



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

**UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année universitaire 2011-2012

MEMOIRE

**Pour le
CERTIFICAT D'ETUDES CLINIQUES SPECIALES MENTION ORTHODONTIE**

**UTILISATION DES PLAQUES D'ANCRAGE
POUR LE TRAITEMENT ORTHODONTIQUE DE L'ADULTE**

Présenté le 13 Décembre 2012

par

Aude BAILLEAU

Directeur du mémoire : Monsieur le Docteur J.-J. AKNIN

JURY :

**Monsieur le Professeur P. CANAL
Monsieur le Professeur A. LAUTROU
Monsieur le Docteur J.-J. AKNIN
Monsieur le Docteur L. MORGON
Madame le Docteur M. RABERIN
Madame le Docteur C. PERNIER**

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| I- RAPPELS..... | 2 |
| 1. Le vieillissement dentaire et parodontal chez l'adulte..... | 2 |
| 1.1. Vieillissement des organes dentaires..... | 2 |
| 1.2. Le vieillissement parodontal | 2 |
| 2. Biomécanique orthodontique de l'adulte..... | 5 |
| 2.1. Ancrage..... | 5 |
| 2.2. Le déplacement du centre de résistance..... | 6 |
| 2.3. Histophysiologie du déplacement dentaire provoqué chez l'adulte..... | 8 |
| II- DESCRIPTION ET MISE EN PLACE DES MINIPLAQUES D'ANCRAGE | 10 |
| 1. Description..... | 10 |
| 1.1. Plaques en I..... | 11 |
| 1.2. Les plaques en T | 13 |
| 1.3. Les plaques en croix | 13 |
| 2. Mise en place..... | 14 |
| 2.1. Choix du site d'insertion..... | 14 |
| 2.2. Protocole opératoire..... | 18 |
| 3. La dépose..... | 24 |
| 4. Facteurs de risques et complication..... | 25 |
| 4.1. Facteurs de risques généraux..... | 25 |
| 4.2. Facteurs de risques locaux..... | 26 |
| 4.3. Complications..... | 27 |
| 5. Avantages et inconvénients des miniplaques par rapport aux minivis | 28 |
| 5.1. Avantages des miniplaques par rapport aux minivis..... | 28 |
| 5.2. Inconvénients des miniplaques par rapport aux minivis..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| III. UTILISATION CLINIQUE DES MINIPLAQUES CHEZ L'ADULTE | 29 |
| 1. Le mouvement de distalisation..... | 29 |
| 1.1. Le mouvement de distalisation à l'arcade maxillaire..... | 29 |
| 1.2. Le mouvement de distalisation à l'arcade mandibulaire..... | 37 |
| 1.3. Présentation de cas cliniques | 39 |
| 2. Le mouvement de mésialisation | 43 |
| 3. Le mouvement d'ingression. | 46 |
| 3.1. L'ingression des molaires..... | 46 |
| 3.2. L'ingression des incisives..... | 50 |
| 4. Le redressement molaire..... | 51 |
| 5. Approche biologique et biomécanique..... | 52 |
| 5.1. Réactions tissulaires autour des plaques..... | 52 |
| 5.2. Effets sur le ligament parodontal des mouvements de distalisation et d'ingression..... | 53 |
| 5.3. Evaluation biomécanique des plaques d'ancrage..... | 55 |
| IV- DISCUSSION | 59 |
| CONCLUSION..... | 60 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 61 |

INTRODUCTION

Lors du traitement orthodontique de l'adulte, la gestion de l'ancrage est un problème majeur. En effet, du fait de l'absence de certaines unités dentaires, et des anomalies parodontales fréquentes, l'ancrage naturel est fortement diminué. De plus, certains moyens d'ancrage classiques tels que les forces extra-orales sont difficiles à faire accepter chez un patient adulte. Ces considérations ont poussé certains auteurs à développer de nouveaux moyens d'ancrage, prenant appui directement sur l'os et permettant un ancrage absolu sans coopération du patient : il s'agit des systèmes d'ancrage squelettiques ou SAS.

Au cours de ce travail, nous allons nous intéresser plus spécifiquement aux miniplaques orthodontiques. Ces plaques, dont l'utilisation a été rapportée pour la première fois par JENSEN en 1985, mais surtout codifiée en cours des dix dernières années (par DE CLERCK et SUGAWARA en particulier), permettent la réalisation de déplacements dentaires qui étaient autrefois considérés comme impossibles (par exemple l'ingression molaire maxillaire ou encore la distalisation molaire mandibulaire), et peuvent permettre de limiter les indications de traitements chirurgico-orthodontiques en repoussant les limites des traitements orthodontiques purs.

Après avoir rappelé les bases fondamentales nécessaires à l'étude de ce sujet, nous allons étudier dans une première partie les différents types de plaques, leurs critères de choix ainsi que les moyens de mise en place. Puis, au cours de la seconde partie, nous nous intéresserons aux différentes possibilités d'utilisation clinique de ces miniplaques en fonction des mouvements dentaires souhaités, en s'appuyant sur les différents cas cliniques publiés dans la littérature. Enfin, la troisième partie sera consacrée à la discussion.

I- RAPPELS

1. Le vieillissement dentaire et parodontal chez l'adulte (PELOSSE, PERNIER, 2011)

1.1. Vieillissement des organes dentaires

- L'émail

Avec l'âge, il devient moins perméable, plus friable, et présente souvent des fêlures. Les prismes d'émail sont effondrés. Par ailleurs, une augmentation de la teneur en éléments zinc et fluorure est observée.

- La dentine

Les tubulis dentinaires deviennent moins nombreux et obstrués par du tissu très minéralisé, la dentine périlitubulaire. La chambre pulpaire se rétrécit par apposition centripète de dentine secondaire.

Au cours du vieillissement, la dentine devient donc plus minéralisée, moins perméable et prend un aspect translucide.

- La pulpe

Avec l'âge, la chambre pulpaire et les canaux radiculaires se rétrécissent. Le contenu fibreux augmente alors que la population cellulaire diminue, ainsi que la vascularisation et l'innervation. On constate aussi une augmentation des dégénérescences calciques, aboutissant, dans la chambre pulpaire, à des pulpolithes, et dans la partie radiculaire de la pulpe, à des dépôts calcifiés diffus. La dent devient donc moins sensible.

1.2. Le vieillissement parodontal.

- Modifications du parodonte superficiel (fig 1)

On note une diminution de l'épaisseur et de la régularité de l'épithélium malgré l'épaississement de la couche kératinisée.

Il y a également une diminution du nombre de faisceaux de fibres de collagènes. Les éléments cellulaires, tels que les fibroblastes voient leur nombre et leur activité diminuer. On note aussi une baisse de la vascularisation et des terminaisons nerveuses ainsi que l'apparition d'îlots inflammatoires de plus en plus nombreux.

Il résulte de l'ensemble de ces modifications une relative perte de résistance et d'adaptabilité.

Cliniquement, il existe toujours une légère migration apicale du système d'attache due à d'inévitables et légers phénomènes inflammatoires épisodiques et au brossage (fig 2).

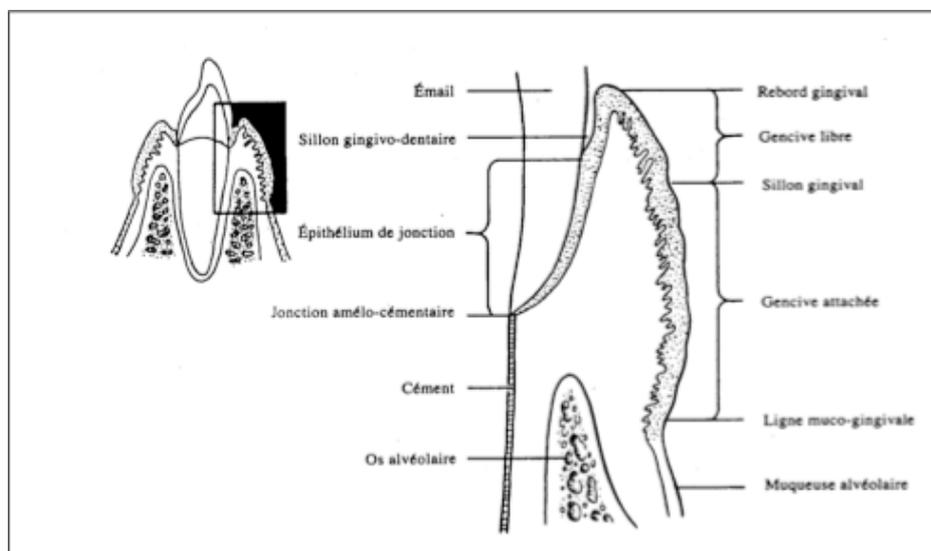


Figure 1 : Représentation de l'attache épithéliale (PHILIPPE)

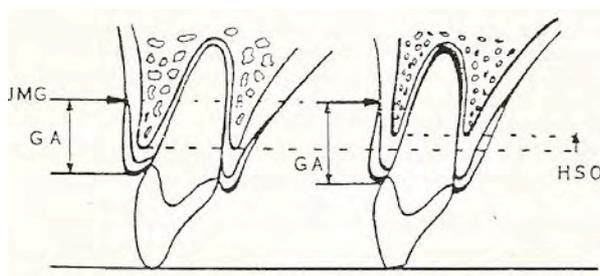


Figure 2 : Modification des hauteurs de la gencive attachée (GA), du support osseux (HSO), et de la jonction muco-gingivale (PHILIPPE)

- Modifications du parodonte profond

- *Le ciment :*

La formation de ciment est un phénomène continu, ce qui provoque une augmentation de son épaisseur. Ce phénomène est plus marqué du côté distal et du tiers apical de la racine. Avec l'âge, il se forme surtout du ciment acellulaire.

- *Le desmodonte :*

Au cours du vieillissement, on note une diminution du nombre de cellules desmodontales. Les débris épithéliaux de Mallasez diminuent ainsi que le nombre de fibres de collagènes. On note l'apparition de calcifications sur et entre ces fibres de collagène. Il se produit également une augmentation de la taille des espaces interstitiels et une diminution de la vascularisation avec artériosclérose des vaisseaux. Ces modifications limitent le potentiel régénérateur du desmodonte.

Cliniquement, en denture complète, on constate une diminution de la largeur du ligament alvéolo-dentaire.

- *L'os alvéolaire :*

L'os s'atrophie avec l'âge, la quantité de tissu calcifié se réduit et la quantité totale d'os diminue. Le nombre de cellules ostéogéniques et le tissu ostéoïde diminue, tout comme la vascularisation. Le métabolisme calcique diminue également (ostéoporose et déficit hormonal, notamment chez la femme âgée).

La vitesse de renouvellement de l'os est également ralentie. Elle diminue vers 16-17 ans, mais semble se stabiliser par la suite à un niveau suffisant pour permettre un remaniement osseux quel que soit l'âge.

2. Biomécanique orthodontique de l'adulte

Les modifications physiopathologiques du parodonte vont avoir des répercussions importantes sur l'ancrage ainsi que sur l'élaboration des systèmes de forces.

2.1. Ancrage

▪ *Description*

L'ancrage orthodontique est défini comme la possibilité de limiter les mouvements de certaines dents afin d'obtenir le déplacement d'autres unités dentaires (MORGON, 2011).

L'ancrage est une nécessité majeure, surtout chez l'adulte chez qui les mouvements dentaires souhaités sont souvent des mouvements unitaires isolés sur certaines dents, le reste de la denture ne devant subir que peu de modifications. C'est pourquoi il est indispensable d'éviter tout mouvement parasite qui risquerait de perturber l'équilibre occlusal et fonctionnel préexistant (FARRE).

Chez l'adulte, l'ancrage naturel est souvent diminué:

- le nombre de dents présentes est souvent diminué,
- les crêtes alvéolaires sont résorbées,
- la densité osseuse est moindre,
- la maladie parodontale fréquente entraîne des mobilités plus ou moins importantes.

Différents moyens d'ancrage sont à notre disposition :

- Solidarisation par des fils lourds et passifs des dents choisies pour ancrage reliées par des arcs linguaux ou transpalatins (BURSTONE)
- Solidarisation par un bridge provisoire ou par contention des dents mobiles.
- Utilisation de plaque amovible si le nombre de dents restantes s'avère insuffisant.

- MELSEN utilise souvent des gouttières en résine scellées momentanément pour solidariser des dents entre elles et contrôler le sens vertical par le biais des forces occlusales nécessairement accrues au niveau de ces surélévations.

On pourrait aussi tirer quelque espoir des "implants naturels" que constituent les dents ankylosées

- L'ancrage squelettique. Ce sont les miniplaques et minivis d'ancrage.

- *L'ancrage squelettique* (LEE et coll, 2008):

L'ancrage osseux, ou support obtenu à partir de tissus osseux, a été utilisé dans de nombreux domaines, dont l'orthodontie.

En 1999, UMEMORI et coll. rapportent un cas d'ingression molaire pour laquelle des plaques et des vis de titane sont utilisées comme ancrage orthodontique et ont inventé le terme système d'ancrage squelettique pour les plaques et vis de titane. Au sens large, l'utilisation du terme ancrage squelettique en orthodontie fait référence à un système orthodontique implantaire ostéosupporté.

Dans un sens plus restreint, l'utilisation spécifique de l'abréviation SAS indique un système orthodontique implantaire ostéoporté fait de plaques et de vis. Ancrage osseux est un autre terme pour ancrage squelettique.

2.2. Déplacement du centre de résistance. (PELOSSE, PERNIER, 2011)

Chez l'adulte, la hauteur de l'os alvéolaire est diminuée, ce qui entraîne un déplacement plus apical du centre de résistance (fig 4).

La distance entre la ligne d'action de la force et le centre de résistance étant plus importante, le moment créé est plus élevé et la version de la dent plus marquée.

La réduction du support osseux peut provoquer un mouvement parasite appelé « effet cornet de glace » (fig 3).

Il correspond à l'expulsion de la dent de son alvéole quand elle est soumise à une force car, plus la perte d'os est importante, plus le risque d'égression non intentionnelle augmente.

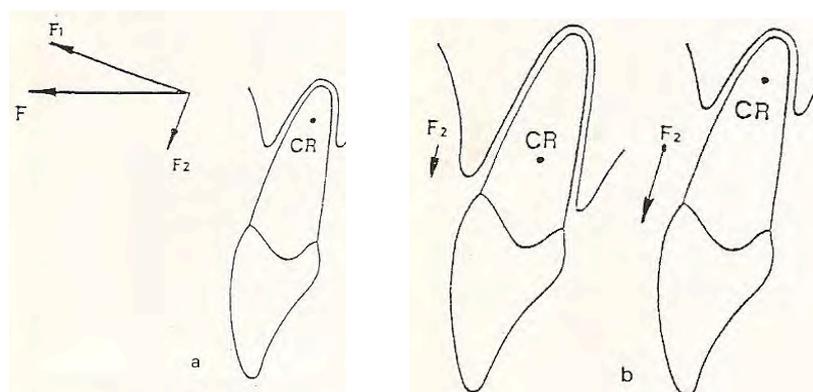


Figure 3 : Effet « cornet de glace » (MELSEN)

- a- Il résulte de la décomposition d'une force sagittale (F) en une force perpendiculaire au rempart alvéolaire (F_1) et en une force d'égression (F_2). Il en résulte une égression non intentionnelle.
- b- Cette force F_2 sera d'autant plus importante que la perte d'os marginal sera plus prononcée.

MELSEN et BIRTE soulignent que les mouvements de d'aller-retour doivent être évités sur des dents ayant un parodonte affaibli. Il est donc impératif de déterminer avant le traitement les déplacements dentaires à réaliser. MELSEN conseille l'utilisation des techniques segmentées, car elles permettent le contrôle des forces dans les trois dimensions de l'espace.

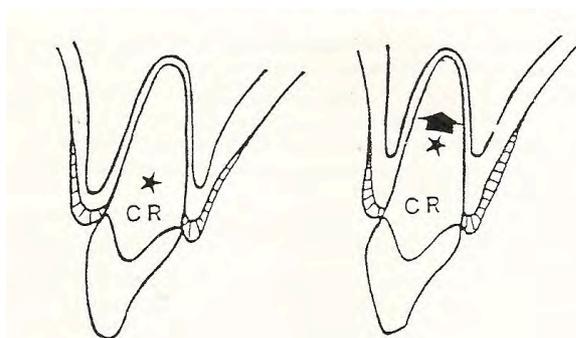


Figure 4 : Déplacement du centre de résistance avec l'âge (PHILIPPE)

2.3. Histophysiologie du déplacement dentaire provoqué chez l'adulte.

Les modifications principales liées au vieillissement de l'os se caractérisent par une "diminution de la quantité d'os formé par unité de temps et de surface d'os" (MELSEN).

Une diminution de la vascularisation entraîne une réduction des échanges métaboliques et de l'apport des cellules précurseurs ainsi qu'une raréfaction des cellules ostéogéniques et du tissu ostéoïde. Le pool osseux diminue, le "turn-over" également.

Tous ces facteurs contribuent à modifier le cycle A.R.I.F. décrit par BARON.

Avec l'âge, la destruction l'emporte sur l'apposition et la balance est alors négative expliquant la réduction de la formation osseuse et de la masse osseuse totale.

- Le déplacement dentaire est plus lent chez l'adulte.

Pour PETROVIC et STUTZMAN, le déplacement est moins rapide après 16-17 ans mais pas plus difficile à 50 ans qu'à 20-25 ans. La différence provient de la hyalinisation initiale plus intense, après cette phase de 3 semaines, le déplacement se fera à la même vitesse et la même amplitude que chez l'enfant (REITAN).

- La réaction tissulaire initiale se produira plus tardivement chez l'adulte.

Ce retard peut s'expliquer par l'existence d'une phase de hyalinisation plus longue et difficile à éviter. En effet la population cellulaire est réduite, la vascularisation diminue, le "turn-over" s'allonge d'où un temps plus long pour stimuler l'activité des cellules, permettre leur prolifération et leur recolonisation de la zone hyaline si celle-ci s'est formée.

- La stabilisation et la cicatrisation sont plus lentes.

Les capacités de formation diminuent avec l'âge ainsi que le temps de minéralisation du tissu ostéoïde. Le nombre plus restreint d'ostéoblastes explique ainsi que la reconstruction osseuse soit plus lente à se réaliser. Le renouvellement des fibres est plus long. Le temps de contention devra être allongé (SALVADORI, 2008).

- L'intensité de la force. (PELOSSE, PERNIER, 2011)

Plus le support osseux sera faible, plus les forces orthodontiques utilisées devront être faibles pour créer une pression compatible avec le mode de remaniement osseux recherché.

Les forces utilisées au moment de l'initiation du mouvement dentaire doivent être faibles pour réduire le période pendant laquelle la zone hyaline est présente.

D'autre part, il faut faire attention à ne pas recréer une phase de hyalinisation pendant le déplacement dentaire.

Il faut concevoir des mécaniques assurant un rapport moment/force constant (Fig 5 et 6). Pour cela, il faut utiliser des forces légères et continues afin de réduire le moment créé.

Les arcs orthodontiques en en alliages Nickel-Titane à mémoire de forme et de faible section sont donc particulièrement indiqués pour le traitement de l'adulte (notamment en début de traitement). Ces fils permettent de délivrer un rapport charge/flexion bas, tout en gardant une charge maximale élevée, garant d'une absence de déformation et d'une force continue. Cependant, il est difficile de réaliser des plicatures sur ce type de fil.

Les fils à base de titane et de molybdène présentent des caractéristiques comparables à celles des arcs Nickel-Titane, avec l'avantage d'être facilement façonnables.



Figure 5 : Le rapport charge/flexion peut être modifié par la section du fil, sa longueur et l'alliage (SALVADORI, 2008)

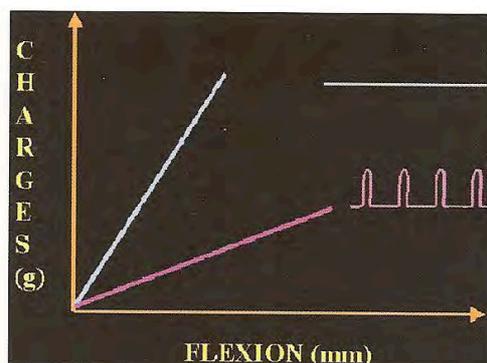


Figure 6 : Le rapport charge/flexion est abaissé en augmentant la longueur du fil (SALVADORI, 2008)

II- DESCRIPTION ET MISE EN PLACE DES MINIPLAQUES D'ANCRAGE

1. Description (SUGAWARA, 2005, CORNELIS, DE CLERCK, 2008)

Les mini-plaques sont constituées de titane pur de grade 2.

On leur distingue trois parties (Fig 12):

- La tête de la plaque.

C'est la partie exposée dans la cavité buccale. Elle doit être positionnée de manière à ne pas interférer avec l'occlusion.

Son extrémité comporte en général un ou plusieurs crochets continus permettant l'attache du dispositif de traction. Elle possède deux variantes selon la direction des crochets.

- Le bras de la plaque.

Il s'agit de la partie transmuqueuse.

Il existe différentes longueurs de bras.

- Le corps de la plaque.

C'est la partie de la plaque qui est fixée à l'os.

On distingue quatre formes différentes : en « T », « Y », « I » ou en « X » (Fig 11).

Le titane de grade 2 permet une certaine malléabilité de la plaque. On peut ainsi transformer une plaque en « I » en « L » à l'aide d'une pince, ou transformer une plaque en « T » en « L » en coupant une extrémité.

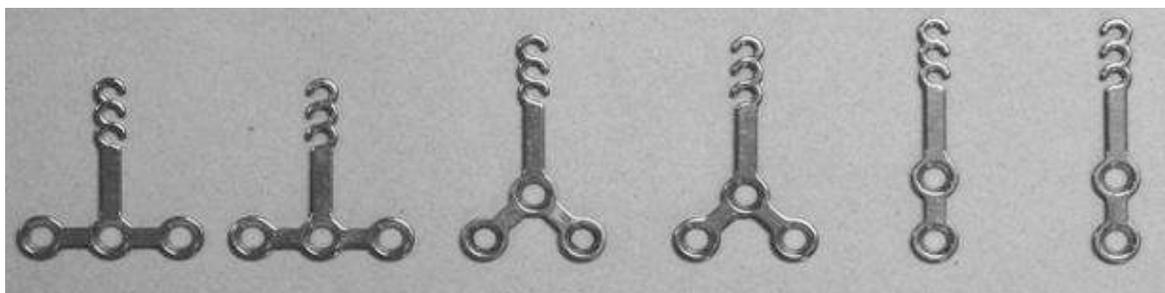


Figure 11 : Les différentes formes de miniplaques (SUGAWARA)

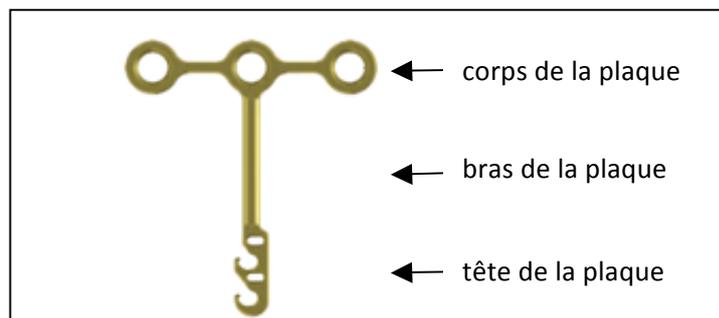


Figure 12 : Description des différentes parties d'une plaque d'ancrage

Les 3 parties de la miniplaque sont fabriquées à partir d'une seule pièce de titane solide sans procédures de courbure. Il n'y a pas de traitement par la chaleur ce qui diminue significativement le risque de fracture.

1.1. Plaques en I (Fig 13)

Des plaques en formes de I sont proposées par plusieurs fabricants.

- Les implants *BOLLARD* :

A travers les trous de la mini-plaque, on insère des mini-vis mono corticales de 2,3 mm de diamètre et de 5 mm de longueur qui vont fixer la mini-plaque à l'os par auto taraudage. Il n'y a qu'au niveau du trou supérieur de la mini-plaque maxillaire qu'on peut mettre une vis de 7 mm de long. Un trou pilote de 1,6 mm de diamètre est foré avant l'insertion de chaque vis. L'unité de fixation contient 2 gorges verticales avec un diamètre de .045 (1.1 mm). Un arc connectique carré avec une taille maximale de .032 x .032 peut y être inséré et fixé solidement par une vis de verrouillage pour connecter l'ancrage osseux à l'appareil orthodontique. En changeant la forme et la longueur du fil, le point d'application de la force peut être ajusté pour obtenir la direction de traction souhaitée.

Grâce au double pli de la barre de connexion, l'unité de fixation est orientée parallèlement au procès alvéolaire ou à l'arcade dentaire ce qui réduit les risques d'irritation des tissus mous.

Pour DE CLERCK, il n'y a pas de véritable ostéointégration similaire à un implant classique mais plutôt une apposition osseuse liée à une stimulation de l'ostéogénèse périostée.

La rétention initiale des vis est principalement une très importante rétention mécanique liée à la différence de diamètre entre les 2,3 mm du pas externe des vis et les 1,6 mm du trou pilote réalisé pour les y placer.



Figure 13 : Plaques en I BOLLARD maxillaires et mandibulaires

- Les plaques en I de TEKKA (fig 14) :

Les longueurs proposées sont : 5mm, 7 mm, 10 mm ou 12 mm.

Les plaques permettent l'insertion de deux vis autoforeuses de 2 mm de diamètre.

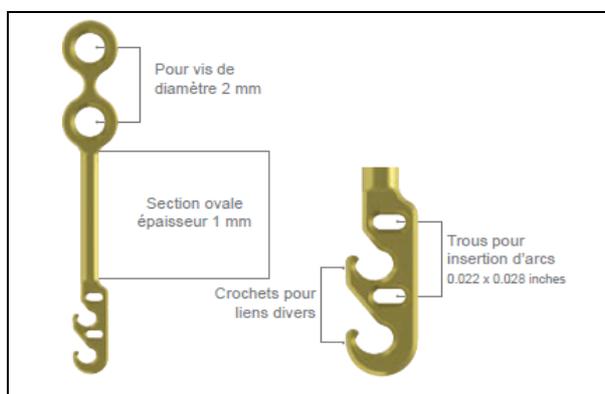


Figure 14 : Plaque en I de TEKKA

1.2. Les plaques en T (Fig 15)

- *Les plaques en T de TEKKA :*

Les longueurs proposées sont : 5mm, 7 mm, 10 mm ou 12 mm.

Les plaques permettent l'insertion de deux vis autoforeuses de 2 mm de diamètre.

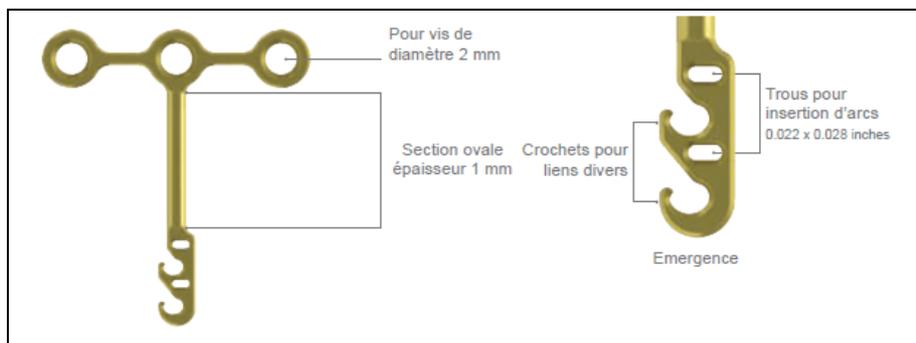


Figure 15 : Plaques en T de TEKKA

1.3. Les plaques en croix

Il s'agit des C-tube KLS martin (KIM, 2011)

Ce sont des miniplaques qui disposent de deux à quatre trous de 1,5 mm de diamètre. Elles existent en différentes longueurs, de 4 à 7 mm (Fig 16).

Les plaques en I se fixent à l'aide de deux minivis autoforantes dans la région maxillaire postérieure ou antérieure, selon le mouvement souhaité.



Figure 16 : Illustration des plaques en croix KLS martin

Les plaques en croix sont utilisées dans les cas de forte pneumatisation du sinus maxillaire ou pour réaliser des mouvements de distalisation au maxillaire ou à la mandibule. Elles sont fixées par deux minivis de 4 mm de diamètre si la densité osseuse est bonne.

La faible longueur des minivis permet de ne pas toucher les racines lors de leur pose et de ne pas interférer avec les déplacements dentaires.

2. Mise en place.

2.1. Choix du site d'insertion (LEE et coll, 2007)

Pour faire le choix du site de mise en place d'une mini-plaque orthodontique, le clinicien doit considérer différents facteurs.

- *Sûreté.*

Les secteurs dans lesquels le risque de dommage irréversible potentiel de structures anatomiques est important doivent être évités.

- *Accessibilité.*

Une bonne accessibilité permettra des protocoles chirurgicaux corrects et aboutira donc à une stabilité correcte.

- *Etat des tissus durs (qualité et quantité d'os cortical).*

L'os cortical doit être suffisamment épais pour assurer une bonne stabilité primaire (stabilisation mécanique immédiatement après l'implantation). Cette stabilité primaire est nécessaire à la stabilité précoce et à une cicatrisation normale.

- *Etat des tissus mous.*

La gencive attachée est un atout pour la cicatrisation des tissus mous. Si ces derniers sont très mobiles, une irritation continue peut parvenir à la minivis, provoquant une maintenance difficile et une péri-implantite persistante.

- *Utilité.*

Une miniplaque doit être placée en position favorable sur le plan biomécanique pour permettre l'application de la force orthodontique nécessaire. Elle doit également être dans une position qui permette d'ajuster facilement le système des forces orthodontiques au cours du traitement.

- *Gêne.*

Les miniplaques doivent être placées dans des secteurs où la gêne pour le patient est minime.

- *Irritation provoquée par les tissus environnants.*

Les secteurs sollicités par les muscles péribuccaux, comme les bosses canines, ou ceux qui sont irrités par les aliments durant la mastication, secteurs des première et deuxième molaires mandibulaires, doivent être évités dans la mesure du possible.

2.1.1. Site d'insertion chez les patients dont la croissance est achevée et rapports anatomiques

L'os cortical est considéré comme un os fin du corps humain, mais il est suffisamment épais pour assurer une stabilité primaire suffisante à un ancrage orthodontique ; le versant alvéolaire vestibulaire est considéré comme le meilleur site pour cela il est également très accessible.

- Au maxillaire :

En dehors des racines dentaires, un des principaux obstacles anatomiques est le sinus maxillaire. Chez l'adulte, les proportions du sinus maxillaire sont très variables d'un sujet à l'autre, et également chez un même sujet (Fig 17).

Dans la majorité des cas, le sinus occupe tout le corps de l'os maxillaire. Il peut parfois émettre des prolongements dans l'épaisseur des os voisins.

- Le versant vestibulaire postérieur : le principal avantage de ce versant est sa bonne accessibilité. La paroi osseuse est fine mais peut assurer une stabilité primaire suffisante.

Le risque de perforation sinusienne est important et doit être prévenu par un examen radiologique rigoureux. Les minivis doivent être insérées perpendiculairement au rempart osseux et le plus cervicalement possible pour éviter une lésion du sinus.

- L'insertion dans la crête inférieure du processus zygomatique permet d'augmenter la stabilité primaire.

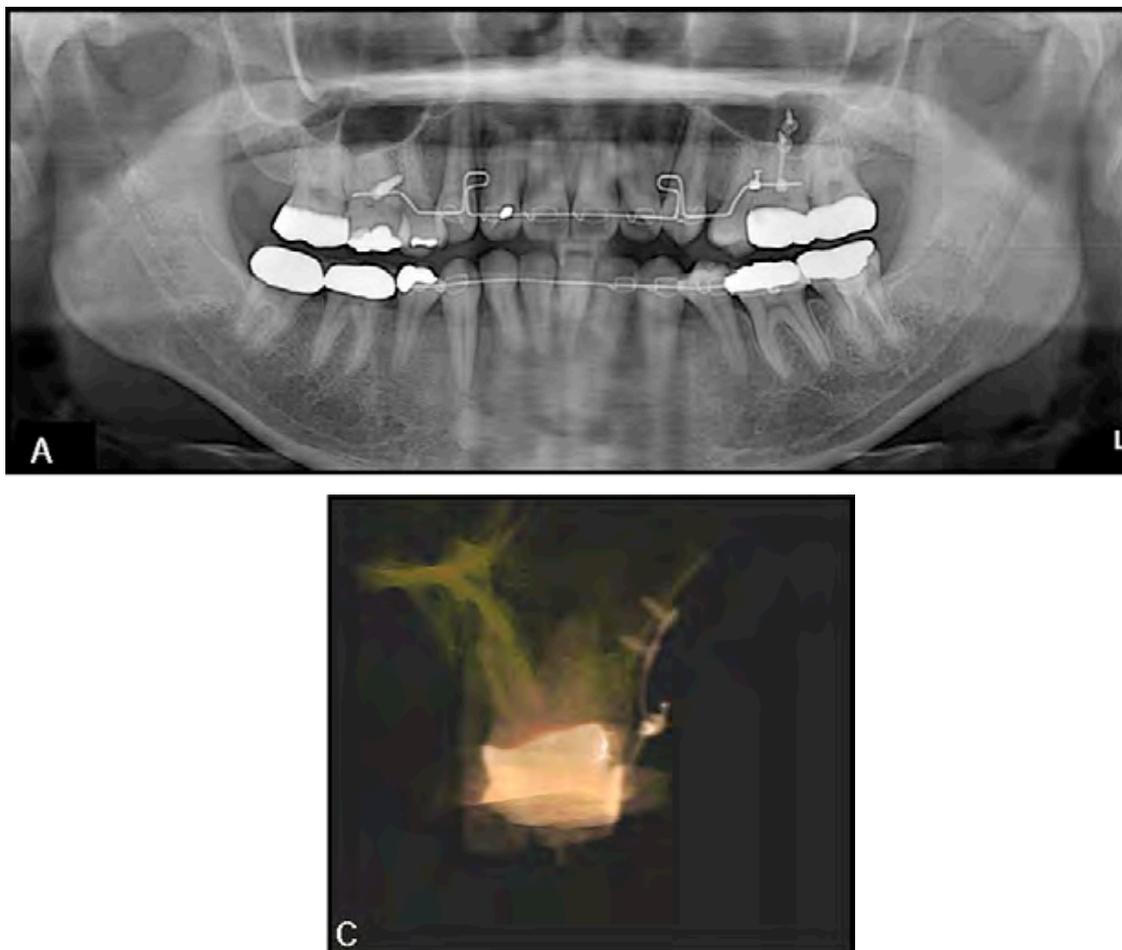


Figure 17 : Radiographie panoramique (A) et cone-beam frontal (C) d'une patiente présentant un sinus maxillaire très volumineux (KIM, 2009)

- A la mandibule :

Le principal élément anatomique rencontré à la mandibule est le paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur qui chemine au sein de l'os spongieux, et n'est pas protégé par une corticale. Cette morphologie le rend vulnérable aux différents éléments mécaniques pouvant l'atteindre.

L'os cortical est plus épais à la mandibule qu'au maxillaire et il est donc plus sûr pour obtenir la stabilité primaire. Mais l'irritation possible par les aliments pendant la mastication est un inconvénient.

- L'implantation des miniplaques dans le versant vestibulaire postérieur permet de réaliser une distalisation molaire.

L'implantation dans ce site génère un traumatisme chirurgical assez important en raison de l'élévation de température consécutive au vissage dans un os cortical épais.

2.1.2. Choix du type de miniplaque (SUGAWARA, 2005)

Au maxillaire, les sites d'implantation sont limités à l'arc zygomatique et à l'orifice piriforme. Des plaques en Y sont en général utilisées dans la crête inférieure du processus zygomatique pour permettre une distalisation molaire (Fig 18 et 19).

Des plaques en I sont en général placées sur le pont antérieur de l'orifice piriforme pour permettre des mouvements d'intrusion des dents antérieures ou une protraction des molaires maxillaires.

Les plaques en croix peuvent être placées au niveau du processus zygomatique.

A la mandibule, l'implantation est possible sur toute la paroi corticale latérale, excepté à l'aplomb du foramen mentonnier (Fig 18 et 20).

Des plaques en T ou L sont placées dans le corps mandibulaire pour réaliser des mouvements d'intrusion, de protraction ou de distalisation des molaires mandibulaires, ou sur le bord antérieur du ramus.

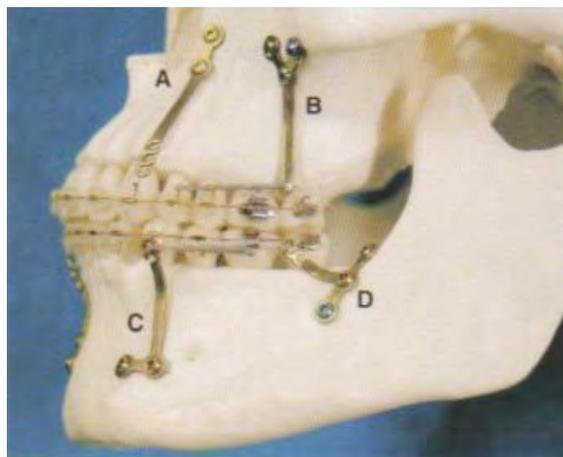


Figure 18 : Les différentes localisations des miniplaques (SUGAWARA, 2005)



Figure 19 : Localisation d'une plaque en I au maxillaire pour les mouvements de distalisation
(KIM, 2009)



Figure 20 : Localisation d'une plaque en I à la mandibule pour les mouvements de distalisation
(KIM, 2009)

2.2. Protocole opératoire (SUGAWARA 2005, CORNELIS 2008, LEE 2008)

2.2.1. Asepsie

Les miniplaques, minivis et les instruments de pose doivent être utilisés dans un environnement aseptique. L'extrémité de l'applicateur est de type femelle, et le sang et la salive peuvent facilement s'y introduire. Elle doit être nettoyée avec une brosse souple et un détergent neutre aussitôt après son utilisation.

2.2.2. Examen préopératoire rigoureux et positionnement précis de la miniplaque

Le clinicien doit diminuer les risques de lésion des structures anatomiques grâce à une connaissance complète de l'anatomie du site d'insertion.

Si le mouvement des dents adjacentes à une miniplaque est planifié, son positionnement doit être précis afin de pouvoir exploiter l'espace disponible au mieux.

L'évaluation du site d'insertion ainsi que le choix du type de plaque et de la longueur des vis se fera à l'aide d'une radiographie panoramique ainsi qu'un scanner si nécessaire.

2.2.3. Prescription d'une prémédication

La gestion de la douleur est indispensable à l'acceptation du patient. Si une des minivis se desserre, elle doit être remise en place, mais l'expérience qu'a acquise le patient de sa première intervention peut grandement modifier son comportement lors de la deuxième.

Une antibiothérapie préopératoire n'est pas indispensable. Cependant, après l'intervention, la prescription d'antibiotiques, d'antalgique ou d'anti-inflammatoires est systématique (CORNELIS, 2008)

2.2.4. Mise en place dans les secteurs postérieurs maxillaire et mandibulaire (CORNELIS 2008, SUGAWARA 2005, CHUNG 2011)

L'intervention se fait en général sous anesthésie locale, avec sédation intra-veineuse si nécessaire.

- La crête inférieure du processus zygomatique du maxillaire a été choisie pour sa solidité osseuse et pour sa localisation entre la première et la seconde molaire supérieure. Cela permet d'amener le point d'application de la force à proximité du centre de résistance de la première molaire supérieure permanente situé au niveau de la furcation radiculaire.

A la mandibule, on place la miniplaque sur la paroi latérale du corps mandibulaire.

- La première incision est verticale et fait environ 1 cm. Elle est parallèle et mésiale par rapport à la crête et va jusqu'à 1 mm en dessous de la Ligne Muco Gingivale (LMG), dans la gencive attachée. La deuxième incision est horizontale et part de la première (Fig 21). Elle est parallèle à la LMG et s'étend en distal. Pour éviter une interférence avec les mécaniques orthodontiques, l'incision ne doit pas être trop proche des dents. A la mandibule, le protocole opératoire est identique mais l'incision est réalisée en L inversé.

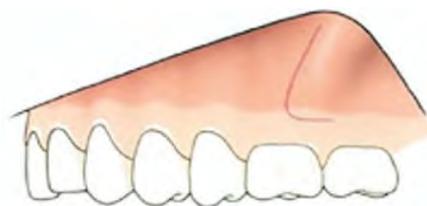


Figure 21 : Incision au maxillaire (DE CLERCK, 2008)

- Elévation d'un lambeau mucopériosté par dissection subpériostée permettant d'exposer la corticale osseuse (Fig 22).
Le lambeau permet de dégager l'os et faciliter le placement de la miniplaque sur le bord inférieur du processus zygomatic au maxillaire, ou sur la paroi latérale du corps mandibulaire.

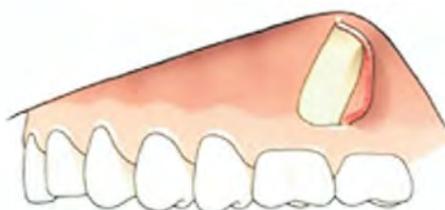


Figure 22 : Elévation d'un lambeau au maxillaire (DE CLERCK, 2008)

- Le mécanisme est positionné pour que la barre de connexion ronde du col pénètre les tissus mous exactement à l'angle du « L » de l'incision à 1mm sous la LMG (Fig 23). Le centre des trous dans la miniplaque est sur le sommet de la crête du processus zygomatique.

Un premier trou avec un diamètre de 1.65 mm est percé à travers le trou central de la miniplaque.

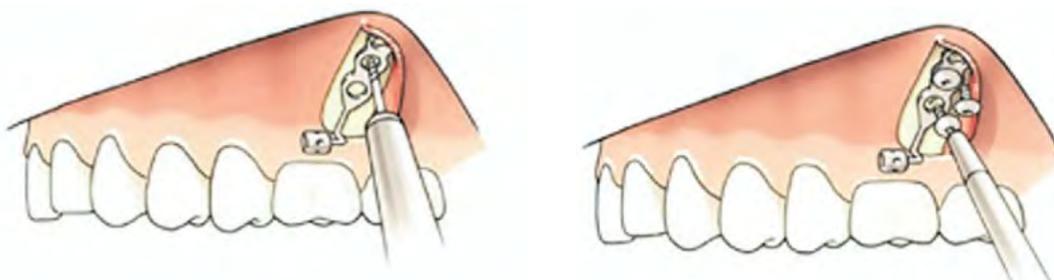


Figure 23 : Mise en place de la miniplaque au maxillaire (DE CLERCK, 2008)

- La première vis n'est pas complètement serrée dans le but de donner un peu de rotation à la miniplaque et de pouvoir l'ajuster idéalement.

Le trou inférieur est percé et la vis insérée, suivi par le trou supérieur et toutes les vis sont serrées pour assurer une forte et stable rétention. Les vis sont serrées avec un tournevis spécial sans torque. Le cylindre doit pénétrer la gencive attachée devant la furcation radiculaire des premières molaires perpendiculairement à la surface de l'os alvéolaire.

- Après rinçage avec une solution saline, la fermeture est assurée en un seul plan avec des sutures résorbables 4-0. Le lambeau muco-périosté est positionné par la première suture juste en avant du col de l'ancrage osseux. Des sutures additionnelles sont placées jusqu'à l'obtention d'une bonne fermeture (Fig 24 et 25). L'unité de fixation est orientée parallèlement à l'os alvéolaire avec une vis de verrouillage dépassant en avant. L'unité de fixation doit être courbée parallèlement à l'arc dentaire.

Le fait que la barre de connexion passe au niveau de la LMG ou à 1mm dans la gencive attachée permet une fermeture serrée des tissus et facilite la cicatrisation (Fig. 27).

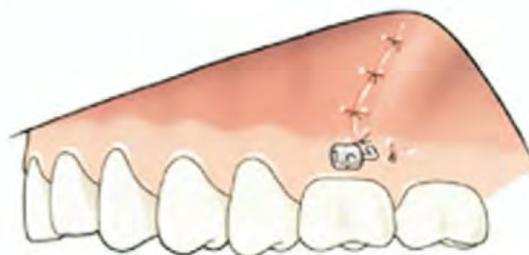


Figure 24 : Représentation des miniplaques au maxillaire après la pose (DE CLERCK, 2008)

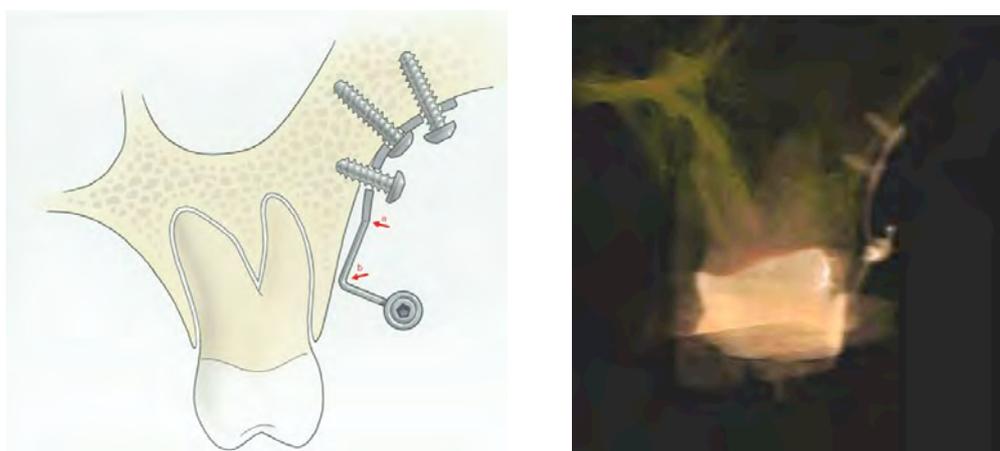


Figure 25 : Vue frontale d'une miniplaque après la pose dans la région postérieure maxillaire (CHUNG, 2011)

- Procédure chirurgicale pour la mise en place des plaques en croix (Fig 26) :
 - Réalisation d'une incision horizontale au niveau de l'arc zygomatique. Quand la position de la tête de la plaque est décidée, réalisation d'une deuxième incision de 3 mm de longueur parallèle à la première et située 2 mm plus apicalement (A).
 - Elévation d'un lambeau muco-périosté à l'aide d'un élévateur (B).
 - Mise en place de la miniplaque sur la surface osseuse à travers la seconde incision et exposition du tube dans la cavité orale (C-D).
 - Mise en place des minivis à travers la seconde incision (E).
 - Suture à l'aide de fil de soie non-résorbable (F).

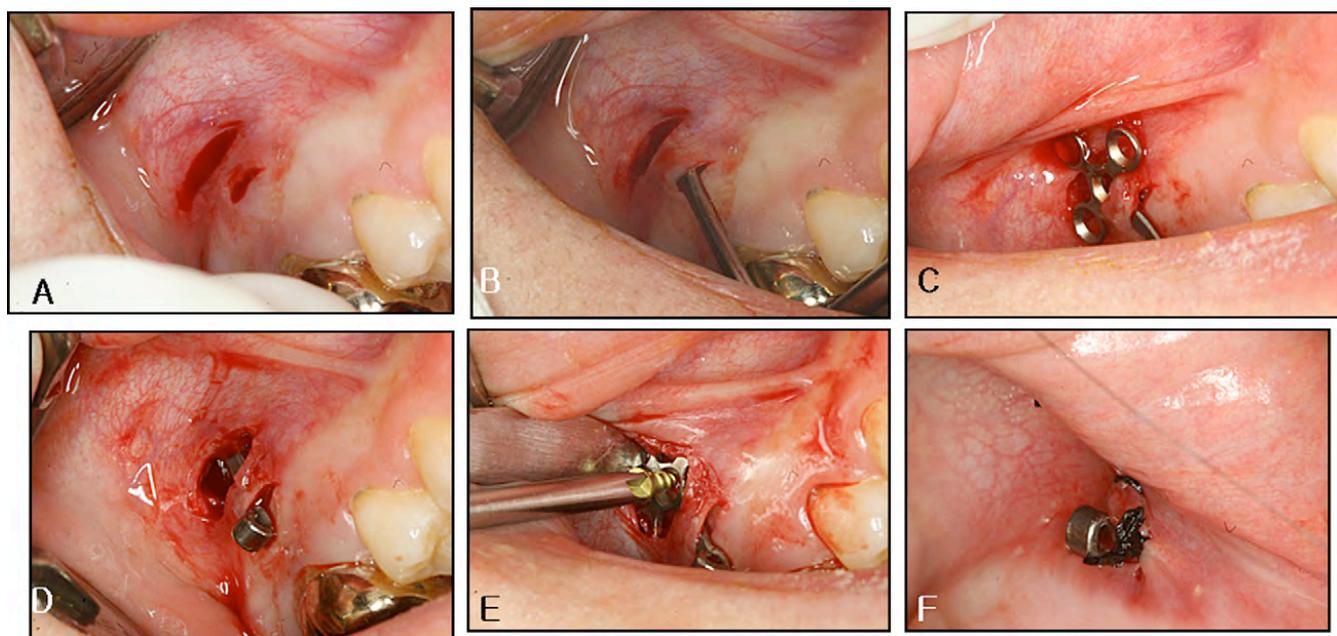


Figure 26 : Mise en place des plaques en croix au maxillaire (CHUNG, 2011)



A



B



C



D



E

Fig 27 : Mise en place d'une miniplaque de distalisation au maxillaire

- A : Site opératoire
- B : Elévation du lambeau
- C : Ajustage de la plaque
- D : Mise en place des minivis
- E : Site opératoire après réalisation des sutures

3. La dépose (CORNELIS, 2008)

Il faut déposer les miniplaques dès que l'ancrage n'est plus nécessaire et ceci avant même la fin du traitement orthodontique pour éviter une apposition osseuse et donc des difficultés opératoires.

La dépose des vis en elles-mêmes n'est pas très complexe.

La dépose est faite sous anesthésie locale. Une petite incision muco-périostée est réalisée pour exposer la mini-plaque et les vis. Il faut ensuite rincer avec une solution saline et suturer.

La dépose est plus simple et plus rapide que la pose.

Selon une étude réalisée par CORNELIS et DE CLERCK en 2008 sur 97 patients, soit 200 miniplaques posées, dans 81,4% des cas l'intervention dure moins de 15 minutes.

Dans cette étude, les praticiens et les patients ont été soumis à un questionnaire portant sur l'intervention et les suites opératoires. Selon ces auteurs, la douleur est présente pendant les cinq jours qui suivent la pose des miniplaques, et pendant quatre jours après leur dépose. De plus, la douleur est considérée par 47 % des patients comme étant modérée et un quart des patients ne prennent pas d'antalgiques après les deux interventions.

Des bains de bouche à la chlorhexidine sont prescrits durant la semaine suivant la dépose, en complément d'un brossage des miniplaques deux fois par jour.

4. Facteurs de risques et complications (SUGAWARA 2005, CORNELIS 2008, HOSTE 2008)

4.1. facteurs de risque généraux (HOSTE, 2008)

Bien que la majorité des miniplaques soient posées sous anesthésie locale et nécessitent une intervention peu traumatisante, un bon état de santé général du patient est important, notamment dans la prévention d'une inflammation autour de la plaque.

- *Le tabac :*

Les patients qui fument plus de 10 cigarettes par jour sont considérés comme des « grands fumeurs » et ont une cicatrisation moins rapide.

Chez ces patients le taux d'échec est plus important, notamment par résorption osseuse autour des vis supportant la miniplaque. De plus, si le contrôle de plaque n'est pas bon, les auteurs conseillent d'arrêter de fumer au moins une semaine avant la pose et pendant huit semaines après.

- *L'âge :*

Etant donné que les systèmes de miniplaques sont de plus en plus petits et laissés en place pendant une courte période, ils n'ont pas d'influence sur la croissance osseuse. Cependant, la mise en place des SAS dans la région médio-palatine ne doit pas être réalisée avant la fin de la calcification de la suture.

- *Le risque d'endocardite infectieuse :*

Une antibioprofylaxie est recommandée chez les patients présentant un risque d'endocardite infectieuse.

- *Diabète :*

La mise en place de SAS est déconseillée chez les patients présentant un diabète insulino-dépendant non-contrôlé. En effet, ces patients sont particulièrement susceptibles aux lésions parodontales et présentent une cicatrisation diminuée.

Les patients ayant un diabète bien contrôlé avec une bonne hygiène orale sont tout de même sujets à des échecs du fait de leur susceptibilité à l'inflammation gingivale.

- *Arthrite juvénile idiopathique :*

Il n'y a pas de contre-indication à la mise en place de SAS chez des patients présentant une arthrite juvénile idiopathique.

- *Médicaments :*

Certains médicaments vont entraîner des pertes de miniplaques. Il s'agit des biphosphonates, des anti-épileptiques, de antiagrégants plaquettaires et des anti-coagulants.

4.2. Facteurs de risque locaux

- *Gingivites et parodontites :*

L'inflammation gingivale étant la cause majeure d'échec après la mise en place de SAS, il est très important de motiver le patient et de le sensibiliser à son hygiène orale. Une brosse mono-touffe peut s'avérer utile pour l'entretien de la miniplaque.

- *La limitation d'ouverture buccale :*

La mise en place et l'accès aux SAS peuvent être rendu difficile, voir impossible, en cas de limitation d'ouverture buccale.

- *La qualité osseuse :*

Il n'est pas nécessaire d'attendre la cicatrisation osseuse pour se servir des SAS comme ancrage car la stabilité primaire du dispositif est apportée par la rétention mécanique. Le dispositif de traction peut donc être activé immédiatement après la pose.

La quantité d'activation qui peut être effectuée est proportionnelle à l'étendue de la surface de contact entre l'implant et la surface osseuse.

La qualité et la densité osseuses vont influencer la stabilité primaire : l'os corticale et une bonne densité osseuse permettent une meilleure résistance de la plaque

- *La radiothérapie :*

Pour permettre une bonne cicatrisation au niveau des sites osseux sur lesquels des SAS doivent placés chez les patients sujets à une radiothérapie, un traitement par oxygène hyperbarique doit être envisagé. Ce traitement est seulement efficace sur les composants vasculaires et les tissus cicatriciels.

4.3. Les complications (SUGAWARA, 2005, KURODA, 2007, DE CLERCK, 2008)

Pour SUGAWARA, on note quelques rares cas d'infection, pour 10% des patients, qui sont traités par l'utilisation de bains de bouche antiseptiques et de bonnes habitudes de brossage. Dans les cas les plus sévères, un traitement par antibiotiques est nécessaire.

Une bonne hygiène buccale est également indispensable pour limiter les suites opératoires.

Par ailleurs, la perte des plaques est observée chez 1% des patients.

Dans une étude publiée en 2008, DE CLERCK note deux types de complications : la mobilité du système d'ancrage d'origine mécanique et la mobilité d'origine infectieuse.

La mobilité d'origine infectieuse peut être prévenue par l'utilisation d'une barre de connexion de section ronde et par un brossage soigné des miniplaques et de la muqueuse périphérique avec une brosse à dent souple.

La mobilité d'origine mécanique peut se retrouver dans le cas de patients cherchant sans cesse le contact de la miniplaque avec leur langue. Les forces mécaniques ainsi développées sont intermittentes, d'intensité variable et peuvent augmenter la mobilité du système d'ancrage, même en l'absence d'infection.

Par ailleurs, DE CLERCK rapporte que l'oedème post-opératoire est un problème constant. Son volume est variable, et il persiste en moyenne 5,3 +/- 2,8 jours après la pose et 4,5 +/- 2,6 jours après la dépose.

Notons également que sur une période de quatre ans, soit 265 plaques posées, l'auteur a observé seulement la perte de 15 plaques.

Dans une étude réalisée sur 75 patients, KURODA et coll. (2007) ont montrés que le taux de succès était supérieur à 80 %. Dans leur étude, les activations débutaient entre 4 et 12 semaines après la pose des miniplaques, et les dispositifs de traction délivraient des forces comprises entre 50 et 200g. Ils ont également rapportés que tous les patients ayant subis un lambeau pour la mise en place de la plaque ont ressentis une douleur après l'intervention.

Les autres complications qui sont rapportées sont les fractures des mini-plaques, les résorptions des racines des dents adjacentes ou les récessions gingivales quand la tête de la plaque émerge dans la gencive libre.

5. Avantages et inconvénients des miniplaques par rapport aux minivis

5.1. Avantages des miniplaques par rapport aux minivis

- plusieurs études montrent des taux de succès compris entre 80 et 100% (KURODA 2007, SUGAWARA, 2008) pour l'utilisation des plaques. Pour MOON (2010), le taux de succès est de 79% pour les minivis, donc légèrement inférieur.

- Les plaques supportent des forces plus importantes que les minivis. Cela permet de réaliser des mouvements très difficiles, notamment l'ingression molaire chez les sujets hyperdivergents. En effet, pour SUGAWARA (1999), une force de 500 grammes induit un mouvement d'ingression, provoquant la fermeture de béances incisives et une diminution du FMA de 3°.

Les minivis peuvent supporter des forces de 150 à 400 grammes (JANSSEN, 2008), ce qui paraît insuffisant pour de tels mouvements.

5.2. Inconvénients des miniplaques par rapport aux minivis

- Bien qu'elles soient bien supportées par le patient, la mise en place et la dépose des miniplaques sont un peu plus complexes que pour les minivis. Ainsi, certains sites opératoires peuvent nécessiter une anesthésie générale, en particulier chez les patients anxieux.
- Le coût des plaques est également plus important que celui des vis.

III. UTILISATION CLINIQUE DES MINIPLAQUES CHEZ L'ADULTE

1. Le mouvement de distalisation.

1.1. Le mouvement de distalisation à l'arcade maxillaire.

Dans la littérature, on trouve très peu d'études portant sur la distalisation des molaires. On trouve essentiellement des descriptions de cas cliniques.

1.1.1. Traitements sans extraction de prémolaires

En 2006, SUGAWARA et coll. publient une étude sur la distalisation des molaires maxillaires chez l'adulte par SAS.

- Cette étude est réalisée sur 25 patients adultes (22 femmes et 3 hommes) traités avec succès par SAS placées sur l'arc zygomatique.

Les paramètres étudiés sont le mode de distalisation, la différence entre les résultats souhaités et obtenus, et l'influence de l'âge du patient sur la distalisation.

- L'âge moyen de début de traitement est de 23 ans +/- 11 mois.

Chez 12 patients, les 3èmes molaires ont été extraites, chez 5 d'entre eux ces dents étaient absentes, et chez 6 patients les 2èmes molaires ont été extraites à cause de difficultés pour l'extraction des dents de sagesse.

La durée de traitement par SAS est de 19 mois.

- La distalisation molaire à été réalisée après les phases d'alignement et nivellement.

L'arc utilisé était de l'Elgiloy bleu 0.018X0.025.

La distalisation a été effectuée dent par dent pour la première molaire maxillaire et pour les prémolaires, puis en masse pour les canines et incisives (Fig 28 et 29).

Les forces utilisées étaient de 200 grammes pour la distalisation simple et de 500 grammes pour la distalisation en masse. Les forces étaient délivrées par des ressorts ouverts en NiTi.

- Les résultats de cette étude montrent une distalisation moyenne des premières molaires maxillaires de 3,78 mm au niveau de la couronne et de 3,20 mm au niveau de la racine.

De plus, les molaires maxillaires sont déplacées indépendamment de l'âge du patient et de l'extraction des deuxièmes ou troisièmes molaires.

La protrusion maxillaire ou les encombrements antérieurs peuvent être corrigés par distalisation molaire sans coopération du patient.

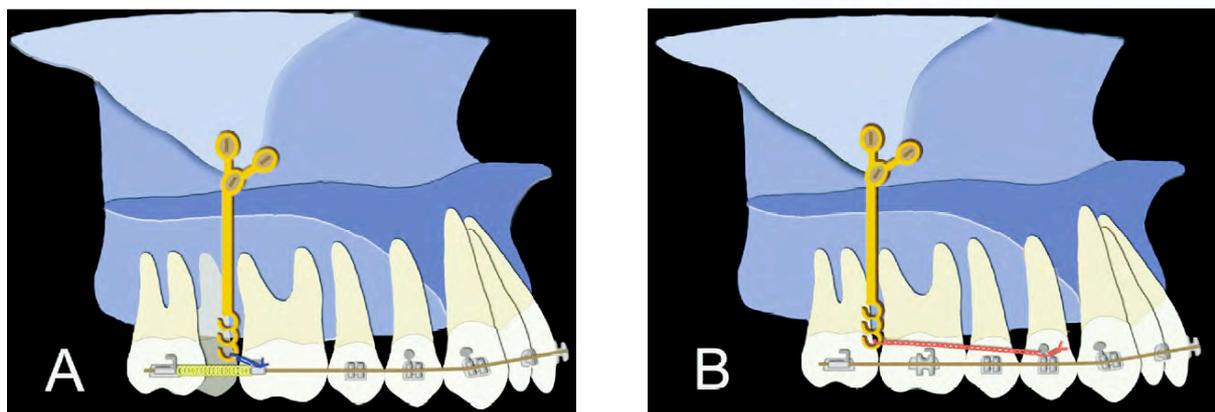


Figure 28 : Illustration de la distalisation séquentielle (A) puis en masse de l'arcade maxillaire (B) (SUGAWARA)

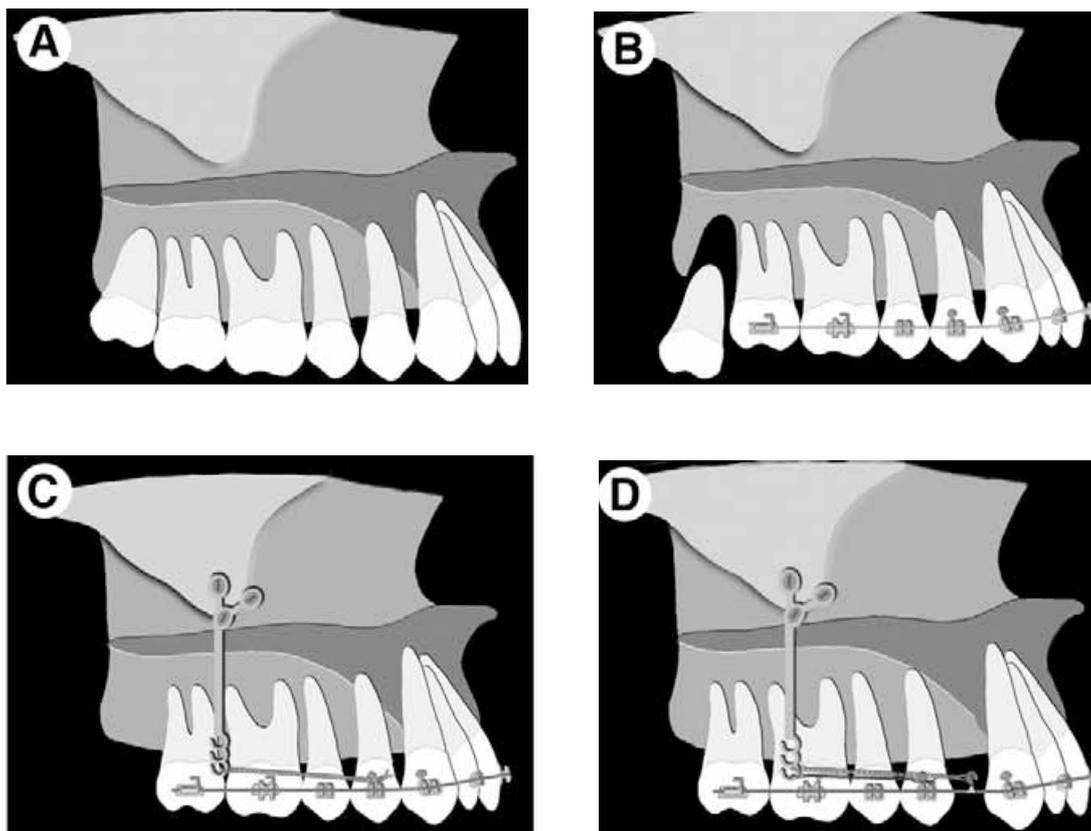


Figure 29 : Illustration de la distalisation en masse de l'arcade maxillaire (SUGAWARA)

En 2007, CORNELIS et DE CLERCK publient une autre étude sur la distalisation de molaires maxillaires par miniplaques chez l'adulte.

- Cette étude porte sur 17 patients, avec un total de 31 plaques. Ces plaques d'ancrage sont placées sur la crête du processus zygomatique du maxillaire.

L'âge moyen de début de traitement était de 27 ans et 3 mois.

- Le début de traitement consiste à la mise en place du dispositif multi-attaches sur les deuxièmes molaires, les canines et incisives maxillaires.

Trois semaines après la pose des miniplaques, la force de distalisation est appliquée par un élastique ou un ressort ouvert, tendus entre la miniplaque et un crochet antérieur fixé sur un arc rond. Ce dispositif délivre une force de 150 grammes (Fig 30).

L'arc utilisé est un arc Australien .016.

- Une Classe I molaire est obtenue après durée moyenne de 7 mois +/- 2.

La distalisation moyenne est de 3,27 +/- 1,75 mm.

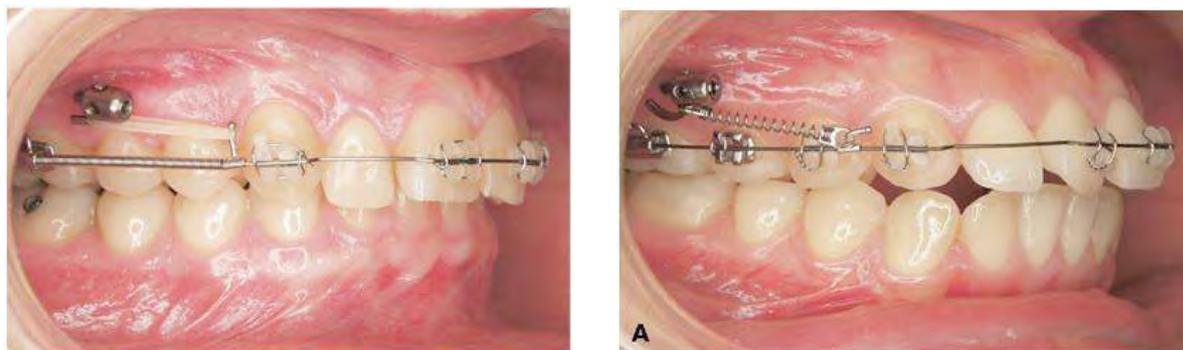


Figure 30 : Illustration des différents types de traction (DE CLERCK)

Pour DE CLERCK, la thérapeutique de distalisation en masse de l'arcade maxillaire sans extractions comporte trois étapes : le recul du secteur postérieur, la fermeture des espaces créés et la correction du surplomb résiduel.

- Le recul du secteur postérieur (Fig 31) :

La distalisation des premières molaires maxillaires va être réalisée après les phases d'alignement et de nivellement. Un jig coulissant ou un ressort hélicoïdal fermé avec un crochet coulissant (fermé de section ronde) est placé sur un fil en acier inoxydable .016 x .016 ou bien sur un fil circulaire .016 entre chaque tube molaire et chaque bracket canin. Le jig coulissant ou le ressort hélicoïdal fermé est poussé contre le côté mésial du tube molaire par un élastique attaché à une extension de la tête de la plaque.

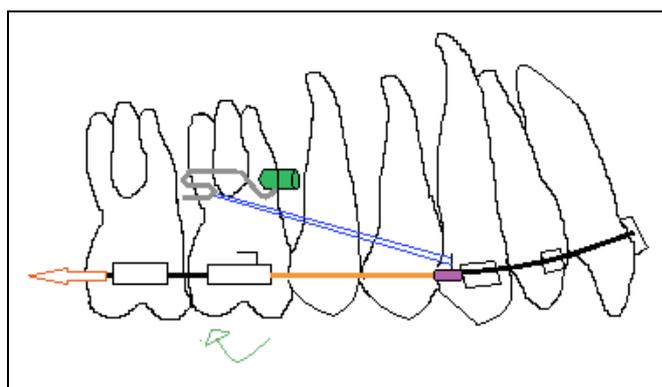


Figure 31 : Illustration du recul du secteur postérieur dans le cadre d'une distalisation en masse de l'arcade maxillaire (SENAGE, 2011)

La traction élastique est représentée en bleu, le crochet coulissant en violet, la tête de la plaque en vert et le ressort hélicoïdal en orange.

Durant la distalisation, la première molaire subit une rotation autour de sa racine palatine (flèche verte).

Les premières et deuxièmes molaires sont collées en même temps. Durant ce mouvement, les

fibres supra crestaes entre les premières molaires et les prémolaires sont étirées et les prémolaires suivent en partie le mouvement. Les prémolaires ne doivent pas être collées durant cette phase de distalisation molaire car la friction de l'arc contre les attaches de ces dents limite ce mouvement spontané. Le jig coulissant ou le ressort hélicoïdal vont délivrer une force en mésial du tube molaire et à distance de son centre de résistance, provoquant une rotation de la dent autour de sa racine palatine. Le collage des secondes molaires minimise cet effet. Pour éviter une compression dans le second tube l'arc doit être rallongé de 3-4 mm postérieurement au tube et plicaturée parallèlement au plan occlusal.

Les premières molaires peuvent aussi être distalisées en compressant un ressort hélicoïdal ouvert en nickel titane contre les premiers tubes molaires et en l'activant par une ligature reliée à l'ancrage. Cependant cette technique présente un inconvénient. En effet, en cas de casse de la ligature le ressort va provoquer une pression contre la canine, entraînant une perte d'ancrage avec une augmentation du surplomb. De plus, la composante verticale de la force délivrée par la ligature va provoquer une rotation corono-distale de la canine et une augmentation de la supraclusion. L'utilisation d'une extension à l'ancrage osseux permet également de réduire cette composante verticale.

Dans le cas d'une distalisation en masse, les canines sont distalées en même temps que les molaires.

- La fermeture des espaces créés (Fig 32) :

Une fois que la Classe I molaire est obtenue, les attaches des prémolaires sont collées. Les prémolaires et les incisives sont nivelées à l'aide d'un arc en nickel-titane. Durant la distalisation canine, les molaires sont maintenues en classe I par des ressorts reliés au système d'attache. Des élastiques sont attachés entre les canines et les ancrages osseux pour permettre leur distalisation et fermer les espaces résiduels entre les canines et les premières molaires.

Le système relié au système d'ancrage et aux molaires permettant d'éviter une perte d'ancrage n'est déposé que lorsque tous les diastèmes sont fermés.

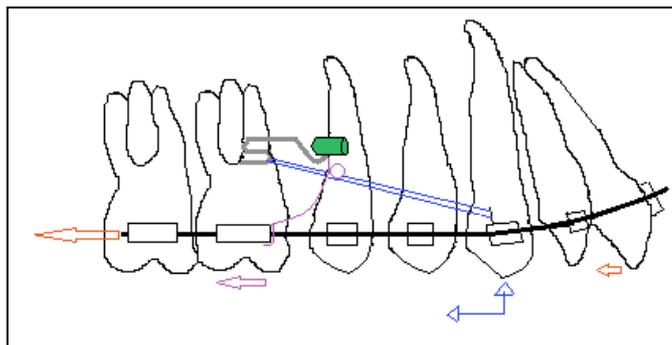


Figure 32 : Illustration de la fermeture des espaces créés après distalisation molaire (SENAGE, 2011)

La position des molaires est assurée par un ressort tendu entre l'ancrage et les molaires (violet). Après la mise en place des attaches prémolaires, la canine est distalée à l'aide d'un élastique relié au système d'ancrage.

- La correction du surplomb résiduel (Fig 33) :

Une fois les espaces entre les canines et prémolaires fermés, le surplomb résiduel va être corrigé à l'aide d'un arc en acier de section .016 X .022 comportant une boucle en T distalement aux incisives latérales. Ces boucles de rétraction vont également permettre de réaliser une intrusion des incisives s'il persiste une supraclusion. Les élastiques de rétraction canine sont maintenus en place pour éviter une perte d'ancrage des prémolaires.

Les finitions sont ensuite réalisées sur un arc TMA.

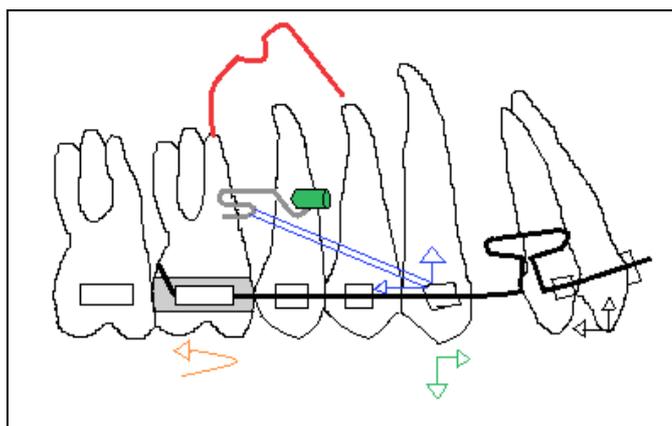


Figure 33 : Illustration de la rétraction et de l'intrusion incisive (SENAGE, 2011)

Les flèches vertes représentent les forces de rétraction qui ont tendance à extruder et mésialer canines. Les élastiques (bleu) évitent la mésialisation du secteur postérieur. Un arc transpalatin (rouge) peut être mis en place pour contre-balancer les forces de rétraction qui tendent à provoquer une rotation molaire.

1.1.2. Traitements avec extraction de prémolaires

En 2006, CORNELIS et DE CLERCK publient une étude portant sur l'utilisation de miniplaques chez l'adulte pour la correction de malocclusions de Classe II avec extraction des premières prémolaires.

- Cette étude portait sur 31 patients, avec un total de 59 miniplaques placées sur la crête du processus zygomatique du maxillaire.

Après alignement et nivellement de l'arcade maxillaire, le dispositif de traction a été mis en place. La distalisation a été réalisée en deux étapes : la distalisation des canines, puis celle des incisives.

- La distalisation des canines (Fig 34) :

Les canines sont distalisées en premier par mécanique de glissement via un arc australien .016 ou du fil en acier inoxydable .016 x .016. Les ailes distales des boîtiers des canines sont liées fixement à l'arc par une ligature .010 pour éviter de possibles rotations. Des élastiques avec une force de 100 à 130 grammes sont tendus entre les canines et les extensions des unités d'ancrage. Le changement des élastiques est quotidien. Pour éviter l'augmentation du surplomb par protrusion des incisives supérieures, toutes les incisives ne sont pas collées pour corriger l'encombrement antérieur lors de cette phase.

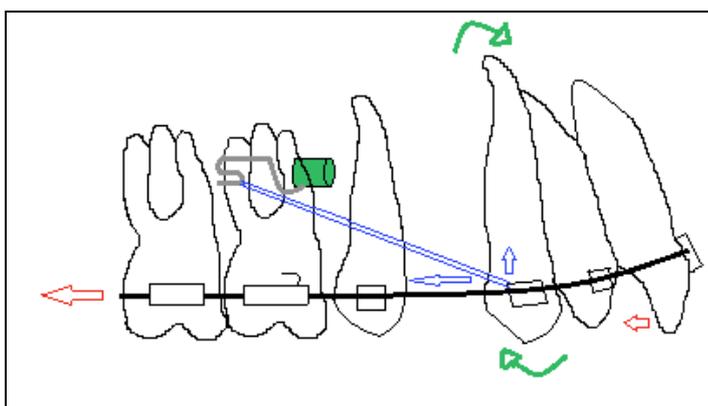


Figure 34 : Illustration de la rétraction canine après extraction des premières prémolaires
(SENAGE, 2011)

Les élastiques (bleu) tendus entre l'attache de la canine et l'unité d'ancrage exerce un couple de force sur la canine (flèches bleues). Ceci provoque également une rétraction des incisives (flèche rouge). Les flèches vertes indiquent le moment appliqué à la canine.

Lors de la distalisation canine, la rotation initiale de cette dent entraîne un déplacement palatin de la première molaire et donc une réduction de la distance inter-molaire. Pour éviter cet effet, les deuxièmes molaires doivent être prise en charge.

- Le recul incisif (Fig 35) :

Une fois les canines positionnées en Classe I, le surplomb et la supraclusion résiduels sont corrigés à l'aide d'arcs en acier de section .016 X .022 comportant des boucles en T distalement aux incisives latérales. Il est important d'attendre la Classe I canine pour que les forces intrusives ne génèrent pas une force de rétraction distalement aux boucles, ce qui provoquerait une extrusion et une mésialisation canine.

Pour permettre la rétraction des incisives, les boucles sont légèrement ouvertes en courbant la portion de l'arc distale aux tubes molaires.

Un arc transpalatin peut être mis en place pour éviter une rotation des premières molaires. La correction de l'encombrement antérieur est réalisée après la distalisation canine.

Après la rétraction des incisives, les finitions sont réalisées sur un autre arc en acier ou sur un arc en TMA.

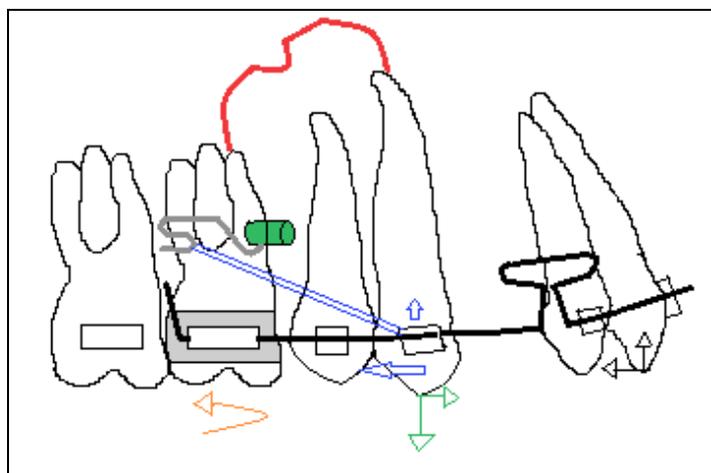


Figure 35 : Illustration de la rétraction incisive (SENAGE, 2011)

Les boucles en T provoquent une intrusion et une rétraction des incisives (flèches noires). Les forces de réaction (vert) provoquent une extrusion et une mésialisation des canines. Les flèches bleues représentent le couple de force exercé par les élastiques sur les canines.

Quand le système d'ancrage est placé dans la portion apicale de la région molaire ou sur la crête inférieure du processus zygomatique, la ligne de force liant la canine à l'ancrage est dirigée légèrement vers le haut. Ceci peut être intéressant pour éliminer une interférence occlusale lors de la distalisation canine. Cela rajoute aussi une composante intrusive à la force exercée sur le segment antérieur ce qui est intéressant pour corriger une supraclusion.

1.2. Le mouvement de distalisation à l'arcade mandibulaire.

Le mouvement de distalisation des molaires mandibulaires est très difficile à réaliser, encore plus que pour les molaires maxillaires. Bien que quelques dispositifs tels que les FEO ou le lip bumper ont été décrits pour réaliser une distalisation des molaires mandibulaires, il existe très peu d'études sur l'utilisation des miniplaques d'ancrage pour réaliser ce mouvement. Seuls JENNER et FITZPATRICK (1985) avaient rapportés le cas d'un patient chez qui un ancrage squelettique avait été utilisé pour distaler une molaire mandibulaire. Depuis, SUGAWARA s'est particulièrement intéressé à cette technique.

En 2004, SUGAWARA et coll. publient une étude sur la distalisation des molaires mandibulaires par SAS chez les patients adultes.

-Le but de l'étude était de mesurer la quantité de distalisation des molaires mandibulaires, d'évaluer le type de mouvement ainsi que la stabilité un an après traitement.

L'étude a été réalisée sur 15 patients adultes (12 femmes et 3 hommes), soit 29 molaires mandibulaires distalées avec succès.

L'âge moyen de début de traitement était de 26,9 ans.

Les miniplaques ont été placées distalement aux deuxièmes molaires, sur le bord antérieur du ramus.

Deux méthodes de distalisation ont été utilisées :

✓ La distalisation dent par dent :

Elle nécessite l'extraction de la troisième molaire afin de créer l'espace suffisant pour la distalisation des autres dents.

- Après les phases d'alignement et de nivellement, des arcs rigides en acier .018X.025 ou .019X.026 sont mis en place.

- Des plaques en L sont posées sur le bord antérieur du ramus.

- Le boîtier de la première molaire est déposé, puis une force de distalisation est appliquée sur la deuxième molaire à l'aide d'un ressort ouvert.

Afin d'éviter une mésialisation des prémolaires, la première prémolaire est fortement ligaturée à la miniplaque.

- Après distalisation de la deuxième molaire, la première molaire est distalée selon la même procédure.

✓ La distalisation en masse de l'arcade (Fig 36) :

Les séquences avant distalisation sont les mêmes que pour la distalisation molaire par molaire, mais les principes mécaniques sont plus complexes.

Une force directe de rétraction molaire est appliquée par la plaque sur les premières prémolaires pour permettre une distalisation en masse. Des chainettes élastiques ou des ressorts fermés en NiTi délivrent la force.

- Les résultats de l'étude montrent une distalisation moyenne des premières molaires de 3,5 mm +/- 1,4 mm au niveau de la couronne, et de 1,8 mm au niveau de la racine.

La quantité moyenne de récidive un an après traitement est de 0,3 mm, soit 9 %. Ce déplacement n'est pas considéré comme significatif.

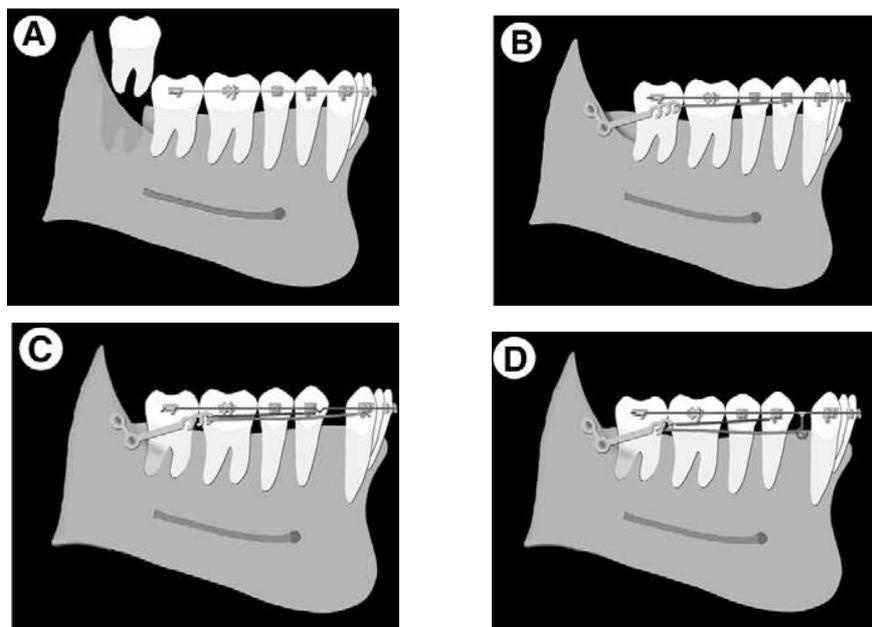


Figure 36 : Illustration de la distalisation en masse de l'arcade mandibulaire.

Les SAS présentent de nombreux avantages : ils permettent notamment de réaliser des mouvements dentaires difficiles comme les intrusions ou les distalisations des molaires mandibulaires. Ils permettent également de contrôler le déplacement des dents dans les trois dimensions de l'espace, et d'éviter le recours aux extractions de prémolaires, même dans des cas d'encombrement important ou de Classe III symétriques ou asymétriques.

Cependant, même si il a été montré que la récurrence est minimale et non corrélée à la quantité de distalisation, des études portant sur un plus grand nombre de patients, et sur la stabilité à long terme doivent être réalisées.

1.3. Présentation de cas cliniques

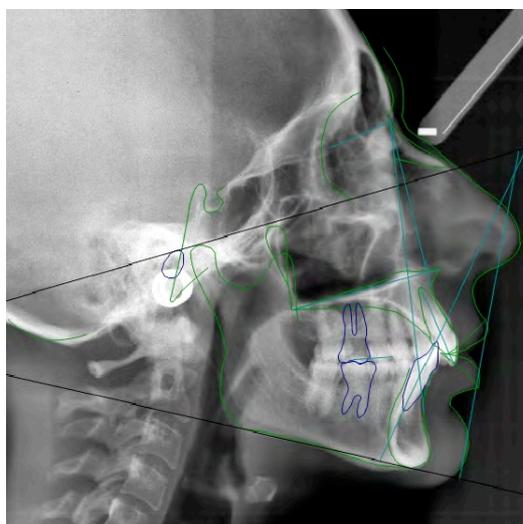
Exemple de distalisation de l'arcade mandibulaire en vue d'une chirurgie d'avancée mandibulaire.

Le profil de cette patiente impliquait une avancée mandibulaire conséquente afin de permettre une réelle amélioration esthétique post-chirurgicale. Malheureusement, le surplomb initial ne permettait pas de réaliser une avancée suffisante. Plutôt que de réaliser des extractions de prémolaires afin de recréer un surplomb suffisant, deux miniplaques ont été placées entre les premières et deuxièmes molaires mandibulaires afin de permettre une distalisation globale de l'arcade mandibulaire. Des corticotomies ont été réalisées parallèlement à la mise en place des plaques.

Orthodontiste : Dr J. J. AKNIN

Chirurgien : Pr J. L. BEZIAT

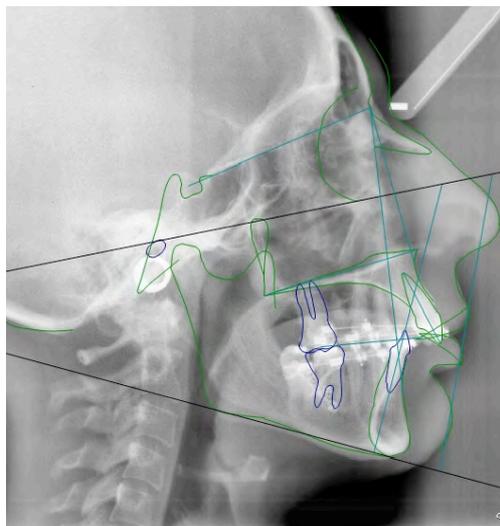
Bilan initial :



En cours de distalisation :



Réévaluation en fin de préparation orthodontique, avant la chirurgie :



2. Le mouvement de mésialisation (DE CLERCK, 2006)

Les indications de la mésialisation par miniplaques sont assez limitées. Ce type de mouvement peut être recherché dans des cas d'agénésie de prémolaires ou suite à l'extraction d'une première molaire délabrée où l'on cherche à travailler avec un ancrage antérieur maximal, notamment chez des patients présentant un profil plat ou rétrusif.

Dans la majorité des cas les plaques d'ancrage sont positionnées entre les canines et les incisives latérales.

La mésialisation est ensuite réalisée dent par dent ou en masse par utilisation de ressorts en NiTi ou par des chaînettes élastomériques tendues entre les dents à déplacer et la plaque.

Présentation de cas cliniques :

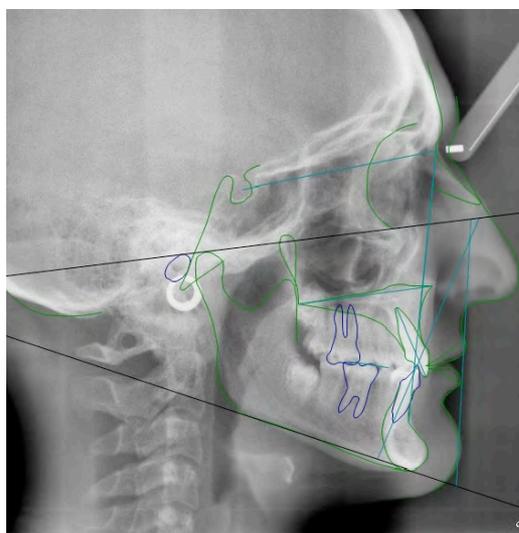
Exemple de mésialisation de l'arcade mandibulaire en vue d'une chirurgie d'avancée et d'expansion maxillaire.

La patiente est venue consulter en raison de l'apparence de son nez, qu'elle jugeait disgracieuse. Il a été décidé d'avancer chirurgicalement le maxillaire afin d'améliorer son profil. La préparation pré-chirurgicale impliquait de mettre les incisives maxillaires et mandibulaires en bout-à-bout, si possible sans réaliser d'extractions supplémentaires (2 extractions de prémolaires ayant été réalisées lors d'un traitement orthodontique précédent). Ainsi deux miniplaques ont été placées entre les incisives latérales et canines mandibulaires afin de réaliser une mésialisation globale de l'arcade mandibulaire. Des corticotomies ont été réalisées parallèlement à la mise en place des plaques.

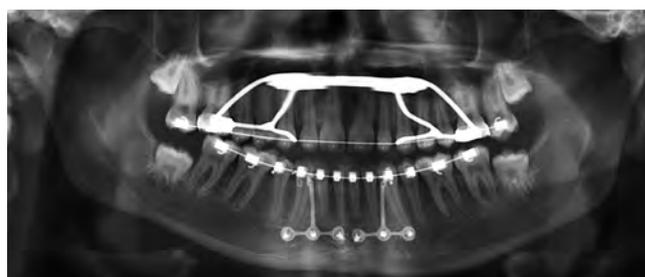
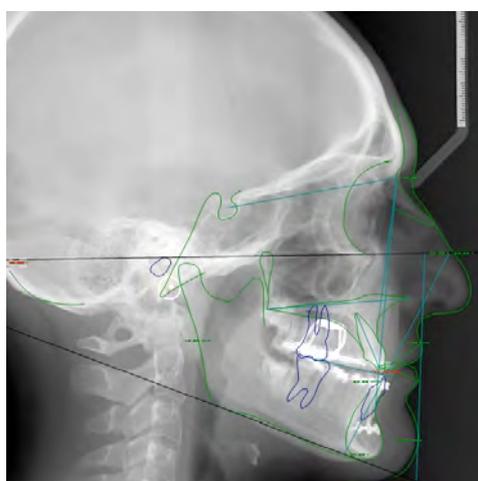
Orthodontiste : Dr J. J. AKNIN

Chirurgien : Pr J. L. BEZIAT

Bilan initial :



Réévaluation en fin de préparation orthodontique, avant la chirurgie :



3. Le mouvement d'ingression.

Ce type de déplacement peut porter sur les dents antérieures ou postérieures. Ce mouvement peut être réalisé sur une seule dent, par exemple, dans le cas de la perte d'une molaire avec égression de la dent antagoniste. L'ingression de la dent antagoniste permettra de faciliter par la suite la réhabilitation prothétique.

Le mouvement d'ingression peut également être recherché chez des patients présentant un open bite squelettique.

Les méthodes d'intrusions diffèrent selon les auteurs.

3.1. L'ingression des molaires (DE CLERCK 2008 FABER 2008, SUGAWARA 2002, SHERWOOD 2002).

- En 2008, DE CLERCK et al s'intéressent à l'ingression des premières molaires maxillaires.

La plaque d'ancrage est placée sur la crête du processus zygomatique du maxillaire. La dent à déplacer est bagueée avec une bague munie d'un tube en forme de Y disposé longitudinalement à l'axe de la dent. Pour compenser la vestibulo-version de la molaire, la partie inférieure du tube est attachée à distance de la bague molaire.

Deux semaines après la pose de la mini-plaque, la dent et l'ancrage osseux sont liés avec un arc en acier inoxydable .043. Une petite portion de d'arc .024 est soudée perpendiculairement à l'arc principal et pliée pour former 2 crochets tandis que l'arc principal est plié à 90° juste au dessus de ces derniers. L'arc est d'abord inséré dans le tube d'ancrage extra oral.

Pour éviter un contact avec les tissus mous, une pliure secondaire peut être réalisée à distance de la partie supérieure du tube molaire, empêchant une interférence avec l'entrée de l'arc dans le tube. Le segment horizontal de l'arc doit être positionné aussi haut que possible dans le vestibule sans être en contact avec les tissus mous. Une seconde pliure à 90° est réalisée à l'aplomb du trou vertical de l'unité de fixation (Fig. 37).

Un ressort hélicoïdal fermé de 100 gramme est tendu entre un crochet soudé sur la portion d'arc et le tube molaire. Un mois plus tard, un second ressort identique est ajouté. Au cours de l'ingression, la portion d'arc dépassant de l'unité d'ancrage est régulièrement coupée.

Une fois le mouvement d'intrusion réalisé, une attelle est collée en vestibulaire de la molaire et des dents adjacentes en attendant la réhabilitation prothétique.

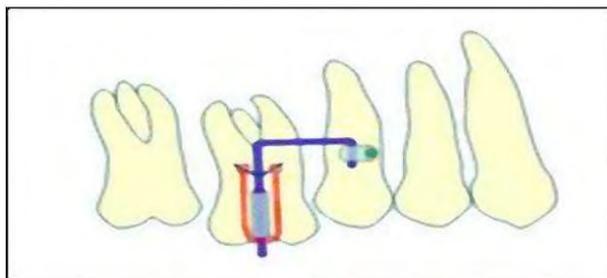


Figure 37 : Représentation d'un dispositif d'ingression molaire (DE CLERCK, 2008)

Avec ce système, la force d'ingression est appliquée à distance du centre de résistance de la molaire ce qui provoque initialement une version coronaire vestibulaire. Cette version est limitée à la distance entre l'arc et le tube d'ancrage extra-oral, de ce fait elle est faible car un arc de taille presque maximale est utilisé (fil .043 dans un tube .045). Le contact entre l'arc et les côtés vestibulo-supérieur et palato-inférieur du tube provoque une torsion et un léger redressement de la racine. Les versions coronaires et les redressements radiculaires successifs comme le tube glisse le long de l'arc positionnera le tube parallèlement à l'axe du segment vertical de l'arc de connexion.

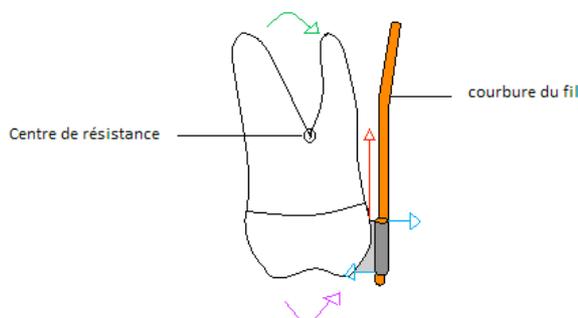


Figure 38 : Schéma des forces appliquées à la molaire lors de son ingression (DE CLERCK, 2008).

La force verticale (flèche rouge) appliquée à distance du centre de résistance de la dent crée une version coronaire vestibulaire (flèche violette). Le couple de forces (flèches bleues) redresse les racines (flèche verte). La petite courbure du fil peut être nécessaire pour éviter un contact avec les tissus mous.

La rotation autour du segment horizontal est prévenue par la rigidité du fil et par son attache coronaire vestibulaire.

Pour réaliser ce type de mouvement un seul ancrage osseux est nécessaire. L'unité de fixation est souvent proche de la première molaire, ce qui peut gêner l'insertion de l'arc.

Pour éviter cela, barre de connexion peut être courbée légèrement en avant (Fig. 38).

- FABER et al (2008) utilisent une chaînette élastique tendue entre la miniplaque et le tube molaire pour réaliser le mouvement d'ingression. Afin de limiter le mouvement de rotation des molaires lors de leur ingression, ils préconisent l'utilisation d'un arc rectangulaire en contraction, d'un arc transpalatin ou lingual (Fig 39, 40 et 41).

Les molaires maxillaires peuvent être ingressées jusqu'à 3mm, ce qui est intéressant chez des sujets hyperdivergents.

D'après eux, l'ingression simultanée des molaires maxillaires et mandibulaires permet d'obtenir des modifications squelettiques encore plus importantes, par rotation anti-horaire de la mandibule.

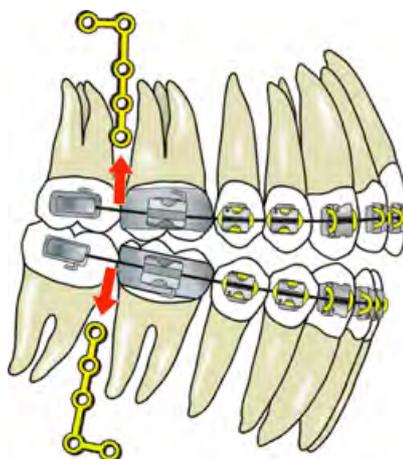


Figure 39 : Description d'une force d'ingression appliquée sur des molaires maxillaires et mandibulaires (FABER 2008)

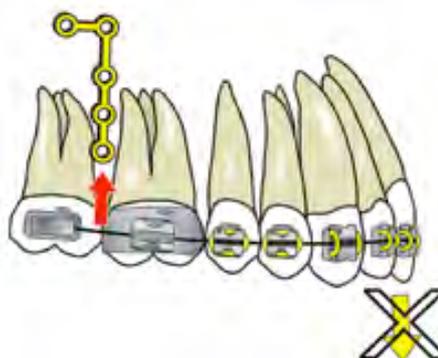


Figure 40 : Réalisation d'un mouvement d'ingression en technique continue (FABER, 2008)

Il ne se produit pas de réaction d'égression des incisives.

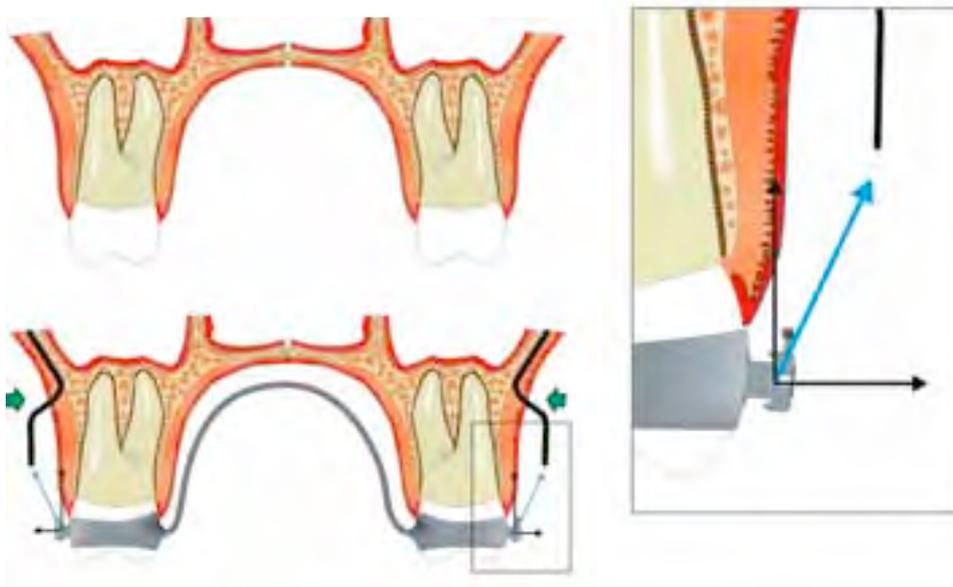


Figure 41 : Coupe frontale du maxillaire au niveau des premières molaires avant et après la mise en place des miniplaques (FABER, 2008).

La force d'ingression (flèche bleue) peut être décomposée en une composante expansive et en une composante intrusive. La composante expansive peut être annulée par la mise en place d'un arc transpalatin ou d'un arc lingual.

- En 2002, SUGAWARA et al réalisent une étude sur l'ingression des molaires chez des patients hyperdivergents.

Cette étude a été réalisée sur 9 patients adultes (7 femmes et 2 hommes) traités avec succès par SAS. Des miniplaques en L ont été placées sur le corps de la mandibule, entre les premières et deuxième molaires. La force d'ingression est délivrée par un module de chaînette élastomérique tendue entre le premier crochet de la miniplaque et un arc en acier 0.019 X 0.026. L'activation est débutée 3 à 4 semaines après la pose des SAS (Fig 42).

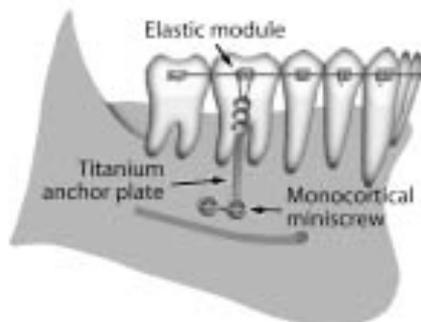


Figure 42 : Description du dispositif d'ingression (SUGAWARA, 2002)

Les résultats de cette étude montrent une ingression moyenne des premières et deuxièmes molaires mandibulaires respectivement de 1,7 mm et 2,8 mm. La quantité de récidive est de 27,2 % pour les premières molaires et de 30,3 % pour les deuxièmes molaires.

En raison de la forte récidive, il peut être intéressant de réaliser une surcorrection. Dans la littérature, plusieurs facteurs ont été cités pour expliquer cette récidive :

- contrairement aux autres mouvements dentaires, le mouvement d'ingression ne s'accompagne pas d'une formation osseuse lors du déplacement de la dent.
- les fibres parodontales sont très résistantes au mouvement d'ingression.
- les fibres du ligament parodontal se réorganisent plus lentement dans la région apicale que dans les autres sites.
- il n'existe aucun dispositif satisfaisant de contention de l'ingression.

Ce dispositif est intéressant chez les sujets présentant un open bite squelettique. Il permet de corriger une infraclusion antérieure par une rotation anti-horaire de la mandibule accompagnant l'ingression molaire.

Cette étude va dans le sens de celle de SHERWOOD et al (2002) qui montrent une ingression moyenne de 1,99 mm des premières molaires maxillaires, ainsi qu'une fermeture du plan mandibulaire de 2,62 degrés et une diminution de la hauteur faciale antérieure.

3.2. L'ingression des incisives.

Pour réaliser l'ingression des 4 incisives supérieures, PERRIN préconise d'utiliser un arc intrusif contournant les prémolaires et canines qui est engagé dans l'unité de fixation. Une force horizontale peut être ajoutée en attachant une extension avec un tube et un crochet à l'ancrage osseux, permettant simultanément l'ingression et la rétraction incisive. Un ressort hélicoïdal ou un élastique placé entre le crochet élastique du tube et la canine peut être utilisé pour rétracter la canine. La friction issue du coulissage de la canine le long du fil principal provoque une légère rétraction des incisives. Puisque l'arc intrusif peut glisser à travers le tube soudé, l'intrusion du segment antérieur peut être combinée avec une diminution du surplomb durant la rétraction canine. Cela permet d'éviter les effets secondaires tels que l'extrusion, la version coronaire distale et la rotation de la molaire, obtenus avec un fil auxiliaire latéral sur la molaire.

De plus, l'arc intrusif élimine aussi les forces de réaction et les mouvements indésirables des dents postérieures (Fig 43).

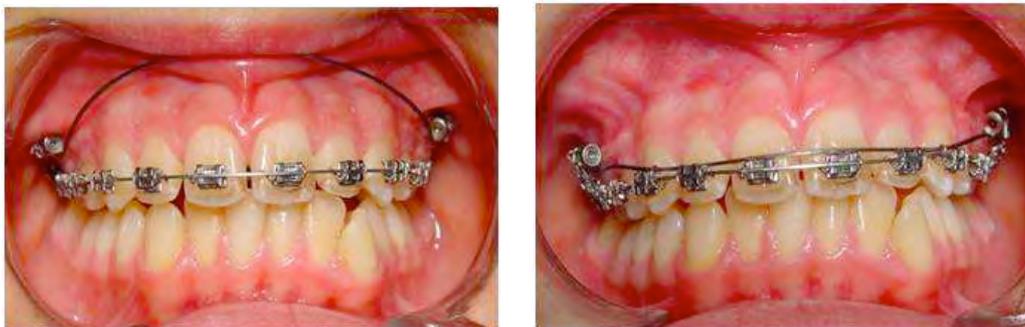


Figure 43 : Illustration d'un arc d'intrusion avant et après activation (PERRIN cité par SENAGE, 2011)

Il est également possible de réaliser l'ingression d'une ou plusieurs dents antérieures en utilisant une miniplaque placée au niveau de l'orifice piriforme.

4. Le redressement molaire.

La version corono-mésiale des deuxièmes molaires mandibulaires, qui survient notamment en l'absence de première molaire, est difficile à corriger.

En 2004, DE CLERCK et al publient une étude sur le redressement de molaires chez 29 patients par utilisation de miniplaques. Dans cette étude, 37 plaques sont utilisées : 17 sont placées en mésial de la deuxième molaire et 20 sont placées entre la canine et la première prémolaire. L'activation est débutée 2 semaines après la pose des plaques. Elle est réalisée par un ressort en compression placé sur un segment d'arc en acier reliant la miniplaque et le tube de la deuxième molaire (Fig 44). Un mouvement d'extrusion peut accompagner le redressement de la dent. Il peut être compensé par la mise en place d'un ressort intrusif.

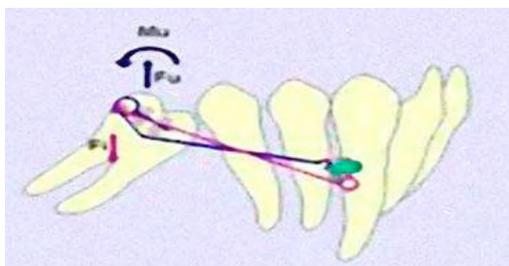


Figure 44 : Illustration du redressement d'une deuxième molaire mandibulaire (DE CLERCK).
Le ressort permettant le redressement de la dent est représenté en bleu. Le ressort permettant de contrebalancer l'effet d'extrusion est représenté en rose.

5. Approche biologique et biomécanique (SUGAWARA, 2007, WEN, 2008)

5.1. Réactions tissulaires autour des plaques.

Ces SAS ont fait l'objet d'une étude par De CLERCK et al en 2007. Cette étude se fondait sur la base de données électroniques de Pubmed ainsi que sur des articles originaux datant jusqu'à fin avril 2006. Elle avait pour but de caractériser les réactions tissulaires morphologiques et fonctionnelles autour des SAS.

A l'issue de cette étude il a été montré que :

Les SAS en titane offrent un ancrage fonctionnel et structurel direct en accord avec les définitions de BRANEMARK.

L'index d'ostéointégration (pourcentage de contact entre l'os et l'implant) varie selon le temps laissé entre la pose et la mise en charge, les forces de mise en charge appliquées, la technique chirurgicale et la localisation des SAS.

Cet index d'ostéointégration est significativement plus élevé à la mandibule qu'au maxillaire selon DEGUCHI et coll. La stabilité clinique nécessaire pour des ancrages orthodontiques peut être obtenue avec un niveau d'ostéointégration de 5%. Il n'y a pas de perte d'os marginal sous l'effet des forces orthodontiques. Tant que l'ostéointégration reste inférieure à 25%, les vis restent facilement déposables.

Certaines études montrent qu'il est préférable d'utiliser des implants sans revêtement d'hydroxy-apatite pour prévenir une ostéointégration excessive.

La stabilité implantaire n'est pas affectée par la longueur de la vis mais plutôt par son diamètre. Ainsi, la diminution du diamètre implantaire augmente le nombre de sites potentiels d'insertion mais aussi facilite la dépose chirurgicale. Cependant il ne faut pas trop diminuer le diamètre sinon le risque de fracture de la vis augmente.

L'échec implantaire reste souvent inexpliqué et varie de 0 à 19% dans les études.

Cependant il y a des facteurs clés dans le taux de réussite tels que :

- ✓ Le site chirurgical : TURLEY et coll. recommandent un placement dans les tissus kératinisés et KIM et coll. constatent une meilleure stabilité de la vis à la mandibule.
- ✓ La technique chirurgicale choisie : KIM et coll. observent un plus grand nombre de contacts implants-os avec une meilleure stabilité par l'utilisation de vis auto taraudantes, mais aucun échec n'a été noté quand le trou pilote avait un diamètre plus faible que celui des vis.
- ✓ La durée de cicatrisation avant une mise en charge : le risque d'échec augmente si cette durée est inférieure à 1 semaine.
- ✓ L'ampleur des forces orthodontiques exercées : la mise en charge immédiate est possible mais il est recommandé de débiter par des forces réduites et de les augmenter progressivement.

5.2. Effets sur le ligament parodontal des mouvements de distalisation et d'ingression.

5.2.1. Effets d'une distalisation molaire.

En 2007, SUGAWARA et coll. publient une étude sur les effets sur le ligament parodontal de la distalisation des molaires mandibulaires par SAS.

Cette étude a été réalisée à partir de modèles en plastique simulant la position des deuxièmes molaires mandibulaires avant et après distalisation.

Trois tractions sont réalisées : la traction de la première molaire seule, celle de la deuxième molaire seule, et celle des première et deuxième molaires en même temps.

Pour chaque cas, deux directions de traction sont réalisées : une traction parallèle au plan d'occlusion ou une traction avec une angulation de 30° vers le bas.

La réaction ligamentaire est visualisée par des variations de couleur sur les modèles.

Les résultats montrent :

- Avec une direction de traction parallèle au plan d'occlusion:

Lors de la traction simultanée des première et deuxième molaires, le stress est généré le long des faces mésiale et distale des deux racines.

La traction seule de la deuxième molaire provoque un stress sur toute la racine distale.

La traction seule de la première molaire provoque un stress sur la moitié cervicale de la racine mésiale et sur la moitié apicale de la racine distale.

- Avec une direction de traction présentant une angulation de 30° :

La traction simultanée des deux molaires provoque un stress le long des racines distales, et s'étend distalement et en bas.

La traction de la deuxième molaire entraîne un stress au niveau de l'apex et de la face distale de la racine distale.

La traction de la première molaire provoque un stress sur la racine mésiale, surtout au niveau apical.

Il ressort de cette étude que la traction simultanée des première et deuxième molaires semble être préférable à la traction séquentielle de chaque molaire pour prévenir un mouvement indésirable de tipping distal de la première molaire.

5.2.2. *Effets du mouvement d'ingression* (SUGAWARA, 2002).

La résorption radiculaire est un effet iatrogène souvent rencontré lors des traitements orthodontiques. D'anciennes études rapportaient déjà que l'ingression des incisives s'accompagnait d'une importante résorption radiculaire (HENRY 1951, MC FADDEN 1989).

DERMAUT et DE MUNK (1986) rapportaient 18% de résorption radiculaire pour 3,6 mm d'ingression incisive. MC FADDEN et al (1989) ont observé 13,2% et 4,3% de résorption suite à l'ingression des incisives maxillaires et mandibulaires. Cependant, DE SCHIELDS et PHILIPPS (1991) n'ont pas trouvé de corrélation entre la quantité d'ingression des incisives et la quantité de résorption radiculaire.

En 2002, SUGAWARA et al rapportent 5,7% de résorption après l'ingression des molaires maxillaires, ce qui est non-significatif d'après son étude.

Par ailleurs BONDEVIK (1989) a observé que la résorption était plus importante au niveau de la bifurcation radiculaire des molaires par rapport à la région apicale.

5.3. Evaluation biomécanique des plaques d'ancrage (WEN 2008, LIU 2006, KITAGAWA 2005)

En 2008, WEN a publié une étude consistant en l'évaluation de l'effet de différents paramètres biomécaniques sur la stabilité des miniplaques d'ancrage orthodontique.

La méthode utilisée est la méthode d'analyse d'éléments fins (FEM). Il s'agit d'une méthode numérique permettant d'analyser le stress et les déformations de structures divisées en un nombre déterminé de points (Fig 45).

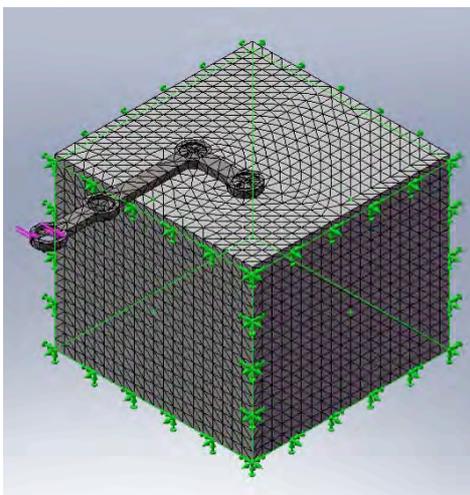


Figure 45 : Illustration de la technique FEM

Dans le domaine dentaire, cette technique a été utilisée par de nombreux auteurs tels que MELSEN et VERNA (2005) ou LIU (2006). Cependant toutes ces études ne portaient que sur les vis d'ancrage et non pas sur les miniplaques.

Le matériel utilisé dans l'étude de WEN comportait des modèles géométriques tridimensionnels composés d'un bloc osseux, d'une miniplaque et de vis d'ancrage (Fig 46).

Différentes épaisseurs d'os, différentes longueurs de minivis et formes de plaques ont été comparés.

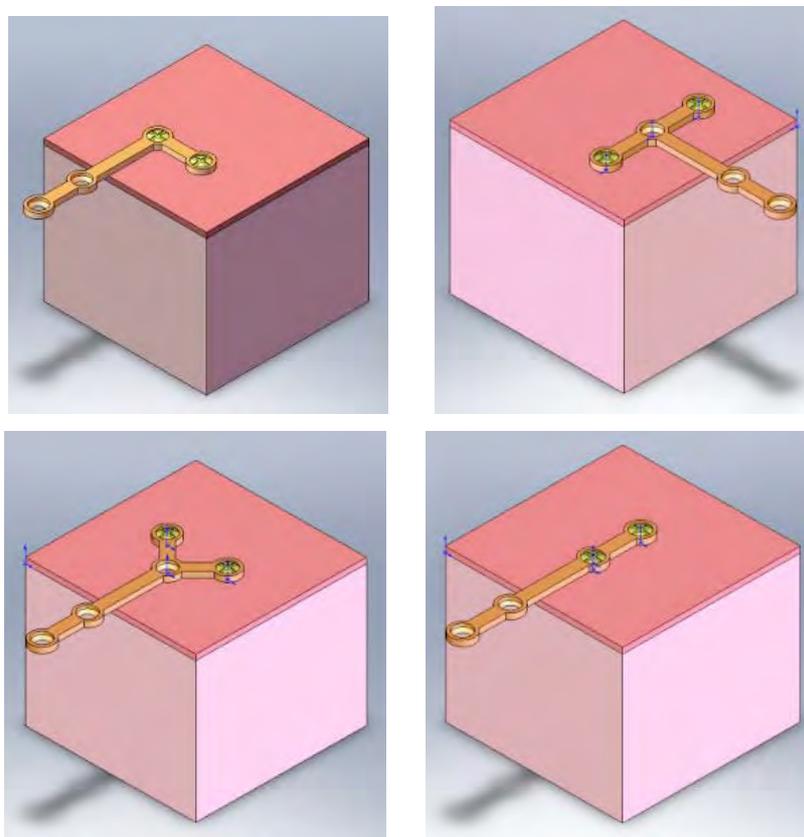


Figure 46 : Représentation des modèles numériques

5.3.1. Influence de l'épaisseur de la corticale osseuse.

D'après LIU (2006), l'épaisseur moyenne de l'os cortical est de 1,76 mm (de 1,06 à 2,26 mm). Pour SCWARTZ (2003), à la mandibule, il y a des variations selon les sites de 3,7 à 1,4 mm en postérieur. De plus, l'épaisseur est plus importante sur le versant interne que sur le versant externe.

WEN a comparé l'effet de l'application d'une force pour différentes épaisseurs d'os cortical : 2mm, 1mm, 0,75mm, 0,5mm et 0,25mm.

Il note qu'il n'y a pas de relation linéaire entre les modifications d'épaisseur osseuse et le stress.

Pour une modification d'épaisseur de 1mm à 2mm, le stress augmente de 50%. Il en est de même pour une variation de 1mm à 0,25mm. De plus, pour une épaisseur de moins de 1mm, le stress est plus marqué au niveau de la tête de la vis (sur la partie en contact avec la miniplaque).

Ces résultats vont dans le sens de ceux de KITGAWA (2005) qui montre que le stress diminue quand l'épaisseur augmente.

5.3.2. Influence du nombre et de la longueur des vis.

Dans l'étude de WEN, plusieurs longueurs de vis ont été comparées. Il s'agit de vis Mondeal system de 5, 7 et 9mm de longueur et de 2mm de diamètre. Les simulations ont été réalisées pour ces trois longueurs et pour l'utilisation de deux ou trois vis par plaque.

Il rapporte que la longueur des vis a un effet négligeable sur le stress osseux. De même, il note une diminution du stress de 10 à 20% quand le nombre de vis passe de deux à trois.

Ces résultats vont dans le même sens qu'une étude de HAUG (1993) qui montrait une augmentation de la stabilité des miniplaques par augmentation du nombre de vis.

Cependant, pour CHOI (2005), il n'y a pas de différence significative dans l'augmentation de la stabilité par l'utilisation de deux ou trois vis.

5.3.3. Influence du type de miniplaque.

Les plaques en Y sont les plus utilisées dans la littérature, au niveau de la crête inférieure de l'arc zygomatique du maxillaire, pour réaliser des mouvements d'intrusion et de distalisation molaire. Les plaques en I sont le plus souvent placées au niveau de l'orifice piriforme et permettent de réaliser une intrusion des dents antérieures. Les plaques en L sont le plus souvent utilisées dans les régions postérieures mandibulaires.

En 2008, WEN a comparé la stabilité de quatre formes de plaques : en Y, L, T et I.

Il note que le stress provoqué par la force de traction est moins important avec les plaques en Y ou en T, quelle que soit la direction de la force.

Il en ressort que d'un point de vue biomécanique, la forme de la miniplaque va avoir une incidence sur le stress et sa distribution. Les plaques en Y et en T doivent être préférées afin d'assurer une meilleure stabilité.

5.3.4. Influence de la taille des miniplaques.

Dans son étude, WEN a comparé des plaques en L et en T de trois longueurs différentes, avec une diminution de la longueur du bras de plaque de 2 et 4mm.

Pour les plaques en L, une diminution de longueur du bras court entraîne une augmentation du stress cortical de 20% (pour une diminution de 2mm), et de 69% (pour une diminution de 4mm). La diminution de longueur du bras long provoque une augmentation du stress de 8% et 14%.

Cette diminution de longueur n'est donc acceptable que pour le bras long.

Par ailleurs, les plaques en T montrent une meilleure stabilité par diminution de la taille des deux bras. En effet, le stress est diminué de 50% par rapport aux plaques en L.

5.3.5. Influence de l'intensité et de la direction de la force.

WEN a comparé des forces de 2, 4 et 6 N, ce qui représente des forces de 160 à 550 grammes.

Il constate que le stress est directement proportionnel à l'intensité de la force. L'augmentation de l'intensité de la force provoque une augmentation du stress. De plus, la direction de traction joue le rôle le plus important dans la réponse biomécanique du système plaque-vis.

Il ressort de cette étude que les miniplaques sont soumises à l'influence de nombreux paramètres. Elles sont particulièrement indiquées pour des os de faible épaisseur corticale et avec des forces d'activation de plus de 300 grammes.

IV- DISCUSSION

Il ressort de la littérature que les miniplaques présentent de nombreux avantages :

Elles facilitent la gestion de l'ancrage tout en s'affranchissant de la coopération du patient.

Elles permettent également de repousser les limites des traitements orthodontiques. En effet, les mouvements d'ingression des molaires chez l'hyperdivergent, ou la distalisation des molaires mandibulaires en cas de Classe III par des plaques d'ancrage, permettent, dans certains cas, d'avoir recours à la chirurgie.

De plus, dans les phases de préparation orthodontique pré-chirurgicale, elles peuvent limiter le recours aux extractions de prémolaires.

Par ailleurs, la mise en place et la dépose des miniplaques nécessitent une intervention assez complexe mais qui entraîne de rares complications. En effet, il ressort de la littérature que ces dispositifs sont très bien tolérés par les patients et sont rarement associés à des infections et à des problèmes de stabilité primaire. Leur pose peut être couplée avec la réalisation de corticotomies, ce qui permet de réduire la durée des traitements.

Enfin, elles permettent de réaliser des mouvements dentaires de plus forte amplitude qu'avec les minivis.

Parmi les inconvénients cités dans la littérature, on peut noter que la pose et la dépose de ces dispositifs peuvent être réalisées sous anesthésie générale, ce qui est lourd pour le patient, notamment si le traitement implique une deuxième intervention de chirurgie orthognatique.

Le coût des plaques peut également être un frein pour le patient.

Enfin, les patients peuvent être inquiets par le caractère lourd et l'aspect des plaques, ce qui nécessite une bonne communication.

Il ressort de la revue de littérature que les plaques d'ancrages sont des dispositifs efficaces impliquant une gêne modérée pour le patient et qui devraient être intégrés à la pratique quotidienne.

Le praticien doit faire face à un choix très vaste de ces dispositifs, tant du point de vue de la taille que de la forme, d'où la nécessité de bien poser les indications avant de choisir de type de plaque et son site d'implantation.

CONCLUSION

L'arrivée des miniplaques a donc permis à l'orthodontiste d'étendre le champ des possibilités de ses traitements, ouvrant ainsi de nouvelles indications dans le traitement de l'adulte. En renforçant l'ancrage naturel de manière plus efficace que les ancres conventionnels ou même que les minivis, les miniplaques permettent la réalisation de mouvements dentaires jusqu'alors très difficiles voire impossibles à obtenir, et limitent la nécessité de recourir à des traitements chirurgico-orthodontiques.

En dépit d'une mise en place et d'une dépose plus complexes que celle des minivis, elles offrent une valeur d'ancrage supérieure à celles-ci, notamment en cas d'ancrage direct, et restent très bien tolérées par les patients. En s'affranchissant de la coopération du patient, elles peuvent également permettre une diminution de la durée du traitement (YAO, 2008).

Les miniplaques apparaissent donc aujourd'hui comme un outil à la fois efficace et relativement simple d'utilisation lors de nombreux traitements orthodontiques chez l'adulte, avec un inconfort pour le patient très limité, ce qui devrait permettre aux orthodontistes de les intégrer dès aujourd'hui à leur pratique quotidienne.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDREW N, ANGELA H.

Molar distalization with a modified distal jet appliance
J Clin Orthod. 2000 Jul;34(7):419-423

2. BRICKMAN CD, SINHA PK, NANDA RS.

Evaluation of the Jones jig appliance for distal molar movement.
J Orthod Dentofacial Orthop. 2000 Nov;118(5):526-34

3. BYLOFF F.

Mandibular molar distalization with the Franzulum appliance,
J Clin Orthod. 2000;34:518-23

4. CANAL P, SALVADORI A.

Orthodontie de l'adulte. Elsevier Masson, 2008

5. CHENG SJ, TSENG IY, LEE JJ et coll.

A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implant used for orthodontic anchorage.

Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19(1):100-106.

6. CHOI BH, ZHU SJ, KIM YH.

A clinical evaluation of titanium miniplates as anchors for orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005 Sep;128(3):382-4.

7. CHUNG KR, KIM YS, LINTON JL, LEE YJ.

The miniplate with tube for skeletal anchorage.
J Clin Orthod. 2002 Jul;36(7):407-12.

8. CORNELIS MA, SCHEFFLER NR, NYSSSEN-BEHETS C, DE CLERCK HJ, TULLOCH JF.

Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jan;133(1):18-24.

9. CORNELIS MA, SCHEFFLER NR, MAHY P, SICILIANO S, DE CLERCK HJ, TULLOCH JF.

Modified miniplates for temporary skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries.

J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jul;66(7):1439-45.

10. CORNELIS MA, DE CLERCK HJ.

Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Sep;132(3):373-7.

11. CORNELIS MA et DE CLERCK H.

Biomechanics of skeletal anchorage. Part 1: class 2 extraction treatment.
J Clin Orthod 2006;40(4):261-269.

12. CORNELIS MA, SCHEFFLER NR, DE CLERCK HJ et coll.

Systematic review of the experimental use of skeletal anchorage in Orthodontics.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;131(4):S52-S58.

13. CREEKMORE T et ELKUND M.

The possibility of skeletal anchorage.
J Clin Orthod 1983;17(4):266-269.

14. DAIMARUYA T, TAKAHASHI I, NAGASAKA H, UMEMORI M, SUGAWARA J, MITANI H.

Effects of maxillary molar intrusion on the nasal floor and tooth root using the skeletal anchorage system in dogs.
Angle Orthod. 2003 Apr;73(2):158-66.

15. DARQUE F, ELLOUZE S.

Biomécanique des mini-implants d'ancrages : illustrations cliniques.
International Orthodontics 2007;5:357-392

16. DAVIDOVITCH Z.

Effects of lip bumper therapy in the mixed dentition
Am J Orthod Dentofacial Orthop.1997;111:52-8)

17. DE CLERCK HJ et CORNELIS MA.

Biomechanics of skeletal anchorage. Part 2: class 2 nonextraction treatment.
J Clin Orthod 2006;40(5):290-298.

18. DE CLERCK H, GEERINCKX V et SICILIANO S.

The zygoma anchorage system.
J Clin Orthod 2002;36(8):455-459.

19. DE CLERCK H, CORNELIS M et TIMMERMAN H.

Dental torsion de force 4. The use of a bone anchor for holding upright a tipped molar in the lower jaw.
Ned Tijdschr Tandheelkd 2004;111(1):10-13.

20. ERVERDI N, KELES A, NANDA R.

The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation.
Angle Orthod. 2004 Jun;74(3):381-90.

21. FABER J, VELASQUE F.

Titanium miniplate as anchorage to close a premolar space by means of mesial movement of the maxillary molars.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 Oct;136(4):587-95.

22. HOSTE S, VERCRUYSSSEN M, QUIRYNEN M, WILLEMS G

Risk factors and indications of orthodontic temporary anchorage devices: a literature review.
Aust Orthod J. 2008 Nov;24(2):140-8.

23. JENNER J, FITZPATRICK B.

Skeletal anchorage utilizing bone plates.
Aust Orthod J 1985;9(2):231-233.

24. KANZAKI R, DAIMARUYA T, TAKAHASHI I, MITANI H, SUGAWARA J.

Remodeling of alveolar bone crest after molar intrusion with skeletal anchorage system in dogs.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Mar;131(3):343-51.

25. KIM GT, KIM SH, CHOI YS, PARK YJ, CHUNG KR, SUK KE, CHOO H, HUANG JC.

Cone-beam computed tomography evaluation of orthodontic miniplate anchoring screws in the posterior maxilla.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 Nov;136(5):628.e1-10.

26. KIM S, HERRING S, WANG IC, ALCALDE R, MAK V, FU I, HUANG G.

A comparison of miniplates and teeth for orthodontic anchorage.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Feb;133(2):189.e1-9.

27. KONNO Y, DAIMARUYA T, IIKUBO M, KANZAKI R, TAKAHASHI I, SUGAWARA J, SASANO T.

Morphologic and hemodynamic analysis of dental pulp in dogs after molar intrusion with the skeletal anchorage system.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Aug;132(2):199-207.

28. KRAIKOSOL K, RATTANAYATIKUL C, GODFREY K, VATTRAPHUDEJ T.

Treatment of skeletal 2 malocclusion using bone-plate anchorage. A case report.
Aust Orthod J. 2007 May;23(1):65-71.

29. LAI EH, YAO CC, CHANG JZ, CHEN I, CHEN YJ.

Three-dimensional dental model analysis of treatment outcomes for protrusive maxillary dentition: comparison of headgear, miniscrew, and miniplate skeletal anchorage.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Nov;134(5):636-45.

30. LEE JS, KIM JK, PARK YC, VANARSDALL JR RL.

Applications cliniques des mini -implants en orthodontie. Quintessence édit 2007.

31. LEUNG MT, RABIE AB, WONG RW.

Stability of connected mini-implants and miniplates for skeletal anchorage in orthodontics.
Eur J Orthod. 2008 Oct;30(5):483-9.

32. MELSEN B et LANG N.

Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants.
Clin Oral Implants Res 2001;12(2):144-152.

33. MELSEN B et COSTA A.

Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage.
Clin Orthod Res 2000;3(1):23-28.

34. MIYAHIRA YI, MALTAGLIATI LA, SIQUEIRA DF, ROMANO R.

Miniplates as skeletal anchorage for treating mandibular second molar impactions.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jul;134(1):145-8.

35. MOON CH, WEE JU, LEE HS.

Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage.
Angle Orthod. 2007 Nov;77(6):1119-25.

36. NAGASAKA H, SUGAWARA J, KAWAMURA H, NANDA R.

"Surgery first" skeletal Class III correction using the Skeletal Anchorage System.
J Clin Orthod. 2009 Feb;43(2):97-105.

37. NAKAMURA A, TERATANI T, ITOH H, SUGAWARA J, ISHIKAWA H.

Photoelastic stress analysis of mandibular molars moved distally with the skeletal anchorage system.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Nov;132(5):624-9.

38. NGANTUNG V, NANDA R et BOWMAN S.

Posttreatment evaluation of the distal jet appliance.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2001;120:178-185.

39. PHILIPPE J.

L'orthodontie de l'adulte. Editions SID, 1989.

40. SATO R, SATO T, TAKAHASHI I, SUGAWARA J, TAKAHASHI N

Profiling of bacterial flora in crevices around titanium orthodontic anchor plates.
Clin Oral Implants Res. 2007 Feb;18(1):21-6.

41. SENAGE P.

Le système bollard: un système d'ancrage squelettique temporaire au service de l'orthodontie
Thèse d'Odontologie, Nantes 2011

42. SHERWOOD KH, BURCH JG.

Skeletally based miniplate supported orthodontic anchorage.
J Oral Maxillofac Surg. 2005 Feb;63(2):279-84.

43. SHERWOOD KH, BURCH J, THOMPSON W.

Intrusion of supererupted molars with titanium miniplate anchorage.
Angle Orthod. 2003 Oct;73(5):597-601.

44. SHERWOOD KH, BURCH JG, THOMPSON WJ.

Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002 Dec;122(6):593-600.

45. SUGAWARA J.

[An interview with Professor Junji Sugawara. Interview conducted and translated by Dr. Sophie Rozenzweig]

Orthod Fr. 2008 Dec;79(4):225-38.

47. SUGAWARA J, KANZAKI R, TAKAHASHI I, NAGASAKA H, NANDA R.

Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Jun;129(6):723-33.

48. SUGAWARA J, BAIK UB, UMEMORI M, TAKAHASHI I, NAGASAKA H, KAWAMURA H, MITANI H.

Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction.

Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 2002;17(4):243-53.

49. SUGAWARA J, DAIMARUYA T, UMEMORI M, NAGASAKA H, TAKAHASHI I, KAWAMURA H, MITANI H.

Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004 Feb;125(2):130-8.

50. SUGAWARA J.

Dr. Junji Sugawara on the skeletal anchorage system. Interview by Dr. Larry W. White.

J Clin Orthod. 1999 Dec;33(12):689-96.

51. TUNCER C, ATAÇ MS, TUNCER BB, KANAN E.

Osteotomy assisted maxillary posterior impaction with miniplate anchorage.

Angle Orthod. 2008 Jul;78(4):737-44.

52. TURLEY P, KEAN C, SCHUR J, STEFANAC J, GRAY J, HENNES J, POON LC.

Orthodontic force application to titanium endosseous implants.

Angle Orthod. 1988 Apr;(2):151-62.

53. UMEMORI M, SUGAWARA J, MITANI H, NAGASAKA H, KAWAMURA H.

Skeletal anchorage system for open-bite correction.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999 Feb;115(2):166-74.

54. WILMES B, DRESCHER D, NIENKEMPER M.

A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage.

J Clin Orthod. 2009 Aug;43(8):494-501.

BAILLEAU Aude

Utilisation des plaques d'ancrage pour le traitement orthodontique de l'adulte.

Lors du traitement orthodontique de l'adulte, la gestion de l'ancrage est un problème majeur. Chez l'adulte, du fait de l'absence de certaines dents et de maladies parodontales, l'ancrage naturel est souvent diminué.

Le développement des plaques d'ancrage a permis l'orthodontiste d'étendre le champ des possibilités de ses traitements, ouvrant de nouvelles indications de traitement.

Ces plaques, dont l'utilisation a été rapportée pour la première fois par JENSEN en 1985, mais surtout codifiée en cours des dix dernières années, par DE CLERCK et SUGAWARA en particulier, permettent la réalisation de déplacements dentaires qui étaient autrefois considérés comme impossibles tels que la distalisation ou l'ingression des molaires. De plus elles peuvent permettre de limiter les indications de traitements chirurgico-orthodontiques en repoussant les limites des traitements orthodontiques purs.

En dépit d'une mise en place et d'une dépose plus complexes que pour les mini-vis, elles offrent une valeur d'ancrage supérieure et sont très bien tolérées par le patient.

Elles permettent également de diminuer la durée du traitement, notamment associées à des corticotomies.

Les plaques d'ancrages apparaissent comme un outil simple et efficace qui peut être intégré dans la pratique quotidienne.

Mots-clés : Miniplaques
Ancrage
Traitement de l'adulte

Mots-clés en anglais : Miniplates
Anchorage
Adult orthodontic treatment

Jury : Monsieur le Professeur P. CANAL
Monsieur le Professeur A. LAUTROU
Monsieur le Docteur J.-J. AKNIN
Monsieur le Docteur L. MORGON
Madame le Docteur M. RABERIN
Madame le Docteur C. PERNIER

Directeur du mémoire :
Monsieur le Docteur J.J. AKNIN

Adresse de l'auteur : Aude BAILLEAU
24 rue Godefroy
69006 LYON