque son diamètre est petit et que l'insertion est faite avec une pression excessive dans un os cortical dense, sans préforage préalable ⁽⁷⁾. Pour prévenir une fracture éventuelle, les minivis doivent être insérées doucement, avec une pression minimale, pour assurer un maximum de contact entre l'os et la vis. Un préforage est fortement recommandé dans les zones avec une corticale osseuse dense, même pour les minivis autoforantes ⁽²⁹⁾.

Une fracture peut survenir également au moment de la dépose, si le cou de la minivis est trop étroit. Il est donc conseillé d'utiliser un diamètre minimal de 1,6 mm ou plus pour éviter cette complication ⁽⁴⁹⁾.

Serra et coll ⁽²²⁾ ont constaté moins de fracture sur les vis en alliage titane (Ti-6Al-4V), que sur celle en titane pur.

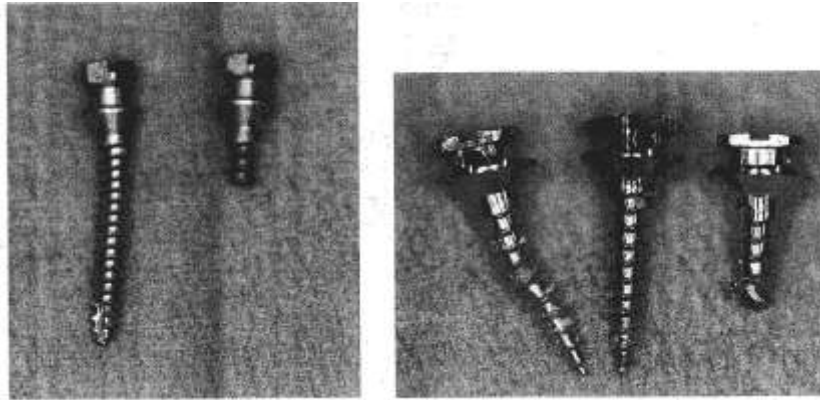


Figure 51: Exemple de vis fracturées ⁽⁷⁾

4-2 Les complications post-opératoires

Les complications post-opératoires faisant suite à la pose des minivis peuvent être parfois très inconfortables pour le patient. Le praticien doit absolument les anticiper, afin de minimiser leur survenue.

4-2-1 Inflammation, infection péri-implantaire

Cette réaction post opératoire peut survenir dans les jours suivant la pose. Une inflammation est considérée comme normale pendant deux semaines, temps nécessaire à la gencive pour cicatriser. Au delà, le phénomène devient anormal ⁽²⁹⁾. Une accumulation de plaque, une irritation mécanique ou encore une difficulté d'accès à la tête de la minivis pour les soins d'hygiène peuvent conduire à une inflammation, à une péri-implantite, ou à une infection qui peut aller jusqu'à la formation d'un abcès dans les cas les plus graves ⁽⁴⁹⁾. Dans ce cas, une antibiothérapie, ainsi qu'une hygiène rigoureuse autour du col de la minivis avec de la chlorexidine seront nécessaires, et

un drainage sera réalisé si un abcès se forme ⁽⁴¹⁾.

Le risque d'inflammation est plus élevé lorsque la minivis est placée dans la gencive libre non kératinisée ⁽⁵⁰⁾.

Si le patient ne ressent aucune gêne ni douleur et ne présente aucun signe général d'infection, la minivis pourra être laissée en place ⁽³³⁾.



Figure 52: inflammation gingivale autour de la tête de la minivis due à un manque d'hygiène ⁽³³⁾



Figure 53: abcès formé au niveau de la tête de la minivis ⁽³³⁾

4-2-2 Lésion des tissus mous adjacents

Les minivis peuvent irriter la muqueuse de la joue ou des lèvres, et provoquer l'apparition d'aphtes à l'endroit du frottement entre la tête et les tissus mous. Ces lésions cicatrisent en une à deux semaines grâce à l'application d'une pommade sur la lésion et en recouvrant la tête de la minivis avec un matériau type composite pour protéger les tissus adjacents. ^(33, 29)



Figure 54: La tête de la minivis est recouverte par du composite ⁽³³⁾

4-2-3 Recouvrement de la minivis par les tissus mous

La tête de la minivis et les auxiliaires orthodontiques peuvent être recouverts par les tissus mous lorsqu'une hypertrophie de la muqueuse adjacente se développe. Cela se produit plus fréquemment lorsque la minivis est insérée dans la gencive libre non kératinisée ou que sa tête est enfouie trop profondément⁽⁴³⁾. En l'absence d'infection, le patient ne ressentira aucune douleur. En revanche, cela peut mettre en péril la stabilité de l'ancrage. Une incision est donc réalisée pour exposer la tête de la minivis⁽³³⁾. Les bains à la chlorhexidine permettent de réduire l'hypertrophie des tissus mous⁽²⁹⁾.



Figure 55: La minivis n'est plus visible en bouche⁽³³⁾

5- LES CAUSES D'ECHECS

Une minivis est un système d'ancrage mis en place temporairement. Sa pose est donc considérée comme un échec lorsqu'elle doit être retirée avant la fin du traitement orthodontique.

La perte de la minivis est toujours précédée par l'apparition d'une mobilité clinique. Par contre, celle-ci ne conduit pas forcément à un échec. En effet, tant que la minivis fournit un ancrage stable et efficace, elle peut être laissée en place. L'échec est avéré si la mobilité compromet les mouvements orthodontiques. Dans ce cas, il est préférable de déposer la minivis et de la repositionner. ⁽⁴¹⁾

5-1. Echecs liés au site d'implantation

La stabilité primaire des minivis dépend de la densité osseuse du site d'implantation. Même si celle-ci est satisfaisante immédiatement après la pose, une mobilité peut apparaître dans les jours ou les semaines suivant la mise en charge orthodontique. Une perte d'ancrage peut se produire si la densité de l'os corticale se révèle être trop faible pour résister aux forces appliquées ⁽²⁹⁾. Certaines zones sont en effet considérées plus à risque: Park ⁽⁵⁰⁾ a constaté un taux d'échec plus élevé pour les minivis posées dans la région molaire mandibulaire, tout comme Miyawaki ⁽⁴⁵⁾ qui remarque que le risque est d'autant plus grand que le plan mandibulaire est angulé car l'os cortical s'affine avec l'augmentation de l'angulation.

Une mobilité peut apparaître suite à la sollicitation fréquente et trop importante de la minivis par les éléments musculaires environnants (langue, buccinateur, frein). Cela entraîne son dévissage puis sa perte. Elle doit donc être réimplantée sur un site où le stress mécanique sera moins important. ⁽⁷⁾

Le caractère des tissus mous sur le site d'implantation a également une grande incidence sur les risques d'échec. La pose d'une minivis dans une muqueuse non kératinisée augmente la survenue d'inflammation ou d'infection des tissus péri-implantaires, qui provoquent l'apparition des mobilités ^(10, 29). La minivis est conservée si les phénomènes inflammatoires ou infectieux peuvent être contrôlés grâce à une hygiène renforcée.

5-2 Echecs liés à l'acte orthodontique ou chirurgical

Une force excessive appliquée sur la minivis peut entraîner une mobilité clinique. Celle-ci peut être réduite, voire éliminée si la traction exercée sur l'ancrage squelettique est modifiée et réduite en intensité. Lorsque la minivis n'est plus assez stable pour supporter une force même diminuée, elle doit être déposée ⁽⁵⁰⁾. Malgré un grand nombre d'études réalisées à ce sujet, la force maximale que peut supporter une minivis n'a pas encore été clairement établie ⁽²⁹⁾.

La technique chirurgicale et la qualité des gestes de l'opérateur lors de la pose sont des facteurs influençant la survie de la minivis ⁽⁴⁴⁾. Une pression verticale trop forte ou un mouvement de fouettage lors du vissage, une vitesse trop élevée du contre-angle, une irrigation insuffisante entraînant un échauffement osseux: tous ces éléments induisent des lésions au niveau de l'os qui peuvent conduire à des petites nécroses osseuses au niveau de l'interface os/minivis ⁽⁵⁰⁾. La stabilité primaire de la minivis est donc moins bonne, et la mobilité qui en découle peut donc conduire à sa perte ⁽²⁹⁾.

5-3 Echecs liés au patient

Lorsque le patient ne respecte pas les consignes de soins post-opératoires, et présente une mauvaise hygiène dentaire, les tissus péri-implantaires s'inflament, conduisant à la mobilité de la minivis ⁽¹⁰⁾. La seule solution pour éviter la perte de l'ancrage squelettique est la réintroduction d'une hygiène efficace et la remotivation du patient vis à vis du traitement en cours ⁽²⁹⁾.

L'excès de tabac, les parafonctions ainsi que tous les désordres métaboliques peuvent également conduire à la perte de la minivis ⁽⁵⁰⁾.

QUATRIEME PARTIE:
PRESENTATION DE CAS CLINIQUES

CAS CLINIQUE N°1: Distalisation des molaires maxillaires et protraction des molaires mandibulaires⁽³³⁾

La patiente est une jeune femme de 16 ans.

Elle consulte pour des dents maxillaires en rotation et la présence d'espaces à la mandibule. Elle a déjà suivi un traitement orthodontique à l'âge de 11ans pendant deux ans et demi avec un autre praticien, au cours duquel les quatres premières prémolaires ont été extraites.

A l'examen clinique, on observe que les sites d'extraction se sont pas totalement refermés. Les lèvres sont légèrement protrusives. Les dents sont en classe I canine et molaire.



Figure 56: cas clinique de distalisation des molaires maxillaires et mésialisation des molaires mandibulaires

(a) Situation clinique avant le traitement ⁽³³⁾



Figure (b) Vue faciale avant le traitement⁽³³⁾

Le plan de traitement envisagé consiste en la rétraction des molaires maxillaires et la protraction des molaires mandibulaires en utilisant des brackets et des minivis.

Le traitement commence par la mise en place de deux minivis de 1,8 mm de diamètre et de 7 mm de longueur entre 43 et 45 et entre 33 et 35, ainsi que deux minivis de 1,6 mm de diamètre et de 7 mm de longueur entre 14 et 16 et entre 24 et 26. Des brackets sont collés sur toutes les dents

Après un mois de traitement, des forces de distalisation sont appliquées à l'arcade maxillaire et des forces de protraction sont exercées à l'arcade mandibulaire, par l'intermédiaire des minivis.



(c) Traitement à un mois⁽³³⁾

Après six mois de traitement, des arcs sont placés sur les deux arcades pour contrôler la forme de l'arcade et le plan d'occlusion.

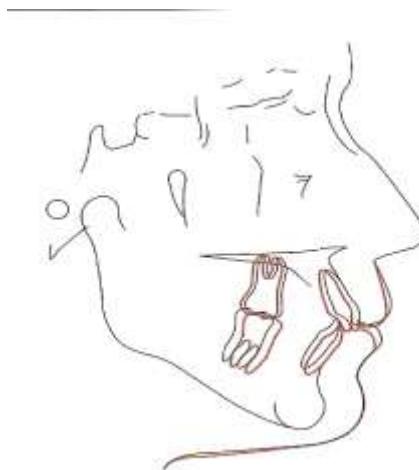
Au cours du traitement, un inversé d'articulé antérieur est apparu à cause des forces de protraction appliquées aux molaires mandibulaires. Des cales en résines sont donc placées sur les molaires et les forces de traction interrompues.

Après douze mois de traitement, des élastiques intermaxillaires de classe II sont utilisés pour parfaire l'occlusion.

Après seize mois de traitement, les objectifs de départ sont atteints, les appareillages sont retirés.



(d) Résultat à la fin du traitement actif ⁽³³⁾



(e) Superposition céphalométrique à la fin du traitement actif.
(noir) Avant le traitement, (rouge) à la fin du traitement



(f) Vue faciale à la fin du traitement actif⁽³³⁾

CAS CLINIQUE N°2: Traitement d'une classe III d'Angle⁽³³⁾

Le patient est un homme âgé de 22 ans.

Il consulte pour une occlusion inversée et un menton proéminent.

A l'examen clinique, il présente un profil de classe III avec une face courte. Il y a un inversé d'articulé sur tout le bloc incisivo-canin avec un décalage des milieux inter-incisifs. Le patient n'a pas d'encombrement dentaire.



Figure 57: Traitement d'une classe III.

(a) Situation clinique avant le traitement⁽³³⁾



(b) Vues faciales avant le traitement⁽³³⁾

Au niveau occlusal, le patient présente une classe III canine et molaire. Ses incisives sont positionnables en bout à bout en relation centrée. Il existe un glissement important entre la relation centrée et l'intercuspidie maximale.

Il ne présente aucun signe ou de symptôme de désordre au niveau des articulations temporo-mandibulaires.

L'objectif de traitement est de corriger l'inversé d'articulé antérieur et d'améliorer l'esthétique faciale. L'option d'un traitement avec une correction chirurgicale de la mandibule est envisagée, mais le patient refuse la méthode chirurgicale. Il est donc décidé de réaliser une distalisation de la denture mandibulaire de 3 mm de chaque côté à l'aide de minivis.

Le traitement commence par la mise en place de minivis de 1,8 mm de diamètre et de 7 mm de longueur entre 45 et 46 et entre 35 et 36 pour réaliser une distalisation à la mandibule, ainsi qu'une minivis de 1,8 mm de diamètre et de 8 mm de longueur entre la 44 et 45. Des brackets sont collés au maxillaire et à la mandibule sur toutes les dents. Un arc avec des boucles d'avancement est inséré au maxillaire pour avancer les dents antérieures, tandis qu'un arc pour aligner, niveler et distaler est posé à la mandibule. Des forces de rétraction sont appliquées à partir des minivis sur les canines et sur des crochets des arcs. La force appliquée est de 500g environ à droite et de seulement 300g à gauche, du à la présence d'un espace en distal de 33.

Après le nivellement, un autre arc est inséré à la mandibule et quatre semaines plus tard, une courbe inversée et une constriction est incorporée à cet arc mandibulaire.



(c) Appareillage initial ⁽³³⁾

Après six mois de traitement, l'inversé d'articulé est corrigé. Un examen céphalométrique montre le mouvement distal des dents mandibulaires. Cependant, à l'examen clinique, on observe une exposition insuffisante des dents maxillaires et une exposition excessive des dents mandibulaires lors du sourire. Des forces postérieures de rétraction sont exercées à droite au maxillaire et à gauche à la mandibule pour corriger le décalage des milieux inter-incisifs.



(d) Traitement à six mois ⁽³³⁾

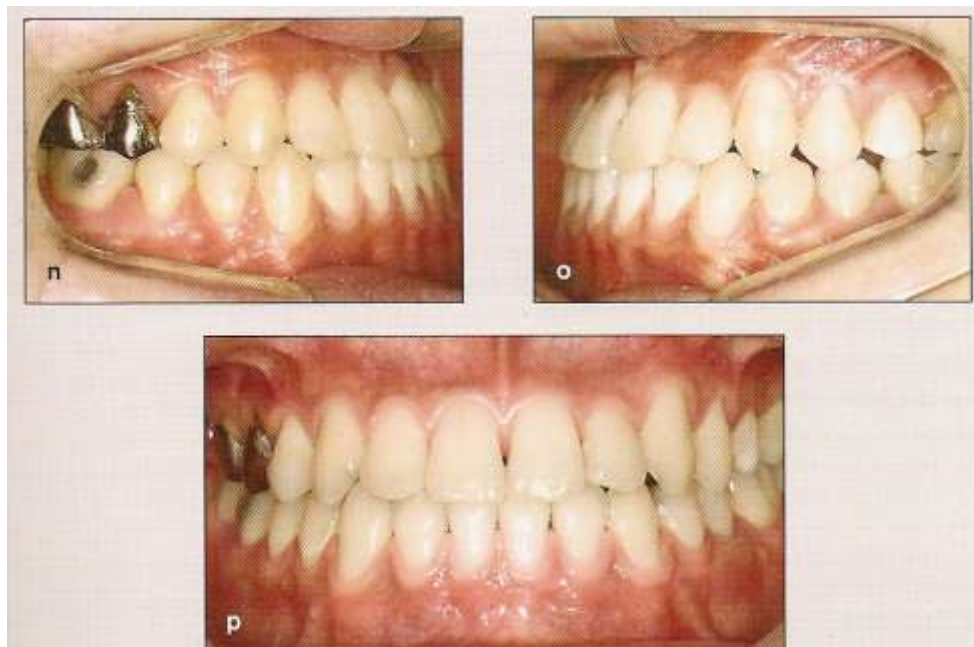
Après sept mois de traitement, un arc avec des boucles en L est placé à la mandibule pour l'ingression des dents antérieures. Le contrôle de l'ancrage est assuré par des forces intrusives exercées à partir des implants sur la zone prémolaire.

Après douze mois de traitement, un arc sectionnel est placé entre les deux premières prémolaires maxillaires pour favoriser l'égression des dents antérieures. Des élastiques sont utilisés pour égresser les dents antérieures maxillaires, pendant qu'un plan de morsure postérieur amovible est utilisé pour désengrener les dents antérieures. Des forces intrusives sont appliquées à partir des minivis sur les dents mandibulaires.



(e) Traitement à douze mois ⁽³³⁾

Après dix-sept mois de traitement, celui-ci a été interrompu à cause de la démotivation du patient, malgré le fait qu'une égression supplémentaire du maxillaire et une augmentation de la dimension verticale soit encore nécessaire. Des contentions collées sont donc placées aux deux arcades pour réaliser une contention permanente, et une plaque de contention amovible est portée la nuit au maxillaire.

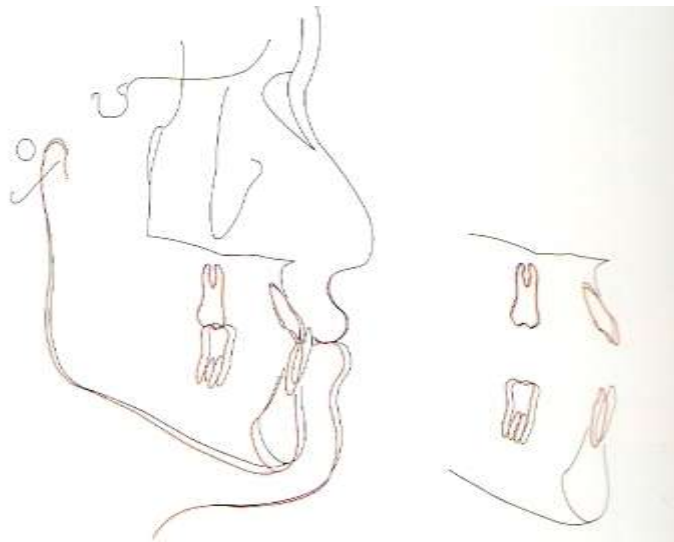


(f) Résultat à la fin du traitement actif ⁽³³⁾

Six mois après la fin du traitement, les résultats sont stables.



(g) Vues faciales après le traitements ⁽³³⁾



(h) Superposition céphalométrique durant le traitement.
(noir) Avant le traitement, (rouge) Après six mois de traitement ⁽³³⁾

CONCLUSIONS

L'introduction des minivis a permis d'obtenir un ancrage osseux plus stable que les autres ancrages dentaires pour l'application des systèmes de forces biomécaniques orthodontiques. Des traitements orthodontiques réputés difficiles, ne pouvant aboutir à la position idéale souhaitée avec l'utilisation des techniques d'ancrages conventionnels, donne un résultat qui n'est qu'un compromis par rapport à l'objectif initial. Grâce à l'utilisation des minivis, ces traitements sont maintenant susceptibles d'être couronnés de succès, à condition que les objectifs thérapeutiques soient bien définis et que la biomécanique soit minutieusement réalisée.

Le choix du site d'implantation est crucial car il influence directement la pérennité du traitement par minivis. Il faut donc tenir compte de la situation clinique rencontrée, du type de mouvement souhaité, de la proximité des éléments anatomiques adjacents, mais surtout bien analyser le volume, la densité et l'épaisseur de l'os dans lequel la minivis doit être insérée. Ces critères permettent d'obtenir une bonne stabilité primaire, point sans lequel la minivis ne peut remplir son rôle d'ancrage. L'analyse radiographique et l'identification précise du site après l'élaboration d'un plan de traitement sont des étapes essentielles au bon déroulement, et permettent de choisir le diamètre et la longueur de la minivis les plus adaptés au cas clinique.

Les minivis possèdent de nombreux avantages qui facilitent le bon déroulement du traitement orthodontique et satisfont davantage le patient. Malgré tout, des complications per ou postopératoires très contraignantes pour le patient peuvent survenir au cours ou à la suite de leur pose. La majorité des complications relatives concernent la santé des tissus mous entourant les minivis.

Ce système d'ancrage squelettique peut être utilisé pour la majorité des malocclusions dentaires, que ce soit chez l'enfant ou l'adulte, au cours d'un traitement à visé orthodontique ou pré-prothétique. Ses contre-indications restent les mêmes que pour les autres chirurgies buccales. Cette technique d'ancrage est très efficace mais le risque d'un échec est toujours possible. Selon les études, le taux d'échec peut varier de 0 à 100%, même si en moyenne, le taux de succès des minivis est supérieur à 80% dans la plupart des cas, en incluant les implants devenus mobiles ou déplacés dans ce pourcentage⁽⁵⁴⁾. Le taux d'échec est influencé par le type de minivis utilisé, son diamètre, le site d'insertion, la force de traction appliquée, ou encore l'hygiène du patient. La possibilité d'un échec doit donc être envisagée car cette technique d'ancrage osseux est fiable mais la quantité des variables spécifiques à chaque cas fait qu'elle ne sera jamais infaillible.

L'ancrage temporaire par des minivis est une technique assez récente. Son efficacité dans les traitements orthodontiques est certaine, mais son utilisation n'est pas encore parfaitement définie pour toutes les situations cliniques. Etant utilisée que depuis une dizaine d'années, il y a un manque de recul sur la valeur des résultats obtenus à long terme. D'autres travaux de recherche seront encore nécessaires pour évaluer cette nouvelle technique d'ancrage, et pour préciser son utilisation dans d'autres domaines, tel que les traitements orthopédiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

◆ **ASSOR JY.**

Minivis et maxi résultats.

Inf Dent 2007;**89**(11):523-526.

◆ **BAUMAERTEL S et HANS MG.**

Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(2): 230-235.

◆ **BELLAICHE JM.**

Contre-indications à la pose d'implants.

<http://www.isi-clinique.com%20dentaires/contre-indications.html>

◆ **BEQUAIS D.**

Réflexion sur le trinôme de De Névrezé. Collection L'orthopédie française

Paris: Société Française d'ODF, 1993.

◆ **BRETTIN BT, GROSLAND NM, QIAN F et coll.**

Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**134**(5):625-635

◆ **BRISCENO CE, ROSSOUW PE, CARRILLO R et coll.**

Healing of the roots and surrounding structures after intentional damage with mini screw implants.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(3):292-301.

◆ **CANAL P et SALVADORI A.**

Orthodontie de l'adulte.

Paris: Elsevier Masson, 2008.

◆ **CARANO A, VELO S, INCORVATI C et coll.**

Clinical applications of the mini screw anchorage system in the maxillary alveolar bone.

Progress Orthod 2004;**5**(2):212-230.

- ◆ **CARANO A, VELO S, LEONE P et coll.**
Clinical applications of the mini screw anchorage system.
J Clin Orthod 2005;**39**(1):9-24.

- ◆ **CHEN SJ, TSENG IY, LEE JJ et coll.**
A prospective study of risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage.
Int J Oral Maxillofac Implants 2004;**19**(1):100-106.

- ◆ **CHEN Y, SHIN HI et KYUNG HM.**
Biomechanical and histological comparison of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants in dogs.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**133**(1): 44-50.

- ◆ **CHILLES D et CHILLES JG.**
Introduction à l'utilisation de vis de chirurgie maxillo-faciale comme ancrage orthodontique.
Rev Orthop Dento-Faciale 2006;**40**:63-90.

- ◆ **COSTA A, RAFFAINI M et MELSEN B.**
Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report.
Int J Adult Orthodont Orthognath Surg 1998;**13**:201-209.

- ◆ **CREEKMORE TD et EKLUND MK.**
The possibility of skeletal anchorage.
J Clin Orthod 1997;**31**:763-767.

- ◆ **DAVARPANA M, CARAMAN M, KHOURY et coll.**
L'apport de l'ancrage squelettique en orthodontie.
Actual Odontostomatol (Paris) 2007;**237**:41-58.

- ◆ **DAVARPANA M, JAKUBOWICH-KOHEN B, CARAMAN M et coll.**
Les implants en odontologie.
Paris: CdP, 2004.

◆ **DENTOS**

Brochure du mini implant ABSOANCHOR®

http://www.greatlakesortho.com/commerce/associated_files/S17S.pdf

◆ **DE VICENZO JA.**

New non-surgical approach for treatment of extreme dolichocephalic malocclusions.

J Clin Orthod 2006;**40**:250-260.

◆ **GAINSFORTH BL et HIGLEY LB.**

A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1945;**31**(3):406-416.

◆ **HERMAN R et COP JB.**

Miniscrew Implants: IMTEC Mini Ortho Implants.

Semin Orthod 2005;**11**:32-39.

◆ **JAN YAO CC, HSIANG-HUA LAI E, CHANG JZ et coll.**

Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**134**(5):615-624.

◆ **JEON YJ.**

En masse distalization with miniscrew anchorage in Class II nonextraction treatment.

J Clin Orthod 2006;**40**:472-476.

◆ **JEON YJ, HEE KIM Y, SUNG SON W et coll.**

Correction of canted occlusal plane with miniscrews in a patient with facial asymmetry

Am J Dentofac Orthop 2006;**130**(3):244-252.

◆ **KANOMI R.**

Mini implant for orthodontic anchorage.

J Clin Orthod 1997;**31**:763-767.

- ◆ **KIM HJ, YUN HS, PARK HD et coll.**
Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;**130**(2):177-182.

- ◆ **KIM JW, AHN SJ, CHANG YI et coll.**
Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;**128**(2):190-194.

- ◆ **KIM SH, CHO JH et CHUNG KR.**
Removal torque values of surface-treated mini-implants after loading.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**134**(1):36-43.

- ◆ **KIM SH, YOON HG, CHOI YS et coll.**
Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for orthodontic mini-implants with cone-beam computed tomography.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(5):635-641.

- ◆ **KRAVITZ ND et KUSNOTO B.**
Risks and complications of orthodontic miniscrews.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**131**:S43-S51.

- ◆ **KURODA S, SUGAWARA Y, DEGUCHI T et coll.**
Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**131**(1):9-15.

- ◆ **LANGLADE M.**
Thérapeutique orthodontique. 3eme éd.
Paris: Maloine, 1986.

- ◆ **LEE JS, KIM DH, PARK YC et coll.**
The efficient use of midpalatal miniscrew implants.
Angle Orthod 2004;**74**(5):711-714.

- ◆ **LEE JS, KIM JK, PARK YC et coll.**
Applications cliniques des mini-implants en orthodontie.
Paris: Quintessence International, 2008.

- ◆ **LEE KJ, JOO E, LEE JS et coll.**
Computer tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(4):486-494.

- ◆ **LEJOYEUX E et FLAGEUL F.**
Orthopédie Dento-Faciale, une approche bioprogressive.
Paris: Quintessence International, 1999.

- ◆ **LEUNG M, LEE T, RABIE A et coll.**
Use of Miniscrew and Miniplates in Orthodontics.
J Oral Maxillofac Surg 2008;**66**:1461-1466.

- ◆ **LIM HJ, EUN CS, CHO JH et coll.**
Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop,2009;**136**(2):236-242.

- ◆ **LIOU E, PAI B et LIN J.**
Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?
Am J Orthod Dentofac Orthop,2004;**126**(1):42-47.

- ◆ **MAINO BG, BEDNAR J, PAGIN P et coll.**
The Spider Screw for skeletal anchorage.
J Clin Orthod 2003;**37**(2):90-97.

- ◆ **MAINO BG, MURA P et BEDNAR J.**
Miniscrew Implants: The Spider Screw Anchorage System.
Semin Orthod 2005;**11**:40-46.

◆ **MASSIF L et FRAPIER L.**

Utilisation des minivis en orthodontie.

Encycl Med Chir (Paris), Odontologie/Orthopédie dentofaciale, 23-492-A-17, 2006, **8**.

◆ **MEIRA-PALAGI L, MENDES-MIGUEL JA et SABROSA CE.**

L'utilisation de micro-vis (mini-implant type micro-vis) pour le renforcement d'ancrage en orthodontie.

Rev Odontostomatol 2006;**35**(5):89-110.

◆ **MELSEN B et VERNA C.**

Miniscrew Implants: The Aarhus Anchorage System.

Semin Orthod 2005;11:24-31.

◆ **MELSEN B.**

Mini-implant: Where are we?

J Clin Orthod 2005;**39**(9):539-547.

◆ **MIYAWAKI S, KOYAMA I, MASAHIDE I et coll.**

Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(4):373-378.

◆ **MORAREND C, QIAN F, MARSHALL S et coll.**

Effect of screw diameter on orthodontic skeletal anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(2):224-229.

◆ **MOTOYOSHI M, MATSUATA M et SHIMIZU N.**

Application of orthodontic mini-implants in adolescents.

Int J Oral Maxillofac Surg 2007;**36**:695-699.

◆ **OHASHI E, PECHO OE, MORON M et coll.**

Implants vs Screw Loading protocols in Orthodontics, A systematic review.

Angle Orthod 2006;**76**(4):721-727.

◆ **PAPADOPOULOS MA et TARAWNEH F.**

The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics. A comprehensive review.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**(5):e6-e15.

◆ **PARK HS, JEONG SH et KWON OW.**

Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;**130**(1):18-25.

◆ **PARK HS et KWON TG.**

Sliding Mechanics with Microscrew Implant Anchorage.

Angle Orthod 2004;**74**(5):703-710.

◆ **PARK YC, CHOI YJ, CHOI NC et coll.**

Esthetic segmental retraction of maxillary anterior teeth with a palatal appliance and orthodontic mini-implants.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**131**(4):537-544.

◆ **PRINC G, PIRAL T.**

La chirurgie osseuse pré-implantaire.

Paris: CdP, 2008.

◆ **REYNDERS R, RONCHI L et BIPAT S.**

Mini-implants in orthodontics: A systematic review of the literature.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**:564.e1-564.e19.

◆ **ROBERT.**

Le Robert illustré d'aujourd'hui en couleur.

Paris: Dictionnaire le Robert, 1996.

◆ **SANTIAGO RC, PAULA FO, FRAGA MR et coll**

Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(2):243-250.

◆ **SERF (Laboratoire)**

ANCORA®: Ancrage orthodontiques. Notice d'utilisation.

Décines: Serf S.A.

[Http://www.serf.fr](http://www.serf.fr)

◆ **SERRA G, MORAIS LS, ELIAS CN et coll.**

Sequential bone healing of immediately loaded mini-implants.

Am J Orthod Dentofac Orthop,2008;**134**(1):44-52.

◆ **TEKKA®**

Fournisseur de vis d'ancrage pour l'orthodontie

<http://www.tekka.eu/tekka/easysite/tekka-fr/fr/produits/orthodontie/vis-ancrage>

◆ **TSENG YC, HSIEH CH, CHEN CH et coll.**

The application of the mini-implants for orthodontic anchorage.

J Oral Maxillofac Surg 2006;**35**:704-707.

◆ **UHL RL.**

The biomechanics of screws.

Orthop Rev 1989;**18**:1302-1307.

◆ **UPADHYAY M, YADAV S, NAGARAJ K et coll**

Treatment effects of mini-implants for en masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protusion patients: A randomized controlled trial.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**134**(1):18-29.

◆ **WACHTER L**

Essai clinique des plaques vissées et minivis d'ancrage orthodontique dans le cadre d'un projet d'innovation du centre hospitalo-universitaire de Nantes.

Mémoire: Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthodontie, Nantes, 2005.

◆ **WANG YC et LIOU E.**

Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading.

Am J Orthod Dentofac Orthop,2008;**133**(1):38-43.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Mouvement de translation ⁽¹⁰⁾	10
Figure 2: Mouvement de version pure ⁽¹⁰⁾	10
Figure 3: Mouvement de version radiculaire ⁽¹⁰⁾	10
Figure 4: Egression dentaire ⁽¹⁰⁾	10
Figure 5: Ingression dentaire ⁽¹⁰⁾	11
Figure 6: Force d'action et de réaction égale et de sens opposé ($F_1=F_2$) ⁽⁴¹⁾	13
Figure 7: Ancrage direct par minivis ⁽⁴¹⁾	21
Figure 8: Ancrage indirect par minivis ⁽⁴¹⁾	21
Figure 9: Téléradiographie de profil ⁽³³⁾	24
Figure 10: Sites d'insertion mandibulaires ⁽³³⁾	24
Figure 11: Vaisseaux et nerfs de la face ⁽⁵³⁾	25
Figure 12: Les différentes parties d'une minivis ⁽³³⁾	28
Figure 13: Localisation des contraintes mécaniques lors de la dépose d'une minivis ⁽⁴⁴⁾	32
Figure 14: Relation entre le stress ressenti par la minivis et son diamètre ⁽⁴⁴⁾	32
Figure 15: Exemple de coffret de chez Asoanchor [®] ⁽¹⁷⁾	35
Figure 16: Les caractéristiques de la minivis Spider Screw [®] ⁽⁴⁰⁾	35
Figure 17: Les minivis Aarhus [®] ⁽⁴³⁾	36
Figure 18: Les différents systèmes de minivis Absoanchor [®] ⁽⁵⁴⁾	36
Figure 19: Description de la minivis IMTEC [®] ⁽²⁰⁾	37
Figure 20: Les minivis de chez TEKKA [®] ⁽⁵⁹⁾	37
Figure 21: Mesure de l'épaisseur des tissus mous à l'aide d'une sonde parodontale graduée ⁽¹⁸⁾	39
Figure 22: Exemple de guide chirurgical ⁽¹²⁾	40
Figure 23: Guide chirurgical en place ⁽¹²⁾	40
Figure 24: Insertion à l'aide d'un contre angle à vitesse réduite ⁽³³⁾	41
Figure 25: Schéma de la mécanique orthodontique pour une rétraction en masse des secteurs antérieurs ⁽⁶²⁾	45
Figure 26: Exemple d'une minivis posée au centre du palais ⁽³³⁾	46
Figure 27: Vue d'une minivis palatine ⁽³³⁾	46
Figure 28: Exemple d'un système de force associant une vis vestibulaire et une palatine ⁽³²⁾	47
Figure 29: Force de protraction molaire avec un bras de levier ⁽³³⁾	47

Figure 30: Système de protraction avec ancrage direct ⁽⁴¹⁾	48
Figure 31: Redressement de l'axe d'une molaire mésio-versée par ancrage indirect ⁽⁴¹⁾	49
Figure 32: Redressement molaire par ancrage direct ⁽³³⁾	49
Figure 33: Cas clinique d'un redressement molaire ⁽⁴¹⁾	49
Figure 34: Stratégie d'ingression molaire ⁽³³⁾	50
Figure 35: La minivis doit être bien centrée entre les racines à intruser ⁽⁹⁾	51
Figure 36: Système d'ingression du bloc incisivo-canin ⁽⁴¹⁾	52
Figure 37: Egression du bloc incisivo-canin pour corriger une béance ⁽³³⁾	52
Figure 38: Cas de deux canines incluses en vestibulaire tractées à l'aide minivis ⁽¹²⁾	53
Figure 39: Cas clinique d'un patient traité pour une déviation du plan d'occlusion ⁽⁹⁾	54
Figure 40: Exemples de sites d'implantation de minivis au maxillaire ⁽⁴⁴⁾	63
Figure 41: Exemples de sites d'implantation de minivis à la mandibule ⁽⁴⁴⁾	64
Figure 42: Cliché rétro-alvéolaire ⁽⁴¹⁾	66
Figure 43: Cliché d'une radio panoramique dentaire ⁽³³⁾	66
Figure 44: Clichés de scanner ⁽³³⁾	67
Figure 45: Angle d'insertion des minivis dans l'os alvéolaire ⁽¹⁵⁾	68
Figure 46: Scanner représentant les dimensions mésio-distales du coté palatin ⁽⁸⁾	69
Figure 47: Scanner représentant les dimensions vestibulo-palatines ⁽⁸⁾	70
Figure 48: Dent extraite suite à une lésion radiculaire ⁽³³⁾	72
Figure 49: Emphysème de la région sous-mandibulaire droite ⁽²⁹⁾	73
Figure 50: Minivis implantée dans le sinus maxillaire ⁽³³⁾	74
Figure 51: Exemple de vis fracturées ⁽⁷⁾	75
Figure 52: Inflammation gingivale autour de la tête de la minivis due à un manque d'hygiène ⁽³³⁾	76
Figure 53: Abscess formé au niveau de la tête de la minivis ⁽³³⁾	76
Figure 54: La tête de la minivis est recouverte par du composite ⁽³³⁾	76
Figure 55: La minivis n'est plus visible en bouche ⁽³³⁾	77
Figure 56: Cas clinique de distalisation des molaires maxillaires et mésialisation des molaires mandibulaires ⁽³³⁾	81
Figure 57: Traitement d'une classe III ⁽³³⁾	85

<p>ROBINE Clémence – Les minivis orthodontiques: Indications et Bilan pré-chirurgical - 103 f. ; 64 réf. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2010)</p>
<p>RESUME :</p> <p>Les minivis fournissent un ancrage squelettique stable pour corriger la majorité des malocclusions et permettent la réalisation de mouvements orthodontiques complexes, tout en supprimant les effets parasites sur les dents voisines.</p> <p>Un plan de traitement doit être établi par l'orthodontiste afin de déterminer le site d'insertion idéal pour une traction orthodontique optimale. Le chirurgien-dentiste posant les minivis choisit alors leurs dimensions, suite à une analyse des structures anatomiques voisines.</p> <p>L'insertion se fait sous anesthésie locale, la procédure chirurgicale est simple grâce à un bilan pré-chirurgical correctement mené, diminuant le risque de complications per ou post-opératoires.</p>
<p>RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Orthopédie Dento-Faciale Implantologie</p>
<p>MOTS-CLÉS MESH : Technology, dental – Orthodontics – Bone screw – Binding sites – Surgery Technologie dentaire – Orthodontie – Vis orthopédiques – Site fixation - Chirurgie</p>
<p>JURY : Président : Monsieur le Professeur Wolf BOHNE Co-directeur: Monsieur le Docteur Sylvain LEBORGNE Assesneur : Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN Directeur : Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT</p>
<p>ADRESSE DE L'AUTEUR : 9 Route de l'Hommelaie 49500 Sainte Gemmes d'Andigné clemtoutcourt@hotmail.com</p>