

UNIVERSITE DE NANTES  
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

-----

Année 2011

Thèse n° 4

**LE SYSTEME BOLLARD :  
UN SYSTEME D'ANCRAGE SQUELETTIQUE TEMPORAIRE  
AU SERVICE DE L'ORTHODONTIE**

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

Présentée  
et soutenue publiquement par

**Monsieur Pierre SENAGE**

Né le 21/01/1986

Le 27/01/2011 devant le jury ci-dessous

Président	Monsieur le Professeur B. GIUMELLI
Assesseur	Monsieur le Docteur M. ROUVRE
Assesseur	Monsieur le Docteur P. CORRE

Directeur : Monsieur le Docteur MH. NIVET

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

# TABLE DES MATIERES

<b>I.</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>Rappels</b> .....	<b>5</b>
<b>A.</b>	<b>Les implants conventionnels</b> .....	<b>5</b>
<b>B.</b>	<b>Les systèmes d’ancrages squelettiques temporaires</b> .....	<b>5</b>
1.	Définition .....	5
2.	Distinction entre implants conventionnels et TSADs .....	6
3.	Les mini-vis .....	6
3.1	Historique .....	6
3.2	Avantages et indications .....	6
3.3	Complications .....	7
4.	Les plaques osseuses .....	8
4.1	Historique .....	8
4.2	Définition et avantages .....	8
4.3	Complications .....	9
5.	Comparaison entre mini-vis et mini-plaque .....	9
6.	Réactions tissulaires autour des TSADs .....	10
<b>III.</b>	<b>Fiche technique</b> .....	<b>12</b>
<b>A.</b>	<b>Le système Bollard sans crochet</b> .....	<b>12</b>
1.	Maxillaire (figures 2,3) .....	12
2.	Mandibulaire (figure 4) .....	13
<b>B.</b>	<b>Le système Bollard avec crochet</b> .....	<b>13</b>
1.	Maxillaire (figure 5) .....	14
2.	Mandibulaire (figure 6) .....	14
<b>C.</b>	<b>Fabrication</b> .....	<b>14</b>
<b>D.</b>	<b>Apport du système Bollard</b> .....	<b>15</b>
<b>IV.</b>	<b>Techniques chirurgicales</b> .....	<b>16</b>
<b>A.</b>	<b>L’opération</b> .....	<b>16</b>
1.	Localisation .....	16
2.	Technique anesthésique .....	16
3.	Recommandations .....	16
3.1	Au chirurgien .....	16

3.2 A l'orthodontiste .....	16
3.3 Au Patient .....	17
<b>B. Protocole opératoire .....</b>	<b>17</b>
1. La pose.....	17
1.1 Sur la crête inférieure du processus zygomatique du Maxillaire .....	17
1.2 Dans la région de la canine inférieure.....	21
2. La dépose.....	24
3. Complications post chirurgicales.....	24
<b>V. Indications.....</b>	<b>25</b>
<b>A. La distalisation et la mésialisation .....</b>	<b>25</b>
1. La distalisation.....	25
1.1 Distalisation de canines maxillaires.....	25
1.2 Distalisation de molaires maxillaires .....	25
2. La mésialisation .....	29
<b>B. Le traitement des classes II d'Angle .....</b>	<b>29</b>
1. Avec extraction des premières prémolaires.....	29
1.1 Distalisation canine avec correction de l'overjet .....	30
1.2 Recul incisif avec correction de l'overbite.....	32
1.3 Cas avec une occlusion dissymétrique .....	33
2. Sans Extraction .....	34
2.1 Recul du secteur postérieur .....	35
2.2 Fermeture des espaces créés .....	38
2.3 Correction de l'overjet résiduel et de l'overbite .....	39
<b>C. L'intrusion .....</b>	<b>41</b>
1. L'intrusion d'une dent .....	41
2. L'intrusion d'un groupe de dents .....	45
<b>D. Le redressement molaire.....</b>	<b>47</b>
<b>E. Rétentions multiples.....</b>	<b>51</b>
1. Définition du retard d'éruption.....	51
2. Etiologies .....	51
3. Thérapeutique .....	52
3.1. Phase chirurgicale.....	52
3.1.1 Dégagement osseux.....	52
3.1.2 Collage dentaire.....	52

3.1.3 Pose des ancrages.....	53
3.2 Phase orthodontique.....	53
4. Cas clinique.....	54
<b>F. La Classe III orthopédique .....</b>	<b>64</b>
1. Définition.....	64
2. Thérapeutique.....	64
3. Résultats.....	66
3.1. Analyse céphalométrique.....	67
3.2 Analyse tridimensionnelle.....	68
4. Discussion.....	69
<b>VI. Perceptions du système Bollard par les patients et les praticiens .....</b>	<b>70</b>
<b>A. Perception par les patients.....</b>	<b>71</b>
<b>B. Perception par les praticiens.....</b>	<b>72</b>
<b>VII. Conclusion.....</b>	<b>73</b>
 <b>Références bibliographiques.....</b>	 <b>74</b>

# I. Introduction

L'ancrage constitue un facteur clé pour l'orthodontiste car il doit permettre de résister aux mouvements indésirables parasites survenant lors des thérapeutiques orthodontiques. Dans de nombreux cas, l'ancrage dentaire traditionnel ne peut répondre aux exigences de l'orthodontiste. De nouveaux procédés d'ancrage implantaire temporaire ont ainsi vu le jour au cours des dernières décennies. Spécifiquement conçus pour l'orthodontie, ils ont permis d'améliorer l'efficacité de l'ancrage et d'offrir de nouvelles possibilités thérapeutiques tout en diminuant la contribution du patient dans la réussite du traitement. Ils constituent d'autre part une alternative intéressante aux ancrages conventionnels notamment extra-oraux souvent mal tolérés socio-professionnellement. 2 types principaux d'ancrages temporaires sont utilisés de nos jours en orthodontie : les implants vis et les plaques osseuses.

Le principal défaut des mini-vis est leur position et leur forme qui limitent la quantité et la direction des mouvements dentaires désirés.

Le système Bollard mis au point par le Dr Hugo de Clerck semble apporter une solution à ce problème. Il combine des mini-plaques modifiées fixées par des mini-vis, placées à distance des racines, et pourrait donc permettre des déplacements dentaires sans risque d'interférence avec le matériel d'ancrage implantaire temporaire. Son unité de fixation permet d'attacher un fil auxiliaire qui peut déplacer le point d'application de la force à distance de l'ancrage.

Le but de ce travail est donc de faire le point sur les travaux actuels d'Hugo de Clerck concernant son système d'ancrage squelettique temporaire. Nous présenterons successivement le système Bollard, son protocole de mise en œuvre, ses indications et les sentiments qu'il suscite de la part des patients et des praticiens.

## II. Rappels

### A. Les implants conventionnels

Le but des implants en orthodontie est de renforcer l'ancrage. L'ancrage idéal en orthodontie doit être capable de supporter les forces orthodontiques, permettre une pose et une dépose aisées pour un coût raisonnable. Parmi les ancrages implantaires temporaires, on distingue les implants temporaires endo osseux, les implants sous périostés et les implants biodégradables. Les mini-plaques et les mini-vis constituant le système Bollard appartiennent à la catégorie des implants temporaires endo osseux. Elles fournissent un ancrage maximal et sont utilisées au maxillaire et à la mandibule, dans les secteurs antérieurs et postérieurs.

Initialement, Willems et al (76) en 1999 ont incorporé les premiers implants prothétiques aux traitements orthodontiques. Les implants endo osseux étaient localisés dans les secteurs édentés (76), les régions palatines (73,74) et les régions rétro molaires (63).

Ces implants conventionnels présentaient certains inconvénients :

- Un volume important nécessitant une quantité d'os suffisante
- Un prix relativement élevé
- Le besoin d'une période de cicatrisation avant la mise en charge
- Une utilisation fréquente en ancrage indirect

De nouveaux types d'implants ont alors été créés pour augmenter leur champ d'application orthodontique et diminuer le traumatisme chirurgical. C'est ce qu'on appelle les Temporary Skeletal Anchorage Devices ou systèmes d'ancrages squelettiques temporaires (TSADs).

### B. Les systèmes d'ancrages squelettiques temporaires

#### 1. Définition

Ce sont des dispositifs plus petits qu'on peut placer à de nombreux endroits proches de l'arcade dentaire. Le terme de TSADs regroupe actuellement les implants vis et les plaques osseuses. Ce sont des systèmes d'ancrages squelettiques (SAS ou Skeletal Anchorage system).

Lors de leur mise en charge orthodontique, les TSADs restent stables et ne risquent pas d'endommager les structures adjacentes. Ils permettent une connexion facile aux dispositifs orthodontiques avec un inconfort minimal pour les patients. Ils facilitent certaines situations orthodontiques voir même résolvent des situations orthodontiques difficiles avec des thérapeutiques orthodontiques classiques. La durée de traitement peut ainsi être réduite. En général, ils peuvent être utilisés dès lors que le support dentaire en tant qu'ancrage est quantitativement ou qualitativement défavorable.

## 2. Distinction entre implants conventionnels et TSADs

Les TSADs se distinguent des implants conventionnels par :

- Une mise en charge pouvant être immédiate
- Une dépose précoce pour éviter une ostéointégration complète du dispositif et donc des difficultés lors de la dépose
- Des forces orthodontiques faibles et continues
- Une direction de chargement et une taille des implants différentes

## 3. Les mini-vis

### 3.1 Historique

Il s'agissait à l'origine de simples mini-vis chirurgicales qui ont été développées et modifiées par la suite pour pouvoir s'appliquer aux situations orthodontiques.

Le premier usage clinique date de 1983 quand Creekmore et al (18) ont utilisé une vis insérée sur l'épine nasale antérieure pour traiter un patient avec un overbite important. En 1997, Kanomi (40) a décrit un mini-implant spécifiquement réalisé pour l'usage orthodontique et en 1998, Costa et al (17) ont présenté une vis avec une tête en forme de bracket. Dès lors, d'autres mini-vis ont été introduites avec différentes tailles, différents designs, différentes compositions etc. A titre d'exemples, nous pouvons citer le système d'ancrage Aarhus (54) ou encore le système d'ancrage spider screw (32).

### 3.2 Avantages et indications

Les mini-vis peuvent fournir 2 types d'ancrage et servir soit en tant qu'ancrage direct soit en tant qu'ancrage indirect. Le terme d'ancrage direct signifie que la force est directement appliquée entre l'implant et la dent ou au groupe cible de dents nécessitant leur déplacement. La cible dentaire est tirée vers l'implant. Dans l'ancrage indirect, l'implant sert à stabiliser un groupe de dents créant ainsi une unité d'ancrage implanto-dentaire. Elles peuvent être auto taraudantes et dans ce cas leur pose se fait directement à travers la gencive sous une simple anesthésie locale (cas le plus fréquent) ou bien non auto taraudantes et dans ce cas il est nécessaire de faire un lambeau pour faire le trou pilote. Le trou pilote est requis quand la corticale a une épaisseur de plus de 2mm afin que la densité



osseuse n'endommage pas la pointe de la vis. Leur faible taille leur permet un placement dans l'os alvéolaire entre les racines des dents et ainsi d'avoir un nombre de sites potentiels important. Leur pose et dépose sont aisées et peuvent être faites par l'orthodontiste.

Leurs indications orthodontiques sont très variées (2). Elles peuvent être utiles dans différents domaines :

- dimension antéro-postérieure : distalisation molaire (31), rétraction canine (36)...
- dimension verticale : béances (45), overbite (59) ...
- pré prothétique : intrusion (77), redressement molaire(47) ...

Pour toutes les raisons évoquées, notamment leur pose directement à travers la gencive sous une simple anesthésie locale et leurs usages variés, les mini-vis sont très prisées. Cependant les mini-vis présentent de possibles complications (44).

### 3.3 Complications

- Complications lors de la pose :
  - risque réel de lésion des structures anatomiques voisines : racines, nerfs ou sinus
  - échec à entièrement engager la vis dans l'os cortical. La vis glisse sous la muqueuse le long de l'os périosté. Cela est déterminé par l'angle d'insertion de la vis.
  - fracture ou torsion de la vis
  - emphysème sub cutané (62)
- Complications lors de la mise en charge orthodontique :
  - perte d'ancrage
  - migration de la mini-vis (49,28)
- Complications au niveau des tissus mous péri implantaires :
  - ulcération, aphte (56)
  - inflammation, infection (16)
  - recouvrement de la tête de la mini-vis et de l'auxiliaire si placement dans la gencive non attachée
- Complications à la dépose :
  - fracture
  - ostéointégration partielle augmentant la difficulté de leur dépose (58).

Notons aussi :

- Un risque élevé d'échec si la pose se fait dans la gencive non attachée (9).
- Des limitations liées à leur forme et au manque d'épaisseur d'os dans certaines zones (69).
- Un desserrage de la vis si les forces qui lui sont appliquées sont trop importantes (17).

Le maintien d'une hygiène orale optimale est impératif pour minimiser le risque de complications. Elle est aussi importante que le placement de la mini-vis par l'orthodontiste. La densité osseuse et la santé des tissus mous affectent directement la stabilité de l'implant.

## 4. Les plaques osseuses

### 4.1 Historique

Jenner et al (38) en 1985 ont été les premiers à rapporter l'usage d'une plaque d'ostéosynthèse servant d'ancrage orthodontique. Plus récemment, les mini-plaques ont servi au maxillaire (65) ou à la mandibule (72) à corriger des béances squelettiques chez des patients adultes qui auraient nécessité une chirurgie orthognathique. Leur usage s'est étendu par la suite à l'intrusion (66) ou à la distalisation molaire (67).

### 4.2 Définition et avantages

Ce sont des appareils d'ostéosynthèse modifiés, les mini-plaques en titane étant temporairement fixées par des vis mono corticales. Ce système a été décrit dans l'étude de Sugawara et al (68). Le système Bollard est une évolution de ces mini-plaques classiques.

Les mini-plaques sont composées de 3 parties (figure 1) :

- Un corps sous périosté en forme de « T », de « Y » ou de « I ».
- Un bras trans-muqueux de 3 longueurs différentes.
- Une tête intra orale positionnée en dehors de la denture pour ne pas interférer avec les mouvements dentaires. Elle est composée de 3 crochets continus pour l'attachement des systèmes de traction orthodontique et possède 2 variantes selon la direction des crochets.

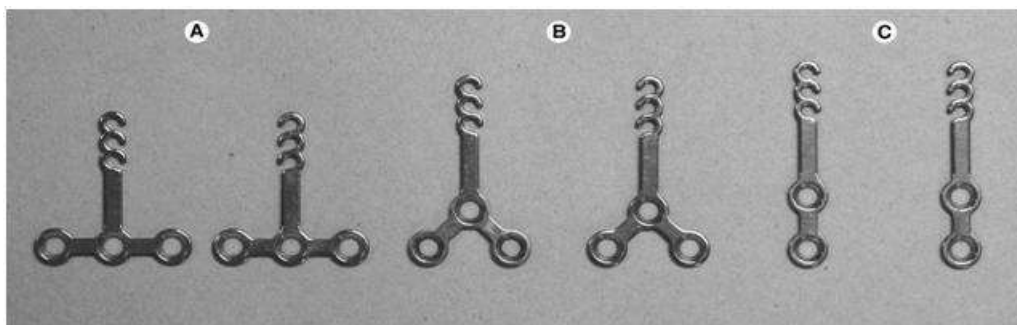


Figure 1: SAS, plaques d'ancrage en titane; A : plaque en « T », B : plaque en « Y », C : plaque en « I » (68)

La pose, nécessitant 2 mm d'épaisseur d'os, se fait au maxillaire au niveau de la crête du processus zygomatique et au niveau du bord latéral de l'orifice piriforme (orifice antérieur des fosses nasales). A la mandibule, la pose se fait au niveau du corpus (excepté près du foramen mentonnier) et au niveau du bord antérieur du ramus. Elle nécessite de faire un

lambeau muco-périosté (incision muco-périostée verticale au maxillaire et horizontale à la mandibule) et de percer un trou pilote pour insérer les vis. La pose est faite sous anesthésie locale avec ou sans sédation intra veineuse et dure environ 10 minutes par mini-plaque posée. Pour éviter une mobilité secondaire de la plaque, trois facteurs clés doivent être respectés lors de la pose : la force masticatoire, l'ajustement de la plaque à la surface osseuse et la technique d'implantation (69).

La dépose se fait sous anesthésie locale: on réalise une incision muco périostée et une dissection sous périostée pour exposer la mini-plaque. On dépose les vis et la mini-plaque qui est souvent recouverte d'une apposition osseuse et on suture pour refermer.

Le principal avantage des mini-plaques est l'obtention du mouvement tridimensionnel désiré des molaires (intrusion, extrusion, distalisation, protraction, vestibulo ou linguo version). Elles permettent ainsi de traiter des béances sévères par intrusion molaire ou encore des encombrements importants, des protrusions supérieures et des inversés d'articulé antérieur par distalisation molaire sans avoir à recourir à des extractions. Une distalisation en masse est possible et permet de réduire la durée de traitement. Elles constituent un complément voire une alternative à la chirurgie orthognathique pour les cas de malocclusion squelettique. Les mini-plaques sont particulièrement utiles dans la correction de béances sévères et de malocclusions de classe III prononcées.

### 4.3 Complications

Parmi les possibles complications, citons :

- Une perte d'ancrage
- Une fracture de la plaque
- Des infections superficielles
- Une déhiscence de la muqueuse autour de la plaque

### 5. Comparaison entre mini-vis et mini-plaque

Pour Sugawara (69), les mini-plaques sont moins inconfortables que les mini-vis et leur forme peut être ajustée selon le type de mouvements désirés et l'épaisseur d'os du patient. Les mini-plaques permettent aux praticiens d'ajuster leurs positions aux besoins de chaque patient pour obtenir le meilleur avantage mécanique possible. Les vis de fixation posées apicalement par rapport aux racines conduisent à l'absence d'interférence avec les mouvements dentaires, les racines glissant le long de l'appareil d'ancrage. Les mini-plaques semblent offrir un ancrage plus fiable quand des forces élevées telles que des forces orthopédiques sont utilisées (43).

Par rapport aux mini-vis, l'inconvénient des mini-plaques est la nécessité de faire un lambeau et donc de recourir aux services d'un chirurgien (constituant un temps et un coût supplémentaires). La survenue d'un œdème facial léger à modéré est fréquente pendant les

jours suivant l'acte chirurgical et constitue un effet secondaire attendu. De plus, la plaque présente, au niveau du point de transfixion de la muqueuse, une section large et plate qui complique l'hygiène dentaire et accroît le risque d'infection (20).

Il apparaît que les plaques osseuses procurent un taux plus élevé de succès que les mini-vis(8).

Pour Baumgaertel (64), l'utilisation des mini-plaques dans la routine orthodontique sera probablement limitée aux malocclusions sévères quand les mini-vis atteignent leurs limites. Les mini-vis restent la méthode d'ancrage de choix pour des applications plus routinières.

Au final, le choix du type d'ancrage est basé sur les besoins spécifiques de traitement pour chaque patient.

## 6. Réactions tissulaires autour des TSADs

Ces TSADs ont fait l'objet d'une étude par De Clerck et al en 2007 (13). 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 TSADs.

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

- Les TSADs en titane offrent un ancrage fonctionnel et structurel direct en accord avec les définitions de Branemark (3).
- L'index d'ostéointégration (% 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 TSADs. Cet index d'ostéointégration est significativement plus élevé à la mandibule qu'au maxillaire selon Deguchi et al (26). 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 (34,48,53,60,61) 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 (55,56). 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 al (70) recommandent un placement dans les tissus kératinisés et Kim et al (42) constatent une meilleure stabilité de la vis à la mandibule.

- La technique chirurgicale choisie

Kim et al (42) observent un plus grand nombre de contacts implants-os avec une meilleure stabilité si on se sert 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

Plusieurs études (4,42,51) montrent que 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 d'augmenter progressivement la mise en charge.

- Les événements indésirables tels que l'inflammation péri implantaire et la résorption des racines adjacentes sont rares.

### III. Fiche technique

L'implant Bollard en est à sa quatrième génération, c'est celle que nous présentons ici.

L'ancrage osseux Bollard est composé de 3 parties :

- Une mini-plaque en titane percée de 2 ou 3 trous de 0,7 mm de diamètre
- Une barre de connexion ronde de 1,4mm de diamètre
- Une unité de fixation cylindrique avec une vis de verrouillage

#### A. Le système Bollard sans crochet

##### 1. Maxillaire (figures 2,3)

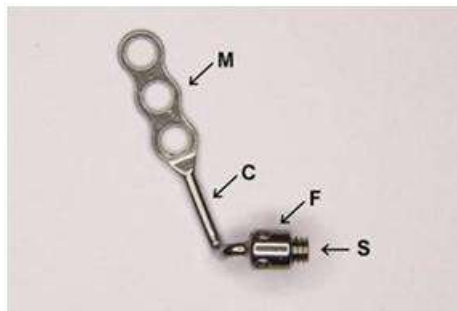


Figure 2 : Système Bollard classique au maxillaire (19)

M : Mini plaque    F : Unité cylindrique de fixation avec des trous à sa base pour laisser passer le fil  
C : Barre de connexion    S : Vis de verrouillage

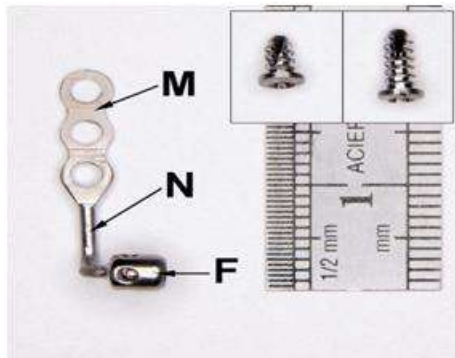


Figure 3 : Système Bollard et vis mono corticales de 5 et 7 mm de longueur

M : Mini plaque, N : Cou (Neck) de la barre de connexion, F : Unité de fixation (12)

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 taroudage. 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. Grace 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 (20), 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.

## 2. Mandibulaire (figure 4)



Figure 4 : Système bollard classique à la mandibule (19)

## B. Le système Bollard avec crochet

Il est plus petit que le modèle sans crochet et contient 1 tube avec une section de .020 x .020. Il y a aussi un crochet pour fixer directement des élastiques ou des ressorts hélicoïdaux.

## 1. Maxillaire (figure 5)



Figure 5: Système bollard avec crochet au maxillaire (19)

## 2. Mandibulaire (figure 6)



Figure 6 : Système bollard avec crochet à la mandibule (19)

## C. Fabrication

Les ancrages osseux sont faits de titane pur. Les 3 parties 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 (19).



## D. Apport du système Bollard

Conçu à l'origine pour suppléer l'ancrage extra oral, le système Bollard est une combinaison de mini-plaques modifiées fixées par des mini-vis. Avec les mini-plaques modifiées, les vis peuvent être insérées à distance de sécurité des apex radiculaires. Le fait que la barre de connexion émerge au niveau de la ligne de jonction muco-gingivale ou au sein de la gencive attachée est essentiel pour assurer une bonne gestion des tissus mous (70). De plus, la barre de connexion est de section ronde et de surface lisse ce qui favorise une meilleure adaptation de la muqueuse à l'endroit où elle traverse les tissus mous. Elle permet le maintien d'une hygiène dentaire efficace en facilitant l'accès au brossage. Pour De Clerck (20) l'excellente adaptation des tissus mous autour de l'implant est la clef du succès car elle limite le risque d'hypertrophie des muqueuses et d'infection en offrant une bonne étanchéité entre l'implant et les tissus mous. En outre l'unité de fixation est cylindrique et agit de même ce qui est une amélioration par rapport à une mini-plaque pénétrante classique. Le principal avantage du système Bollard est de diminuer les problèmes d'infiltration bactérienne et leurs conséquences habituelles, ostéolyse et perte fréquente de l'implant. Il permet d'avoir des connexions aisées avec les mécaniques orthodontiques et il constitue un ancrage direct pour les thérapeutiques orthodontiques. Il est adaptable à un grand nombre d'applications cliniques et il est modifiable durant le traitement. Son unité d'attachement permet de varier le point d'application de la force en changeant la configuration du fil auxiliaire.

## IV. Techniques chirurgicales

Ces techniques furent décrites dans l'étude de De Clerk et al en 2008 (14). Dans cette étude 200 systèmes Bollards ont été posés sur 164 patients. Le taux de succès était de 92,5%.

### A. L'opération

#### 1. Localisation

L'insertion se fait à distance des apex radiculaires, sur la crête inférieure du processus zygomatique du maxillaire ou dans la région de la canine inférieure entre l'incisive latérale et la canine inférieure. Le mécanisme peut aussi être mis sur la crête para nasale ou dans la région prémolaire ou molaire de la Mandibule.

#### 2. Technique anesthésique

La majorité des opérations se fait sous anesthésie locale seule et quelquefois en association avec une sédation intra veineuse. L'anesthésie générale est préférée chez les jeunes enfants. Par exemple, si on doit poser 4 mini-plaques pour des tractions orthopédiques chez de jeunes enfants, on préfère souvent réaliser une anesthésie générale.

#### 3. Recommandations

##### 3.1 Au chirurgien

Pour diminuer le risque d'infection, il est recommandé de ne pas associer la pose de l'implant avec une extraction à proximité et de réaliser un détartrage soigneux avant la mise en place de l'ancrage squelettique. En cas d'extraction, celle-ci est réalisée au moins 2 semaines avant la pose du système.

##### 3.2 A l'orthodontiste

Un nivellement préalable des arcades doit être réalisé en totalité jusqu'à la mise en place d'arcs suffisamment lourds. Ces arcs doivent simplement permettre la mise en place de tractions élastiques entre l'arcade dentaire et l'implant. Leur choix est à la discrétion de l'orthodontiste en fonction de sa philosophie de traitement (20). L'appareil fixé est collé en premier et on pose l'ancrage osseux qu'une fois progressé en fil droit. Une dizaine de jours après l'intervention, il ôte les fils de sutures résorbables encore présents et réitère les conseils d'hygiène orale. Il lui est aussi recommandé un chargement initial 2 à 3 semaines après chirurgie n'excédant pas 100-150 grammes et une augmentation progressive à chaque contrôle mensuel si besoin.

### 3.3 Au Patient

Au patient est recommandé une application locale de glace associée à l'absence de contacts répétitifs par la langue, la joue ou la pression des doigts et de nettoyer avec une brosse à dent souple 1 semaine après chirurgie les tissus mous autour du mécanisme. Il lui est aussi recommandé des bains de bouche à la chlorhexidine pendant la première semaine suivant la pose de l'ancrage. Ou il peut réaliser des applications biquotidiennes de spray de chlorhexidine pendant au moins les quinze premiers jours. Le spray, après avoir écarté joues et lèvres, offre une meilleure diffusion de la chlorhexidine (20).

Le taux de succès élevé même sans antibiotiques suggère que l'antibioprophylaxie n'est peut être pas utile. L'asepsie lors de la pose semble être un facteur clé dans la baisse du risque infectieux.

## B. Protocole opératoire

Le protocole a été établi par les Dr Hugo et Calix de Clerck, Dr Siciliano, Dr Cornelis, Dr Scheffler, Dr Mahy, Dr Tulloch et le Dr Ruiz.

### 1. La pose

La mise en place chirurgicale ne peut être réalisée par l'orthodontiste car c'est une technique chirurgicale « sensible » nécessitant de faire un lambeau et d'avoir une asepsie rigoureuse. Sa durée est en moyenne comprise entre 15 et 30 minutes par plaque et est considéré comme étant aisée.

#### 1.1 Sur la crête inférieure du processus zygomatique du Maxillaire

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. La pose du ZAS (Zygoma Anchorage System ou Système d'ancrage Zygomatique) a été décrite par De Clerck et al (24). Cela a permis 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. L'épaisseur de l'os bicortical est seulement de 2 à 5 mm (la longueur des vis allant de 5 à 7 mm), cependant aucun symptôme de perforation du sinus ou d'infection n'a été observé suite à la pose des ancrages.

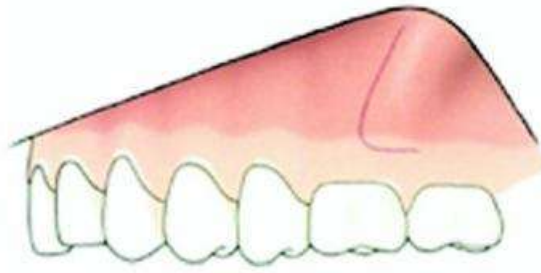


Figure 7 : Incision en « L » à convexité antérieure (14).

La première incision est verticale et fait environ 1 cm. Elle est parallèle et en 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. 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. En particulier si on prévoit de faire par la suite une intrusion dentaire.

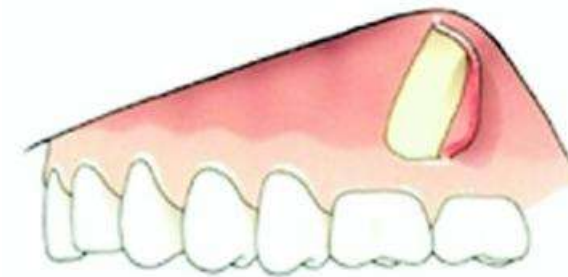


Figure 8 : Lambeau postérieur muco périosté fait pour l'exposition osseuse au maxillaire (14).

Le lambeau permet de dégager l'os et faciliter le placement de la mini-plaque sur le bord inférieur du processus zygomatique (20).

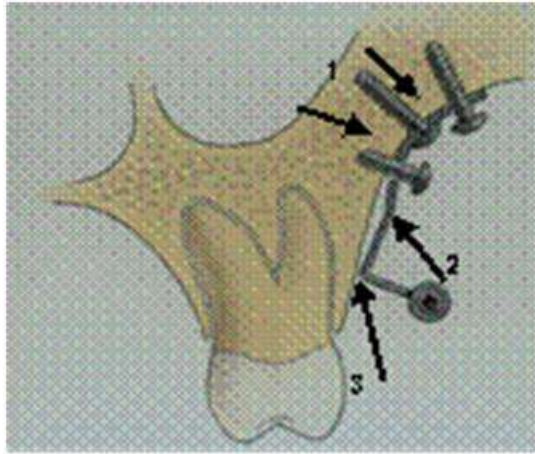


Figure 9: Coupe schématique transversale d'une mini-plaque posée sur la crête du processus zygomatique (14).

La mini-plaque est légèrement courbée pour avoir un bon contact avec l'os cortical. La courbure est limitée à la région entre les trous (flèche 1) dans la mini-plaque. La connexion entre la mini-plaque et le col de la barre doit être légèrement courbée dans une direction opposée (flèche 2) pour un bon contact entre la partie inférieure du col et l'os alvéolaire (flèche 3).

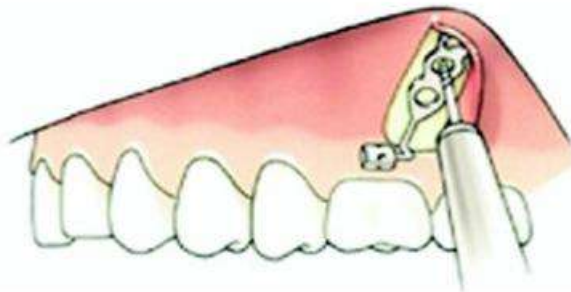


Figure 10 : perçage du trou du milieu (14).

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. Le centre des trous dans la mini-plaque 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 mini plaque.

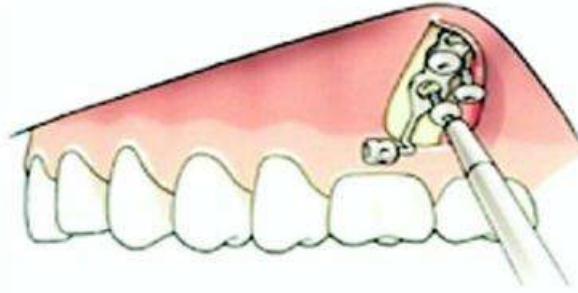


Figure 11 : insertion des mini-vis au maxillaire (14).

La première vis n'est pas complètement serrée dans le but de donner un peu de rotation à la mini- plaque 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 radulaire des premières molaires perpendiculairement à la surface de l'os alvéolaire.

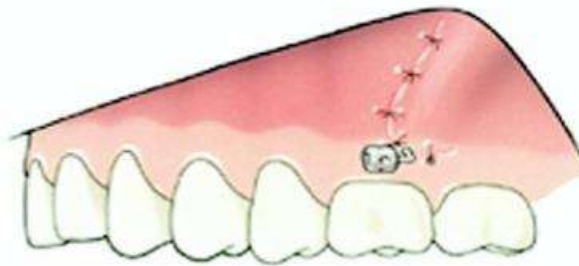


Figure 12 : Sutures avec fils résorbables au maxillaire (14).

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. 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.

## 1.2 Dans la région de la canine inférieure

Pour limiter l'irritation de la joue, la pose se fait généralement entre l'incisive latérale et la canine.

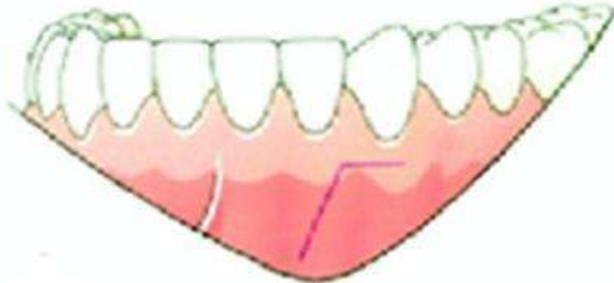


Figure 13 : Incision en « L » inversée (14).

L'incision en « L » inversé est réalisée avec un angle légèrement supérieure à 90°. La deuxième incision (portion horizontale du « L ») se fait à 1 mm au-dessus de la LMG.



Figure 14: Lambeau postérieur muco-périosté fait pour l'exposition osseuse à la mandibule (14).

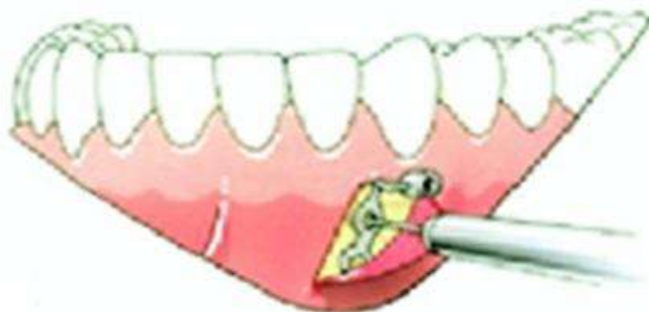


Figure 15: Percage du premier trou le plus près possible de l'unité d'attachement (14).

Le positionnement est le même sauf que situé à 1 mm au dessus de la LMG. Le centre des trous dans la mini plaque est situé entre les axes de l'incisive latérale et de la canine. Le premier trou est percé à travers le trou supérieur de la mini plaque au niveau des apex radiculaires, le plus proche de l'unité d'attachement.

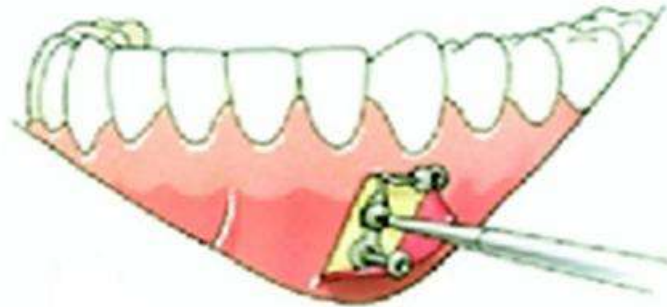


Figure 16: Insertion des mini-vis à la mandibule (14).

La fixation est identique.

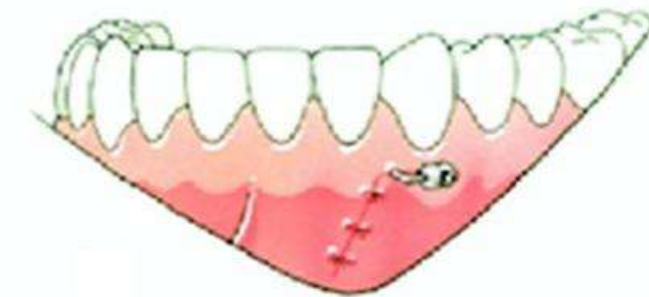


Figure 17: Sutures avec fils résorbables à la mandibule (14).

L'unité de fixation est parallèle à l'os alvéolaire et à l'arc dentaire avec une vis de verrouillage dépassant en distal.

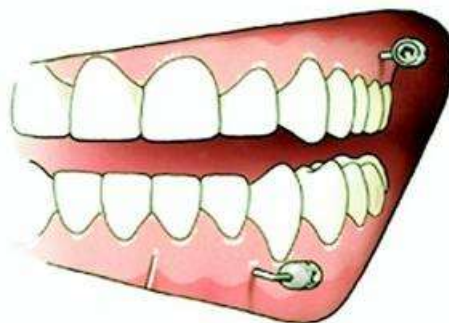


Figure 18: Orientation des unités de fixation (14).



Les systèmes Bollards sont placés avec leurs unités de fixation orientées vers l'avant dans la portion postérieure du maxillaire et de la mandibule. Dans la portion antérieure de la mandibule (entre l'incisive latérale et la canine), les unités de fixation sont orientées vers l'arrière pour réduire l'irritation de la joue et de la lèvre.



Figure 19: Exemple de pose d'ancrages Bollard sur modèles, notons l'émergence de la barre de connexion au niveau de la LMG (ligne au crayon noire) ou légèrement au dessus dans la gencive attachée (Dr J.P. Perrin).

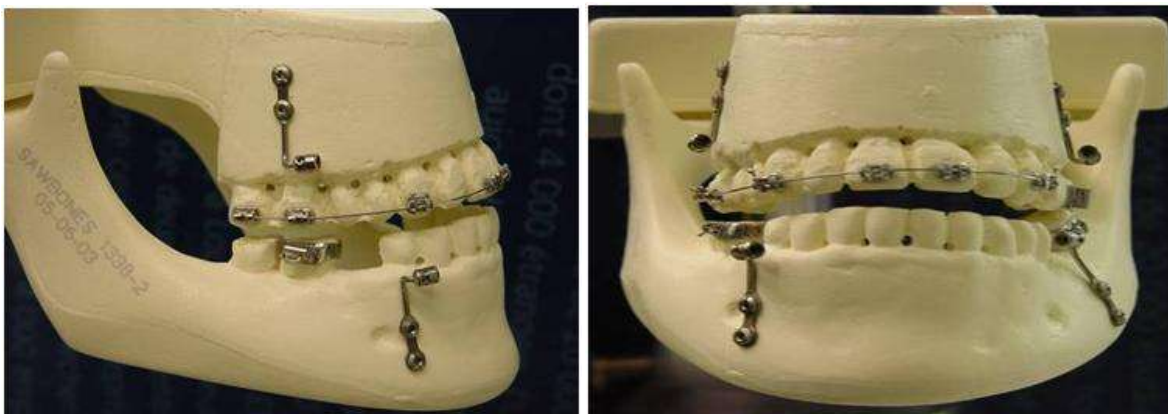


Figure 20: Vue latérale droite et de face d'un cas de pose d'ancrages Bollard sur modèles (Dr J.P. Perrin).



Figure 21: Vue clinique après cicatrisation d'un ancrage Bollard posé au Maxillaire (Dr J.P. Perrin).

## 2. La dépose

Il faut déposer les mini-plaques 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 à la dépose. La dépose des vis en elles-mêmes n'est pas un problème. Elle dure dans 81,4% des cas moins de 15 minutes (14).

La dépose est faite sous anesthésie locale. Une petite incision muco-périostée est réalisée pour exposer la mini-plaque et les vis. On dépose le système, on rince avec une solution saline et on suture. La dépose est plus simple et plus rapide que la pose car il s'agit surtout d'une fixation mécanique. Il ne reste à la fin que 2 ou 3 trous (selon qu'on soit au maxillaire ou à la mandibule) de 1,6 mm de diamètre, minimisant la perte osseuse. Des bains de bouche à la chlorhexidine sont faits pendant les 3 jours suivant la dépose.

## 3. Complications post chirurgicales

La première complication est une mobilité d'origine infectieuse. Cependant la section ronde de la barre de connexion ainsi qu'une bonne hygiène orale réduit ce risque. Les tissus mous s'adaptent très bien autour de l'implant. Un brossage soigné des mini-plaques et de la muqueuse périphérique avec une brosse à dent souple est important dans la prévention des infections.

La seconde complication est une mobilité d'origine mécanique. Le patient peut être tenté de triturer avec sa langue l'unité de fixation. Les forces musculaires ainsi développées sont intermittentes, d'intensité variable et peuvent augmenter la mobilité de l'implant même en l'absence d'infection.

Enfin, l'étude (14) suggère que la douleur n'est pas intense tandis que l'œdème post opératoire constitue un problème constant. Sa probabilité de survenue est élevée. Son volume varie beaucoup, tout en restant généralement moindre que celui observé en cas d'avulsion d'une dent de sagesse. Il dure en moyenne de 5,3 +/- 2,8 jours après la pose et 4,5 +/- 2,6 jours après la dépose (14). L'œdème est probablement un effet secondaire du lambeau. Une utilisation systématique d'anti inflammatoires en per opératoire associée à de la glace pourrait réduire l'œdème.

Notons que l'auteur sur une période de 4 ans avec 265 implants posés ne compte la perte que de 15 implants soit un taux d'échec de 5,6 % (20).

## V. Indications

### A. La distalisation et la mésialisation

#### 1. La distalisation

##### 1.1 Distalisation de canines maxillaires

En 2002 De Clerck et al (24) avaient posé le système Bollard sur la crête inférieure du processus zygomatique du maxillaire chez 27 patients (11 bilatéralement et 16 unilatéralement).

Un bras rigide puissant avait été conçu pour s'insérer dans la gorge verticale du bracket canin et ainsi relier l'ancrage aux dents antérieures. Le crochet à la fin du bras était situé au niveau du centre de résistance de la canine. Un ressort hélicoïdal fermé avec une force de 50 à 100 grammes a été attaché entre le bras sur la canine et l'ancrage zygomatique de telle façon que la direction de la force soit parallèle au fil de l'arc principal.

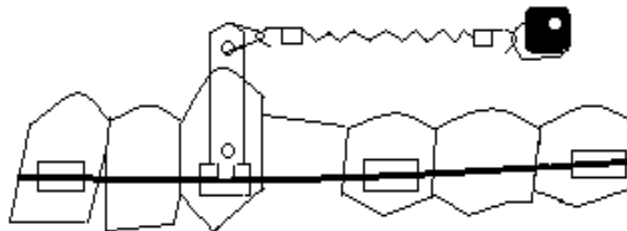


Figure 22: Système d'ancrage zygomatique avec un bras rigide puissant attaché à la canine

Les premières molaires peuvent être distalisées avec un jig coulissant avant la distalisation des canines. L'ancrage zygomatique peut aussi être utilisé avec des ressorts hélicoïdaux ouverts pour neutraliser les forces de réaction générées par la distalisation des molaires. L'ancrage est indirect lors de la rétraction et de l'intrusion du segment antérieur avec des boucles en « T ».

Au final, les canines ont été distalisées à un taux moyen de 1,14mm par mois. Aucun implant n'a été perdu. Un peu d'inflammation a pu être observée autour des implants surtout lorsqu'ils ont été placés trop haut dans le vestibule.

##### 1.2 Distalisation de molaires maxillaires

Dans l'étude de De Clerck et al de 2007 (12), 31 mini-plaques ont été posées sur les crêtes des processus zygomatiques des maxillaires de 17 patients sans croissance (âge moyen : 27 ans et 3 mois) ayant un traitement de classe II avec un ancrage squelettique. Il

s'agissait de classe II uni ou bi latérales avec encombrements ou protrusion incisive au maxillaire, pas ou peu d'encombrement à la mandibule et à la fois la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> molaire en relation de classe II. Sur ces 17 patients, 10 n'avaient pas de contact inter incisif. 2 mois avant la chirurgie : un appareil partiel fixe a été posé au maxillaire incluant les 2<sup>èmes</sup> molaires, les canines et les incisives encombrées en vestibulaire, aucun appareil à la mandibule.



Figure 23 : Distalisation molaire avec un élastique activant un tube coulissant en appui sur un ressort hélicoïdal fermé (12).



Figure 24 : Distalisation des prémolaires et des molaires avec un ressort hélicoïdal ouvert placé entre l'ancrage et le tube coulissant (15).

3 semaines après la chirurgie, des élastiques avec une force génératrice de 150 grammes ont été appliqués entre la mini-plaque et le crochet antérieur de coulissage à ressort hélicoïdal fermé sur un fil rond .016 inoxydable d'un arc pour distaliser les molaires par coulissage. Au début, seul un collage partiel est utilisé (les prémolaires ne sont pas collées). L'évaluation des mini-plaques via des logiciels informatiques portent sur l'overjet, l'overbite et les diamètres inter canin et inter molaire du maxillaire (figure 25).

On constate que les molaires ont été déplacées en une occlusion corrigée de classe I pour tous les patients après une période moyenne de 7 mois +/- 2 mois (varie de 3,2 mois à 9,9 mois). Il n'y a pas eu de signe d'infection observée autour des mini-plaques et aucune de celles-ci n'a montré une hausse de la mobilité durant cette période. La santé gingivale autour de l'ancrage squelettique est généralement bonne. Les 31 molaires maxillaires ont été déplacées sur une distance moyenne de 3,27 +/- 1,75 mm (varie de 0,3 à 7,8 mm). Chez

les 10 patients sans contact inter incisif avant le traitement, l'overjet diminue en moyenne de  $0,99 \pm 1,32$  mm, ce qui n'est pas le cas chez les 7 autres patients (figure 26). L'overbite augmente légèrement tandis que les diamètres inter canins et inter molaires augmentent eux aussi significativement. Le diamètre inter molaire augmente en moyenne de  $2,78 \pm 1,38$  mm. L'accroissement des diamètres inter canin et inter molaire peut être expliqué partiellement par le fait que ces dents ont été déplacées le long de l'arête alvéolaire qui s'écarte distalement de plus en plus de la ligne médiane du maxillaire. En outre, la ligne de force provenant de l'ancrage squelettique est orientée vestibulairement et est aussi responsable en partie de cette expansion.

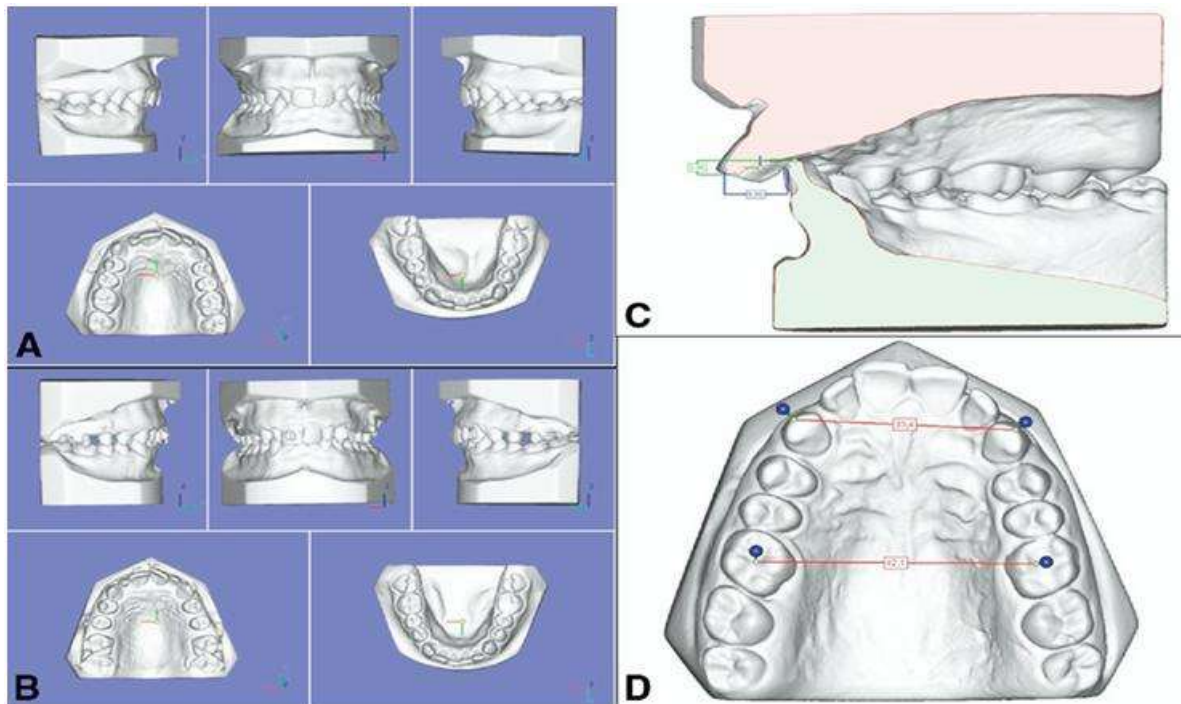


Figure 25 : Modèles digitaux (12) A : avant distalisation B : après distalisation  
C : mesures overjet, overbite D : mesures diamètres inter Canin et inter Molaire

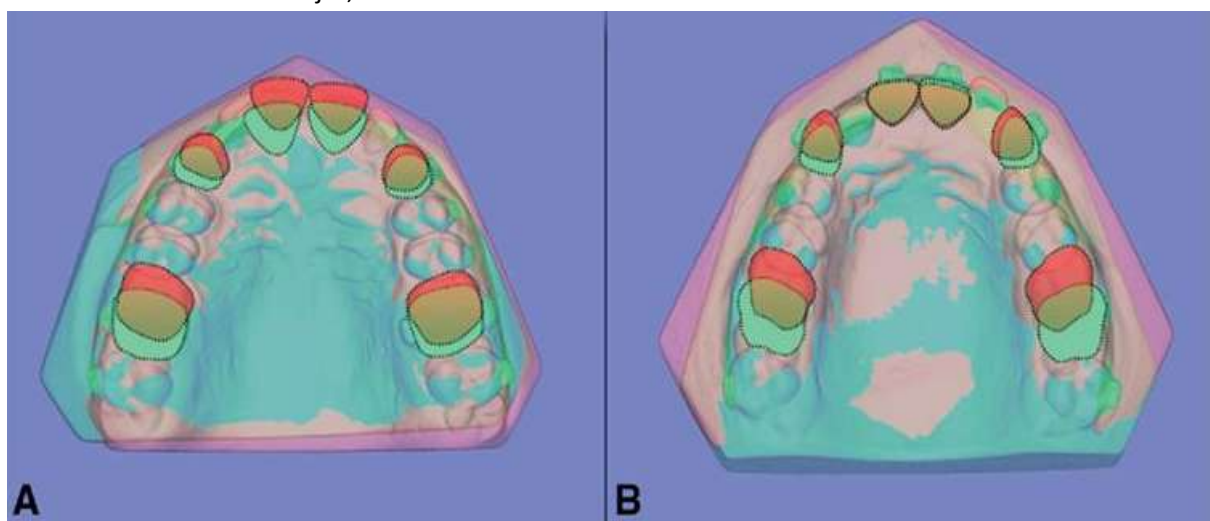


Figure 26 : Modèles maxillaires avant (rouge) et après (vert) distalisation. (12)  
A : réduction de l'overjet liée à l'absence de contact entre les incisives Max. et Md  
B : absence de réduction de l'overjet lié au contact entre les incisives Max. et Md

Même si il n'a pas eu de contrôle de disponible dans cette étude, le fait qu'il y ait eu un déplacement d'observé chez des patients sans croissance était non prévisible. Même si les prémolaires maxillaires n'étaient pas collées, leur dérive distale spontanée a été observée dans 84,4% des cas et à un taux moyen de 1,4 +/- 1,2 mm. Cela peut être lié à l'étirement des fibres élastiques supra crestaes liant les 1ères molaires aux prémolaires et canines. Chez les patients en inter cuspidation serrée ou en interférence occlusale avec les dents mandibulaires, cette dérive est limitée.

Le mouvement distal des canines maxillaires en simultané avec une réduction de l'encombrement antérieur et de l'overjet apparait chez les patients sans contact inter incisif. Cela est supposé être en rapport avec la liaison à l'interface entre les tubes molaires et le fil de l'arc après la version coronaire distale initiale car la force de distalisation était appliquée à distance du centre de résistance de la molaire. Cette liaison génère un couple de force responsable du redressement radicaire et de la friction qui tire le fil de l'arc en distal, ce qui provoque une baisse de l'overjet. Ainsi, les 150 grammes de force appliquée sur les molaires tirent non seulement les molaires en arrière mais commencent la rétraction des prémolaires, incisives et canines. Cette dernière action permet de réduire le temps de traitement de la seconde phase du traitement, à savoir la distalisation du segment antérieur après qu'une distalisation molaire a été obtenue. Durant cette seconde phase, on note l'absence de mésialisation des molaires ce qui réduit le risque de compromettre l'occlusion de classe I obtenue précédemment ce qui n'est pas toujours le cas avec les moyens classiques de distalisation dentaire(57).

De manière générale, l'overbite était seulement légèrement diminué ce qui contraste avec l'apparition de béance qui peut se produire avec l'extrusion des molaires via une FEO (Force Extra Orale) cervicale (71). En effet, la composante verticale de la traction cervicale entraîne l'égression des molaires supérieures tandis que le port des élastiques entraîne l'égression des molaires inférieures. Cela conduit souvent à une augmentation de la dimension verticale. Ici, la traction horizontale associée à une faible composante d'ingression vers l'implant et la diminution des tractions inter maxillaires provoquent une stabilité de la dimension verticale (20).

Enfin, la force de distalisation de l'unité d'ancrage poussant directement le tube vestibulaire de la molaire distalement, la rotation mésio vestibulaire molaire est facilement corrigée. Cela est probablement lié au fait que les prémolaires n'étaient pas collées et qu'un fil d'arc léger était utilisé.

En conclusion, les mini-plaques sont une alternative simple et sûre aux FEO (même dans les cas où une 2<sup>ème</sup> molaire est présente sur l'arcade) pour distaliser la denture maxillaire en totalité chez les patients sans croissance. Cela pourrait diminuer le recours aux extractions chez ceux ayant un encombrement ou une protrusion des dents antérieures.

## 2. La mésialisation

Les indications d'un ancrage implantaire pour mésialiser des molaires sont limitées.

La situation clinique la plus propice à cet usage est sans doute celle de l'agénésie des secondes prémolaires mandibulaires. Dans ce cas, on souhaite mésialiser les secteurs postérieurs sans qu'apparaisse une linguoversion parasite des incisives. Les ancrages Bollard sont placés entre la canine et l'incisive latérale mandibulaire et une chaînette élastomérique ou un ressort en nickel titane est tendue entre la molaire et l'implant.

La mésialisation des molaires s'accompagne d'une friction entre l'arc et les tubes molaires, à l'origine d'une traction mésialisante sur le secteur antérieur. Si cette traction s'exprime trop et que les incisives ont tendance à se labioverser, les incisives sont stabilisées en tendant une chaînette élastomérique de molaire à molaire.

De Clerck (20), réserve l'emploi d'ancrages Bollard aux seuls cas de mésialisation molaire où une linguoversion excessive est redoutée. Il s'agit de patients dont les arcades dentaires sont presque parfaitement alignées et dont l'occlusion sagittale est quasiment idéale. Pour eux, la fermeture de l'espace d'extraction d'une première molaire ou d'une seconde molaire temporaire risque de provoquer une linguoversion excessive des incisives mandibulaires. Essayer de limiter ce phénomène avec des élastiques de classe II entraîne généralement un recul des incisives maxillaires avec le risque de mener à un profil rétrusif.

## B. Le traitement des classes II d'Angle

### 1. Avec extraction des premières prémolaires

De Clerck et Cornelis ont publié une étude en 2006 (11) s'intéressant à l'usage d'ancrages squelettiques Bollard chez des patients présentant une classe II ayant nécessité l'extraction des premières prémolaires. Cette étude portait sur une période de 4 ans et demie durant laquelle 59 ancrages ont été posés sur la crête du processus zygomatique du maxillaire chez 31 patients présentant cette caractéristique.

Le collage s'est fait avec des brackets standards edgewise .018 x .025. Pour les dents antérieures des patients adultes, des brackets céramiques pré ajustés ont été utilisés avec des crochets Kobayashi .014. Après extraction des premières prémolaires, les segments du maxillaire sont nivelés avec du fil d'arc en nickel titane de .014.

Cette thérapeutique comprend 2 étapes :

- Distalisation canine avec correction de l'overjet
- Recul incisif avec correction de l'overbite

### 1.1 Distalisation canine avec correction de l'overjet

Les canines sont distalisées en premier en utilisant des mécanismes de coulissage via du fil australien .016 ou du fil en acier inoxydable .016 x .016. Les ailes distales des brackets des canines sont liées fixement au fil d'arc via une ligature .010 pour éviter de possibles rotations. Des élastiques avec une force de 100-130 grammes ont été posés entre les canines et les extensions en « S » des unités de fixation (figure 28). Le changement des élastiques est quotidien. Pour éviter la hausse de l'overjet par protrusion des incisives supérieures, toutes les incisives n'ont pas été collées pour corriger l'encombrement antérieur lors de cette phase.

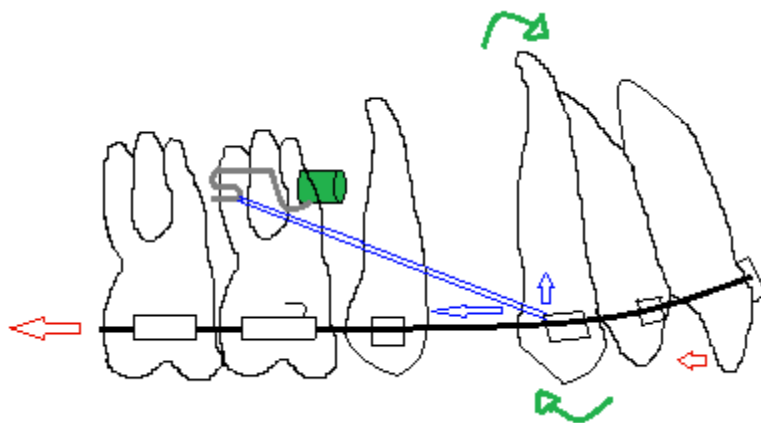


Figure 27 : Schéma de distalisation canine après extraction de la prémolaire (11).

Les élastiques (en bleu) attachés à l'ancrage osseux et son extension en « S » exercent un couple de force sur la canine (flèches bleues). La friction issue de l'interface bracket canin- fil, tire le fil de l'arc distalement ce qui tire aussi les incisives en distal (flèches rouges). Les flèches vertes indiquent le moment appliqué à la canine.



Figure 28: Exemples d'extensions en « S » (Dr J.P. Perrin) (14)



Autant la friction entre brackets et fil d'arc (augmentée par le moment appliqué à la dent et la version coronaire de celle-ci) est indésirable dans les mouvements conventionnels de coulissage, autant ici elle peut corriger l'overjet dans la phase initiale de traitement (distalisation des canines) et donc réduire le temps global de traitement. La traction distale sur le fil de l'arc, créée par la friction dans le bracket de la canine, n'est pas contrebalancée par la traction mésiale issue de la friction du tube molaire. En effet, dans ce système ce n'est pas la molaire qui sert d'ancrage postérieure mais l'ancrage Bollard. Cela explique l'absence de recul concomitant des incisives lors de la distalisation des canines en technique classique (20). S'il n'y a pas de contact entre les incisives du haut et du bas, la force résultante tirera le fil de l'arc et les 4 incisives supérieures distalement réduisant du coup l'overjet. De fait, les 6 dents antérieures ne devraient pas être liées ensemble et distalisées simultanément avec des mécaniques de coulissage, ce qui nécessiterait de corriger l'overbite précocement lors du traitement. Les incisives suivront spontanément le mouvement des canines jusqu'au contact avec les incisives du bas tant qu'il n'y aura ni interposition de la lèvre inférieure, ni intercuspidation trop forte. Ainsi, il peut être utile d'ajouter une légère force intrusive aux incisives supérieures via un fil auxiliaire carré en acier inoxydable .016 ou .017 inséré dans le tube de l'ancrage Bollard (figure 29). L'arc auxiliaire peut être ligaturé à l'arc principal entre la 11 et la 21 (quand les incisives sont rétrusées) ou des 2 côtés entre l'incisive latérale et la canine (quand les incisives sont protrusées).



Figure 29: Ajout d'un fil auxiliaire intrusif ligaturé à l'arc principal entre la 11 et la 21 dans un cas de classe 2 avec extraction traité par ancrages Bollard (19).

De l'espace sera créé entre les incisives latérales et les canines spécialement dans les cas d'overbite.

Plus la distance entre l'ancrage et la canine est faible, plus la composante sagittale de la force est faible. On peut réduire la distance soit en mettant les mini-vis entre les premières et secondes molaires ou en utilisant une extension pour déplacer le point d'application de la force en distal de la première molaire. D'un point de vue occlusal, la ligne de force est orientée vers l'extérieur, s'écartant de la ligne médiane, à l'origine d'un peu d'expansion antérieure.

Lors de la distalisation de la canine, sa rotation initiale entraîne un déplacement de la molaire en palatin et donc une réduction de la distance inter molaire avec un possible inversé d'occlusion. Pour prévenir ce phénomène, les secondes molaires sont baguées ou collées.

Le repositionnement des canines en classe I prend entre 6 et 9 mois de traitement.



Figure 30: Obtention d'une occlusion classe I canine dans un cas de classe 2 avec extraction traité par ancrages Bollard (19).

## 1.2 Recul incisif avec correction de l'overbite

Une fois les canines en classe I, la correction de l'overjet résiduel et de l'overbite est obtenue en se servant de fil d'arc .016 x .022 en acier inoxydable avec des boucles en « T » en distal des 2 incisives latérales. Il est important d'attendre l'obtention d'une classe I canine, sinon les forces intrusives requises pour corriger l'overbite antérieur génèrent des forces de réaction en distal des boucles en « T » ce qui provoque l'extrusion et la mésialisation de la canine. En classe I canine, le support vertical des canines et des premières prémolaires inférieures contrebalance cette extrusion. Pour rétracter les incisives, les boucles en « T » sont ouvertes légèrement en courbant la portion distale du fil de l'arc des tubes molaires. Cela crée une force de réaction qui pousse les molaires en avant. Pour éviter la rotation des premières molaires autour de leur racine palatine, un arc transpalatin est posé. La classe I est conservée par la traction des élastiques placés entre l'ancrage osseux et les canines et qui ajoute une composante intrusive à la force appliquée aux canines. Après correction de l'overbite sagittal et vertical, des arcs continus sont utilisés pour la finition.

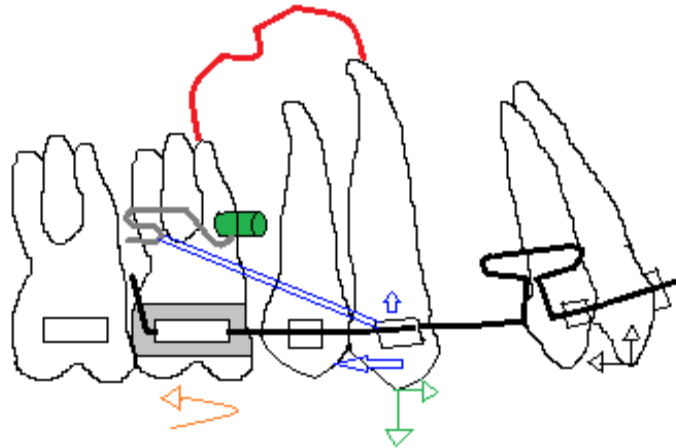


Figure 31 : Schéma de rétraction et d'intrusion incisive dans un cas de classe II avec extraction des premières prémolaires (11).

Les boucles en « T » intrusent et rétractent les incisives (flèches en noir). Les forces de réaction (flèches vertes) extrusent et mésialisent les canines, tandis que l'arc trans palatin (en rouge) contre balance la rotation molaire (flèche orange). Les flèches bleues représentent le couple de force exercées sur la canine par les élastiques(en bleu) reliés à l'ancrage osseux.

La correction de l'overbite est plus efficace si elle est faite plus tard dans le traitement avec une occlusion stable. La correction de l'encombrement incisif est repoussé jusqu'à ce que de la place soit créé par distalisation canine, ce qui minimise une protrusion incisive indésirable à la différence des mécaniques en fil droit où le nivellement des incisives et la correction de l'overbite sont débutés précocement dans le traitement (50).

Quand l'ancrage osseux est placé dans la partie apicale de la région molaire ou sur la crête inférieure du processus zgomatique, la ligne de force liant la canine à l'ancrage est dirigée légèrement vers le haut. Ce qui 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 niveler un overbite.

Pour les cas de béance, une traction plus horizontale est préférable. Dans ces cas, soit les mini-vis doivent être placées plus bas ce qui n'est pas souhaitable car cela augmenterait le risque de porter atteinte aux racines durant la pose soit plus simplement on se sert d'une extension pour abaisser le point d'application de la force.

### 1.3 Cas avec une occlusion dissymétrique

Dans les cas avec une occlusion dissymétrique, l'ancrage est mis du côté opposé au changement de position de la ligne médiane du maxillaire. Quand une seule canine est déplacée distalement par un élastique connecté à l'ancrage osseux, la friction au niveau du bracket canin tirera le fil de l'arc d'un côté, corrigeant partiellement l'overjet et le

changement de la ligne médiane. L'incisive latérale suivra la canine. Quand la relation canine s'approche de la classe I, un second élastique est placé entre l'incisive centrale et l'ancrage osseux. Pour éviter l'irritation de la gencive, l'élastique est « zig-zag » autour d'un autre crochet Kobayashi sur l'incisive latérale. Une fois que les incisives centrales touchent les incisives latérales, les incisives latérales et centrales de l'autre côté sont déplacées de la même manière en utilisant un élastique « zig-zag » attaché à l'ancrage squelettique. De cette façon, l'arcade dentaire dans son ensemble et la ligne médiane peuvent être déplacés vers l'ancrage osseux. Pour éviter une réduction de la distance inter molaire sous l'effet de la rotation de la canine qui pousse l'extrémité distale du fil de l'arc et donc les prémolaires et les molaires vers la ligne médiane, 2 possibilités se présentent: mettre un arc transpalatin entre les 6 ou coller un bracket sur la 7.

Au final, on constate un gain d'efficacité, un gain de temps, une baisse du besoin pour des appareils extra oraux et leurs auxiliaires tels que l'appareil de Nance et les élastiques de classe II, une amélioration du confort et de la compliance du patient.

## 2. Sans Extraction

De clerck et al ont publié une étude en 2006 (21) portant sur l'usage d'ancrages squelettiques Bollard chez des patients adultes présentant une classe II ne nécessitant pas d'extractions. Cette étude portait sur une période de quatre ans et demi durant laquelle 153 ancrages ont été posés sur la crête du processus zgomatique du maxillaire pour corriger cette classe II en distalisant l'ensemble de l'arc dentaire maxillaire. Sur ces 153 ancrages, seuls 3 ont été perdus suite à une infection locale autour des implants.

Deux mois avant la pose des mini-plaques, un appareil fixé est utilisé pour niveler l'arcade supérieure. Une fois l'arcade nivelée, on pose les ancrages. Les ancrages osseux doivent être placés au dessus des racines dentaires pour éviter une interférence durant la distalisation des molaires et prémolaires. Le collage s'est fait avec des brackets standards edgewise .018 x .025 avec un torque ricketts requis pour les incisives supérieures et les canines. Pour les patients adultes, des brackets céramiques pré ajustés sont utilisés de canines à canines. En cas d'encombrement antérieur, seules quelques incisives sont collées pour supporter la portion antérieure du fil de l'arc. Les rotations incisives sont corrigées uniquement quand on dispose d'un espace suffisant après la rétraction des canines. Les canines supérieures sont collées mais pas les prémolaires. Les élastiques générant une force de 100 à 130 grammes sont changés quotidiennement.

Cette thérapeutique comprend 3 étapes :

- Recul du secteur postérieur
- Fermeture des espaces créés
- Correction de l'overjet résiduel et de l'overbite

## 2.1 Recul du secteur postérieur

Après nivellement, on va distaliser les premières molaires supérieures. 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 l'unité de fixation de l'ancrage Bollard.

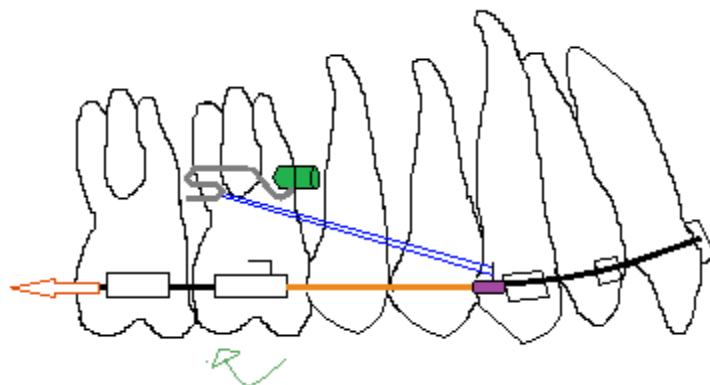


Figure 32 : Schéma de recul du secteur postérieur dans un cas de classe II sans extraction (21). La traction élastique (en bleu) entre le crochet du fil de l'arc (en violet) et l'extension en « S » de l'ancrage osseux (en vert foncé) tire le ressort hélicoïdal fermé (en orange) contre le tube molaire. Durant la distalisation (flèche rouge), la première molaire subit une rotation autour de sa racine palatine (flèche verte), c'est pourquoi les secondes molaires sont collées.

Les premières et deuxièmes molaires doivent être distalisées en même temps. Durant ce mouvement, les fibres supra crestaes entre les premières molaires et les prémolaires s'étirent et les prémolaires suivent en partie le mouvement. Du fait que la friction du bracket réduit ce mouvement spontané, les prémolaires ne doivent pas être collées durant cette phase de distalisation des molaires. D'un point de vue occlusal, le jig coulissant ou le ressort hélicoïdal pousse contre le tube molaire à distance de son centre de résistance provoquant une rotation autour de la racine palatine. Le collage des secondes molaires minimise ce fait. Pour éviter une compression dans le second tube molaire, le fil de l'arc doit être allongé de 3-4 mm au delà du tube et pliée en arrière parallèlement au plan occlusal. Du fait de la distalisation des molaires, le fil doit être changé par un plus long tous les 2 mois.

Les premières molaires peuvent aussi être distalisées en compressant un ressort hélicoïdal ouvert nickel titane contre les premiers tubes molaires et en activant le ressort par une ligature lié à l'ancrage. L'inconvénient est que si la ligature casse, le ressort pousse contre la partie distale du bracket canin et entraîne une perte d'ancrage avec augmentation de l'overjet. La composante verticale de la force générée par une ligature tire aussi le fil de l'arc vers le haut provoquant une version coronaire distale de la canine et une hausse de l'overbite. Si un jig coulissant ou un ressort hélicoïdal fermé est poussé contre le tube molaire par un élastique, la force entre l'ancrage osseux et le crochet coulissant est appliqué juste en distal du bracket canin et la composante verticale de la force est réduite. On peut la réduire encore plus si on utilise une extension à l'ancrage osseux pour abaisser le point d'application postérieure de la force.

Les canines sont distalisées en même temps que les molaires, à la différence des thérapeutiques classiques où seules les prémolaires suivent en partie ce mouvement (5). Cette distalisation canine aide à réduire l'overjet. Le ressort hélicoïdal est poussé, par la traction élastique entre le crochet du fil de l'arc et l'extension de l'ancrage, contre le tube molaire à distance de son centre de résistance localisé à la furcation radulaire. Le moment appliqué à la molaire provoque initialement une version coronaire distale de celle-ci. Les parties mésio supérieure et disto inférieure de l'intérieur du tube molaire sont poussées contre le fil de l'arc, ce qui augmente la friction entre le tube et le fil de l'arc. Du fait de cette friction le fil est tiré en distal durant le déplacement molaire. Ainsi, les canines et les incisives sont elles aussi distalisées ce qui diminue l'overjet autant que l'overbite vertical le permet. Le mouvement spontané des canines aide à réduire l'encombrement incisif. La rétraction incisive s'arrête par contact avec les dents du bas ou par interposition de la lèvre. S'il n'y a pas d'overbite, l'overjet peut être complètement éliminé durant la distalisation molaire.

Il peut arriver que le crochet élastique du jig coulissant soit tiré vers l'extérieur et irrite la joue. On peut alors utiliser un ressort hélicoïdal fermé avec un crochet coulissant court. Si le patient ne porte pas ses élastiques, il n'y pas de risque de perte d'ancrage au niveau du segment antérieur. Dans ce cas, on peut les remplacer par des élastiques à chaîne ou des ressorts hélicoïdaux fermés en nickel titane. Le problème est qu'ils ne sont changés que mensuellement et n'offrent donc pas cette traction continue apportée par des élastiques changés quotidiennement.

Le repositionnement des molaires en classe I prend entre 6 et 9 mois de traitement.

Dans les cas de dissymétrie avec des molaires distalisées seulement d'un côté, la ligne médiane se déplace légèrement du côté de l'ancrage osseux.

Cas d'une distalisation unilatérale d'un secteur prémolaire-molaire en vue de la mise en place sur l'arcade d'une canine maxillaire trop vestibulaire (Dr J. P. Perrin).



Figure 33A : Vue latérale droite et occlusale de la situation initiale le 18/12/2006 (Dr J. P. Perrin).



Figure 33B : Vue latérale droite et occlusale le 07/02/2007 (Dr J. P. Perrin).

Usage d'un ancrage Bollard et de son extension en « S » pour tracter en distal le secteur prémolaire-molaire.



Figure 33C: Vue latérale droite le 17/10/2007 (Dr J. P. Perrin).

Usage d'un ressort entre 12 et 14 pour obtenir l'espace nécessaire au positionnement sur l'arcade de la 13.

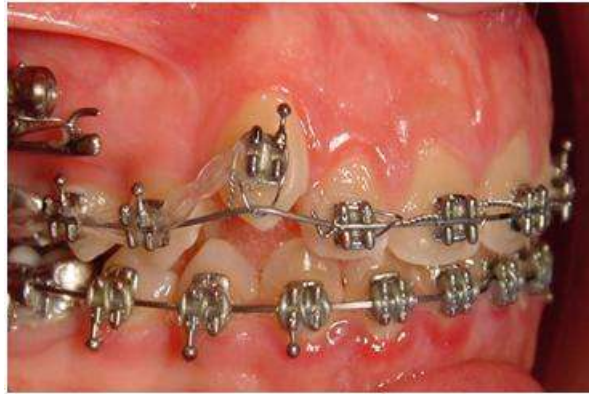


Figure 33D : vue latérale droite le 08/01/2008 (Dr J. P. Perrin)  
Usage d'un élastique pour tracter la canine sur l'arcade.

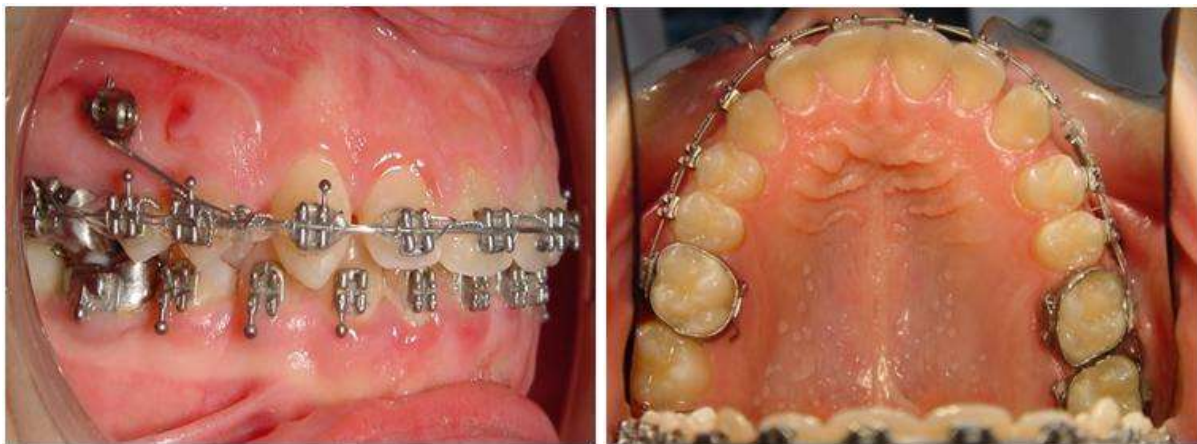


Figure 33E: Vue latérale droite et occlusale le 30/05/2008 (Dr J. P. Perrin).

## 2.2 Fermeture des espaces créés

Une fois les premières molaires en classe I, les prémolaires et les incisives restantes sont collées. Les prémolaires et les incisives sont nivelées avec un fil nickel titane léger et les canines sont rétractées sur un fil droit. Les molaires sont maintenues en classe I avec des « ressorts mainteneurs de molaires », un fil en acier inoxydable .016 x .022 distalise les ressorts insérés dans les gorges verticales des ancrages osseux et les autres extrémités des ressorts poussent légèrement contre la partie mésiale des tubes molaires. Des élastiques sont attachés entre les canines et les ancrages osseux pour distaliser les canines et donc fermer les espaces résiduels entre les canines et les premières molaires. Pour éviter des rotations, les ailes distales des brackets des canines sont fermement liées au fil de l'arc avec une ligature .010. La friction générée dans les brackets canins aide à réduire l'overjet. Les « ressorts mainteneurs de molaires » ne sont déposés qu'après que tous les diastèmes entre canines et prémolaires aient été fermés.



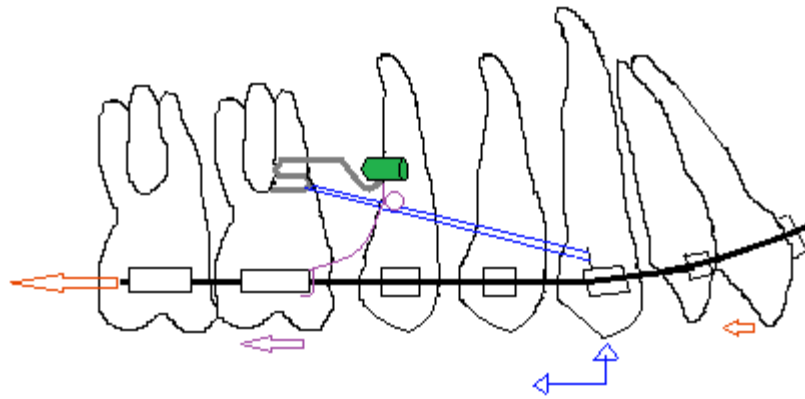


Figure 34 : Schéma de fermeture des espaces créés après obtention d'une classe 1 molaire dans un cas de classe II sans extraction (21).

L'occlusion de classe I molaire est conservée par des « ressorts mainteneurs de molaires » (en violet). Après que les prémolaires sont collées, la canine est distalisée par des élastiques reliés à l'ancrage osseux (en bleu).

### 2.3 Correction de l'overjet résiduel et de l'overbite

Une fois les espaces fermés entre les canines et les molaires, l'overjet résiduel ainsi que l'overbite sont corrigés avec un fil d'arc en acier inoxydable .016 x .022 ayant une boucle en « T » en distal des incisives latérales. Les boucles en « T », servant à rétracter et à intruser les incisives, sont activées en pliant le fil vers le haut et en distal par rapport aux premiers tubes molaires. Les élastiques entre les canines et les ancrages osseux permettent de maintenir l'occlusion de classe I (sinon les forces de réaction auraient tendance à tirer les premières molaires en avant). Pour éviter une rotation molaire, un arc trans palatin doit être mis. L'occlusion de classe I permet d'avoir un contact vertical solide entre les canines et les dents du bas empêchant l'extrusion des canines sous l'effet des forces de réaction générées durant la correction de l'overbite. Pour ajouter à ce support vertical, le fil de l'arc doit être comprimé légèrement dans la région canine. Après correction de l'overbite et de l'overjet, les boucles en « T » sont remplacées par un arc de finition continu.

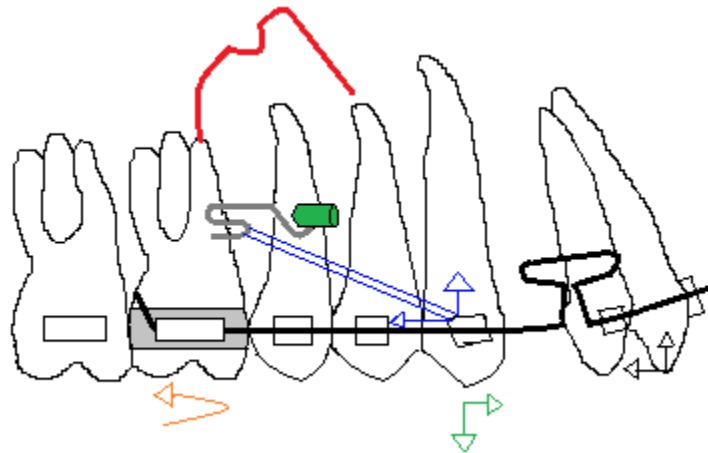


Figure 35 : Schéma de rétraction et d'intrusion incisive dans un cas de classe II sans extraction (21). Les incisives sont rétractées et intrusées (flèches noires) par la boucle en « T » de l'arc. Les flèches vertes représentent les forces de réaction qui ont tendance à extruder et mésialiser les canines. Les élastiques (en bleu), entre la canine et l'ancrage osseux, préviennent la mésialisation de segment postérieur. L'arc trans palatin (en rouge) est inséré pour contre balancer les forces de réaction qui tendent à produire une rotation molaire (flèche orange).

Durant la phase de distalisation molaire, les prémolaires et les canines reculent et l'overjet est réduit. Tout cela constitue un gain de temps appréciable. De plus, par son usage, l'ancrage peut réduire le recours aux extractions pour traiter une classe II ou un encombrement antérieur sévère.

Actuellement, la tendance est à la distalisation simultanée des prémolaires et des molaires (figure 36). L'aile distale du bracket doit être bien fixée par une ligature en acier inoxydable ou bien on peut se servir d'un boîtier auto ligaturant. Comme les canines ne sont pas collées, le bras niveleur entraîne un peu d'augmentation de l'overbite incisif. Si l'overbite est trop important, un fil auxiliaire intrusif peut être ajouté (figure 37).

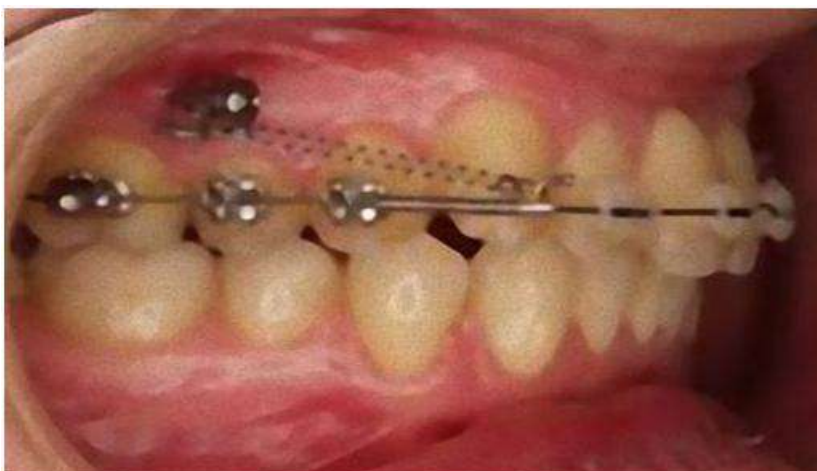


Figure 36: Distalisation simultanée des prémolaires et molaires dans un cas de classe II sans extraction traité par ancrages Bollard (19).

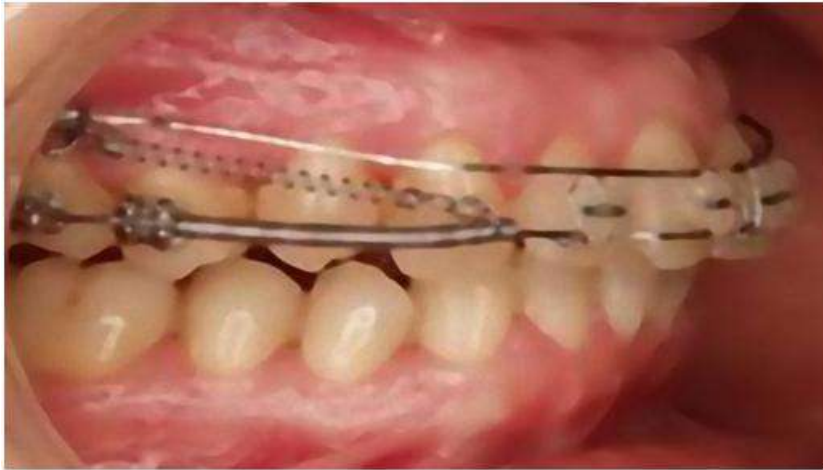


Figure 37 : Ajout d'un fil auxiliaire intrusif ligaturé à l'arc principal entre la 11 et la 21 dans un cas de classe II sans extraction traité par ancrages Bollard (19).

La contention en fin de traitement reste classique. A savoir à la mandibule une contention linguale collée de canine à canine et au maxillaire une contention linguale collée de canine à canine si l'occlusion le permet sinon une plaque amovible portée le soir et la nuit. (20)

## C. L'intrusion

L'intrusion d'une dent ou d'un groupe de dents constitue une thérapeutique orthodontique fréquente pour corriger un overbite ou une égression dentaire. C'est un traitement pré prothétique courant.

### 1. L'intrusion d'une dent

De Clerck et al en 2008 (25) prend le cas de la molaire maxillaire. Souvent après la perte de la dent antagoniste, la molaire a tendance à s'égresser. Cela gêne le remplacement prothétique de la dent extraite car la molaire n'est plus dans un plan d'occlusion correct. De ce fait, le praticien a souvent recours à une réduction homothétique de la face occlusale de la dent pouvant entraîner des sensibilités dentaires et nécessitant parfois une dévitalisation de la dent. D'où l'intérêt d'un traitement orthodontique pré prothétique non invasif pour intruser la molaire.

L'ancrage Bollard est posé sur la crête du processus zygomatique du maxillaire et la molaire est baguée. Sur cette dernière un triple tube y est fixé parallèlement à l'axe longitudinal de la dent et donc perpendiculairement au plan d'occlusion. Idéalement le tube d'ancrage extra oral doit être vestibulaire et entre les 2 tubes latéraux. Aucun crochet élastique n'est nécessaire. Pour compenser la vestibulo version de la molaire, la partie inférieure du tube est attaché à distance de la bague molaire. Un tube avec une extension horizontale peut être ici intéressant. Deux semaines après la pose de la mini-plaque, la dent et l'ancrage osseux sont liés avec un fil en acier inoxydable .043. Une petite portion de fil .024 est soudée perpendiculairement au fil principal et pliée pour former 2 crochets tandis que le fil principal est plié à 90° juste au dessus de ces derniers. Le fil est d'abord inséré dans le tube d'ancrage extra oral.



Figure 38 : Orientation du fil principal utilisé lors de l'intrusion molaire (19).

Le segment horizontal du fil principal est engagé dans l'unité de fixation. Le segment vertical glisse à travers le tube d'ancrage extra oral. 2 crochets élastiques sont soudés au sommet du segment vertical.

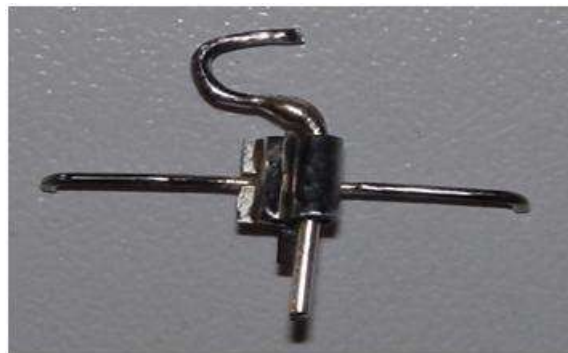


Figure 39 : Image du dispositif servant à intruser (Dr J.P. Perrin)

Pour éviter un contact avec les tissus mous, une petite pliure secondaire peut être faite à distance de la partie supérieure du tube molaire empêchant une interférence avec l'entrée du fil dans le tube. Le segment horizontal du fil doit être élevé aussi haut que possible dans le vestibule sans toucher les tissus mous. Une seconde pliure de 90° est faite devant le trou vertical de l'unité de fixation. Cette partie de fil passe à travers le trou supérieur et inférieur de l'unité de fixation. Du fait que les axes du tube d'ancrage extra oral et de la gorge de l'unité de fixation ne sont pas souvent parallèles, le segment vertical du fil peut être abaissé pour faciliter l'insertion. Le fil est coupé 1 mm en dessous de l'unité de

fixation et du tube d'ancrage extra oral. La vis de verrouillage est serrée pour s'assurer de son maintien en place.

Un ressort hélicoïdal fermé de 100 grammes est fixé à l'un des crochets soudés. La partie inférieure du ressort est tiré aussi bas que possible et l'œillet inférieur est fixé à la base du triple tube avec une ligature .010 passé à travers l'un des 2 tubes latéraux. Un mois plus tard, un second ressort hélicoïdal fermé de 100 grammes est fixé entre l'autre crochet et le tube d'ancrage extra oral de l'autre côté du fil principal. Durant l'intrusion, comme le fil émerge du tube d'ancrage extra oral, l'extrémité du fil est coupée tous les 2 ou 3 mois. Une fois la traction commencée, peu d'ajustements sont nécessaires. Une fois l'intrusion terminée, une attelle est collée aux surfaces vestibulaires des dents adjacentes et maintenue en place jusqu'à ce que la molaire du bas soit remplacée.



Figures 40 : Photos d'intrusion molaire par ancrage Bollard (19, Dr J.P. Perrin).

Sur la première photo (19), on peut noter la présence de 2 ressorts hélicoïdaux. Un de chaque côté du fil principal qui glisse à travers le tube d'ancrage extra oral.

Avec le système Bollard la force intrusive 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 le fil et le tube d'ancrage extra oral, de ce fait elle est faible car un fil de taille presque maximale est utilisé (fil .043 dans un tube .045). Le contact entre le fil 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 du fil positionnera le tube parallèlement à l'axe du segment vertical du fil de connexion

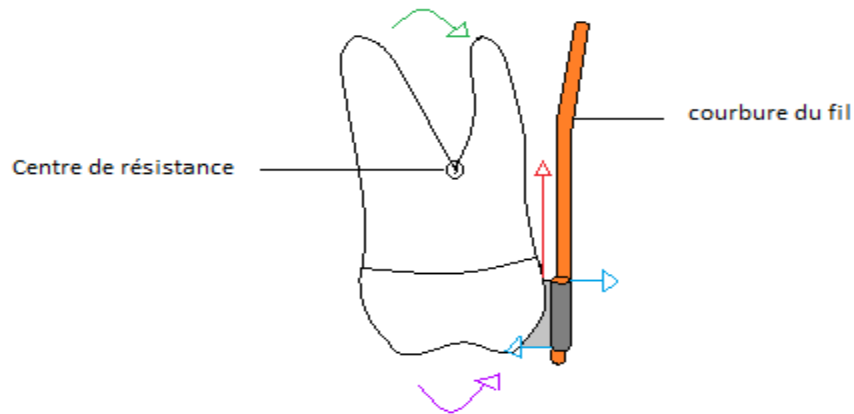


Figure 41 : Schéma des forces appliquées à la molaire lors de son intrusion (25).

La force verticale (flèche rouge) appliqué 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.

Le facteur déterminant pour une intrusion sans version coronaire est la stabilité du fil principal. La version coronaire initiale tire le segment vertical du fil vestibulairement. La rotation autour du segment horizontal est prévenue par la rigidité du fil et par son attache au niveau de l'unité de fixation. Ainsi l'intrusion est obtenue avec un minimum de version coronaire vestibulaire.

Le ressort hélicoïdal fixé au crochet distal provoque une version coronaire distale. Pour réduire ce phénomène, on peut attacher 2 ressorts hélicoïdaux des 2 cotés du fil. Cependant durant l'intrusion, la distance entre la partie inférieure du tube d'ancrage extra oral et les crochets soudés au sommet de la portion vertical du fil peut devenir trop courte pour pouvoir étirer adéquatement même le plus petit ressort hélicoïdal disponible. Dans ce cas, un seul ressort hélicoïdal peut être lié d'un crochet à l'autre en passant derrière le fil émergeant du tube d'ancrage extra oral (figure 42).

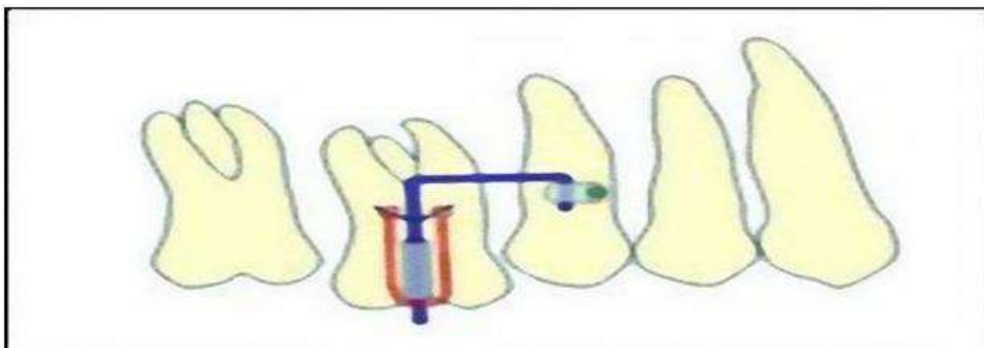


Figure 42 : Schéma d'intrusion molaire avec un seul ressort (25).

Un seul ressort hélicoïdal peut relier les 2 crochets. En rouge : le ressort hélicoïdal et en bleu le fil principal passant à une de ses extrémités entre les trous de l'unité de fixation et à l'autre extrémité à travers le tube d'ancrage extra oral.

Un seul ancrage osseux est nécessaire. L'unité de fixation est souvent proche de la première molaire ce qui complique l'insertion du fil de connexion dans le tube molaire. L'extension de l'ancrage osseux peut aussi gêner l'intrusion molaire. Pour l'éviter, la barre de connexion peut être courbée légèrement en avant, durant l'insertion, à l'interface entre la mini-plaque et la barre de connexion. Ainsi l'unité de fixation sera placée plus loin en avant de la molaire et augmentera la longueur du segment horizontal du fil. L'orientation de la gorge verticale de l'unité de fixation empêche une version coronaire vestibulaire ou mésio distale. Une rotation autour du segment vertical est toujours possible mais insignifiante. Aucun auxiliaire n'est requis du fait de la rigidité de l'ancrage osseux et de la ferme connexion à la dent avec un fil de taille presque maximale dans le tube d'ancrage extra oral.

Le chirurgien qui pose l'ancrage Bollard doit être informé de son utilisation. En effet, pour l'intrusion, il doit courber la barre ronde au niveau de sa connexion avec la mini-plaque. Ainsi, l'unité de fixation est positionnée à quelque distance en avant de la molaire pour ne pas gêner la montée du tube.

## 2. L'intrusion d'un groupe de dents

Le principe est le même. Les dents sont liées avec un fil carré .032 x .032 collé à la surface vestibulaire de la dent mésiale et distale. Un triple tube est collé au dessus du fil carré sur la surface vestibulaire de la dent du milieu (si on doit intruser 3 dents) après qu'une encoche ait été faite à l'intérieur de la base du tube. Durant l'intrusion, les 3 dents sont guidées avec du fil .043 liant la dent du milieu avec l'unité de fixation. Après l'intrusion, une attelle permanente peut être nécessaire surtout dans les cas de patients avec des problèmes parodontaux.



Figure 43 : Intrusion de 2 dents (Dr J.P. Perrin)

Pour l'intrusion des 4 incisives supérieures, un arc intrusif contournant les prémolaires et les canines 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'intrusion 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 coulisage 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 baisse de l'overjet durant la rétraction canine. Cela permet d'éviter les effets secondaires habituels (l'extrusion, la version coronaire distale et la rotation de la molaire) obtenus avec un fil auxiliaire conventionnel provenant d'un second tube latéral sur la molaire. De plus l'arc intrusif élimine aussi les forces de réaction et les mouvements indésirables des dents postérieures.

A noter qu'il est possible d'ancrer la mini-plaque sur la crête para nasale pour une intrusion d'une ou plusieurs dents (selon les cas) du segment antérieur.



Figure 44 : Arc intrusif avant et après activation (Dr J.P. Perrin)

Le problème principal rencontré par les orthodontistes lors d'une intrusion molaire est sa vestibulo-version car le point d'application de la force intrusive est situé à distance du centre de résistance de la dent et appliqué en vestibulaire. Pour le prévenir, il est souvent nécessaire d'utiliser un arc transpalatin (29). L'intérêt du système bollard pour l'intrusion d'une ou plusieurs dents est le contrôle maximal de la version coronaire vestibulaire dentaire durant cette phase. Aucun auxiliaire n'est requis et il n'y a virtuellement aucun effet négatif sur les autres dents. L'appareillage peut être limité aux dents intrusées ce qui améliore le confort du patient. Peu d'ajustements durant l'intrusion sont nécessaires ce qui réduit les coûts de traitement et le temps au fauteuil.



## D. Le redressement molaire

Après la perte des premières molaires inférieures, les secondes molaires inférieures subissent une version coronaire mésiale. Cela est suivi par l'égression de la molaire supérieure. La partie mésiale de la couronne passe en dessous du plan d'occlusion pendant que la partie distale crée un contact prématuré avec la molaire supérieure. Le remplacement prothétique de la première molaire est compliqué par la mésialisation de la seconde molaire diminuant l'espace disponible. Dans ces conditions il n'y a pas d'occlusion idéale possible. Il est donc nécessaire de recréer de l'espace et souvent on doit porter atteinte à la seconde molaire ce qui peut conduire à une dévitalisation de la dent. D'où l'intérêt du traitement orthodontique pré prothétique qui préserve l'intégrité de la dent. Lors d'un traitement classique orthodontique, les forces de réaction vont être supportées par les dents voisines. Pour éviter des changements indésirables de l'occlusion existante, plusieurs dents vont être impliquées dans l'ancrage (52). Cela complique l'appareillage orthodontique, augmente l'inconfort du patient et le coût du traitement. De plus on note comme effet secondaire possible une égression de la molaire ce qui crée un point de contact prématuré avec les molaires supérieures et augmente la mobilité de la molaire ainsi soumise aux forces de mastication.

En 2004, De Clerck et al (23) ont publié un article concernant le redressement de molaires mandibulaires en se servant du système Bollard. Ainsi 37 Bollard ont été posés chez 29 patients: 17 en mésial de la seconde molaire et 20 entre la canine et la première prémolaire. La mise en charge s'est effectuée 2 semaines après la pose. Seuls 4 ont été perdus peu après la pose, avant la mise en charge et toujours dans la région molaire. Cela peut sans doute être expliqué par une contamination bactérienne de la poche mésiale de la seconde molaire. De ce fait, la pose standard est faite actuellement entre la canine et la prémolaire. On pose uniquement un bracket sur la seconde molaire et on fixe un ressort de repositionnement sur le bracket via une ligature. En avant, l'activation se fera par une ligature dans la gorge verticale de l'unité de fixation.



Figure 45 : Ressort de repositionnement avant et après activation (23)

Il est possible de constater une égression de la dent. Dans ce cas, un ressort intrusif est fixé à l'unité de fixation et à la seconde molaire par une ligature dans la partie distale du bracket. Ce ressort d'ingression s'applique à la partie la plus distale possible du tube de la molaire à redresser, afin de prévenir son égression parasite et son hyper mobilité. Ainsi la seconde molaire est intrusée distalement et la dent devient plus droite. Lors de la période initiale il est possible de constater des blessures au niveau de la langue et de la joue. De plus ces deux ressorts peuvent compliquer l'hygiène orale.

Le redressement molaire prend entre 3 et 6 mois.



Figure 46 : Fixation du ressort intrusif en distal du bracket de la seconde molaire à redresser (23).

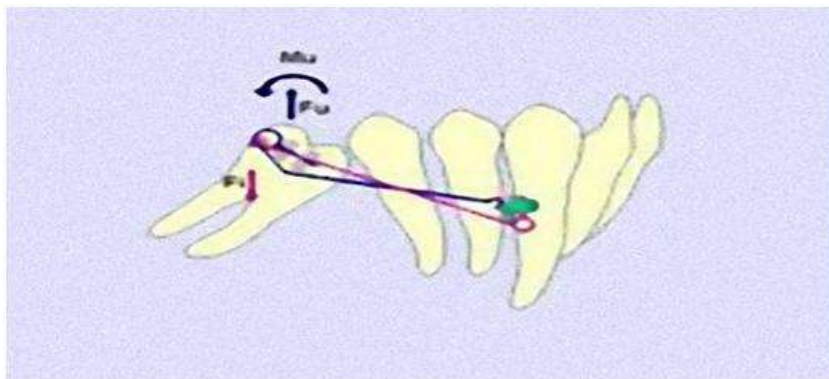


Figure 47 : Schéma de redressement molaire (19).

En bleu, le ressort de repositionnement qui permet de redresser la molaire mais qui est à l'origine d'une extrusion de la dent. En rouge, le ressort intrusif qui contre balance cet effet parasite.

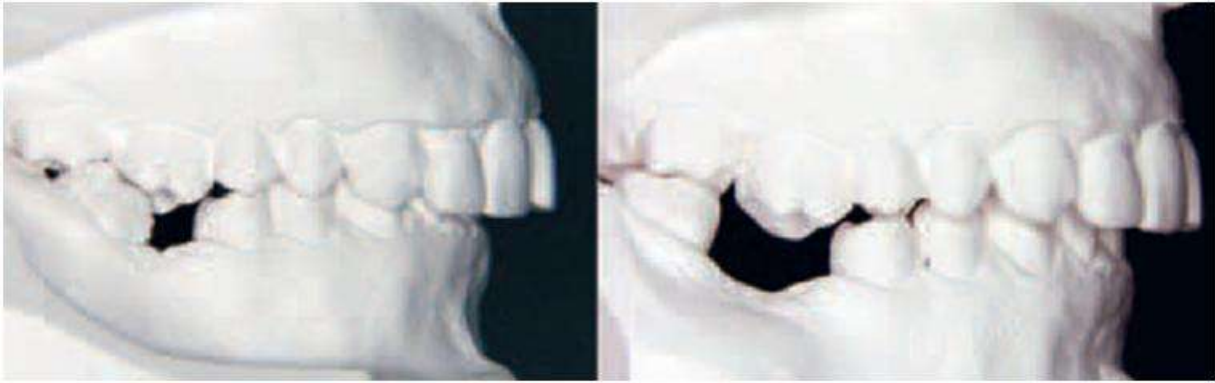


Figure 48 : Modèles en plâtre avant et après redressement molaire en association avec une intrusion en distal (23).

L'utilisation de 2 ressorts provoque souvent une irritation de la muqueuse de la joue et complique l'hygiène orale. De ce fait, on préfère aujourd'hui utiliser le ressort préfabriqué Sander (Figure 49) qui consiste en un fil en acier inoxydable .016 x .022 et un fil en titane .017 x .025 super élastique connectés à un tube carré. Le fil en acier est fixé dans la gorge verticale de l'unité de fixation cylindrique alors que la partie en titane du ressort est insérée dans un large bracket sur la molaire. Par l'ouverture de l'angle de l'arc en acier juste sous l'unité de fixation, un peu de force intrusive peut être ajoutée à la molaire dans le but de compenser l'extrusion générée par le ressort de repositionnement.



Figure 49 : redressement molaire avec le ressort préfabriqué Sander (19).

L'ancrage squelettique peut être utilisé aussi pour redresser des dents semi-incluses presque en position horizontale. On dégage la partie supérieure de la cuspide distale de la molaire incluse pour y coller une petite attache. Un système de connexion rigide en fil d'acier de 0,9 mm de diamètre est fixé entre l'élément de fixation et cette attache. On se sert ensuite d'un ressort ouvert en nickel titane inséré sur l'arc pour progressivement distaliser et redresser la molaire semi-incluse (20).

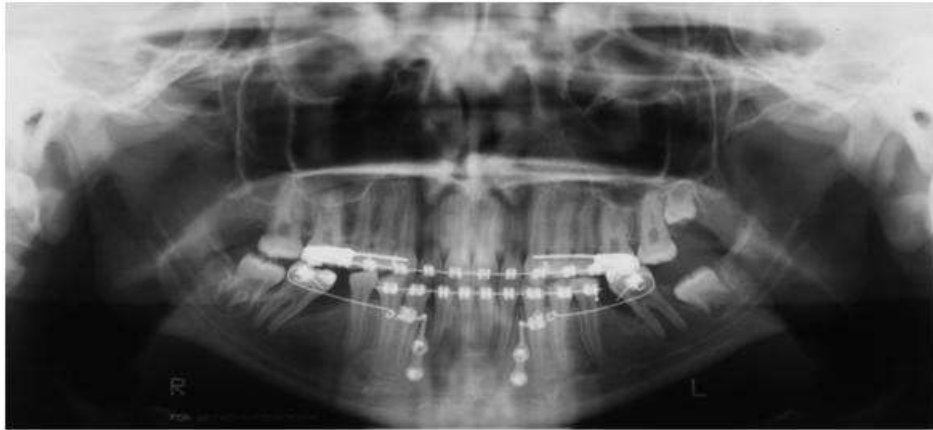


Figure 50 : Radio panoramique d'un cas de redressements molaires avec 2 ancrages Bollard (Dr J.P. Perrin)



Figure 51 : Vue de face et vue latérale gauche d'un cas de redressements molaires (Dr J.P. Perrin)



Figure 52: Vue occlusale d'un cas de redressements molaires (Dr J.P. Perrin)

L'intérêt de l'ancrage Bollard dans les cas de redressement molaire est de ne coller un bracket que sur la seconde molaire pour que l'occlusion existante ne soit pas modifiée. En outre, l'ancrage Bollard permet de pouvoir utiliser un ressort d'ingression en plus du ressort de repositionnement via son unité de fixation. L'usage du système Bollard lors du traitement pré prothétique est prometteur et réduit la durée du traitement orthodontique.

## E. Rétentions multiples

### 1. Définition du retard d'éruption

Les retards d'éruption peuvent concerner une, plusieurs ou toutes les dents du maxillaire et ou de la mandibule. On parle de retard d'éruption pour la dentition temporaire quand elle débute après 10 mois et pour la dentition permanente lorsqu'elle débute après 7 ou 8 ans (46), On peut parler aussi de retard d'éruption quand l'évolution de la dent est retardée de plus d'un an par rapport à sa date normale d'éruption pour les dents définitives et de six mois pour les dents temporaires (33).

On distingue 2 types de retards d'éruption :

- L'éruption lente (« late eruption »)

On note un retard de formation dentaire associé au retard d'éruption. La coordination entre le développement dentaire et l'éruption est normale.

- L'éruption retardée (« retarded eruption »)

Il n'y a pas de retard de formation dentaire. Le degré d'édification radiculaire est normal par rapport à l'âge civil mais la dent est retenue et ne peut poursuivre son évolution normale. Cette situation aboutit à l'enclavement ou à l'inclusion.

### 2. Etiologies

On note 2 origines différentes :

- Locales :
- Anomalie du germe (position, taille, forme...)
  - Obstacles sur le trajet d'éruption (origine tumorale, dentaire, gingivo-muqueuse)

- Générales :
- Trouble endocrinien (exemple : diabète)
  - Trouble carenciel (exemple : vitamine D/A)
  - Trouble cardiaque (cardiopathies congénitales)
  - Maladie infectieuse (exemple VIH)
  - Intoxication (saturnisme, chimio et radiothérapie ...)
  - Maladie coeliaque
  - Origine génétique (dysostose cléido crânienne, syndrome de Gardner, trisomie 21...)

### 3. Thérapeutique

Le but du traitement est la mise en place sur l'arcade des dents retenues. Cette mise en place peut se faire naturellement après la levée de l'obstacle (exemples : aménagement thérapeutique du site d'éruption, avulsions de germes surnuméraires, avulsions dentaires dans le cadre des dysharmonies dento maxillaires par macrodontie). Mais souvent il est nécessaire de tracter les dents.

Dans ce cas, la thérapeutique comprend 2 étapes :

- 1 phase chirurgicale avec dégagement osseux, collage des dents incluses et pose d'ancrages Bollards.
- 1 phase orthodontique avec traction pour la mise en place sur l'arcade puis secondairement nivellement de l'arcade.

Il est parfois nécessaire d'aménager le site receveur de la dent incluse en lui réservant ou en lui créant un volume de place nécessaire en prenant en compte l'éventuel impact de l'acte chirurgical.

#### 3.1. Phase chirurgicale

##### 3.1.1 Dégagement osseux

Le dégagement chirurgical de la couronne est limité au dégagement nécessaire à la mise en place de l'attache coronaire et à son collage. Il se fait sous anesthésie générale.

##### 3.1.2 Collage dentaire

###### ➤ L'attache coronaire

La traction d'une dent incluse nécessite le collage d'une attache sur sa partie coronaire. De dimensions réduites, composées d'une base le plus souvent grillagée et d'une partie périphérique en forme d'œillet, de bouton ou d'anneau, ces attaches sont collées selon le protocole habituel sur la partie coronaire accessible de préférence sur la face vestibulaire. Parfois pour les dents pluricuspidées, un collage sur la face occlusale peut constituer une excellente solution de première intention; l'attache, après une évolution favorable verticale est repositionnée sur un site plus adapté dans un deuxième temps (7).

- Mordançage de l'émail : cette étape s'effectue à l'aide d'une solution orthophosphorique sous forme de gel de préférence, déposée ponctuellement à l'aide d'une seringue munie d'une fine aiguille. Après action, le gel est aspiré puis un rinçage abondant est effectué ; le séchage est réalisé de préférence par aspiration (le jet d'air pouvant entraîner une pollution de la surface préparée).

- Positionnement et collage de l'attache: la préhension et le positionnement de l'attache à coller s'effectuent à l'aide de précelles. Le collage en fonction des types de matériaux s'opère par chémozopolymérisation ou par photopolymérisation. Le collage réalisé, sa résistance doit être "testée" afin d'éviter toute réintervention pour cause de décollement.

La colle utilisée est un ciment verre-ionomère renforcé à la résine photopolymérisable, le GC Fuji.ORTHO LC.

➤ Le transmetteur de force

Le transmetteur de forces est constitué, d'une ligature en forme de toron se terminant par un crochet, les deux chefs étant soit libres, soit réalisant une chaînette à œillets (7).

### 3.1.3 Pose des ancrages

La technique est la même que celle déjà décrite. Des pansements parodontaux type Coe Pack sont posés temporairement au niveau des sites de dégagement afin d'empêcher toute formation d'os ou de gencive au niveau des chemins d'éruption des dents concernées.

## 3.2 Phase orthodontique

Le but sera de se servir de forces légères et continues afin d'amener les dents incluses sur l'arcade puis d'aligner cette dernière.

Le choix du principe du mécanisme et celui du fil sont intriqués avec deux alternatives possibles (7) :

- Soit les dents d'ancrage sont reliées par un arc rigide de section proche de la maximale sur lequel est placé un système auxiliaire (traction par élastique, chaînette élastomérique, ressort fermé ou arc sectionnel).

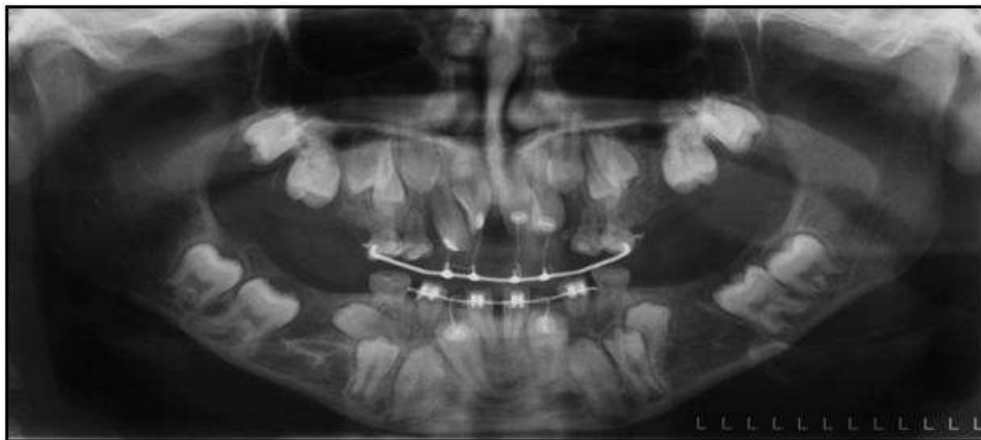


Figure 53 : traction d' incisives maxillaires et mandibulaires par des arcs sectionnels solidarisés aux dents d'ancrage (Dr J.P. Perrin)

- Soit l'arc principal sert également de générateur de forces par sa déformation élastique en ayant recours à des boucles variées. C'est le cas clinique détaillé par la suite où un fil TMA (Titane, Molybdène, Aluminium) a été utilisé avec des ancrages Bollard.

On utilise des alliages à mémoire de forme. Ce sont des alliages qui, ayant subis une déformation apparemment plastique, peuvent retrouver entièrement leur forme initiale par simple réchauffage. Cet effet de mémoire de forme a lieu dans un certain domaine de température et après des traitements thermiques appropriés (27).

Quelles que soient les caractéristiques du mécanisme, pour que la force délivrée reste constante, ou presque constante, il faut que l'activation du dispositif soit supérieure au déplacement à réaliser. Cependant, des forces d'égression trop importantes n'autorisent pas un bon suivi des tissus parodontaux, osseux et muco-gingivaux. La dent incluse alors extrudée se trouve dotée d'un parodonte affaibli et des résorptions plus ou moins marquées affectent les zones apicales des dents proximales. Les auteurs s'accordent pour considérer qu'une intensité moyenne de 30 à 50 grammes apparaît adaptée. Les tractions élastiques inter arcades apparaissent déconseillées de par la variabilité constante de l'intensité des forces de traction (7).

#### 4. Cas clinique

Motif de consultation : Patient adressé en juillet 2004, à l'âge de 10 ans et 10 mois, au Dr Perrin, service de chirurgie Maxillo-faciale pour de multiples et importants retards d'éruption dentaire sans cause apparente.

Antécédents :

- Allergie aux anti-inflammatoires (Acide tiaprofénique SURGAM®)
- Adénoïdectomie

Son père, son oncle paternel et 2 de ses enfants étaient atteints de retards d'éruption dentaire.

Examen endo-buccal : - Aucune dent définitive présente en bouche

Examen exo-buccal :

- Dimension verticale semblant normale
- Pas d'anomalie morphologique externe évidente
- Pas de retard staturo pondéral
- Pas d'asymétrie faciale

Diagnostic : Probablement une forme familiale de retard d'éruption dentaire isolé. C'est une anomalie qui semble avoir été décrite dans quelques cas de la littérature avec parfois une transmission autosomique dominante.





Figure 54 : Vues endo-buccales à 10 ans et 10 mois. Aucune dent définitive n'est présente en bouche (Dr J.P. Perrin).



Figure 55 : Orthopantomogramme au 04/06/2004, 10 ans et 10 mois. (Dr J.P. Perrin)  
Les 6 ont été extraites en 2002 par le praticien précédent car jugées alors impossible à tracter.

Thérapeutique :

➤ Blocs incisifs

Quatre arcs sectoriels vestibulaires en acier de section 0,9 mm avec soudure de crochets et occupant chacun une héli arcade ont été verrouillés aux ancrages Bollard (figure 57). Des chaînettes élastomériques constituant les transmetteurs de force ont délivré des forces légères et continues (environ 40 grammes par unité dentaire).

La Traction dure du 05/11/04 au 10/01/07, soit 2 ans et 2 mois.

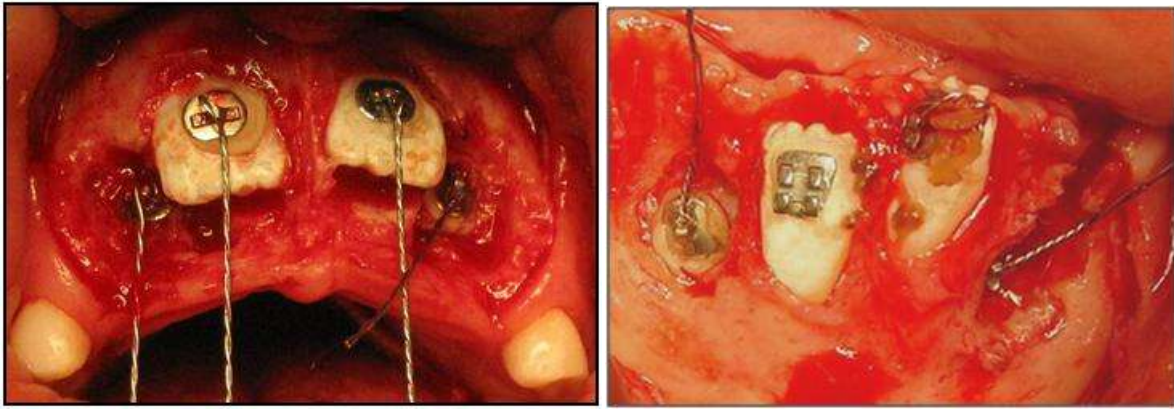


Figure 56 : Dégagement et collage de 12, 11, 21, 22 (le 20/10/2004) et 32, 31, 41, 42 (le 01/08/2005) (Dr J.P. Perrin)

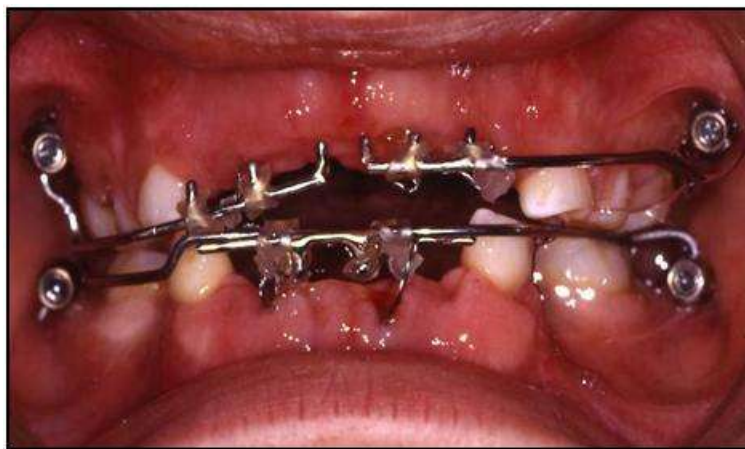


Figure 57 : Début de traction le 05/11/2004 (Dr J.P. Perrin).

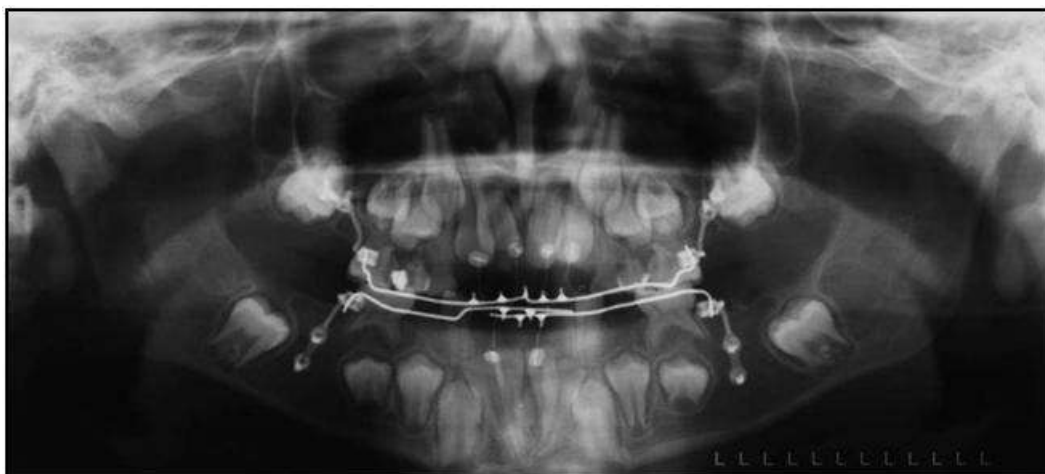


Figure 58 : Orthopanthomogramme le 26/01/05 (Dr J.P. Perrin).

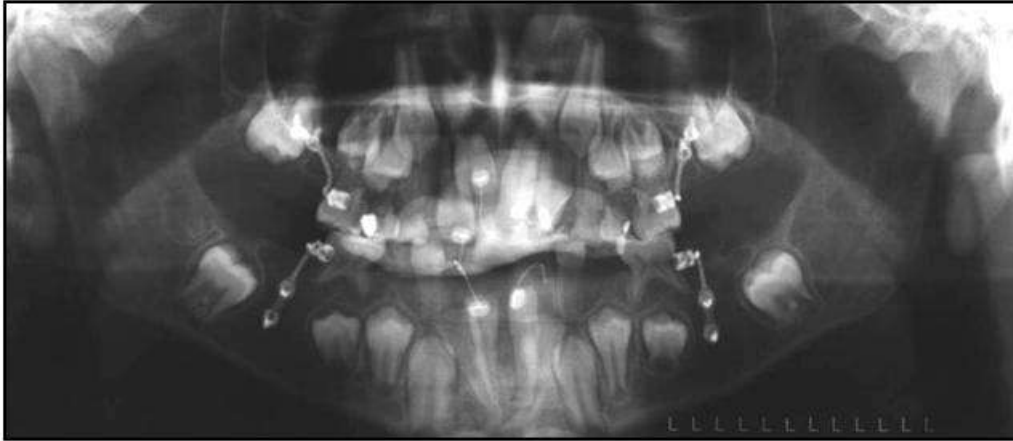


Figure 59 : Orthopantomogramme le 05/04/05. Les boutons orthodontiques de 11 et 41 se sont décollés et ont nécessité une nouvelle intervention chirurgicale le 4/04/05(Dr J.P. Perrin).



Figure 60 : Traction le 13/04/2005 après 5 mois et 8 jours. Mise en place de nouveaux arcs TMA (Dr J.P. Perrin).



Figure 61: Traction le 04/05/2005 après 6 mois. Extractions de 53, 63(Dr J.P. Perrin).



Figure 62: Traction le 08/06/2005 après 7 mois. Les boutons permettant la traction de 32 et 42 seront collés le 02/08/05 (Dr J.P. Perrin).

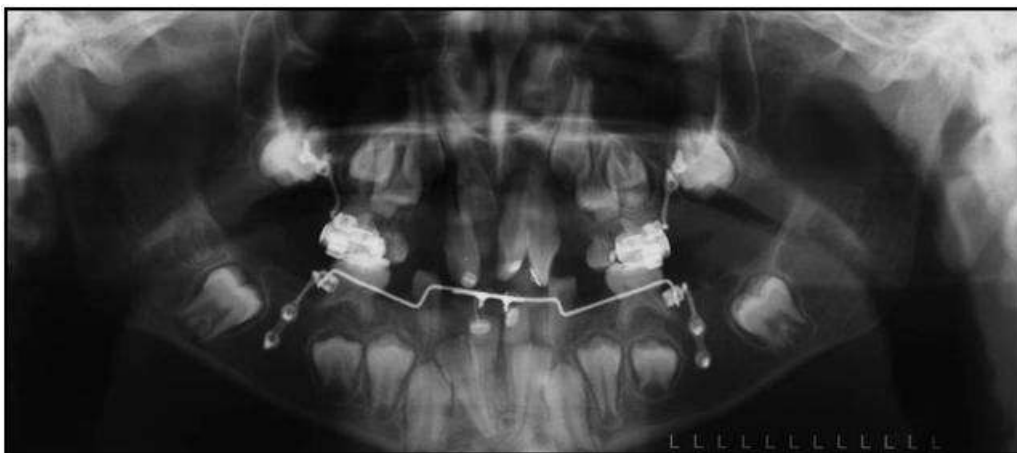


Figure 63: Orthopanthomogramme le 08/06/05. Notez la perte du bouton sur 11(Dr J.P. Perrin).

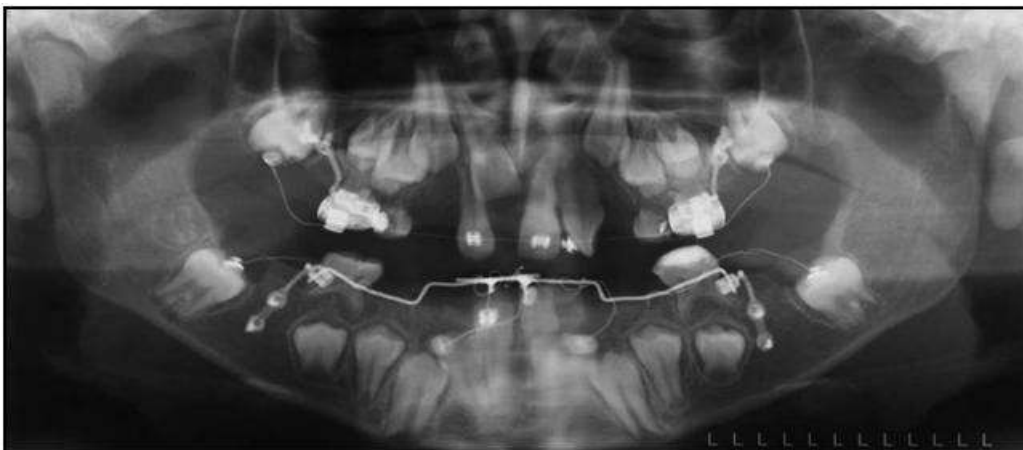


Figure 64: Orthopanthomogramme le 02/08/05. Noter l'absence de mouvement de 11 sans traction. Mise en place de cales en Ciment Verres Ionomères (CVI) sur 75 afin d'augmenter la dimension verticale, nécessaire à la mise en place des dents incluses sur l'arcade (Dr J.P. Perrin)



Figure 65: Traction le 16/01/2006 après 1 an et 2 mois pour 12, 21, 22, 31, 41 ; après 5 mois pour 32, 42. Le bouton permettant la traction de 11, décollé à deux reprises à été recollé le 23/01/06 permettant de réaliser la traction de cette dent. Un ressort hélicoïdal est placé entre 21 et 12 afin de maintenir l'espace nécessaire pour la mise en place de la 11 sur l'arcade (Dr J.P. Perrin).

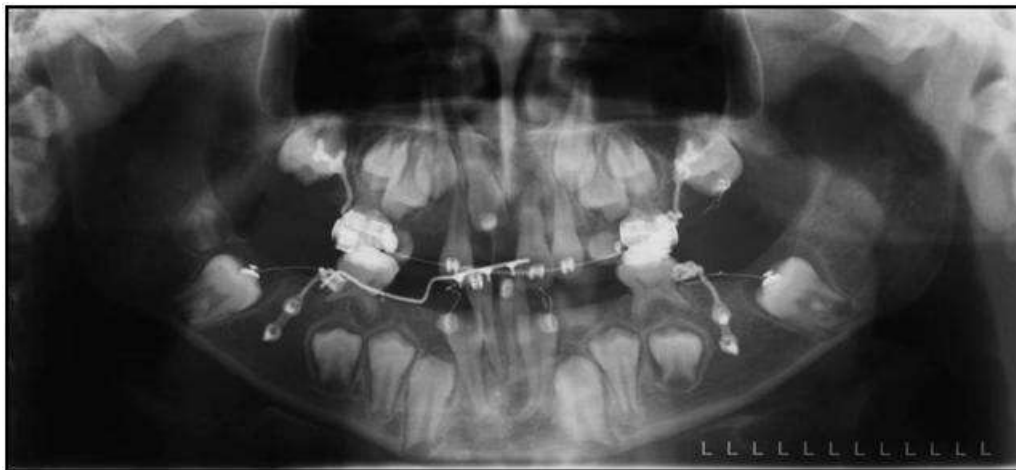


Figure 66: Orthopanthomogramme le 23/01/06. Notons la présence de Gubernaculum en regard de 34, 44, 45 (Dr J.P. Perrin).



Figure 67: Traction le 31/05/2006, soit après 4 mois pour la 11, 1 an et demi pour 31 et 41, 10 mois pour 32 et 42 ; Nivellement de 12, 21, 22 (Dr J.P. Perrin).



Figure 68: Traction le 07/08/2006, soit après 6 mois et demi de traction pour la 11, 1 an pour 32 et 42 (Dr J.P. Perrin).



Figure 69: Fin de traction le 10/01/2007 (1 an pour 11 ; 1 an et demi pour 32, 42 ; 1 an et 2mois pour 12, 21, 22, 31, 41) ; Nivellement des blocs incisifs mandibulaire et maxillaire (Dr J.P. Perrin).

#### ➤ Blocs molaires

Le dégagement osseux et le collage des attaches orthodontiques sur les 7 ont été réalisés sous anesthésie générale le 01/08/05.

La traction a débuté quand les deux tiers radiculaires étaient édifiés et quand les ancrages Bollard ne servaient plus à égresser les incisives. Ainsi, la traction des 7 maxillaires a débuté avant celles des 7 mandibulaires.

Les transmetteurs de force étaient des fils TMA de section rectangulaire .017 x .025. Une boucle a été façonnée sur leur extrémité distale et a permis de toronner le fil d'acier de l'attache orthodontique afin de développer une force égressive pure et continue de 80 à 100 grammes.



Figure 70: Dégagement de 47 et de 37, le 01/08/05 : 12 ans 5 mois. Les sacs péri coronaires lors des dégagements présentaient des aspects anormalement fibreux et épaissis (Dr J.P. Perrin).

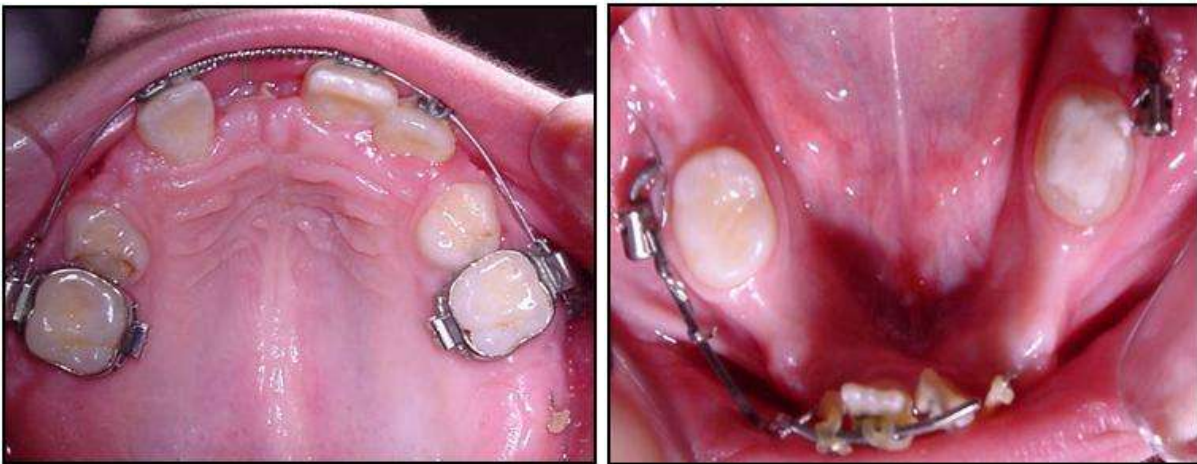


Figure 71: Début de traction des 7 mandibulaire et maxillaire le 16/01/06 (Dr J.P. Perrin).



Figure 72: Traction des 7 mandibulaire et maxillaire le 31/05/06, après 4 mois et demi de traction. Mise en place de cales en CVI sur 75 et 85 afin d'augmenter la dimension verticale, nécessaire à la mise en place des dents incluses sur l'arcade. (Dr J.P. Perrin).



Figure 73: Traction des 7 mandibulaires et maxillaires le 16/10/06, après 9 mois de traction (Dr J.P. Perrin).



Figure 74: Orthopanthomogramme le 01/10/07. Notons la présence de Gubernaculum en regard de 34, 43, 44, 45 (Dr J.P. Perrin).



Figure 75: Orthopanthomogramme le 22/04/08. Traction de 33, 34, 35, 43, 44, 45 (Dr J.P. Perrin).



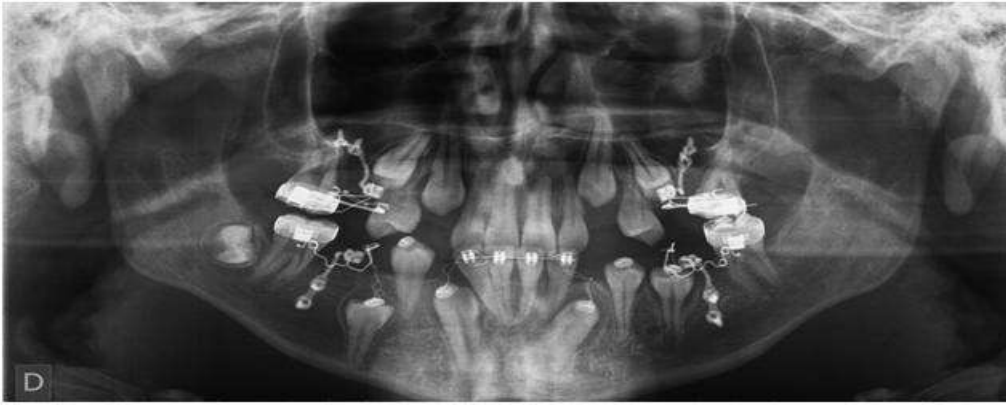


Figure 76: Orthopanthomogramme le 22/07/09. Notons que les ancrages Bollard servent aussi à redresser les molaires (Dr J.P. Perrin).



Figure 77: Vues endo-buccales et occlusales le 18/11/2009, 16 ans et 2 mois (Dr J.P. Perrin).

## F. La Classe III orthopédique

### 1. Définition

La prévalence de la classe III dans la population française est faible, environ 5%, mais varie selon les régions. Elle est caractérisée par une distocclusion des dents maxillaires par rapport aux dents mandibulaires. Il existe une grande variabilité de formes cliniques pouvant atteindre la mandibule ou le maxillaire ou les 2. Il existe parfois des troubles cinétiques associés (proglissement, latéro déviation). On constate une déficience du maxillaire et/ou un prognathisme de la mandibule avec souvent pour conséquence un inversé d'articulé antérieur et un profil concave. Très souvent, les cas de classe 3 squelettique présentent plus une insuffisance de développement maxillaire qu'une prognathie mandibulaire.

### 2. Thérapeutique

Le traitement habituel chez les enfants avec une hypoplasie du maxillaire repose sur l'usage du masque facial de Delaire : on exerce une traction antérieure forte au maxillaire pour stimuler sa croissance et restreindre ou rediriger la croissance de la mandibule. Cependant, on note généralement une rotation postérieure de la mandibule et une hausse de la dimension verticale de la face (1,10,35). De plus du fait que les forces sont appliquées sur les dents, on peut observer des compensations dentaires telles qu'une proclination des incisives supérieures et un redressement des incisives inférieures (10, 39, 41). Enfin, le port du masque est généralement limité à 14 heures par jour au mieux et nécessite une très bonne coopération de la part du patient. Ce sont les changements dento alvéolaire qui sont les plus susceptibles de rechuter avec le temps (75). Il semble ainsi avantageux de maximiser les effets orthopédiques et de minimiser les effets dento alvéolaires (30).

L'étude de De Clerck et al de 2009 (22) a reposé sur 3 cas d'adolescents présentant une classe III avec : une hypoplasie maxillaire combinée à une mandibule de taille normale ou augmentée, une dimension verticale légèrement diminuée ou normale, des incisives supérieures pro ou rétroclinées et des incisives inférieures normales ou proclinées.

Les objectifs du traitement ont été de 3 ordres :

- Diminuer la concavité du profil.
- Maximiser les changements du massif squelettique supérieur en espérant stimuler par traction sur les sutures la croissance sagittale du maxillaire.
- Minimiser les mouvements dento-alvéolaires.

### Méthode de traitement :

Le traitement a reposé sur une traction inter maxillaire entre les mini-plaques du maxillaire et de la mandibule en association avec un bite plane (plan de morsure) pour ne pas être gêné par l'inversé d'articulé. Quatre mini-plaques ont été posées sur les crêtes du processus zygomatique du maxillaire et entre la canine et l'incisive latérale ou entre la canine et la première prémolaire, tout ceci des 2 côtés. Il est conseillé de faire une anesthésie générale pour poser les 4 ancrages.

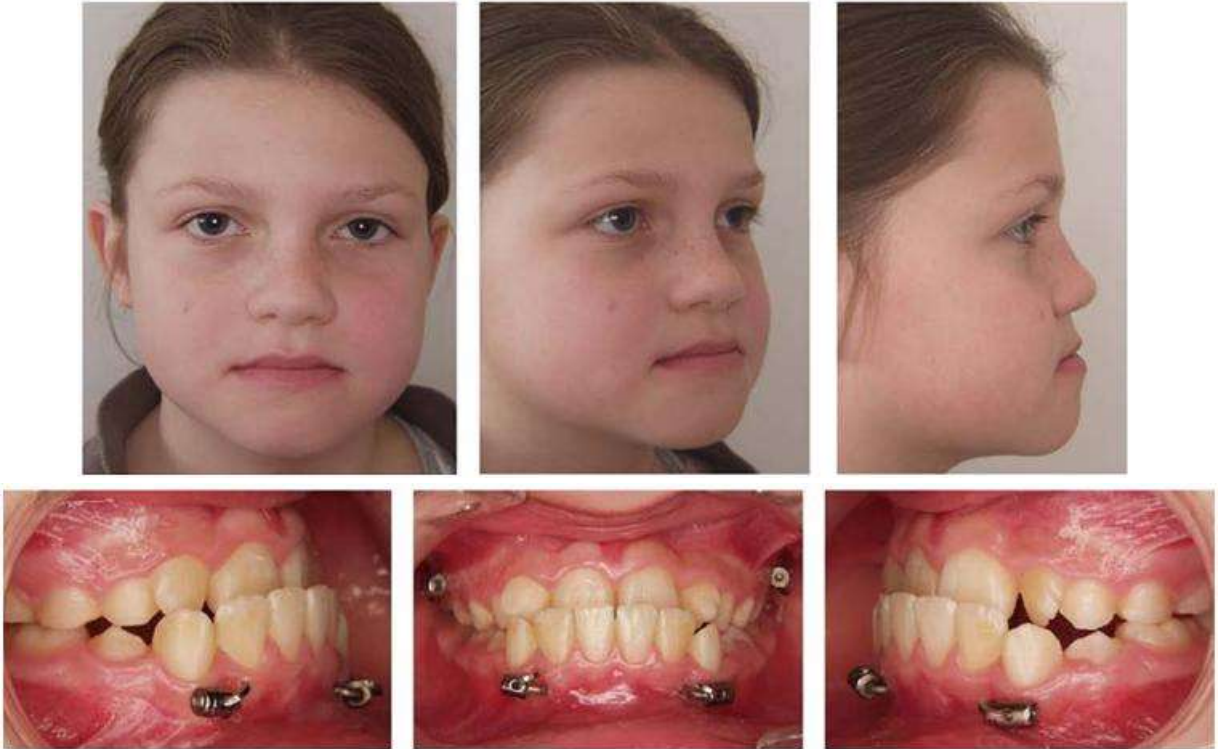
Trois semaines après l'opération, des élastiques mandibulo-maxillaires de classe III ont été attachés entre les mini-plaques du haut et du bas et de chaque coté avec des forces de 100 grammes par côté. Les élastiques ont été changés quotidiennement et portés toute la journée. Un ou deux mois après, un bite plane amovible a été mis en place pour éliminer l'interférence occlusale inter incisive. A ce moment là, des forces de 200 grammes de chaque côté ont été utilisées. Après 7 à 12 mois de traction orthopédique, le bite plane a été ôté. La traction a été ainsi maintenue pendant une période totale de douze à seize mois. Durant la période suivant la phase active du traitement, qui a duré entre 11 et 38 mois, le port des élastiques a été maintenu mais seulement la nuit pour la rétention. La correction de la classe III a été ainsi conservée.



Figure 78: Vue de face et latérale droite d'un cas de classe 3 squelettique traité par ancrages Bollard  
(19)

### 3. Résultats

(A)



(B)



Figure 79 : Vues endo et exo-buccales d'un cas de classe III squelettique traité par ancrages Bollard avant (A) et après (B) traitement (22).

On a noté à l'issue du traitement :

- Une correction de l'inversé d'articulé antérieur.
- Une amélioration du profil des tissus mous avec un déplacement vers l'avant de toute la partie moyenne de la face (nez, lèvre supérieure et crête infra orbitaire). La concavité para nasale a diminué. On a noté globalement une amélioration de la concavité du profil cutané des patients.
- Presque aucun déplacement vers l'avant de la lèvre inférieure et du menton ce qui a amélioré la relation inter labiale. Le bout du nez a été légèrement déplacé vers le haut.
- Aucune compensation dento alvéolaire du fait de l'absence d'appuis dentaires.

### 3.1. Analyse céphalométrique

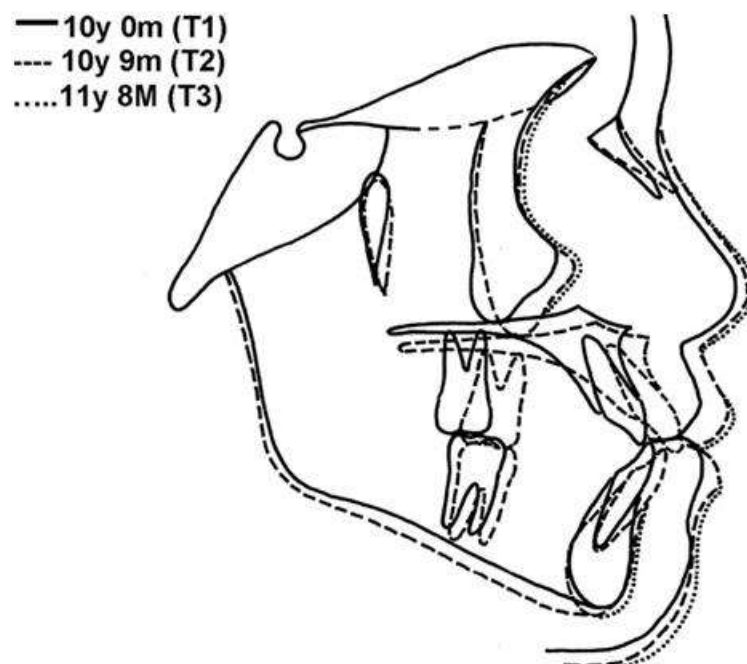


Figure 80 : Superposition de tracés céphalométriques d'un cas de classe III squelettique traité par ancrages Bollard à T1, début du traitement ; T2, fin du traitement ; T3, période de suivi(22).

L'analyse céphalométrique entre le début et la fin du traitement a montré :

- Une augmentation moyenne de l'angle ANB de  $+6^\circ$  (varie de  $+5,5^\circ$  à  $+7,5^\circ$ ).
  - Une augmentation moyenne du Wits (distance entre les projections perpendiculaires de A et de B sur le plan occlusal de Downs) de  $+9$  mm (varie de  $+6,5$ mm à  $+12$ mm).
- Ces 2 mesures indiquent une amélioration de la relation sagittale inter maxillaire.

- Une augmentation de la convexité faciale mesurée par la hausse moyenne de l'angle G'-Sn-Pog' de +11,8° (varie de +8,5° à +14°).
- Seule une légère rotation mandibulaire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre a été constatée dans 1 cas.
- Une légère rotation maxillaire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- Pas de grand bouleversement dans l'inclinaison de l'incisive supérieure
- Les incisives inférieures ont été proclinées.

La direction d'application des forces entre les mini-plaques maxillaire et mandibulaire a été localisée sous le centre de résistance du maxillaire. Néanmoins, la rotation résultante dans le sens inverse des aiguilles d'une montre du plan palatin est restée modérée (inférieure ou égale à 3,5°).

Ces résultats ont été confirmés par l'étude de Cevitanes et al de 2010 (37).

### 3.2 Analyse tridimensionnelle

Dans leur étude, Cevitanes et al (37), ont observé les changements anatomiques chez 6 patients (3 filles et 3 garçons) en croissance (âge moyen 11 ans et 8 mois) présentant une classe III squelettique principalement liée à une déficience du maxillaire. Les patients étaient en occlusion de classe III, avec un développement dentaire suffisant et traités par ancrages Bollard. Des scans par tomographie volumique numérisée (Cone Beam x ray Computer tomography ou CBCT) ont été réalisés avant et après traitement pour créer des reconstructions tridimensionnelles (6). Ces modèles 3D ont été superposés sur des structures de la base craniale antérieure ayant terminé leur croissance à 7 ans (spécifiquement les surfaces endocraniales de la région de la lame criblée de l'ethmoïde et de l'os frontal) pour déterminer les changements anatomiques durant le traitement. La traction a duré en moyenne 12 mois et demi et s'est terminée à l'obtention d'un overjet suffisant (pour tous les patients, à la fin du traitement, l'overjet était positif mais non nécessairement sur corrigé).

L'analyse tridimensionnelle entre le début et la fin du traitement a montré :

- Un déplacement positif dans la région du processus zygomatique, dans la portion antérieure du maxillaire (région du point A) sauf 1 cas, dans la région antérieure de la mandibule (région du pogonion) et dans la région du bord inférieur de la mandibule.
- Les dents maxillaires se sont déplacées en avant à un taux variable.
- Dans la région des condyles, le déplacement a été positif au niveau de la surface postérieure et négatif au niveau de la surface antérieure suggérant un repositionnement postérieur de la mandibule.
- Dans tous les cas, on a constaté un déplacement horizontal vers l'avant du point A.

- Au niveau des tissus mous, un déplacement positif, à un taux variable, de la lèvre supérieure et de la région nasale.
- Chez 5 des 6 patients, on note une rotation antéro supérieure de l'ensemble du complexe nasal suggérant une large dispersion des forces issues des ancrages à travers le complexe naso-maxillaire.

L'analyse tridimensionnelle a indiqué un déplacement vers l'avant du maxillaire et de la crête infra orbitaire et une croissance horizontale de la mandibule restreinte. Cela explique la baisse significative de la concavité liée à un déplacement important vers l'avant du maxillaire et à une croissance mandibulaire minimale.

#### 4. Discussion

La principale difficulté pour ce type de traitement est la pose chirurgicale des ancrages. D'une part parce que le développement vertical du maxillaire n'est pas terminé ce qui entraîne un manque de profondeur du vestibule au niveau de la région molaire maxillaire et parce que la corticale osseuse externe du maxillaire est mince ce qui complique la pose des mini-plaques. Cela explique un risque d'échec plus élevé chez les jeunes patients. D'autre part, il est nécessaire d'attendre l'éruption de la canine mandibulaire et de la première prémolaire mandibulaire afin de libérer la place nécessaire au placement des mini-vis dans la région de la base mandibulaire (20). Ainsi la traction orthopédique ne peut débuter généralement avant l'âge de 10 ans. Cela a pour avantage d'écourter la période post orthopédique de croissance jusqu'à l'âge adulte, réduisant le risque d'un retour vers une classe III squelettique. En outre, l'amélioration de l'esthétique faciale avant la puberté a un impact positif sur le développement psycho social de l'enfant. Il n'est plus nécessaire d'attendre la fin de la croissance pour avoir recours à la chirurgie orthognathique. Mais plus la traction est tardive, plus les effets orthopédiques d'une traction antérieure sur le maxillaire sont réduits. De ce fait, une prise en charge orthopédique précoce est préférable (20).

Au final, on obtient une correction orthopédique sans effets dento-alvéolaires parasites. L'usage d'une traction inter maxillaire par ancrages Bollard est positif tant du point de vue de l'effet squelettique global que de l'effet sur les tissus mous.

Malgré des résultats très prometteurs, chez des patients présentant une classe III squelettique avec une hypo croissance du maxillaire, il est à remarquer cependant le manque de patients concernés par ces 2 études. Dans un avenir proche d'autres essais cliniques seront réalisés mais à une plus grande échelle pour observer notamment l'effet de facteurs tels que l'âge, le sexe et la durée de traitement sur le résultat final.

## VI. Perceptions du système Bollard par les patients et les praticiens

Basé sur l'article de Cornelis et al (15) de 2008 : « Patients and orthodontists perceptions of miniplates use for temporary skeletal anchorage: a prospective study. »

Des questionnaires ont été présentés à des patients ayant eu des ancrages Bollard comme partie intégrante et active de leur traitement orthodontique et aux praticiens l'ayant réalisé. Cela s'est déroulé à 2 centres orthodontiques universitaires différents : Université de Caroline du Nord (UNC), Chapel Hill, et l'Université Catholique de Louvain (UCL), Bruxelles-Belgique. Cette étude a eu lieu entre Aout 2003 et Avril 2005. Des commentaires parentaux additionnels ont été sollicités pour les enfants de moins de 16 ans. Ces questionnaires ont été complétés à approximativement 1 mois, 6 mois et un an après la pose des mini- plaques (ou à la dépose de l'ancrage, si elle a lieu plus tôt). Les questions portaient sur l'inconfort du patient, les expériences générales ressenties durant l'opération chirurgicale et le traitement orthodontique. Les questions aux orthodontistes ont porté sur l'évaluation de la complexité de cette technique, le rôle de chaque ancrage, le taux de réussite, leur expérience personnelle vis-à-vis de ces ancrages et si ils pensaient que cela simplifiait ou complexifiait le traitement.

Au total, l'étude a porté sur 97 patients et 200 ancrages ont été posés par 9 praticiens différents. L'âge moyen des patients était de 23,7 ans, un tiers était encore en croissance et presque 75% était de sexe féminin.

2 types d'ancrages ont été posés (figure 81) : 180 Bollard (Surgitec) et 20 C-tubes (KLS Martin). La majorité des TSADs (76,5%) ont été posés au maxillaire, la mise en charge a eu lieu environ 1 mois après la pose et ils ont été en place sur une période plus longue que l'année de l'étude.



Figure 81 : Ancrages Bollard et C tube A : Bollard Maxillaire, B : Bollard Mandibulaire, C : C tubes (15)

La mise en charge des Bollard s'est faite avec des élastiques, des ressorts hélicoïdaux, des chaines élastiques, des fils de ligature ou directement avec le fil d'un arc, tandis que les C tubes ont été mis en charge uniquement avec des ressorts hélicoïdaux ou des fils de ligature. A la différence des C-tubes, les ancrages Bollard sont conçus pour accepter des



attachements auxiliaires et donner une plus grande flexibilité au niveau du point et de la direction de la force appliquée.

Le taux de succès d'Aout 2003 à Septembre 2006 a été de 92,5%. La majorité des échecs (73,3%) est survenu chez les patients en croissance. 31 orthodontistes ont rempli le questionnaire et le type de mouvements impliqués par les ancrages incluait aussi bien des corrections orthodontiques qu'orthopédiques.

## A. Perception par les patients

Après la chirurgie de pose de l'ancrage, des anti-inflammatoires et ou des antalgiques ont été prescrits mais ils ont été seulement pris dans 77,1% des cas. De manière générale les TSADs ont été bien tolérés, aucun des patients n'a souhaité leur dépose, et après 1 an, 72% des patients disaient n'y faire plus attention. La pose des TSADs s'est avérée pour près de 82% des patients moins douloureuse que prévue. La douleur et le désagrément per opératoire ont été minimes. Pour les autres patients, où cela s'est avéré pire que prévu, les 2 principales raisons ont été l'œdème post chirurgical (qui a persisté en moyenne 5 jours après l'opération) et l'irritation de la joue. Il est probable qu'une thérapeutique plus agressive de l'œdème post opératoire incluant l'utilisation de glace pendant 1 à 2 heures en post opératoire en association avec l'usage d'anti inflammatoires en pré opératoire, ou de corticoïdes en intra veineuse, aurait pu prévenir ou du moins diminuer cette complication.

On a aussi demandé aux patients de comparer cette expérience à leurs expériences antérieures en matière d'actes dentaires et de noter celles pour qui les TSADs étaient meilleures. On remarque qu'ils sont toujours perçus comme étant mieux que les FEO (Forces Extra Orales), presque toujours meilleur que les appareils dentaires usuels et équivalent à une extraction.

On a enfin interrogé les patients sur les effets secondaires perçus à chaque instant du traitement. Le principal inconvénient est l'irritation de la joue (surtout juste après la pose et qui a tendu à diminuer avec le temps). Dans 17% des cas une limitation initiale de l'ouverture buccale a pu être notée mais est devenue et est restée très légère après 6 mois et 1 an. Le nettoyage de l'ancrage a constitué un problème pour 15% des patients et ceci a perduré au fil du temps. Malgré le fait qu'il a été spécifié aux patients de ne pas toucher les TSADs avec leur langue pour ne pas desserrer la mini-plaque, un tiers ont admis le faire et cette mauvaise habitude a eu tendance à persister.

## B. Perception par les praticiens

Pour les orthodontistes, les cas étaient jugés initialement comme étant légèrement à très difficiles. Après 1 an d'utilisation de mini-plaques, ces même cas étaient jugés très ou modérément faciles. Ils ont jugés la complexité globale de manipulation des mini-plaques et de leurs attachements et les ont notés comme étant très ou modérément faciles. L'évaluation répétée de la mobilité des TSADs et de l'irritation des tissus mous est restée sous le niveau de « léger ». Tous les orthodontistes ont dit qu'ils utiliseraient les mini-plaques à nouveau et ils ont évalué leur satisfaction moyenne sur une échelle de 1 à 4 à 3,8 (3 étant une satisfaction modérée et 4 une grande satisfaction). Si un des objectifs orthodontiques initiaux n'a pu être obtenu, la raison donnée a été soit un échec implantaire soit un manque de coopération du patient.

L'échec implantaire comprend: l'excès de mobilité des TSADs, l'ulcération de la joue, la fracture et une position indésirable de la mini-plaque. Le taux d'échec dû à la mobilité a été plus important chez les patients toujours en croissance. Mettre le bras de l'attachement et le faire pénétrer à la jonction muco gingivale est plus difficile chez de jeunes patients ayant une hauteur alvéolaire, une épaisseur de gencive attachée et un accès au site plus réduits. De plus, la majorité des mini-plaques chez ces patients ont été en place pendant plus de 18 mois et durant cette phase un remodelage osseux important aurait pu avoir lieu.

En conclusion, cette étude a montré que les mini-plaques sont bien acceptées aussi bien par les patients que par les orthodontistes, qu'elles offrent un ancrage fiable et effectif avec un taux de succès élevé et de faibles effets secondaires. De plus elles ont de nombreux usages et elles permettent de simplifier le traitement de cas cliniques jugés très difficiles de prime abord.

## VII. Conclusion

Le but de ce travail était de faire le point sur les travaux actuels d'Hugo de Clerck concernant son nouveau système d'ancrage squelettique temporaire : le système Bollard.

Nous avons vu les différents ancrages implantaires temporaires en orthodontie plus communément appelés TSADs (Temporary Skeletal Anchorage Devices) et avons présenté leurs principales caractéristiques.

Puis, nous avons décrit le système Bollard et son protocole chirurgical de pose et de dépose. Nous avons vu que la procédure chirurgicale est simple, relativement courte et qu'elle peut être réalisée sous anesthésie locale sans complication. Cependant du fait qu'elle nécessite de faire un lambeau, elle doit être réalisée par un chirurgien.

Nous avons ensuite analysé ses différentes indications cliniques en orthodontie : distalisation de canines et de molaires maxillaires, mésialisation de molaires, traitement de classe II avec ou sans extraction, traitement de classe III squelettique, redressement molaire, intrusion ou encore mise en place sur l'arcade de dents présentant des retards d'éruption. Dans tous ces cas, nous avons pu constater que le système Bollard était un moyen annexe sûr et efficace. Le système Bollard servant d'ancrage direct fiable, il permet d'utiliser des forces continues, légères, adaptables en cours de traitement et en se passant de l'usage d'appareils extra oraux. L'efficacité du système permet de diminuer la durée du traitement.

Enfin, nous avons évalué la perception des patients et des orthodontistes vis-à-vis de ce nouveau système d'ancrage squelettique temporaire. On constate que la coopération demandée aux patients diminue significativement par rapport aux systèmes extra-oraux. Pour les patients le principal inconvénient est l'œdème transitoire post opératoire (celui-ci pouvant être diminué par l'usage de glace et d'anti inflammatoires). Pour les orthodontistes, il s'agit d'un système simple, fiable et efficace.

Le système Bollard semble constituer une avancée technologique intéressante promissive à un bel avenir en orthodontie. Ses indications tendent à se développer et sont en cours d'étude. Dans les années futures ce système fera l'objet d'un plus grand nombre d'essais cliniques notamment pour les cas de classe III orthopédique ou les études ne portaient que sur neuf cas au total.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**1. BAIK HS.**

Clinical results of the maxillary protraction in Korean children.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1995;**108**(6):583-592.

**2. BAUMGAERTEL S, RAZAVI MR et HANS MG.**

Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**133**(4):621-627.

**3. BRANEMARK PI, ADELL R, ALBREKTSSON T et coll.**

Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness.  
Biomaterials 1983;**4**(1):25-80.

**4. BUCHTER A, WIECHMANN D, KOERDT S et coll.**

Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage.  
Clin Oral Implants Res 2005;**16**(4):473-479.

**5. CETLIN NM et TEN HOEVE A.**

Nonextraction treatment.  
J Clin Orthod 1983;**17**(6):396-413.

**6. CEVIDANES LHC, HEYMANN G et CORNELIS MA.**

Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(1):94-99.

**7. CHAMBAS C.**

Désinclusion et mise en place des dents retenues.  
Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 23-492-A-10, 1997.

**8. CHEN YJ, CHANG HH, HUANG CY et coll.**

A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems.  
Clin Oral Implants Res 2007;**18**(6):768-775.

**9. 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.

**10. CHONG YH, IVE JC et ARTUN J.**

Changes following the use of protraction headgear for early correction of class 3 malocclusion.

Angle Orthod 1996;**66**(5):351-362.

**11. CORNELIS MA et DE CLERCK HJ.**

Biomechanics of skeletal anchorage. Part 1: class 2 extraction treatment.

J Clin Orthod 2006;**40**(4):261-269.

**12. CORNELIS MA et DE CLERCK HJ.**

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

Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**132**(3):373-377.

**13. 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.

**14. CORNELIS MA, SCHEFFLER NR, MAHY P et coll.**

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

J Oral Maxillofac Surg 2008;**66**(7):1439-1445.

**15. CORNELIS MA, SCHEFFLER NR, NYSEN-BEHETS C et coll.**

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

Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;**133**(1):18-24.

**16. COSTA A, PASTA G et BERGAMASCHI G.**

Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices.

Semin Orthod 2005;**11**(1):10-15.

**17. COSTA A, RAFFAINI M et MELSEN B.**

Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report.

Int J Adult Orthodont Orthognath Surg 1998;**13**(3):201-209.

**18. CREEKMORE TD et ELKUND MK.**

The possibility of skeletal anchorage.

J Clin Orthod 1983;**17**(4):266-269.

**19. DE CLERCK H.**

Bollard miniplates.

<http://www.hugodeclerck.net/Product.html>.

**20. DE CLERCK H et AMAT P.**

Interview with Hugo De Clerck.  
Rev Orthop Dentofac 2006;**40**(1):9-36.

**21. DE CLERCK HJ et CORNELIS MA.**

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

**22. DE CLERCK HJ, CORNELIS MA, CEVIDANES LH et coll.**

Orthopedic traction of the maxilla with miniplates: new perspective for treatment of midface deficiency.

J Oral Maxillofac Surg 2009;**67**(10):2123-2129.

**23. DE CLERCK H, CORNELIS M et TIMMERMAN H.**

Dental tours 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.

**24. DE CLERCK H, GEERINCKX V et SICILIANO S.**

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

**25. DE CLERCK HJ, TIMMERMAN HM et CORNELIS MA.**

Biomechanics of skeletal anchorage. Part 3: Intrusion.  
J Clin Orthod 2008;**42**(5):270-278.

**26. DEGUCHI T, TAKANO-YAMAMOTO T, KANOMI R et coll.**

The use of small titanium screws for orthodontic anchorage.  
J Dent Res 2003;**82**(5):377-381.

**27. DUHART AM, BARDINET E, BEQUAIN D et coll.**

Biomécanique orthodontique et notion de " force légère ".  
Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 23-490-B-10, 1997.

**28. EL-BEIALY AR, ABOU-EL-EZZ AM, ATTIA KH et coll.**

Loss of anchorage of miniscrews: A 3-dimensional assessment.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(5):700-707.

**29. ERVERDI N, USUMEZ S et SOLAK A.**

New generation open bite treatment with zygomatic anchorage.  
Angle Orthod 2006;**76**(5):519-526.

**30. GALLAGHER RW, MIRANDA F et BUSCHANG PH.**

Maxillary protraction: treatment and posttreatment effects.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1998;**113**(6):612-619.

31. **GELGOR IE, BUYUKYILMAZ T, KARAMAN AI et coll.**  
Intraosseous screw-supported upper molar distalization.  
Angle Orthod 2004;**74**(6):838-850.
32. **GIULIANO MAINO B, BEDNAR J, PAGIN P et coll.**  
The spider screw for skeletal anchorage.  
J Clin Orthod 2003;**37**(2):91-97.
33. **GOLDSMITH MC et FABRE J.**  
Pathologie des dents, des muqueuses et des maxillaires chez l'enfant.  
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-400-A-15, 1997.
34. **GOTFREDSSEN K, BERGLUNDH T et LINDHE J.**  
Bone reactions adjacent to titanium implants with different surface characteristics subjected to static load. A study in the dog (2).  
Clin Oral Implants Res 2001;**12**(3):196-201.
35. **HATA S, ITOH T, NAKAGAWA M et coll.**  
Biomechanical effects of maxillary protraction on the craniofacial complex.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1987;**91**(4):305-311.
36. **HERMAN RJ, CURRIER GF et MIYAKE A.**  
Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;**130**(2):228-235.
37. **HEYMANN GC, CEVIDANES L, CORNELIS M et coll.**  
Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2010;**137**(2):274-284.
38. **JENNER JD et FITZPATRICK BN.**  
Skeletal anchorage utilizing bone plates.  
Aust Orthod J 1985;**9**(2):231-233.
39. **KAJIYAMA K, MURAKAMI T et SUZUKI A.**  
Comparison of orthodontic and orthopedic effects of a modified maxillary protractor between deciduous and early mixed dentitions.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**126**(1):23-32.
40. **KANOMI R.**  
Mini-implant for orthodontic anchorage.  
J Clin Orthod 1997;**31**(11):763-767.
41. **KAPUST AJ, SINCLAIR PM et TURLEY PK.**  
Cephalometric effects of face mask expansion therapy in classe 3 children: a comparison of three age groups.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1998;**113**(2):204-212.

**42. KIM JW, AHN SJ et CHANG YI.**

Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;**128**(2):190-194.

**43. KIRCELLI BH, PEKTAS ZO et UCKAN S.**

Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia.

Angle Orthod 2006;**76**(1):156-163.

**44. KRAVITZ ND et KUSNOTO B.**

Risks and complications of orthodontic miniscrews.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**131**(4):S43-S51.

**45. KURODA S, KATAYAMA A et TAKANO-YAMAMOTO T.**

Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage.

Angle Orthod 2004;**74**(4):558-567.

**46. LE BRETON G.**

Anomalies de l'éruption: Traité de sémiologie et clinique odonto-stomatologique.

Paris: CdP, 1997:123-124.

**47. LEE KJ, PARK YC, HWANG WS et SEONG EH.**

Uprighting mandibular second molars with direct miniscrew anchorage.

J Clin Orthod 2007;**41**(10):627-635.

**48. LIANG X, WANG H, TANG S et coll.**

An experimental investigation of osseointegration and stability of implants used as orthodontic anchorage in dogs.

Chin J Dent Res 1999;**2**(3-4):68-72.

**49. LIOU EJ, PAI BC et LIN JC.**

Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?

Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**126**(1):42-47.

**50. MCLAUGHLIN RP et BENNET JC.**

Bracket placement with the preadjusted appliance.

J Clin Orthod 1995;**29**(5):302-311.

**51. MELSEN B et COSTA A.**

Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage.

Clin Orthod Res 2000;**3**(1):23-28.

**52. MELSEN B, FIORELLI G et BERGAMINI A.**

Uprighting of lower molars.

J Clin Orthod 1996;**30**(11):640-645.



**53. MELSEN B et LANG NP.**

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

**54. MELSEN B et VERNA C.**

Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system.  
Semin Orthod 2005;**11**(1):24-31.

**55. MIYAWAKI S, KOYAMA I, INOUE M et coll.**

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

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

**56. MURRAY LN, MCGUINNESS N, BIAGIONI P et coll.**

A comparative study of the efficacy of Aphtheal in the management of recurrent minor aphthous ulceration.

J Oral Pathol Med 2005;**34**(7):413-419.

**57. NGANTUNG V, NANDA RS et BOWMAN SJ.**

Posttreatment evaluation of the distal jet appliance.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2001;**120**:178-185.

**58. OHMAE M, SAITO S, MOROHASHI T et coll.**

A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2001;**119**(5):489-497.

**59. OHNISHI H, YAGI T, YASUDA Y et coll.**

A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case.

Angle Orthod 2005;**75**(3):444-452.

**60. OYONARTE R, PILLIAR RM, DEPORTER D et coll.**

Peri implant bone response to orthodontic loading. Part 1: A histomorphometric study of the effects of implant surface design.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2005a;**128**(2):173-181.

**61. OYONARTE R, PILLIAR RM, DEPORTER D et coll.**

Peri implant bone response to orthodontic loading. Part 2: Implant surface geometry and its effect on regional bone remodeling.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2005b;**128**(2):182-189.

**62. QUISLING RW, KANGUR TT et JAHRSDOERFER RA.**

Otologic complications following the use of a high-speed air-turbine hand piece.

J Am Dent Assoc 1977;**94**(5):895-897.

**63. ROBERTS WE, MARSHALL KJ et MOZSARY PG.**

Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site.

Angle Orthod 1990;**60**(2):135-152.

**64. SCHOLZ RP et BAUMGAERTEL S.**

State of the art of miniscrew implants: An interview with Sebastian Baumgaertel.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(2):277-281.

**65. SHERWOOD KH, BURCH JG et THOMPSON WJ.**

Closing anterior open bites by intrusion of molars using titanium miniplate anchorage.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2002;**122**(6):593-600.

**66. SHERWOOD KH, BURCH JG et THOMPSON W.**

Intrusion of supererupted molars with titanium miniplate anchorage.

Angle Orthod 2003;**73**(5):597-601.

**67. SUGAWARA J, DAIMARUYA T, UMEMORI M et coll.**

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

Am J Orthod 2004;**125**(2):130-138.

**68. SUGAWARA J et NISHIMURA M.**

Minibone Plates: The Skeletal Anchorage System.

Semin Orthod 2005;**11**(1):47-56.

**69. SUGAWARA J et WHITE L.**

Interview Dr Junji Sugawara on the Skeletal Anchorage System.

J Clin Orthod 1999;**33**(12):689-696.

**70. TURLEY PK, KEAN C, SCHUR J et coll.**

Orthodontic force application to titanium endosseous implants.

Angle Orthod 1988;**58**(2):151-162.

**71. ULGER G, ARUN T, SAYINSU K et coll.**

The role of cervical headgear and lower utility arch in the control of the vertical dimension.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;**130**(4):492-501.

**72. UMEMORI M, SUGAWARA J, MITANI H et coll.**

Skeletal anchorage for open bite correction.

Am J Orthod 1999;**115**(2):166-174.

**73. WEBHRBEIN H, FEIFEL H et DIEDRCH P.**

Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: a prospective study.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;**116**(6):678-686.

**74. WEHRBEIN H, GLATZMAIER J, MUNDWILLER U et coll.**

The orthosystem : a new implant system for orthodontic anchorage in the palate.  
J Orofac Orthop 1996;**57**(3):142-153.

**75. WESTWOOD PV, MCNAMARA JA JR, BACCETTI T et coll.**

Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**123**(3):306-320.

**76. WILLEMS G, CARELS CE, NAERT IE et coll.**

Interdisciplinary treatment planning for orthodontic-prosthetic implant anchorage in a partially edentulous patient.  
Clin Oral Implant Res 1999;**10**(4):331-337.

**77. YAO CC, WU CB, WU HY et coll.**

Intrusion of the overerupted upper left first and second molars by mini-implants with partial-fixed orthodontic appliances: a case report.  
Angle Orthod 2004;**74**(4):550-557.

**De :** 菅原 準二 (j.sugawara@shika1.com)  
**À :** pierresenage@yahoo.fr;  
**Date :** Jeu 20 mai 2010, 21h 48min 26s  
**Cc :**  
**Objet :** Re: Permission to use one of yours photos in a thesis

Dear Pierre,

Thank you for your e-mail.  
No problem. You can use my SAS photos.

Best,

Junji Sugawara

On 2010/05/20, at 3:20, Senage Pierre wrote:

Good evening Dr Sugawara,

My name is Pierre Senage.

I am a student from the dental school of Nantes (France), and i'm making my thesis about the Bollard system.

I would like to use one of yours photos inside (figure 1 :SAS titanium anchor plates. (A) T plate. (B) Y plate. (C) I plate.), from your article titled "Minibone Plates: The Skeletal Anchorage System".

Would you give me the permission to use it?

Thanks in advance.

Best regards.

( My mail is [pierresenage@yahoo.fr](mailto:pierresenage@yahoo.fr))

=====  
Junji Sugawara

SAS Orthodontic Centre  
Ichiban-Cho Dental Office  
3-3-1-7F Kokubun-Cho, Aoba-Ku,  
Sendai 980-0803, Japan

Phone: +81-22-223-8871  
Fax: +81-22-713-8380  
E-mail: [j.sugawara@shika1.com](mailto:j.sugawara@shika1.com)  
=====

Imprimer

[http://fr.mg41.mail.yahoo.com/dc/launch?\\_gx=1&.rand=0tjrp05ph5727](http://fr.mg41.mail.yahoo.com/dc/launch?_gx=1&.rand=0tjrp05ph5727)

**De :** Hugo De Clerck (hugo.declerck@skynet.be)  
**À :** pierresenage@yahoo.fr,  
**Date :** Sam 20 février 2010, 11h 17min 23s  
**Cc :**  
**Objet :** [ Aucun objet ]

No problem. Good luck with your thesis!  
Hugo De Clerck

email = [pierresenage@yahoo.fr](mailto:pierresenage@yahoo.fr)  
question = Hello,

I am a student from the dental school of Nantes(France)and i'm making a thesis about  
the Bollard

system.

Can i use some of your pictures/photos?

**SENAGE (Pierre).** – Le système Bollard : un système d’ancrage squelettique temporaire au service de l’orthodontie.

81 f. ; ill. ; tabl. ; 77 ref. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2011)

---

#### RESUME

Le système Bollard d’Hugo de Clerck est un système d’ancrage squelettique temporaire conçu pour améliorer l’efficacité de l’ancrage en orthodontie et offrir de nouvelles possibilités thérapeutiques. Après quelques rappels sur les deux principaux systèmes d’ancrage squelettique temporaire utilisés en orthodontie (mini-plaque et mini-vis), nous présenterons le système Bollard et décrirons son protocole de mise en œuvre. Puis nous analyserons ses indications cliniques et évaluerons sa perception par les patients et les praticiens.

---

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Orthopédie Dento-Faciale

---

#### MOTS CLES MESH

Orthodontie - Orthodontics

Protocoles thérapeutiques - Clinical protocols

Perception - Perception

---

#### JURY

Président : Professeur GIUMELLI B.

Assesseur : Docteur ROUVRE M.

Directeur : Docteur NIVET MH.

Assesseur : Docteur CORRE P.

---