

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Saad Dahlab -Blida 1
Faculté de Médecine
Département de Médecine Dentaire



Mémoire De fin d'étude

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE-DENTAIRE

Présenté par :

Benabila Zakaria
Bouhraoua Abdellah
Benkhaled Nour El Islem

Nacer Sidali
Ghrib Anas

L'ANCRAGE EN ORTHODONTIE: INDICATIONS ET UTILISATIONS

Le JURY :

Présidente : Dr. Kheroua

Examinatrice : Dr. Belkhiri

Promotrice : Dr. Dahmas

Année Universitaire 2017 / 2018

REMERCIEMENTS

Loin d'être une tradition d'adresser des remerciements dans tout travail aux personnes qui ont contribué à sa réalisation, il s'agit pour nous là, d'un devoir spontané de reconnaissance et gratitude, envers toutes les personnes sans lesquelles notre travail n'aurait jamais pu voir le jour, envers toutes les personnes qui à leur manière et à des degrés différents, nous ont aidé, conseillé et boosté à réaliser ce travail et qui ont fait progresser notre réflexion pour l'accomplir.

Nous remercions en premier lieu le seigneur Dieu, le tout puissant pour ses nombreuses inspirations.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent à notre promotrice Docteur DAHMAS, d'avoir dirigé notre travail. Nous la remercions également pour la confiance dont nous a témoigné tout au long de cette année et pour tous ses conseils et remarques constructives. Elle peut être assurée de notre sincère respect et notre profonde gratitude.

On tient également à remercier notre présidente Docteur KHEROUA et notre examinatrice Docteur BELKHIRI pour leur soutien et leur gentillesse.

Notre gratitude va enfin a nos parents, nos frères et nos amis : Benziadi Noureddine ; Badji Zouheyr ; Aissani Oussama, qui nous ont soutenu tout le long de notre parcours

Encore merci !

Liste Des Abréviations :

PAGE 3 :

- F : force

PAGE 4 :

- RM : Résistance Mobile
- RS : Résistance Stable
- FM : Force Motrice

PAGE 15 :

- 47 : Deuxième molaire inférieure droite
- 48 : Troisième molaire inférieure droite
- 33 : Canine inférieure gauche

PAGE 26 :

- V : Vestibulaire
- L : Lingual
- Cl : Classe
- 13 : Canine supérieure droite
- 23 : Canine supérieure gauche
- 16 : Molaire supérieure droite
- 26 : Molaire supérieure gauche
- 34 : Première prémolaire inférieure gauche

PAGE 35 :

- Cl II/1 : classe deux division une
- ClII/2 : Classe deux division deux
- FEB : force extra buccale

PAGE 36 :

- D.V : Dimension Verticale
- FEO : Force extra orale

PAGE 37 :

- FOM : Fronde occipito-mentonnière

PAGE 38 :

- TIM : Traction inter maxillaire

PAGE 39 :

- DDM : Dysharmonie dento-maxillaire

PAGE 40 :

- FMA :
- Go
- ANB :
- I /F :
- i/n
- ESNP :
- ES-TM :

PAGE 47 :

- SAS : System d'ancrage squelettique

PAGE 57 :

- 12 : Incisive latérale droite
- 22 : Incisive latérale gauche
- 36 : Première molaire inférieure gauche
- 38 : Troisième molaire inférieure gauche
- 48 : Troisième molaire inférieure droite
- 46 : Première molaire inférieure droite

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Chapitre I : Ancrage orthodontique.....	2
I-1.Définition	2
I-2.Historique.....	2
I-3.Réciprocité des forces.....	3
I-4.Notions biomécaniques.....	5
Chapitre II : Ancrage passif ou naturel	11
II .1.L'ancrage parodontal.....	11
II.2.L'ancragealvéolo-dentaire.....	12
II.3- L'ancrage cortical.....	13
II.4-L'ancrage musculaire.....	14
Chapitre III : Ancrage actif	16
III.1-ANCRAGE ACTIF INTRA-ORAL	19
III.1-1. Ancrage orthodontique intra-arcade	19
III.1-1-1- Ressorts ouverts et fermés.....	19
III.1-1-2- Arcs lourds.....	19
III.1-1-3- Sectionnels.....	19
III.1-1-4- Quad'helix.....	19
III.1-1-5- Arc transpalatin.....	20
III.1-1-6- Arc de Nance	22
III.1-1-7- La barre palatine de goshgarian.....	22
III.1-1-8- Lip-bumper.....	23
III.1-1-9- Arc lingual	24
III.1-1-10- Pendulum.....	25
III.1-1-11- Implants dentaires standards	25
III.1-2-Ancrage orthodontique inter-arcade	26
III.1-2-1- Tractions intermaxillaire.....	26
III.1-2-2- Propulseurs rigides.....	27
III.2- Ancrageactif extra oral.....	30
III.2-1- Forces postéro-antérieures	30
III.2-2-Forces antéro-postérieures	34

III.3- Notions sur l'ancrage	39
III.3- 1-Notion de perte d'ancrage	39
III.3-2-LA GESTION DE L'ANCRAGE	39
III.3-3-Ancrage et plan de traitement	39
Chapitre IV : évolution d'ancrage.....	41
IV .1-ancrage et techniques orthodontiques	41
IV .2- Ancrage squelettique	42
Chapitre V : Indication et Utilisation d'Ancrage.....	50
V .1-ANCRAGE CONVENTIONNEL	50
V .2-Ancrage squelettique	51
V .2.1.Implant palatin	54
V .2.2.Mini vis.....	55
V .2. 3.Mini-plaques.....	55
2.4.Système d'ancrage squelettique.....	56
2.5.L'ancrage squelettique « Bollard »	56
Conclusion.....	63
TABLE DES ABREVIATIONS.....	64
TABLE DES ILLUSTRATIONS	65
TABLE DES MATIERES	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69

- **INTRODUCTION :**

La biomécanique orthodontique est régie par la 3ème loi de Newton, définie par le principe de la réciprocité des forces, « L'action est toujours égale à la réaction ; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et de sens contraires. »

— Isaac Newton, physicien-mathématicien.

Cette réaction qui s'applique sur la structure d'appui pour déplacer les dents, peut entraîner des effets secondaires non désirés. L'orthodontiste recherche le plus souvent la fixité des dents supports, à partir duquel il pourra délivrer des forces motrices : la notion d'ancrage est ainsi une donnée indispensable en orthodontie.

L'ancrage est une notion indispensable pour tout traitement orthodontique, depuis longtemps l'orthodontiste a compté seulement sur l'ancrage intra buccal en prenant appuis sur le plus grand nombre possible des dents.

Cependant ce dernier n'était pas suffisant dans les traitements plus complexes, de ce fait les orthodontistes sont amenés à reporter l'ancrage à l'extérieur de la cavité buccale en prenant un appui crânien occipital ou cervical par l'intermédiaire de masques et de bandeaux, pour pouvoir utiliser des forces importantes assurant un ancrage maximum d'une grande fiabilité mécanique.

Néanmoins, cet ancrage extra buccal est mal accepté par les patients pour des raisons sociales et esthétiques. Ainsi, l'orthodontiste est en permanence confronté à la notion de perte d'ancrage.

Certains mouvements du secteur postérieur sont difficiles voire impossibles à mettre en œuvre à l'aide des dispositifs classiques. Pour l'orthodontiste, l'idéal serait d'avoir un ancrage fixe absolu fourni par des ancrages vissés, permettant un contrôle mécanique plus fiable qui ne dépend plus de la coopération du patient, une réduction de la durée du traitement et une limitation de l'apparition des mouvements parasites.

Ainsi, ils seront réservés plus particulièrement aux adultes, aux adolescents peu coopérants et dans tous les cas où l'ancrage traditionnel alvéolo-dentaire n'est pas suffisant pour répondre aux objectifs de traitements.

Au cours de ce travail, nous allons nous intéresser sur les indications et les utilisations des différents moyens d'ancrage : classiques ou "conventionnels" et révolutionnels ou "squelettique", plus spécifiquement sur l'actualité des ancrages vissés (mini-vis, mini-plaques) qui viennent compléter les systèmes d'ancrage conventionnel sans les remplacer.

- **Chapitre I : Ancrage orthodontique**

1. Définition :

L'ancrage désigne « l'action d'attacher à un point fixe ». A l'origine terme de marine, la mise à l'ancre rend le bateau capable de résister aux forces des courants et marées. (7)

Cette notion de fixité absolue n'existe pas lorsqu'il s'agit d'une dent, d'un groupe de dents, ou d'une arcade car il n'y a pas de point fixe dans la cavité buccale. Toute dent se déplace physiologiquement même sans intervention thérapeutique : c'est la notion de dérive mésiale physiologique(2).

La société française d'orthopédie dento-faciale considère l'ancrage comme un élément stable ou fixe pouvant servir de point d'appui lors de l'application d'un système de forces(7).

En biomécanique orthodontique, l'ancrage est la résistance d'un corps au déplacement.

Dougherty (19) parle de « resistance to movement + distance to move » décrivant la dualité de l'ancrage : à la fois résistance et distance. Les appareillages orthodontiques ont pour but de déplacer des unités dentaires et leur environnement parodontal sur une base osseuse, en leur imprimant des forces et en obéissant au principe de Newton(13).

Pour Root, certains pensent : « quel est le moyen le plus rapide pour faire bouger une dent ? », alors qu'ils devraient penser : « quel ancrage dois-je utiliser si je veux déplacer une dent ». Absolument fondamental, l'ancrage disponible et nécessaire doit être évalué par l'orthodontiste avant le traitement afin de satisfaire à ses objectifs thérapeutiques sous peine d'aller à l'échec(21).

2. Historique :

Définir une force optimale nécessaire au déplacement dentaire souhaité chez un individu est très difficile en pratique ; de nombreux paramètres entrent en jeu et font varier les résultats. Quelques auteurs se sont intéressés au seuil d'activation ostéoclasique(1), selon :

- Schwartz

Il observe une force de vingt grammes pour déplacer une dent mono-radiculée.

- Storey et Smith

S'intéressent à la rétraction canine et nous montrent qu'une force de 150 à 200 grammes est optimale. Au-delà, de 300 à 500 grammes la force mobilise l'unité postérieure, la canine servant d'ancrage.

- Hixon

S'intéresse quant à lui au déplacement rapide d'une dent et situe la force optimale entre 3 et 4 grammes/mm².

- Jarabak et Fizell

Ont déterminé des valeurs guides dont l'importance est en rapport avec la qualité de l'ancrage de la dent considérée.

- D.C. Freemann

Mesure une moyenne de la surface radiculaire de chaque dent en mm². De même que Jarabak, il détermine que pour une même force, plus la surface radiculaire est grande, moins la pression est importante et plus la valeur d'ancrage de la dent considérée est importante.

Quel que soit le type d'appareillage fixe utilisé, l'ancrage constitue un problème potentiel (8).

3. Réciprocité des forces

3.1. 3ème principe de Newton

« A toute action correspond une réaction d'intensité égale et de sens opposé »(21).

Quelle que soit la thérapeutique mécanique orthodontique utilisée, appliquer une force sur une dent, un groupe de dents ou une arcade engendre une force de même intensité, de même ligne d'action, mais de sens opposé sur la structure d'appui. Cette réaction entraîne rarement des effets souhaités et l'on recherche le plus souvent la fixité des dents supports qui constituent l'ancrage(21).

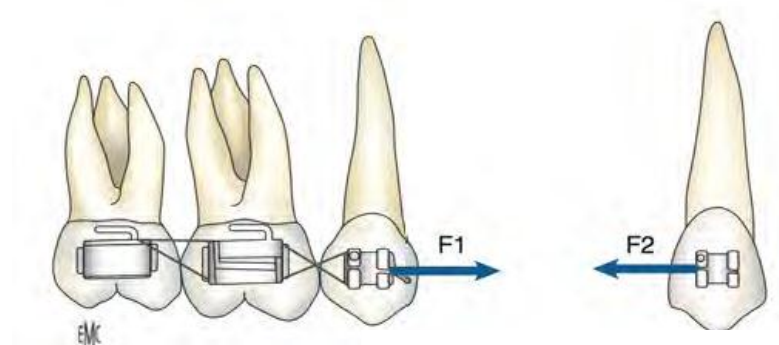


Fig1 : 3ème principe de Newton (8)

3.2. Trinôme de De Nevrézé (11)

De Nevrézé décrit l'interaction de 3 éléments :

- La résistance mobile (RM) représente le point d'application et la résistance de la structure à déplacer.
- La résistance stable (RS) représente le point d'ancrage de la force.
- La force motrice (FM) représente la force permettant le déplacement.

Les 3 cas de figure possibles sont :

- $RS = RM$

Si $FM < RS$ et RM , alors pas de déplacement

Si $FM > RS$ et RM , alors déplacement égal et symétrique des 2 structures.

- $RM < RS$

Si $RM < FM < RS$, alors déplacement de RM .

Si $RM < RS < FM$, alors déplacement double et inégale (RM se déplaçant davantage)

- $RS < RM$

Si $FM < RS < RM$, alors pas de déplacement.

Si $RS < FM < RM$, alors déplacement de RS .

L'orthodontiste doit donc contrôler son système de force pour éviter les mouvements parasites et ce dans les trois sens de l'espace(8).

En résumé(11) :

Résistance stable = Résistance mobile	
$FM < RS + RM$	Pas de déplacement
$FM > RS + RM$	Déplacement égal et symétrique

Résistance stable > Résistance mobile	
$FM > RS > RM$	Déplacement inégal
$RM < FM < RS$	Déplacement orthodontique

Résistance stable < Résistance mobile	
$FM < RS < RM$	Pas de déplacement
$FM > RS < RM$	Perte d'ancrage

4. Notions biomécaniques

Les thérapeutiques orthodontique mécaniques, qu'elles soient amovibles ou fixes corrigent les dysmorphies en utilisant des forces.

La compréhension des lois biomécaniques et de leurs principes est fondamentale pour appréhender les déplacements dentaires(2).

4.1- Définition d'une force

Selon le Petit Larousse (12) Illustré, «une force correspond à toute cause capable de déformer un corps, d'en modifier l'état de repos ou de mouvement Dans le système métrique, l'unité de la force est le gramme ou le gramme / millimètre.

Mais l'unité légale est le Newton La force se définit par un vecteur caractérisé par cinq paramètres : intensité, direction, sens, point d'application et rythme(21).

- **Son intensité :**

La transmission d'une force appliquée sur une dent se transforme soit en une pression quand le travail est appliqué par contact, c'est à dire directement à la dent ; soit en traction quand le travail s'exerce sur la dent par l'intermédiaire d'une ligature. Cette force se répartit de manière très inégale selon son intensité et les caractéristiques du milieu(18).

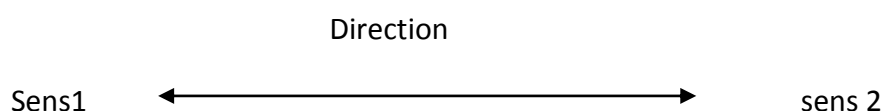
L'intensité des forces utilisées en orthodontie est définie par un seuil minimum correspondant à l'activation des cellules osseuses pour obtenir une activation tissulaire et un seuil maximal de multiplication ostéoclasique pouvant produire au-delà des lésions irréversibles de la dent, de l'os et du desmodonte, entraînant des pertes d'ancrage(21).

- **Sa direction :**

Une force peut s'appliquer tant dans une direction horizontale, produisant ainsi des mouvements dentaires tels qu'une version coronaire, radulaire ou une translation ; que dans une direction verticale produisant alors des égressions/ ingressions. On peut également avoir des rotations(21).

- **Son sens :**

Pour une même direction la force peut avoir deux sens opposés.



- **Son point d'application :**

Comme le dit Melsen: «il s'agit de distribuer dans le ligament la pression apte à susciter l'exacte réaction tissulaire nécessaire au déplacement de la dent. »

Le point d'application conditionne le déplacement de la dent, plus on s'éloigne du centre de résistance de la dent par exemple, plus la tendance rotative augmente(21).

- **Son rythme(20) :**

Il existe trois types de forces :

- **Forces continues** : on a alors un système orthodontique dont la force décroît progressivement. Ces forces sont utilisées par exemple dans la technique de Ricketts. Elles peuvent avoir des effets néfastes si elles sont d'intensité trop importante, car leur continuité ne permet pas alors la réorganisation tissulaire.

- **Forces discontinues** : Dès que la dent commence à se mobiliser la force diminue très rapidement. Ce principe est utilisé dans la technique Edgewise classique. On a alors des périodes de réparation possible.

- **Forces intermittentes** : On a un mécanisme actif qui alterne avec des périodes de repos. Le phénomène de hyalinisation est plus faible malgré des intensités très importantes(20).

4.2- Analyse des différentes forces et des différents mouvements (17) :

Les forces peuvent être classées en deux grandes catégories :

- **Les forces simples** : appliquées sur la couronne de la dent entraînant un déplacement en rotation ou en translation.

Tous les dispositifs actifs des appareils amovibles tels que des vérins, des ressorts ou des poussoirs produisent ce genre de forces.

En effet pour chaque dent il existe un centre de rotation appelé hypomochlion. Il peut être caractérisé comme étant le point autour duquel tourne un corps soumis à un système de forces.

Ce point est situé plus ou moins apicalement par rapport au centre de résistance, en fonction du point d'application de la force. A la différence du centre de résistance, le centre de rotation peut se placer à n'importe quel endroit tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de la dent. Le mouvement de la dent peut être défini dans tous les plans de l'espace grâce à la position du centre de rotation.

- **Les couples de forces** : un couple se compose de deux vecteurs de force de même intensité, parallèles, de sens opposé, et de point d'application différent. Ces couples créés permettent d'annuler un effet de rotation. L'orthodontiste réalise en pratique ce système à l'aide de deux ressorts, ou deux élastiques par exemple.

Le moment d'un couple est égal au produit du module de l'une des composantes par la distance qui les sépare. C'est un vecteur libre.

- Il existe également des systèmes qui permettent d'associer un couple à une force simple.

Selon les forces appliquées en orthodontie les mouvements des dents considérées seront différents, en voici une liste non exhaustive(21) :

- **mouvements vestibulo-lingaux**

C'est un mouvement parallèle à l'axe de la dent obtenu par l'action d'une force et d'un moment.

Ils doivent être impérativement contrôlés avec une grande vigilance car les risques augmentent avec l'âge du patient lorsqu'il existe une faible hauteur de gencive attachée.

- **mouvements de version**

Cela correspond à un mouvement coronaire autour du voisinage de l'apex. La dent se déplace du côté opposé à la force.

- **mouvements de rotation**

Il existe deux types de mouvement de rotation, soit une rotation axiale (autour de son axe) soit une rotation marginale (autour d'un axe excentré).

- **mouvements d'égression**

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

- **mouvements d'ingression**

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

4.3- Paramètres d'influence sur un mouvement orthodontique

Les thérapeutiques orthodontiques entraînent différents mouvements dentaires qui peuvent être influencés par différents paramètres. Il faut bien préciser qu'aucune thérapeutique n'est possible sans un diagnostic complet préalable.

L'établissement du diagnostic doit aller jusqu'au fond de la pathogénie, il faut s'attaquer aux causes pour traiter les effets (01).

Selon Izard G : « A l'époque déjà lointaine, où l'on se contentait de traiter, et par des moyens de fortune, les malpositions des incisives, il n'était pas nécessaire d'étudier longuement le cas à traiter. A mesure que progressa l'orthodontie, le diagnostic dut se préciser davantage...son importance est capitale ; il est bien évident que, sans un diagnostic complet et précis, il ne saurait exister de bonne thérapeutique Cependant certains facteurs biologiques intrinsèques semblent modifier les prévisions d'un déplacement(3) :

- D'ordre général

- **L'âge** : Chez l'adulte, l'emploi de forces très légères et continues (05) ou très légères et interrompues (concept de Petrovic et de Lindhe) est de rigueur pour éviter le phénomène de hyalinisation et la bascule des dents. La réponse à un traitement orthodontique chez l'adulte est très lente, surtout au début du traitement et surtout si la surface pressée est réduite. En effet, un repos tissulaire est observé chez l'adulte résultant d'une raréfaction cellulaire, avec une diminution de la vascularisation et un turn-over réduit ; d'où la réponse plus lente des tissus aux forces orthodontiques employées.
- **Des facteurs nutritionnels** : Le traitement orthodontique peut poser un certain nombre de problèmes chez les sujets carencés en vitamines, en calcium, en protéines. La notion d'équilibre alimentaire est essentielle afin de permettre une optimisation des mouvements dentaires.
- **Des facteurs endocriniens** : L'hypophyse, la thyroïde et les glandes sexuelles sécrètent des hormones qui agissent sur le métabolisme osseux. Toute pathologie de ces glandes entraînera des répercussions sur la physiologie osseuse.

- D'ordre local

- **La dent elle-même** : La taille de la dent modifie le mouvement dentaire. La morphologie de la dent a également une influence, car elle détermine la résistance par unité de surface. Il est évident qu'une même force appliquée sur une incisive maxillaire ou sur une molaire mandibulaire n'aura pas les mêmes répercussions.

L'appréciation au préalable du nombre de racines, de leur taille, leur longueur, leur courbure influencera le choix de la thérapeutique.

- **Le desmodonte** : L'augmentation de l'âge dentaire entraîne inévitablement une diminution de la largeur du ligament alvéolo-dentaire ; en rapport avec le phénomène d'apposition cémentaire.

En vieillissant, le desmodonte va voir sa structure devenir plus irrégulière avec un renouvellement des fibres plus difficile et plus lent. Cette modification desmodontale va entraîner une mobilité plus importante pendant le traitement donc un temps de contention après traitement plus important.

Par ailleurs, il existe des variations individuelles de viscoélasticité du ligament qui peuvent provoquer des mouvements différents d'une personne à l'autre.

- ***L'os alvéolaire** : La hauteur de l'os alvéolaire, le turn-over, la densité, sont des paramètres individuels qui influencent grandement le déplacement dentaire induit par les forces orthodontiques.

- ***Site maxillaire ou mandibulaire :** L'os maxillaire et la mandibule sont deux os qui réagissent de façon complètement différente. La mandibule est un os long, mobile. Elle est vascularisée par une artère et une veine centrales, ayant une corticale épaisse. Le maxillaire est quant à lui un os court, à la corticale très fine partout, n'ayant pas de vascularisation centrale mais périphérique d'origine nasale. Il sera donc plus difficile de déplacer les dents mandibulaires que maxillaires. des mouvements secondaires ou des résorptions radiculaires non souhaités(07).

4.4- Eléments appréciés pour déterminer l'évolution d'un équilibre (13)

L'équilibre est la résultante des forces complexes qui s'appliquent sur chaque dent. Cet équilibre peut être bon ou mauvais selon que la dent est en place sur l'arcade ou en malposition. L'orthodontiste ne doit jamais perdre de vue que de nombreux paramètres influent sur l'équilibre du système dentaire:

- Les pressions internes des dents en évolution intra-maxillaire
- Les pressions externes des dents entre elles dues au point de contact
- Les pressions externes dues aux forces concentriques des muscles de la mimique et des lèvres.
- Les forces excentriques dues à la pression de la langue.
- Les forces occlusales ; étudier les rapports intermaxillaires, car une dent en malposition peut rapidement devenir instable et traumatogène.
- Le rôle compensateur du condyle mandibulaire dû à l'évolution verticale des procès alvéolaires et des dents.

Chapitre II : Ancrage passif ou naturel

Un ancrage non contrôlé entraîne des relations inter-arcades défavorables et une occlusion insatisfaisante.

Ainsi, lors de l'établissement du plan de traitement, les orthodontistes s'interrogent sur l'ancrage nécessaire pour réaliser leurs objectifs. Des moyens orthodontiques classiques sont choisis afin de contrôler l'ancrage dans les trois plans de l'espace(4).

L'ancrage passif C'est l'ancrage naturel propre à chaque individu. Il est constitué de la dent, elle-même dépendante de son milieu desmodontal et alvéolaire mais, au-delà du système dentaire, par tous les supports osseux et musculaires intra- comme extra-oraux capables de résister aux forces orthodontiques. Ce qui suppose donc des variations typologiques et morphologiques.

L'ancrage passif est la résistance naturelle au déplacement qu'offre la dent ancrée dans l'os alvéolaire par l'intermédiaire du ligament alvéolo-dentaire.

La résistance de la dent au déplacement est aussi influencée par:

- la surface radiculaire de la dent
- la hauteur et la qualité de l'os de soutien
- la musculature liée au type facial (8).

1- L'ancrage parodontal : la surface radiculaire de la dent

La résistance de la dent au déplacement est déterminée par la longueur, le nombre et le volume de ses racines. Ainsi les dents larges, longues, aux racines coudées offrent un meilleur ancrage que des dents petites et courtes(7).

S'appuyant sur les travaux de FREEMAN cités par LANGLADE en 1986 (7), LANGLADE attribue des valeurs guides pour chaque dent(7).

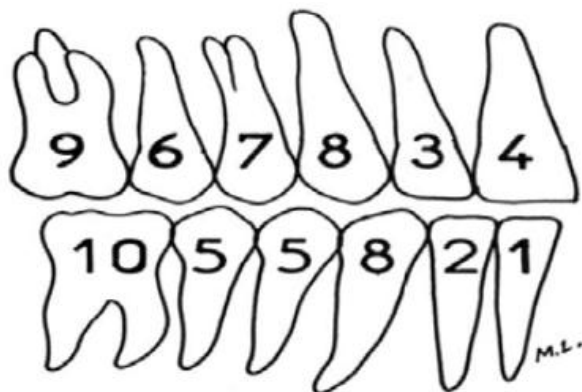


Fig 2 : Valeurs guides d'ancrage(7)

- Plus la surface radiculaire est élevée plus la résistance au déplacement est élevée.
- La stabilité de la zone d'ancrage augmente si l'on solidarise un groupe de dents pour en déplacer une seule. (5)

2- L'ancrage alvéolo-dentaire

Il est fonction :

- Du nombre de dents et de leur anatomie radiculaire : nombre, longueur et surface des racines. Des dents pluriradiculées possédant des racines larges et longues réaliseront un meilleur ancrage que des dents monoradiculées avec des racines fines et courtes.
- Du rapport couronne / racine : l'ancrage augmente quand ce rapport diminue.
- De la position dentaire sur la base osseuse par rapport à la force : une molaire mandibulaire versée mésialement fournira un ancrage inférieur à une force mésialante que la même molaire normo-positionnée. C'est la théorie du « piquet de tente » de Tweed (6).
- De la quantité et de la qualité de l'os alvéolaire : surface et densité alvéolaires.
- Du type de déplacement dentaire, plus ou moins consommateur d'ancrage. Du plus facile à réaliser (nécessitant donc le moins d'ancrage) au plus difficile : version, égression, rotation, translation, torque, ingression.
- De l'occlusion : l'engrènement cuspidien s'oppose aux mouvements dentaires.

Freeman a ainsi mesuré en 1965 la surface moyenne radiculaire de chaque dent pour quantifier l'ancrage. Puis Jarabak a attribué des coefficients d'ancrage à chaque dent (5).

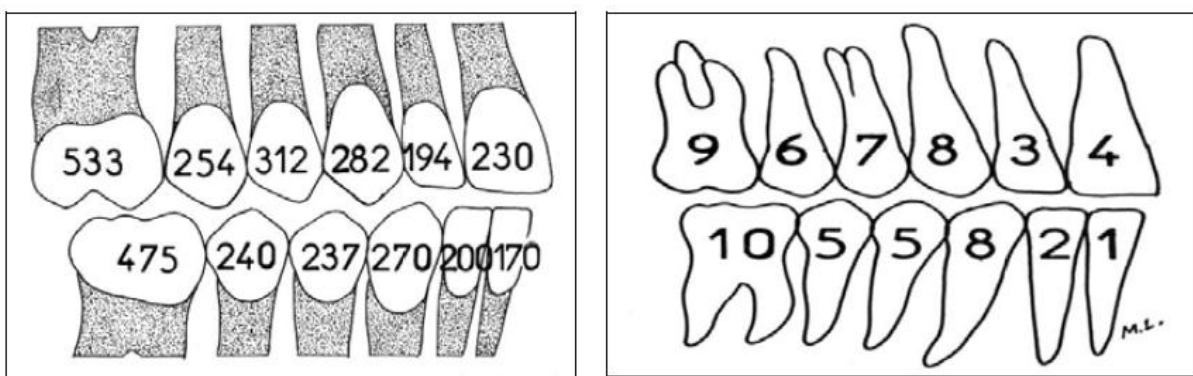


Fig3 : surfaces radiculaires moyennes selon Freeman, valeurs d'ancrage de Jarabak (21)

L'imagerie 3D a permis d'objectiver le volume radiculaire en mm, permettant une mécanique plus adaptée minimisant les effets iatrogènes. (22)

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Volume radiculaire (mm ³)	321	239	366	287	296	594	545	162	171	306	240	262	564	534
Coefficient d'ancrage	2	1,5	2,2	2	2	4	3,5	1	1	2	1,5	2	3,5	3,5

Annexe 2 : volumes radiculaires et coefficients d'ancrage selon Nabbout, Faure et Baron(22)

3- L'ancrage cortical : la quantité et la qualité de l'os de soutien

Il s'agit d'une notion ancienne, originale développée par RICKETTS. Selon cet auteur

« Les dents se déplacent plus lentement à travers l'os cortical »(1). Ce principe est appliqué pour renforcer l'ancrage molaire, en particulier au niveau de l'arcade mandibulaire. RICKETTS a en effet montré que la région de la ligne oblique externe était une zone idéale pour ancrer les molaires inférieures. Voilà pourquoi cet auteur conseille de placer les racines de ces dents dans cette zone de résistance. L'ancrage passif est aussi défini par la surface projetée de la racine au niveau de l'os de soutien(1).

Lorsque la quantité de tissu de soutien parodontal (après traitement parodontal) est faible, les dents destinées à un ancrage orthodontique apparaissent peu indiquées car la résistance au déplacement est réduite (14).

La structure dense et difficilement résorbable de l'os cortical est une résistance au mouvement dentaire. Cette propriété est rapidement utilisée par RICKETTS comme renfort de l'ancrage molaire(8).

L'ancrage est fonction de la densité osseuse : il est supérieur à la mandibule par rapport au maxillaire.

Selon Chateau pour une même force on a 3 fois plus de déplacement dans l'os maxillaire que dans l'os mandibulaire(21).

De plus, le turn-over est plus élevé dans l'os spongieux que dans la corticale osseuse.

Ricketts propose un torque radiculo-vestibulaire et de l'expansion pour ancrer les racines dans la corticale au niveau de la ligne oblique externe (8).

4-L'ancrage musculaire : la musculature liée au type facial

L'environnement musculaire intervient également dans cet ancrage passif. C'est la notion d'enveloppe fonctionnelle qui détermine le couloir dentaire de Château, zone d'équilibre entre les pressions externes centripètes et internes centrifuges dans laquelle se positionnent naturellement les dents. (21)

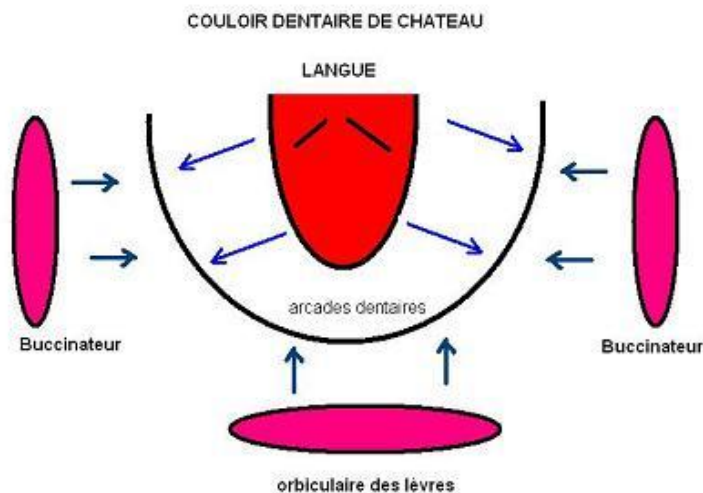


Fig 4: couloir dentaire de Château(21)

L'ancrage musculaire est donc soumis à cet équilibre linguo-labio-jugal dans les 3 sens de l'espace :

- Le rapport joues / langue régit le sens transversal, notamment le torque des secteurs latéraux.
- Le sens antéro-postérieur dépend de l'interaction langue / lèvres : des lèvres inférieures minces et tendues s'opposent bien plus au mouvement linguo-vestibulaire des incisives inférieures que des lèvres atones. (21)
- L'ancrage vertical, lui, est soumis aux forces masticatoires et donc aux muscles élévateurs. Pour Langlade (7), la typologie intervient comme facteur modérateur ou renforçateur, dans la mesure où elle contrôle la densité osseuse, la puissance musculaire et donc les forces occlusales (7) :
- Chez les sujets hypodivergents l'os est plus dense, et les forces occlusales engendrées par les muscles assurent un ancrage naturel important dans les trois sens de l'espace.
- Chez le sujet hyperdivergent, cet ancrage naturel est faible.

Il s'agit de l'ensemble des limites que l'enveloppe fonctionnelle impose aux déplacements des dents en fonction de ses caractères propres, de sa tonicité, et des comportements habituels.

Les arcades sont placées de telle manière qu'il y a un équilibre entre les pressions musculaire internes et externes. (23)

C'est le couloir dentaire de CHATEAU. Des lèvres minces et tendues s'opposent bien plus aux mouvements de torque linguo-vestibulaire des incisives inférieures que des lèvres atones.

C'est un facteur de récurrence important à prendre en compte dans les objectifs de traitement.(8)

Chez un patient hypodivergent (ou brachyfacial), les muscles masticateurs élévateurs hypertoniques sont une véritable résistance au déplacement dentaire.

Le masséter et le temporal s'opposent aux déplacements dentaires horizontaux et surtout verticaux. (8)

Chez un patient hyperdivergent (ou dolichofacial), l'enveloppe fonctionnelle hypotonique est incapable de s'opposer aux déplacements dentaires et aux mouvements parasites. (8)

Chapitre III : Ancrage actif

C'est l'ancrage mécanique produit par les dispositifs orthodontiques afin d'éviter le déplacement des dents d'ancrage.

Cet ancrage a pour but de réduire au maximum la force de réaction qui s'exprime lors de l'application d'une force : c'est le control de l'ancrage.

Il peut être renforcé ou préparé par différents moyens dont le but est d'éviter le déplacement des dents d'ancrage.(5)

- **Les différentes résistances des ancrages :**

Ils peuvent être classés suivant les besoins de traitements ; en fonction des objectifs, quatre types d'ancrage peuvent être prévus :

a- Ancrage simple ou naturel :

Aucun moyen d'ancrage ajouté aux dents n'est prévu, les dents postérieures peuvent se mésialer .Ainsi le plan de traitement prévoit que ces dents postérieures peuvent se mésialer de la moitié ou plus de l'espace d'extraction si une avulsion est prévue.

b- Ancrage modéré :

Le plan de traitement accepte une perte d'ancrage limitée et contrôlée

Ex : ainsi pour un cas initialement en relation de classe II , de type cuspide a cuspide (rapport 1/1), Les dents postérieures peuvent se mésialer de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de l'espace d'extraction en utilisant un arc de Nance avec pastille (fig.2.4), un arc lingual d'ancrage solidarisant les 4 prémolaires pour permettre le mésialage de la 47 , la 48 suivant naturellement le mésialage de la 47 (fig. 2.5) ou en posant un arc lingual a la mandibule destiné a permettre le distalage de la 33 (fig. .2.6). (5)



Figure 2.4 : Arc de Nance



Figure 2.5 Arc lingual pour mesialage de 47 à la palce de 46



Figure 2.6 : Arc lingual pour distalage de la 33

c- Ancrage maximum :

Dénoté également « ancrage critique ». Ex : cas de classe II squelettique maxillaire initiale. Après extraction des premières prémolaires maxillaires, la première molaire maxillaire doit conserver impérativement des relations de classe II correctement inter-cuspidées avec l'antagoniste.

En fin de traitement, les canines présentent, dans ces conditions, des relations de classe I.

Les rapports molaires sont en relation de classe II thérapeutique (fig. 2-7)

L'ancrage sera donc « renforcé » par le port d'un dispositif extra oral ou/et de tractions élastiques intermaxillaires. (5)



Figure 2.7 : Canine classe I et Molaire classe II thérapeutique

d- Ancrage absolu :

Un ancrage absolu est totalement immobile en présence de forces orthodontiques. Très intéressant en orthodontie, procuré par des mini-plaques ou des mini-vis qui permettent d'éviter tout déplacement non souhaité des dents. Donc, lors de l'établissement d'un plan de traitement, il faudra déterminer l'ancrage nécessaire pour la correction de la malocclusion et d'évaluer sa fiabilité. (5)

d-1-Dents ankylosées :

C'est la fusion anatomique du cément et de l'os alvéolaire. Elle peut être totale, avec disparition de l'espace ligamentaire, ou partielle. Elle entraîne l'impossibilité totale de mouvement, spontané ou provoqué de la dent ankylosée.

Tout mouvement orthodontique est impossible sur une dent ankylosée, et aboutit à la déformation de l'arcade d'ancrage si la traction mécanique persiste.

La majeure partie des dents ankylosées, sont enclavées ou incluses et donc inaccessibles. Dans le cas contraire, selon la situation et les besoins d'ancrage, on pourra différer l'avulsion pour renforcer l'ancrage. (23)

d-2- Implants dentaires :

Ce sont des systèmes d'ancrage squelettique; qui constitue une alternative aux ancrages conventionnels, il utilise les implants ostéo-intégrés à la place des dents.

Leurs indications principales sont les cas d'édentement par agénésie ou extraction. Depuis quelques années, en parallèle avec l'explosion de l'implantologie, les indications orthodontiques des implants se sont diversifiées : orthodontie pré prothétique, déficit de l'ancrage dentaire en cas de parodonte compromis, mise en place de dent incluse. L'intérêt des implants est qu'ils ne provoquent pas de perte d'ancrage. (24)

d-3-Mini-vis et Mini-plaques :

Ces dispositifs d'ancrage squelettique temporaires améliorent considérablement le contrôle vertical dans les cas extrêmes offrant même, une alternative à la chirurgie orthognatique.

➤ Divergence faciale et ancrage :

Un ancrage conventionnel minimum ne sera pas adapté pour un cas de classe II squelettique hyper divergent (fig.2-8), ce qui justifie d'autant l'utilisation de mini-vis d'ancrage.

Un ancrage conventionnel maximum ne sera pas adapté pour une classe II squelettique hypo divergent (fig. 2-9).

Toutefois, le choix d'un procédé d'ancrage conventionnel ou osseux peut se poser selon le type facial.(5)



Figure 2.8 Typologie hværdivergente



Figure 2.9 Typologie hypodivergente

1-ANCRAGE ACTIF INTRA-ORAL :

Il peut être intra- ou inter-arcade

1-1. Ancrage orthodontique intra-arcade :

1-1-1- RESSORTS OUVERTS ET FERMES

On peut renforcer l'ancrage dentaire en plaçant sur l'arc des ressorts fermés dans les espaces inter dentaires, qui permet de solidariser, par exemple, les incisives inférieures pour la réouverture de l'espace dévolu à la canine (fig.2-10) à l'aide d'un ressort ouvert actif. (5)



Figure.2-10 : Repartition des espaces. Ressort ouvert 42 ;44. Ressort fermé inter-incisifs

1-1-2- Arcs lourds :

Les arcs pleine taille de section rectangulaire interdisent tout déplacement vertical, mésio-distal ou vestibulo-lingual isolé.

1-1-3- Sectionnels :

En technique segmentée, stabilisation des secteurs latéraux et postérieurs par des sectionnels porteurs de courbures anti-version et anti-rotation en opposition aux effets parasites.

1-1-4- Quad-Hélix :

Ce système se place à l'arcade maxillaire ; c'est un appareil fixe ou amovible relié à deux bagues molaires. Ce dispositif comporte une spire à chaque angle.

Le système, une fois activé, permet une augmentation de la distance inter-dentaire donc une expansion en développant une rotation distale des molaires et en les stabilisant.

Il existe aussi le bi-hélix, variante mandibulaire du quad-hélix. Il est indiqué pour les préparations d'ancrage ou comme moyen d'ancrage dans la technique



Figure 2.11 Quad-Hélix

de Ricketts. (12)

➤ **Indication:**

- Réalisation une disto lingo rotation molaire.
- Expansion maxillaire.
- Moyen d'ancrage molaire
- Dispositif de contention après l'expansion maxillaire.
- permet d'obtenir une expansion au niveau des molaires, prémolaires canines, augmentent ainsi le périmètre d'arcade

➤ **Utilisation :**

Le Quad'hélix peut être préfabriqué ou réalisé au laboratoire. Sa réalisation nécessite d'abord le choix de la nature et du diamètre du fil (fil rond 0.36). Ensuite on dessine l'appareil individuel sur le modèle en plâtre. L'appareil confectionné avec des pinces (coupantes, 3 becs, Tweed 139) est activé en extra-oral avant son insertion en bouche.

Il induit une adaptation plus physiologique des tissus suturaux et peut être utilisé en denture temporaire, mixte ou permanente. (8)

Il est soit soudé, soit amovible

• **Activation :**

La première activation correspond à une ouverture de 8mm au niveau des bras latéraux du quadhélix, et son scellement forcé au niveau molaire.

- L'activation se fait toute les 6 semaines:

- Soit, en descellant les bagues pour une nouvelle ouverture des bras.

- Soit en bouche à l'aide de la pince 3 becs, qui sera appliquée sur la partie centrale et latérale du dispositif.

- Durée du port : La durée totale d'expansion ne dépassera pas trois mois. (7)

1-1-5- Arc transpalatin :

Contrôle de la rotation mésio-palatine des 1ères molaires maxillaires dans le sens horizontal et de l'égression dans le sens vertical.

Ce dispositif fixé passif ou actif, reliant transversalement les faces palatines des premières molaires, il est constitué par un fil rond de fort diamètre, ajusté à quelque distance de la voûte palatine, comme il peut être soudé ou de préférence démontable Permet les déplacements des molaires dans les trois sens de l'espace. Correction des rotations molaires symétriques ou asymétriques, avec un dispositif multi attaches. (7)

➤ **Indications:**

- Augmentation de diamètre transversal du maxillaire
- Correction d'une lingocclusion bilatérale
- Amélioration de la ventilation nasale
- Déplacement des molaires dans les trois sens de l'espace.
- Augmente l'ancrage molaire sup. dans le sens transversal.
- Sert d'appareil de contention après expansion maxillaire
- Amélioration des fonctions :
 1. Rééducation de la déglutition primaire arcade serrées et masticotherapie.
 2. Traitement des obstructions des voies aériennes supérieur
 3. Rééducation de la ventilation nasale.

➤ **Utilisation :**

Le problème le plus commun rencontré avec l'utilisation de l'arcade transpalatine au cours de déplacement des molaires maxillaires, ou intrusion postérieure est l'irritation des tissus mous. Le fil transpalatal ne doit pas empiéter sur le tissu du palais dur.

- Cas clinique : Distalisation molaire

Le transpalatin peut être indiqué dans les cas de recul asymétrique des molaires, on a vu précédemment l'activation en « V asymétrique » dans la dérotation unilatérale.

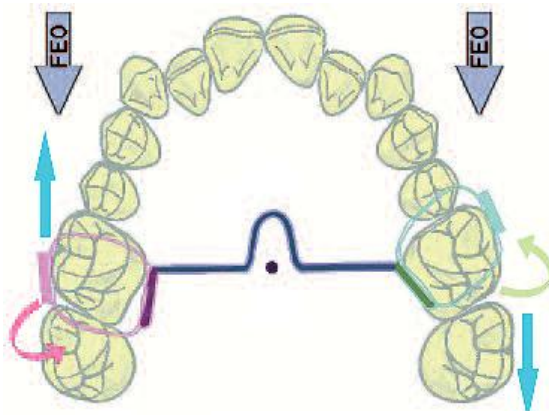


Figure 2.12 Situation de « relation en escalier » associée aux forces

L'activation de « relation en escalier » peut aussi être indiquée à ce propos, obtenue par la réalisation de deux plicatures différentes : une plicature de toe-out sur la molaire à distaler, et une plicature de toe-in sur la molaire controlatérale. (6)

Les forces horizontales générées vont être plus importantes que dans la situation de « V asymétrique ».



Figure 2.13 Distalisation molaire unilatérale dans un cas de classe II, subdivision gauche.

Il convient néanmoins de contrôler la force mésiale par l'adjonction d'une force extra-orale, ou l'utilisation d'une minivis d'ancrage. Il est à noter également qu'une force extra-orale seule n'est pas indiquée pour un recul molaire unilatéral. Les forces distalantes générées seront symétriques et vont déstabiliser la classe I molaire précieuse du côté normal. Le transpalatin n'a pas son égal pour orienter le système de force du côté désiré. (6)

1-1-6- Arc de Nance :

C'est un arc palatin de 9/10 soudé aux bagues des premières molaires supérieures, comporte ou non des spires postérieures, et on peut lui ajouter une plaque de résine dans sa partie antérieure. Il augmente l'ancrage des molaires



Figure 2.14 Arc de Nance

1-1-7-La barre palatine de Goshgarian :

Elle peut être à boucle antérieure ou postérieure. Il renforce l'ancrage vertical par appui lingual.



Figure 2.15 BARRE PALATINE DE GOSHGARIAN

1-1-8- Lip-bumper :

Cet appareillage est mis en place afin de supprimer l'action de l'orbiculaire des lèvres sur les incisives ; ayant alors pour conséquence une version vestibulaire des incisives. Par ailleurs, la contraction des muscles va exercer une pression sur la partie antérieure du lip-bumper qui va se transmettre aux dents d'ancrage postérieures, provoquant ainsi leur déplacement distal. Le lip-bumper permet également de renforcer l'ancrage des molaires inférieures quand on a en plus la présence de forces inter-maxillaires de classe II. Le lip-bumper inférieur amovible nécessite toutes fois la coopération de l'enfant. (12)

➤ Indication :

- C'est un dispositif amovible destiné à augmenter le périmètre d'arcade, grâce à la pression exercée par la lèvre inférieure.
- Il peut donc servir, entre autres, de mainteneur d'espace ou d'ancrage en méthode multiattache.

➤ **Utilisation :**

Le lip bumper écarte les joues et les lèvres, ce qui soustrait l'influence de leur musculature sur la dentition mandibulaire. Seules les forces linguales centrifuges persistent et occasionne une expansion transversale et sagittale spontanée de l'arcade dentaire mais provoquant également la vestibuloversion des incisives inférieures. (12)

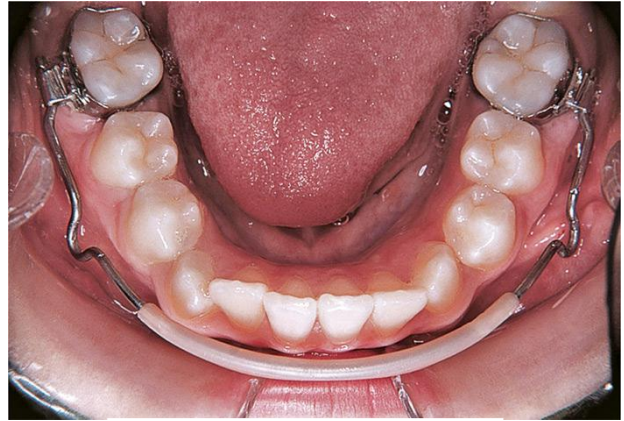


Figure 2.16 lip bumper

- **Effets dentaires :**

- Augmentation de la longueur dentaire :

Cetlin et Ten Hooze notent une augmentation moyenne de 2 mm de la distance intercanine et de 2.5 mm de la distance entre les premières prémolaires après 12 mois de traitement par le lip bumper.

Le lip bumper peut entraîner également des modifications transversales significatives sur les structures basales de la mandibule lors qu'il est porté à plein temps. Cette réponse squelettique se traduit, selon la théorie de Frankel, elle-même confirmée par plusieurs études, par une apposition osseuse sur les bords latéraux des procès alvéolaires, stimulé par l'étirement de la muqueuse alvéolaire et les tensions exercées sur le périoste.

- Augmentation de la longueur et du périmètre d'arcade :

Le lip bumper provoque une augmentation moyenne de 4 à 6 mm de la longueur d'arcade qui est largement attribué à la labio-version, estimé à 5° ; des incisives soumises aux forces linguales. Cependant selon Davidovitch, le mouvement molaires et l'expansion transversale contribuent autant ; si ce n'est plus, à l'augmentation de la longueur du périmètre d'arcade que la version des incisives.

- Recul de la première molaire définitive :

L'écran de résine antérieur ajouté au lip bumper favorise la transmission directe des forces labiales aux premières molaires définitives, ce qui entraîne un redressement distal des molaires impliquées. Les forces délivrées par le lip bumper peuvent être modulés en fonction de sa position plus au moins éloignée ou gingivale par rapport aux incisives. Selon une étude du mouvement des molaires du au lip bumper, réalisé par Davidovitch chez 34 patients en denture mixte, l'analyse tomographique révèle un repositionnement distal significatif de 1.6 mm du centre de résistance de la molaire ainsi qu'un redressement distal de 6°. (13)

- **Effets musculaires :**

Une expansion de l'arcade mandibulaire réalisée par un traitement orthodontique conventionnel provoque une augmentation de la pression jugale sur les éléments dentaires, souvent responsable de récurrences une fois le traitement terminé.

Pour éviter cette récurrence, des appareils comme le régulateur myofonctionnel de Fränkel et le lip bumper ont été développés pour permettre une expansion de l'arcade dentaire grâce à des écrans qui écartent les joues de la dentition tout en favorisant l'adaptation des tissus mous, offrant ainsi une meilleure stabilité à long terme. Il a été démontré lors d'une étude sur les changements de la pression labiale et jugale, associé au traitement par le lip bumper durant une période de 8 mois, que la pression des tissus mous augmente dès la stimulation de l'expansion de l'arcade. Mais elle commence à diminuer après un mois de traitement jusqu'à même devenir inférieure à la pression initiale, indiquant un phénomène d'adaptation des tissus mous qui se traduit par l'élongation des muscles impliqués ou la migration de leur insertion osseuses. (13)

1-1-9-Arc lingual :

C'est un appareil d'ancrage qui relie les deux premières molaires définitives en prenant appui sur les faces linguales des incisives.

➤ Indication

Ce dispositif maintient de manière passive la longueur d'arcade en neutralisant la migration mésiale physiologique des premières molaires définitives lors de la transition de la denture mixte à la denture permanente.

En raison des nombreux changements associés au développement dentaire qui peuvent affecter les dimensions d'arcade, il est préférable d'utiliser ce dispositif en phase terminale de la denture mixte ; après l'éruption des premières prémolaires ; à moins que la perte prématurée d'une canine temporaire n'oblige à intervenir plus précocement.

Ce système d'ancrage présente toutefois le risque de provoquer une légère vestibulo-version des incisives mandibulaires. (5)

➤ Utilisation : (17)

Utilisation passive : Il est fréquemment utilisé comme un mainteneur d'espace pour les dents inférieures. Il peut également être utilisé pour stabiliser la position molaire dans le but d'éviter les effets secondaires qui peuvent avoir lieu au cours de la thérapie orthodontique. En tant que mainteneur d'espace, l'arc lingual est fréquemment utilisé dans les cas où une perte précoce de la seconde molaire décidue a lieu.

Utilisation active : s'il est amovible, peut également être activé afin d'obtenir des mouvements molaires dans les trois plans de l'espace. Arc lingual est plus fréquemment activé pour augmenter ou réduire la distance inter-molaire et faire tourner les molaires.



Figure 2.17 Arc lingual

1-1-10-Pendulum :

Le Pendulum est un dispositif qui permet de reculer les molaires en utilisant la voûte palatine et les dents prémolaires comme unité d'ancrage pour pousser sur les molaires.(5)



Figure 2.18 Pendulum

1-1-11- Implants dentaires standards :

Les implants standards posés dans un but prothétique ont été initialement exploités en orthodontie. Ces implants furent tout d'abord utilisés comme ancrage orthodontique. Une fois le traitement orthodontique achevé, ils furent rendus à leur usage prothétique initial. Dans un développement ultérieur, des implants standards supplémentaires furent placés dans les zones rétro-molaires afin de servir d'entité d'ancrage d'appoint. Dans tous les cas, la mise en fonction de l'implant à visée orthodontique était différée de 4 à 6 mois afin d'obtenir l'ostéo-intégration.

L'objectif des implants conventionnels est de fournir l'ancrage nécessaire d'une part au traitement orthodontique et d'autre part aux reconstructions prothétiques. (24)

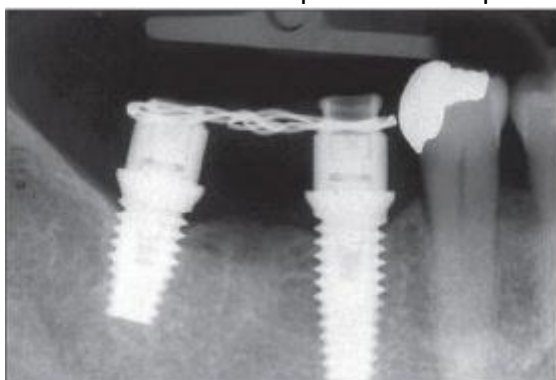


Figure 2.19. Implants standard exploités en orthodontie chez un patient partiellement édenté

1-2 Ancrage orthodontique inter-arcade :

1-2-1- Tractions intermaxillaire (TIM) :

On sollicite les deux arcades. On peut utiliser des tractions intermaxillaires (TIM) (élastiques qui relient l'arcade supérieure et l'arcade inférieure et utiles pour corriger des classes II ou III) ou des dispositifs fixes de correction intermaxillaire ou enfin des appareils amovibles. (12)

- **Les élastomériques** : TIM II, TIM III, verticaux. Peuvent servir à mobiliser toute l'arcade antagoniste, tout comme elles peuvent aussi réduire la RM mobile antagoniste.

- **Les élastiques de CL II:**

Les points d'ancrage: 36. 46 en V ou L et 13. 23 en V ou L

Indication:

-Ils sont indiqués dans le cas de CL II dentaire de type

Squelettique deep-bite.

EFFETS :

Action sur l'arcade inférieure : la molaire subit une égression

Action sur le schéma facial :

- la mandibule fait une rotation postérieure,
- le menton s'abaisse et recule
- L'étage inférieur est augmenté. (9)



Figure 2.20 élastiques de CL II

- **Les élastiques CL III :**

Les points d'ancrage: 16. 26 en V ou L et 33. 43 en V ou L

Effets:

Action sur le maxillaire supérieur :

la molaire supérieure subit une égression

Action sur le schéma facial :

- la mandibule fait une rotation postérieure,
- le menton s'abaisse et recule
- L'étage inférieur augmente.



Figure 2.21 élastiques CL III

- **Élastique croisé :**

Ces élastiques s'étendent habituellement de l'intérieur d'une dent supérieure à l'extérieur d'une dent inférieure pour aider à corriger une occlusion croisée.(7)



Figure 2.22 Élastique croisé

1-2-2-Propulseurs rigides : de Herbst®, Forsus®

Ces dispositifs propulsent la mandibule par un guidage mécanique d'éléments solidaires du maxillaire et de la mandibule et la contraignent à avancer lors du mouvement de fermeture.

Depuis leur invention en 1905 par Herbst, ils ont connu une phase de popularité suivie d'une phase d'abandon pendant près de 40 ans. C'est avec Pancherz que les bielles sont réapparues.

On peut distinguer deux grandes familles :

- les appareils fixes parmi lesquels les bielles de Herbst sur bagues ;
- les appareils amovibles parmi lesquels :
 - les bielles de Herbst sur gouttières (rappelons que les gouttières peuvent être scellées et donc fixes) ;
 - la bielle de Martine Tavernier.

Bielles de Herbst sur gouttières (9)

C'est à Mac Namara et Howe que l'on doit le type amovible de cet appareil.

Description. L'appareil comprend :

- une gouttière maxillaire en résine auto-polymérisable dans laquelle est incorporé un fil métallique de renfort. Elle peut être totale ou partielle laissant libre les incisives centrales et latérales. Elle englobe toutes les dents et s'étend de part et d'autre de la gencive marginale libre vestibulaire et palatine.

Des auxiliaires peuvent être adjoints comme un disjoncteur, une barre transpalatine ou des tubes vestibulaires pour permettre le port d'une force extra-orale ;

- une gouttière mandibulaire en résine comportant également un fil de renfort. Elle recouvre toute l'arcade mandibulaire et présente un volet vestibulaire et lingual le plus bas possible au niveau antérieur afin de mieux répartir les forces développées par les bielles sur l'arcade dento-alvéolaire ; (8)



Figure 2.23 Propulseurs rigides de Herbst

- deux bras télescopiques reliant les deux gouttières et constitués chacun par un tube, une bielle, deux pivots et deux vis.

Les pivots doivent être positionnés en respectant les contraintes de parallélisme des bielles, pour leur permettre des mouvements de latéralité suffisamment amples et aisés.

Les vis assurent le maintien des bras télescopiques sur les pivots et empêchent leur glissement. Cependant les tubes peuvent tourner librement autour de leur point d'attache(3);

- les pivots sont reliés au fil de l'armature par une encoche qui glisse dans le renfort ;
- la cire de propulsion est enregistrée avec une propulsion ne dépassant pas 4 mm. Il est préférable de prendre une cire en relation centrée afin que le technicien puisse reproduire la quantité de propulsion et vérifier la symétrie du réglage des bielles à droite et à gauche.

Les gouttières peuvent être réalisées à l'aide d'un appareil à thermoformer. Amoric (13) en 1989 décrit son propulseur amovible thermoformé à bielles de Herbst.

Mode d'action. L'appareil garde la mandibule en propulsion de manière continue, c'est-à-dire dans les mouvements de fermeture et d'ouverture. Toutes les fonctions s'accomplissent avec la mandibule en position de propulsion.

La propulsion est progressive.

Des forces d'ingression et distalantes sont appliquées sur l'arcade maxillaire alors que des forces ingressives et mésialantes sont appliquées à l'arcade mandibulaire.

L'utilisation des gouttières réduit la vestibulo-version des incisives mandibulaires liée au traitement. De plus, elle permet le contrôle des molaires et donc de la dimension verticale postérieure et ceci par la possibilité de faire varier l'épaisseur de résine au niveau molaire (13).

Dans les cas de vestibulo-version des incisives maxillaires, il est possible de dégager la résine en regard des incisives maxillaires.

Enfin, avec les gouttières permettant d'augmenter l'ancrage, il y aurait une prédominance des effets squelettiques sur les effets dento-alvéolaires.

D'après Amoric, en imposant à la mandibule une position de propulsion forcée, les bielles ont pour effets(14) :

- de déplacer l'arcade dentaire supérieure d'avant en arrière ;
- de déplacer l'arcade inférieure d'arrière en avant ;
- de solliciter et de modifier morpho-génétiquement l'articulation temporo-mandibulaire
- de procurer à la langue un espace plus important ;
- de libérer certaines contraintes musculaires limitant la croissance harmonieuse des bases osseuses ;
- de modifier sensiblement la forme mandibulaire.

Les déplacements dento-alvéolaires représenteraient plus de 50 % de la moyenne des corrections du surplomb et de la relation molaire (13).

Les bielles ont donc à la fois un effet orthopédique et orthodontique.

Selon Windmiller on obtient une réponse squelettique supérieure de 25 % en utilisant des gouttières par rapport aux bagues.

Mode d'utilisation. Les gouttières peuvent être temporairement collées en cas de mauvaise coopération ou si des auxiliaires sont rajoutés (vérin, arc transpalatin....) (13).

Mac Namara insiste sur la nécessité de décompenser l'occlusion transversalement, antéropostérieurement, et verticalement afin de pouvoir réaliser une propulsion mandibulaire dans de bonnes conditions, sans interférences occlusales.

La quantité de propulsion initiale ne doit pas dépasser 3 à 4 mm afin de réduire les effets dento-alvéolaires de l'appareil, les problèmes de mastication et les douleurs musculaires.

Des tubes de 2 à 3 mm sertis au piston sont rajoutés toutes les 6 semaines jusqu'à l'obtention de rapports dentaires surcorrigés.

Selon Panchez et Wieslander, le traitement précoce par bielles est un facteur de récurrence de par l'occlusion post-thérapeutique instable ; d'où l'intérêt de traiter en denture permanente.

2- Ancrage actif extra oral:

- **HISTORIQUE :**

L'emploi de l'ancrage extra-buccal remonte à 1802 par CELLINI et FOX ; L'ancrage occipital par KNEISEL en 1822 puis par KINGSLEY en 1866.

- Les traitements par fronde mentonnière ont été utilisés dès 1841 par GUNNELL et modifiés par WESTCOTT en 1844
- En 1947 KLOEHN a publié la technique d'utilisation de l'arc extra-oral à traction cervicale. MERRIFIELD et ROSS ont étudié les avantages de cet appareillage.
- CERVERA a développé en 1968 le C Modeler.
- HICKHAM la FEO appliquée à un arc Edgewise.
- 1904 JACKSON propose une armature pour protracter le maxillaire puis DELAIRE avec la collaboration de VERDON 1969 « masque facial de Delaire ».

L'ancrage extra-oral consiste à prendre un appui crânien occipital ou cervical par l'intermédiaire de masques et de bandeaux. Le but est de renforcer la faiblesse de l'ancrage intra-buccal. Il développe des forces considérables, susceptibles de mettre en péril l'intégrité des unités dentaires et de leur parodonte. Il est mal accepté par les patients pour des raisons professionnelles ou sociales. En effet, ces appareils doivent être portés 12 à 18 heures par jour durant des périodes de 6 à 24 mois et nécessitent une coopération totale de la part du patient. (24)

Ces dispositifs prenant appui en dehors de la cavité buccale, il n'existe pas de forces réciproques créées au niveau de l'arcade dentaire. (5)

Il est d'une grande fiabilité mécanique du fait de sa grande surface d'appui et de celui d'utiliser des forces importantes.

C'est un ancrage maximum : il réalise l'ancrage de la force motrice sur une surface indéformable.

Son intérêt est de reporter l'ancrage à l'extérieur de la cavité buccale pour pouvoir utiliser des forces importantes. Nous citerons comme exemples les moyens suivants :

2-1. Forces postéro-antérieures : Masque de Delaire : (9)

Imaginé en 1969 par Delaire et mis au point avec la collaboration de Verdon, le masque de Delaire est pour la plupart des auteurs le traitement interceptif de choix pour les classes III. Il peut être utilisé dès 4 ans selon la maturité de l'enfant (9).

C'est un appareil orthopédique indiqué dans le traitement de classe III squelettique à responsabilité maxillaire (brachygnathie), dans le but de tracter l'arcade supérieure en avant (effet tiroir) par l'activation de la suture palatine transverse et bloquer la croissance mandibulaire.

C'est un appareil qui prend appui au niveau dentaire par l'intermédiaire d'élastiques puissants et au niveau de la face sur les zones fronto-mentonnières. La force délivrée est de 1000 à 1500 grammes ; le port est de 14 heures par jour.

Le masque est une force extra-orale relativement lourde, postéro-antérieure, qui comporte : un élément intra-buccal, divers procédés pouvant être utilisés :

- un double arc scellé sur les secondes molaires temporaires ou sur les premières molaires permanentes maxillaires,
- un dispositif à ancrage incisif permettant de résoudre le problème de la mise en place des canines supérieures chez les insuffisants maxillaires (9)
- une gouttière englobant la totalité de l'arcade maxillaire et comportant des crochets de traction inclus dans la résine, en distal des incisives latérales. Raymond utilise une gouttière qui laisse libre les incisives (9);

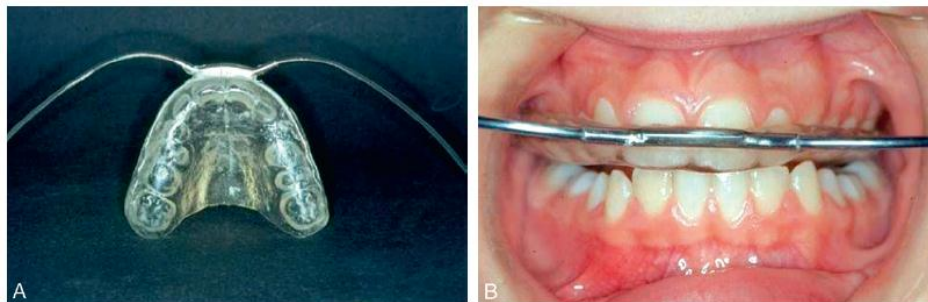


Figure 2. 24 Masque de Delaire

Le masque facial à appui fronto-mentonnier :

- il existe deux types de masque soit à cadre, soit à tige médiane.
- ils se composent d'un appui frontal et d'une mentonnière, cette dernière ne doit pas avoir d'appui au niveau du sillon labio-mentonnier ; les tractions élastiques :
- elles constituent la force motrice de l'appareil. Les élastiques sont tendus des crochets du masque aux crochets de la gouttière,
- la direction de traction doit être oblique en bas et en avant. L'intensité des forces doit être comprise entre 800 et 1500 g selon les cas. (13)

Mode d'action :

L'application de forces postéro-antérieures au niveau du maxillaire entraîne :

Une traction antérieure et une bascule antérieure du maxillaire ; il y a donc un changement d'orientation du maxillaire par rapport à la base du crâne ; au niveau de la mandibule, un léger abaissement et un recul avec parfois une petite augmentation de la hauteur faciale antérieure ; une modification de l'orientation du plan d'occlusion, fonction de la direction de traction ; selon Raymond, il faut obtenir une bascule horaire du plan d'occlusion par ingression des molaires supérieures et égression relative des molaires inférieures ; au niveau de l'arcade alvéolo-dentaire maxillaire, un glissement mésial (effet tiroir) sur la base maxillaire avec vestibulo-version des incisives; au niveau de l'arcade alvéolo-dentaire inférieure, un glissement distal par rapport à la base osseuse mandibulaire. (3)

En résumé, le masque de Delaire entraîne des effets orthopédiques, par avancée du maxillaire et freinage de la croissance mandibulaire, et des effets orthodontiques, avec avancée en masse de l'arcade maxillaire et recul distal de l'arcade mandibulaire. (3)

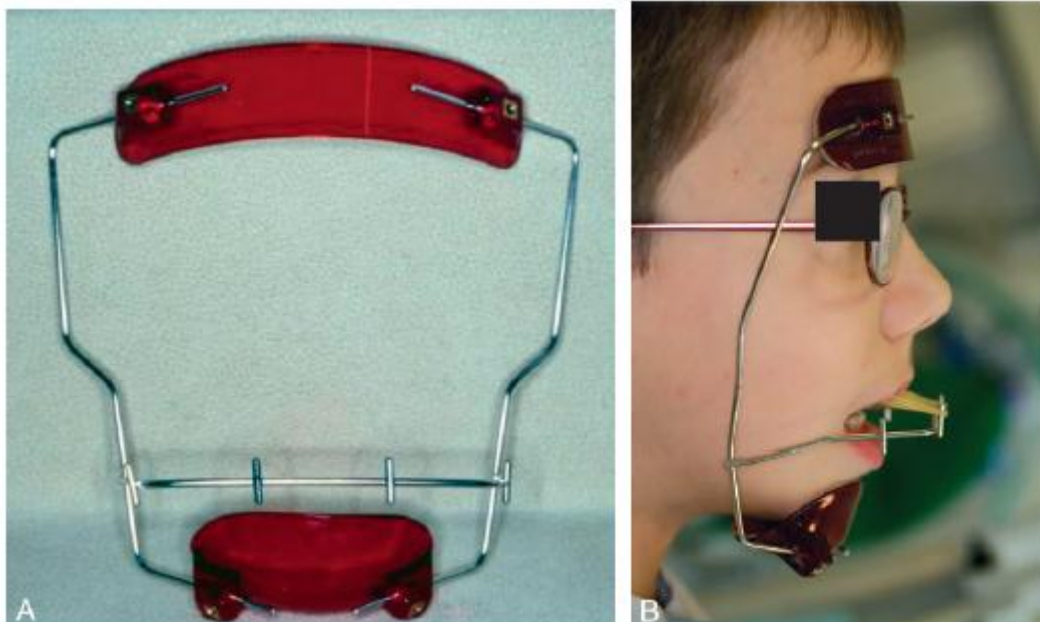


Figure 2.25 : Masque de Delaire. A et B. à cadre (9)

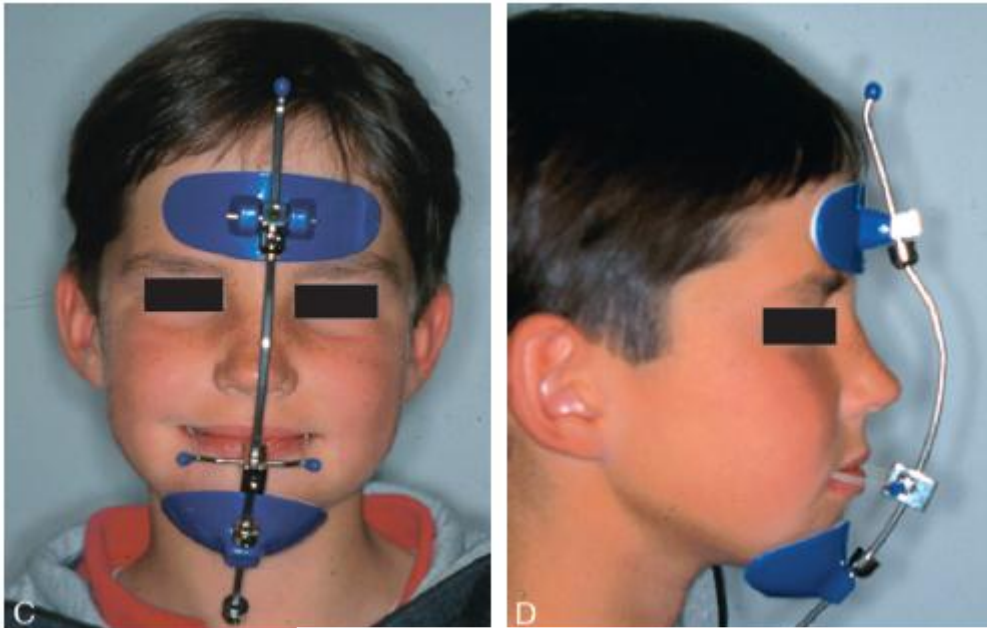


Figure 2.26 : Masque de Delaire. C et D. À tige médiane(9)

➤ **Utilisation :**

Contrôle vertical :

Comme pour toute force extra-orale, le type de bascule du plan palatin et du plan d'occlusion dépend de la direction de traction.

Les tractions élastiques doivent être orientées en bas et en avant.

Au fur et à mesure, l'arc palatin s'abaissant dans sa partie antérieure, une plicature en avant de la molaire doit être réalisée pour réappliquer l'arc. (3)

Selon Raymond, la finalité de cet appareil est de donner au plan occlusal une orientation compatible avec l'exercice de la mastication physiologique. L'avancée du maxillaire par traction sur masque de Delaire est un des moyens permettant d'obtenir la rotation horaire du plan occlusal. Celle-ci provient de l'égression des molaires inférieures et de l'ingression relative des molaires supérieures. Elle est obtenue par des meulages sélectifs réalisés sur la gouttière. (7)

Contrôle transversal :

Une disjonction transversale préalable ou concomitante peut être réalisée. Raymond utilise systématiquement des gouttières munies d'un disjoncteur. (7)

Élastiques de traction

Tendus de l'arceau aux 2 crochets selon une traction :

- Parallèle au plan d'occlusion

- 20° vers le haut (selon Delaire et Vérdon))
- 20° vers le bas (Chaconas et All). (15)

Intensité des forces :

Il s'agit de forces lourdes intermittentes orthopédiques pouvant aller jusqu'à 1500 g, le plus souvent elles se situent entre 800 et 1000 g (400 à 500 g par côté). Chez l'enfant de 5 ans, la force est plus faible, environ 150 à 200 g de chaque côté. Dans tous les cas, l'intensité des forces est à moduler en fonction du cas et du sens clinique. L'appareil doit être porté 12 à 14 heures par jour. (9)

➤ **Indications :**

L'indication principale est la rétrognathie maxillaire et la rétro-alvéolie maxillaire.

Il peut être utilisé dans les cas de fentes labio-alvéolo-palatines ; il vaut mieux dans ces cas utiliser un ancrage fixe indépendant sur chacun des fragments.

L'utilisation des mini-vis d'ancrage peut être un ancrage intéressant pour une traction antéro-postérieure du maxillaire. (7)

2-2. Forces antéro-postérieures : (13)

Un appui péri-crânien à action antéro-postérieures qui peut être: Cervical/occipital ou pariétal

➤ **Principes généraux :**

- Nécessitent une parfaite motivation du patient
- Doivent être placées au moment de la croissance pour bénéficier au maximum des ses potentialités
- Peuvent être appliquées seuls ou en adjonction avec d'autres dispositifs.
- Prévention de la croissance antérieure du maxillaire supérieure.
- Changement de la direction de croissance.
- Rotation mandibulaire dans le sens de rotation antérieure ou de rotation postérieure.
- Modification du plan occlusale.
- Mouvement distal des molaires.
- Peuvent provoquer une ingression ou égression des molaires.
- Renforcent l'ancrage selon les besoins mécaniques du traitement. (8)

❖ **Les différents types de F.E.B :** (13)

➤ **Traction basse (appui cervical) :**

Elles sont indiquées dans les cas de classe 2 division 1 ou cas de classe 2 division 2, où l'on désire l'ouverture de l'articulé avec rotation mandibulaire.

- Effets de ces F.E.B :

- Egression molaire.
- Mouvement distal des molaires.
- Freinage de la croissance maxillaire tandis que la croissance mandibulaire continue.
- Ouverture de l'articulé en améliorant la supraclusion incisive.
- Rotation postérieure de la mandibule.
- Augmentation de l'ancrage molaire. (31)

➤ **Indications :** ce dispositif est utilisé : (12)

En règle générale, les FEB sur molaires supérieures sont indiquées dans les cas de CL II/1, CL II/2.. CL I (ancrage).

-Reculer la partie basse du maxillaire supérieur (en cas de prognathie).

-Chez un enfant en denture temporaire ou en denture mixte, il faut placer ce dispositif:

-Avant que les incisives temporaires ne tombent.

-Après évolution des incisives et calcification de leurs apex

-Avant que les canines et molaires temporaires ne donnent le moindre signe de mobilité.

-Quand les 1ères molaires supérieures ont été enlevées.

-En cas de malocclusion de Classe II division (1), quand les molaires supérieures sont profondément cariées.

-Dans les malocclusions de Classe II division (1), particulièrement graves même si les molaires sont saines. (12)

❖ **Traction cervicale:**

➤ **Indications :**

-CLII/2, CLII/1, rotation antérieure.

-Redressement des molaires versées par extraction précoce.

-Contre- indication:

Type squelettique avec rotation postérieure, même si il y a supraclusion antérieure(12).

➤ **Traction horizontale:**

Elle a pour effet principal une action distalante, donc elle trouve son indication dans le recul des molaires avec espoir de ne pas modifier la dimension verticale du patient.

Chaque fois que l'on veut maintenir l'ancrage postérieurement avec l'espoir de ne pas changer la dimension verticale squelettique du patient. (12)

➤ **Traction verticale:**

-En cas de cl II à excès vertical antérieure avec ou sans béance incisive.

-Pour combattre certains effets des arcs d'ingression incisive ou d'élastiques intermaxillaires.

En denture mixte:

Leur usage précoce est de plus en plus préconisé par différents auteurs (KLOENH, GRABER, RICKETTS)

Elles peuvent empêcher la transformation d'une cl I en cl II (bout à bout)

Appliquées précocement à une CL II sévère, elles améliorent le type squelettique et raccourcissent le traitement actif

Permet de garder le lee way. (12)

▪ **Effets de ces F.E.B**

- Ingression des molaires supérieures.
- Rotation antérieure de la mandibule.
- Augmentation de l'ancrage molaire supérieure.

- Contre-indications :

Cas de classe 2 en deep-bite (D.V. diminuée) avec ou sans supraclusion incisive. (12)

➤ **Utilisation :**

L'âge optimum pour les FEO :

- KLOEHN mise en place des dents de six ans(8).
- Richetts: l'utilisation d'une FEB est liée à l'évolution osseuse du patient en denture mixte pour bénéficier au maximum des avantages de la croissance et modifier ces inconvénients(1).

- HAAS l'utilise chez l'adulte et la maintient jusqu'à 24, 26 ans dans les cas de traitement orthopédique(8).
- FUNK conseil avant l'utilisation des FEB de Faire un diagnostic complet Commencer au cours de la croissance optimale Entreprendre plus tôt les cas compliqués ; Certains auteurs préconisent de laisser le FEB comme contention. (11)

Intensité et durée des FEB :

- Ackermann: 900 à 1400 gr; Damon; 1500 gr; Haas: 1500 à 2000 gr effet orthopédique. (5)
- F > 400 gr suffit à arrêter le mouvement mésial des molaires, donc il existe deux types de forces:
- Forces légères: 180 à 350 gr qui maintiennent la position de la molaire au cours de la croissance.
- Forces lourdes : 600 à 1500 gr mouvement orthopédique commencer par des F légères puis augmenter graduellement au cours de 2ème 3ème visite.(31)

Durée de port:

- 12h à 14h (control du port) (8).

Incidents et risques des FEB :

- Blessures et gêne labiale ou jugale.
- Douleur de type arthrite dentaire.
- Alopécie.
- Descellement des bagues ou perte nocturne.(9)

f. La fronde occipito-mentonnière :

Ce sont des forces extra-buccales appliquées au niveau du menton. (12)

Elles sont constituées d'une mentonnière reliée à un casque par l'intermédiaire de bandes élastiques.

On distingue les F.O.M à traction horizontale et à traction verticale(12).

La fronde mentonnière est disponible dans le marché orthodontique, à défaut on peut fabriquer une fronde mentonnière en prenant l'empreinte du menton, au laboratoire, on confectionne la

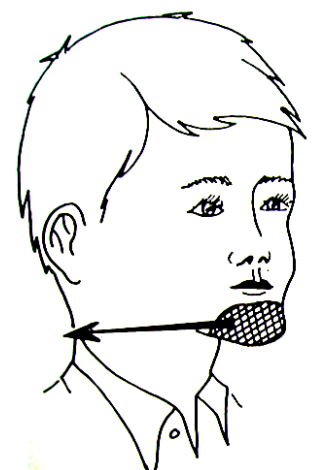


Figure 2.27 : Fronde à traction basse (11)

mentonnière à l'aide de résine auto-polymérisable dans laquelle seront noyés les crochets pour la traction. (12)

f.1. La fronde occipito-mentonnaire horizontale :

Utilisée dans le cas de classe 3 avec une dimension verticale

diminuée en provoquant une rotation postérieure de la mandibule, le menton s'abaisse et recule, l'angle facial diminue et on note un changement de la croissance condylienne, celle-ci devient postérieure. Comme on peut l'utiliser dans les cas de proglissement mandibulaire en denture mixte. (9)

➤ Indication

- CL III deep bite
- Contre indication:
- open bite

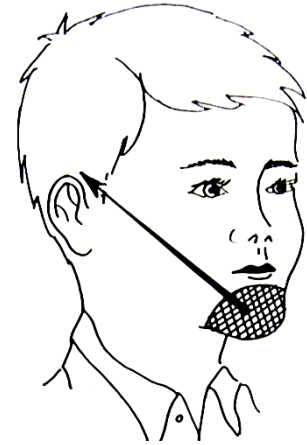


Figure2.28 : Fronde à traction oblique (11)

f.2 Fronde à traction oblique(Gn):

Elle freine la croissance mandibulaire.

➤ Indication:

- CL III mésocéphal ou proglissement(12)

f.3. La fronde occipito-mentonnaire verticale :

Utilisée dans les cas de classe 1 ou classe 2 d'excès vertical antérieur provoquant une rotation antérieure de la mandibule.

Le menton, s'avance et remonte, l'angle facial augmente, la croissance condylienne devient plus antérieure. (9)

➤ Indications

CL I ou II avec excès vertical; Combattre l'ouverture d'articulé

lors de l'utilisation de TIM. (9)

➤ Contre indication

Tous les cas de classe 1 et classe 2 avec D.V diminuée. (9)

➤ Utilisation :

- Force:150g à300 gr au début puis500gr
- Indiquée dans le traitement précoce des proglissementnet 3 à 6 ans (interrompre au bout de 6mois).
- Traitement précoce des CL III par prognathie mandibulaire.
- Contention après correction
- Control de la croissance verticale de la face (9).



Figure2.29 : Fronde à traction verticale

3- Des notions sur l'ancrage :

3-1-Notion de perte d'ancrage :

Si l'ancrage est insuffisant, des relations de classe II canine exagérées et un surplomb excessif persistent à la suite d'une perte d'ancrage (fig. 1-1), en prenant un exemple : à la suite d'un traitement orthodontique avec extraction de quatre prémolaires, des relations de classe II persistent. Cela peut se produire également lors du recul en masse des incisives maxillaires : les molaires se mesialent, contrairement à l'objectif de translation distale des incisives.

Cela peut advenir aussi après un recul molaire en classe I à l'aide d'un distaleur automatique : une récurrence des relations de classe II après distalage des prémolaires peut se produire en raison d'un ancrage insuffisant.

La perte d'ancrage peut être « délibérée » après extraction de quatre prémolaires aux deux arcades. Après ces avulsions, il peut être nécessaire de mesialer les premières molaires mandibulaires pour obtenir une classe I molaire.

L'ancrage sera constitué, dans ces conditions, par les six dents antérieures, renforcé par des tractions élastiques intermaxillaires. Cela n'est pas toujours suffisant, si le port des élastiques par le jeune patient est inconstant. La coopération sera donc décisive pour le succès de la thérapeutique. (5)

3-2-La gestion de l'ancrage :

En fonction des objectifs de traitement, l'orthodontiste doit respecter des règles précises afin d'éviter les récurrences. La thérapeutique se doit de contrôler la position d'équilibre fonctionnel des dents dans les 3 sens de l'espace. Chaque phase thérapeutique devra respecter ces exigences. Pour cela, le contrôle de l'ancrage devra être strict et efficace dans les 3 sens de l'espace : transversal, vertical, et sagittal. (17)

3-3-Ancrage et plan de traitement :

a) Ancrage et céphalométrie : (17)

Pour pouvoir prévoir les réactions de l'ancrage aux forces appliquées, la céphalométrie va permettre de préciser le diagnostic. Ainsi, elle est un outil précieux, bien qu'examen complémentaire de l'examen clinique, qui va permettre de déterminer la position des dents dans l'espace avant, pendant, et après traitement, et ce dans les 3 sens de l'espace si un dossier tridimensionnel a été établi. Les analyses angulaires vont permettre de déterminer la position des dents dans l'espace ; les analyses architecturales vont préciser les rapports dento-maxillaires et inter maxillaires. En utilisant quelques mensurations sur les clichés téléradiographiques, la céphalométrie va permettre de poser le diagnostic des dysmorphoses squelettiques, de DDM, et la situation spatiale de toutes les dents :

- **Dans le sens transversal :**

Quelques analyses étudient la position des dents dans le sens transversal, en utilisant les clichés frontal et/ou axial : on peut citer les analyses de RICKETTS, SASSOUNI, BOUVET...

- **Dans le sens vertical :**

Une simple observation des clichés en s'aidant des analyses morphologiques peut suffire à préciser la divergence faciale : les rotations de BJORK, le « Z de croissance faciale » de DANGUY. Ou bien des mesures peuvent être prises : le FMA apprécie la divergence faciale, la mesure du GoGN/SN, la mesure de l'angle goniale, les rapports du F5 de DELAIRE...

- **Dans le sens sagittal :**

De nombreuses mesures peuvent être réalisées : ANB de STEINER, le F1 de DELAIRE, le I/F, le i/m, les mesures de DANGUY : ESNp et ES-TM.

b) Contrôle de l'ancrage dans les 3 sens de l'espace :

Le contrôle de l'ancrage a pour but de limiter certains déplacements indésirables et d'en favoriser d'autres, le tout devant aboutir à la fin du traitement à situer les dents de façon idéale dans ce complexe crânio-facial du patient. Ce contrôle doit se faire dans les 3 sens de l'espace ; ceux-ci étant inter-dépendants et une erreur dans l'un des plans aura des répercussions sur les autres.

Le contrôle sagittal de l'ancrage implique souvent de limiter le déplacement mésial des dents postérieures et de faciliter le recul des antérieures. Le contrôle vertical de l'ancrage implique de pouvoir contrôler le développement dento-squelettique des secteurs postérieurs (dans les cas hyper divergents par exemple), et parfois de limiter l'éruption verticale des secteurs antérieurs (dans les cas de supra-alvéolie incisive par exemple). Le contrôle transversal de l'ancrage implique habituellement de conserver la largeur transversale de l'arcade (surtout les largeurs inter canine et inter molaire), et d'éviter versions et égression des dents postérieures lors de l'expansion.

Chapitre IV: évolution d'ancrage

1-ancrage et techniques orthodontiques :

-Conception de l'ancrage dans les différentes techniques actuellement utilisées en orthodontie : (21)

Les orthodontistes disposent de plusieurs solutions afin de contrôler les forces de réaction:

- Augmenter le nombre de dents dans l'unité d'ancrage,
- Placer les dents d'ancrage dans une position telle qu'elles résistent aux forces qui tendent à les déplacer, Renforcer l'ancrage par une force extra-orale.

1-1-Technique de TWEED

TWEED utilise la préparation d'ancrage. Il imprime aux molaires d'ancrage un mouvement de disto-version afin qu'elles résistent à l'action mésialante des tractions inter-maxillaires. Le mouvement de disto-version est réalisé à l'aide de courbures de second ordre "tip back bends" d'intensité modérée ou maximale selon l'ancrage souhaité.

Selon BONNOT et LOREILLE, il faut rester conscient des limites verticales de la préparation de l'ancrage de TWEED. De plus, physiologiquement, le mouvement d'aller et retour des dents est peu souhaitable.

1-2-Technique de BEGG

Il n'y a pas de préparation d'ancrage mais un contrôle permanent de celui-ci tout au long du traitement en fonction des objectifs.

BEGG utilise des forces légères, continues, différentielles exclusivement intra-orales provenant d'arcs en fil australien et d'élastiques. Les déplacements dentaires ne sont pas obtenus par des mouvements de translation, mais par des mouvements de version suivis de redressement.

BEGG refuse toute distalisation thérapeutique. Le choix de ne pas contrarier la migration mésiale des dents a fait rejeter par BEGG l'utilisation des forces extra-orales.

1-3-Technique de RICKETTS

L'originalité de la technique de RICKETTS est l'obtention de l'ancrage par la musculature et l'os cortical. RICKETTS place les molaires d'ancrage contre l'os cortical et il les maintient afin de freiner leur déplacement. Seulement, ces manoeuvres délicates peuvent entraîner des fenestrations et résorptions radiculaires si les mouvements sont mal contrôlés.

-Pour un ancrage maximal

- Au maxillaire, RICKETTS préconise l'utilisation des forces extra-buccales à traction haute, moyenne ou basse selon le type facial. Elles peuvent être associées à un arc transpalatin, un arc de NANCE ou un quad'helix.
- A la mandibule, il utilise l'arc de base contenant des préactivations au niveau molaire et un ajustement passif au niveau incisif. Une force extra-buccale ou un bumper peuvent renforcer l'action de l'arc de base.

-Pour un ancrage moyen ; Il est autorisé une perte d'ancrage entre le quart et la moitié du site de la zone d'extraction. L'excès de place laissé par l'extraction se répartit entre le recul du secteur antérieur et la mésialisation des molaires d'ancrage.

- Au maxillaire, la force extra-orale est retirée mais RICKETTS maintient la présence d'un arc transpalatin, un arc de NANCE ou un quad'helix.
- A la mandibule, la perte d'ancrage étant naturellement plus limitée, il est possible de différer la mise en place de l'arc de base jusqu'au moment où le recul des canines permet un alignement spontané des incisives.

-Pour un ancrage minimal

Les molaires se mésialisent de la quantité de place laissée par l'extraction.

Aucun ancrage mécanique n'est mis en place.

1-4-Technique de BURSTONE (21)

BURSTONE identifie trois types d'ancrage.

- Ancrage du groupe A : les molaires ne doivent pas avancer du tout.

- Ancrage du groupe B : les molaires avancent et les incisives reculent.

- L'ancrage du groupe C : les molaires avancent et les incisives restent stables.

BURSTONE insiste sur:

1. La solidarisation des dents postérieures qui diminue les contraintes exercées sur chaque dent lors de la fermeture de l'espace et qui augmente la valeur de l'ancrage.
2. La distorsion molaire pour le contrôle de l'inclinaison des dents et non pour déplacer les apex vers l'avant.

Selon le type d'ancrage, les systèmes de force sont différents. Pour préserver l'ancrage du groupe A, BURSTONE utilise une mécanique qui déplace les dents postérieures en translation et les dents antérieures en version contrôlée où le centre de rotation est au niveau des apex incisifs.

1-5-Technique d'Arc Droit

Chaque type de traitement nécessite des informations différentes afin de programmer le bon déroulement du traitement et de contrôler au mieux les mouvements parasites.

ANDREWS est le premier à incorporer dans le bracket la totalité des informations de premier, second et troisième ordre. Il utilise un arc plat, idéal dans des mécaniques de glissement où les arcs préformés coulissent dans la gorge des brackets. ANDREWS utilise des brackets standards, des brackets à ancrage minimal, à ancrage maximal ou à ancrage moyen selon les objectifs de traitement.(21)

2- Ancrage squelettique :

2-1-Implants palatins : (20)

Les implants palatins sont ostéo-intégrés et peuvent être reliés aux dents du segment réactif par un arc transpalatin, offrant ainsi un ancrage orthodontique absolu. Ils ne sont mis en place que dans des buts orthodontiques et ils sont retirés à la fin du traitement orthodontique.

L'implant palatin est un petit implant en titane composé de plusieurs parties:

- le corps implantaire endo-osseux,
- le col transmuqueux,
- le pilier. (21)

- *Ajustement de l'arc transpalatin ;*

-> Technique standard au laboratoire :

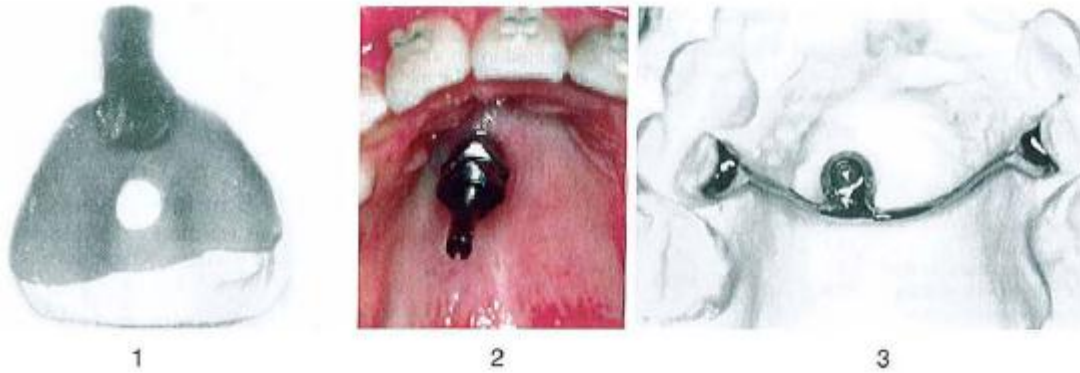


Figure 3.1 : Ajustement de l'arc transpalatin en technique standard.

1 : Porte empreinte individuel aménagé.

2 : Transfert d'empreinte.

3 : Adaptation de l'arc transpalatin sur modèle en plâtre(21)

-> Technique au fauteuil

1- ouverture en occlusal des tubes palatins des bagues à l'aide d'une fraise diamantée.

2- dépose de la capsule implantaire en la dévissant de l'implant palatin - soudure d'un petit connecteur de 0,9 mm en acier à la capsule implantaire.

3- mise en place et vissage de la capsule à l'implant palatin.

4- confection et réglage de l'arc transpalatin (les extrémités du petit connecteur croisent l'arc transpalatin) - collage avec Ultra Band-Lok de l'arc transpalatin au petit connecteur.

5- dépose de la capsule implantaire en la dévissant de l'implant palatin - soudure de l'arc transpalatin au petit connecteur (les deux connections sont soudées).

6- pose de la suprastructure dans les tubes occlusaux et au niveau de l'implant.

7- mise en place de la vis de connexion. (21)



Figure 3.2 : Ajustement intrabuccal du petit connecteur et de l'arc transpalatin

- Ni mobilité ni déplacement des mini-implants ne sont présents pendant la durée de cicatrisation et la période de charge. De plus, une apposition osseuse marginale est induite autour des mini-implants implants chargés.

-Les mini-implants peuvent supporter les forces orthodontiques malgré un temps de cicatrisation relativement faible.

-Les Mini-implants sont stables mais le temps d'expérimentation reste court (3 mois). (21)



Figure 3.3. implant palatin

2-2 -Les mini-vis :

Les mini-vis sont des dispositifs qui procurent un point d'ancrage squelettique temporaire (de 4 à 12 mois) au maxillaire ou à la mandibule, permettant des mouvements orthodontiques de type mésialisation, distalisation, ingression, égression ou inclinaison.(17)

-les avantages des mini-vis :

Les mini-vis ont retenu toute l'attention des orthodontistes grâce aux avantages suivants :

- un cout et des risques chirurgicaux réduits ;
- une taille adaptée ;
- une pose facilitée ;
- une irritation minimale des tissus bucco-dentaires ;
- aucune phase de laboratoire nécessaire ;
- l'établissement mécanique des points d'ancrage efficaces ;
- la possibilité de supporter une mise en charge immédiate ;
- un grand nombre d'indications cliniques et de sites utilisables.

Les mini-vis permettent donc de répondre à toutes les attentes : celles des orthodontistes en termes d'ancrage, et celle des patients en termes de confort et de durée de traitement.

-le choix du matériau constituant la mini-vis :

-les mini-vis en acier chirurgical :

Avantage de l'acier pour le praticien :

- La résistance mécanique est augmentée par rapport aux alliages de titane mais les vis en titane plient plus facilement que les vis en acier. Les vis en acier se cassent au-delà d'une certaine déformation ;
- Pas d'ostéo-intégration possible.

Désavantage de l'acier pour le fabricant :

- il est plus facile d'usiner une mini-vis en titane qu'en acier
- en termes de cout, l'alliage en titane est plus cher qu'un acier inoxydable.

-les mini-vis en titane :

- biocompatibilité certaine du titane avec l'os et les muqueuses.
- obtention d'une ostéo-intégration très partielle de 15 à 20% au bout d'un an mais sans compromettre la facilité du dévissage.
- flexibilité plus importante des alliages de titane par rapport à l'acier. (5)

-Cahier des charges des mini-vis :

La conception de la mini-vis doit répondre à des critères :

1. Mécaniques :

- Obtention d'une stabilité suffisante pour assurer l'ancrage. L'ancrage est cortical dans tous les cas ; la partie insérée dans l'os spongieux ne permettant qu'une stabilisation de la mini-vis.
- La mini-vis ne doit subir aucune déformation ou fracture lors du vissage. Ensuite, elle doit avoir une bonne tenue mécanique pour éviter les fractures en fatigue. Lors de la dépose, la contrainte maximale se situe au niveau du col, cette partie doit donc être la plus résistante de la mini-vis.
- Le choix du type de la mini-vis (diamètre, longueur, connecteur externe) se fait en fonction des critères anatomiques du site implantaire ; ce dernier étant déterminé par la mécanique orthodontique.
- La mini-vis doit bloquer les forces et couples de réaction lors de la mise en place du dispositif élastique de traction.

2. Physiologiques :

- Forme atraumatique pour les tissus mous et évitant l'accumulation de plaque bactérienne
- Le matériau utilisé doit être biocompatible et éviter la corrosion.
- Il n'est pas nécessaire que les mini-vis soient ostéo-intégrées pour être utilisées.

3. Pratiques :

- Protocole de mise en place chirurgicale simple, accessibilité de la connexion avec le système de traction. Les vis sont mises en place selon une procédure chirurgicale stérile sous anesthésie locale.
- La mise en place des mini-vis est temporaire ; celles-ci seront retirées après utilisation dont la durée est en moyenne de 3 à 8 mois.

- La dépose de la vis après son utilisation est facilitée par un faible taux d'ostéo-intégration. (23)

-Deux principes d'ancrage sont communément admis :

L'ancrage direct :

C'est l'application directe de la force à une dent ou un groupe de dents. (5)



Figure 3.5. Ancrage direct montrant : au maxillaire supérieur la distalisation d'une canine et du bloc incisif, au maxillaire inférieur la mésialisation des molaires et des prémolaires. Dans ce cas, les ressorts et les chaînettes sont fixés directement sur les vis. (5)

L'ancrage indirect : (5)

C'est utiliser une dent ou un groupe de dents solidarisé et stabilisé par une mini-vis pour servir d'ancrage, il nécessite moins de force et ménage ainsi la stabilité de la mini-vis.

Exemple de l'efficacité d'un ancrage indirect par mini-vis par rapport à un ancrage dentaire.



Figure 3.6. Ancrage indirect montrant : au maxillaire supérieur, sur la canine supérieure permettant la distalisation de la 2ème molaire, au maxillaire inférieur, sur la 2ème prémolaire permettant la distalisation de la 2ème molaire. Dans ce cas, la mini-vis permet de maintenir un groupe de dents qui lui-même est utilisé comme ancrage. (5)

2-3- Les mini-plaques d'ancrage :

Ultérieurement, certains orthodontistes ont proposé d'utiliser le principe des mini-plaques de contention chirurgicale pour assurer un ancrage osseux en orthodontie qui permettrait un certain nombre d'applications, telles que :

- le distalage des molaires
- la correction d'une protrusion maxillaire
- la correction d'un encombrement maxillaire

Il ne s'agit donc plus de renforcer l'ancrage, mais de bénéficier d'un ancrage absolu permettant d'appliquer des forces sans risque de perte d'ancrage.

En orthodontie, ces mini-plaques peuvent être utilisées chez l'adulte comme moyen d'ancrage pour déplacer les dents à l'aide de ressorts de traction accrochés sur un dispositif multi-bracket, sans aucun déplacement parasite des dents d'ancrage.

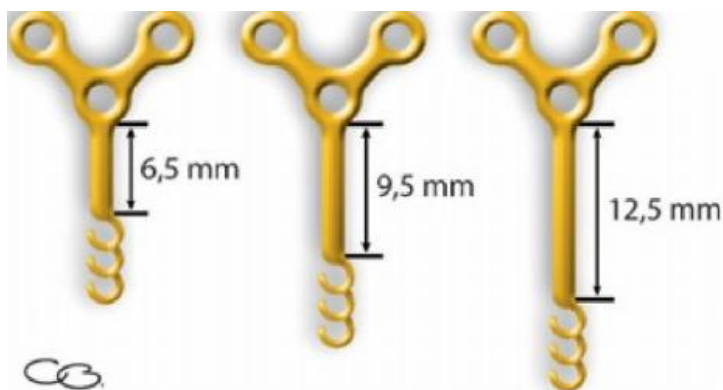


Figure 3.7. Mini-plaques d'ancrage en titane, avec crochets pour exercer une traction orthodontique.

, la sélection de la longueur adéquate des mini-plaques d'ancrage en titane étant faite sur la radio panoramique, entre site d'implantation et denture-plaque à fixer avec trois vis sur le contrefort zygomatique.

Ces mini-plaques de 2mm d'épaisseur peuvent être courbées et ajustées pour assurer une bonne adaptation à la morphologie osseuse externe de la corticale.

2-4-Le SAS (skeletal Anchorage system) : aperçus de la technique de Sugawara :

-Définition :

Le skeletal anchorage system est une mécanique de distalage associée à un ancrage osseux par miniplaque, assurant un ancrage absolu chez l'adulte. Il est possible, avec ce procédé, de déplacer distalement ou mésialement les molaires maxillaires en combinant SAS et dispositif multi-bracket.

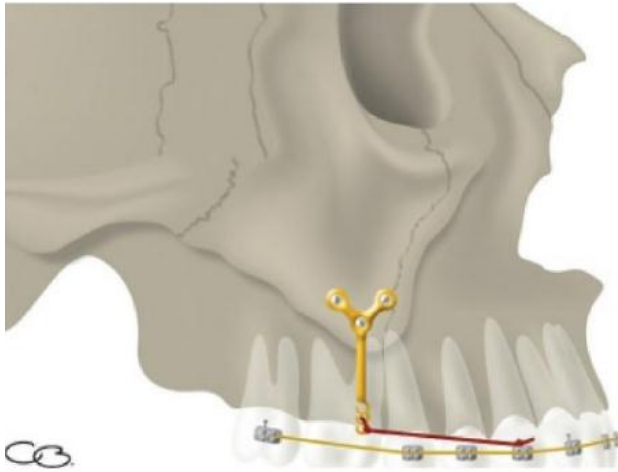


Figure 3.8. Recul en masse des dents cuspidées par accrochage entre la canine et le crochet du SAS, après avulsion de la dent de sagesse. (5)

-Le SAS comporte trois parties :

- Le corps : constitué d'une plaque en titane avec trois trous pour le passage des vis de fixation. Les mini-vis utilisées pour cette fixation ont un diamètre de 2 mm et une longueur variée en fonction du site de placement.
- Le bras : constitue la portion transmuqueuse et est disponible en trois longueurs, du trou médian au premier crochet d'ancrage.
- La tête : fait émergence dans la cavité buccale. Elle comporte trois crochets dans le sens vertical, permettant un ajustage à la demande de la traction orthodontique.

-La traction orthodontique sera appliquée trois semaines après l'implantation sans attendre l'ostéo-intégration de la vis ou de la Mini-plaque

e-L'ancrage squelettique « Bollard » : aperçus de la technique de H. De Clerck :

L'ancrage osseux de type « Bollard » est proposé par H. De Clerck « afin de palier toutes les insuffisances des ancrages temporaires en orthodontie. » il une alternative fiable et simple à mettre en œuvre et par ailleurs confortable pour les patients, dans de nombreuses situations cliniques :

-Il permet de supprimer les forces de réaction à la suite de l'application d'une force orthodontique sur les dents d'ancrage ;

-La coopération du patient est limitée pour atteindre les objectifs de traitement ;

-Il est possible, au cours de traitement, de modifier le point d'application et la direction de la force ;

-Localisation de l'ancrage osseux vestibulairement par rapport au dispositif orthodontique ;

- Pas de risques de lésions des nerfs ou d'autres structures anatomiques ;
- Mise en charge immédiate sans attendre une éventuelle ostéo-intégration ;
- Risque minimal d'infection locale en raison de la section ronde de la barre de connexion.

***DESCRIPTION :**

Il comporte trois segments :

- Une mini-plaque en titane de 0,7 mm d'épaisseur, perforée de deux à trois trous pour le passage de vis mono-corticales destinées à la fixation de la plaque dans l'os.
- Une barre de connexion cylindrique destinée à traverser la muqueuse gingivale vestibulaire.
- Une unité cylindrique de fixation au dispositif orthodontique, comportant un tube fileté et une vis de blocage. Elle est destinée à recevoir un arc auxiliaire permettant la connexion à l'appareillage orthodontique. (5)

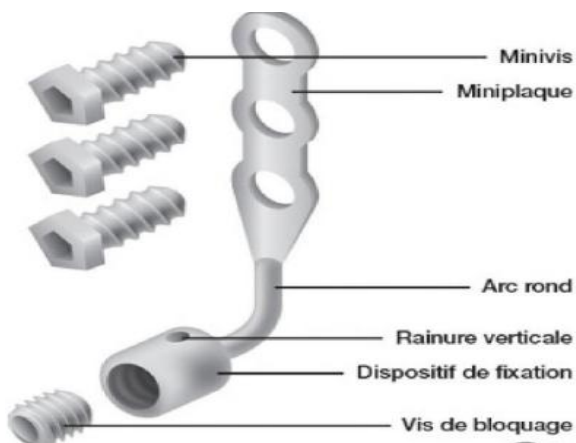


Figure 3.9.ancrage Bollard (5)

Ce système permet de recevoir des fils orthodontiques en acier, jusqu'à une section ronde de 1,1 mm ou une section carrée en 0,8 mm. (5)

Sites d'implantation :

Le système Bollard peut être placé en fonction du type de déplacement souhaité :

- Au niveau des cintres zygomatiques
- Dans la zone postérieure du corpus
- Dans la région précanine, à la mandibule. (5)

Chapitre V : Indication et Utilisation d’Ancrage

1-Ancrage conventionnel :

Les dispositifs conventionnels utilisés en orthodontie comme ancrage ont pour objectif de « renforcer » la résistance naturelle des dents à une force, jusqu’à un certain point, et de prévoir des dispositifs ou des réglages sur l’appareil multibracket destinés à augmenter le degré d’ancrage. (5)

1-1- Principales Indications et utilisations de l’ancrage conventionnel :

1-1-1-Maintien d’espace :

Les mainteneurs d’espace sont utilisés soit en cas de perte prématurée d’une dent temporaire afin de permettre la bonne éruption de la future dent permanente (Arc de Nance), soit pour éviter le déplacement des dents sur l’arcade après une extraction, soit en cas d’absence d’une dent. (17)

1-1-2-Renforcement d’ancrage :

L’ancrage permet la résistance aux mouvements dentaires indésirables durant le traitement orthodontique. Le contrôle de l’ancrage est important dans la planification du traitement et dicte souvent les objectifs de traitement.

Pour tout déplacement orthodontique voulu dans une direction donnée, il faudra tenir compte de l’existence d’une force indésirable de même grandeur de direction et de sens opposé qui devra être contrôlée par l’orthodontiste. L’établissement de l’ancrage orthodontique est encore plus compliqué quand des dents existantes sont insuffisantes en nombre et en qualité, ce qui exige ainsi un système de contrôle mécanique plus sophistiqué. L’arc transpalatin est un accessoire thérapeutique de réalisation et de manipulation simple, mais d’une grande efficacité s’il est utilisé avec précision. L’arc transpalatin peut être utilisé de façon passive, comme renfort d’ancrage postérieur pour éviter ou limiter les mouvements parasites liés aux thérapeutiques fixes vestibulaires. (6)

1-1-3-Desinclusion dentaire : (13)

La mise en place d’une dent incluse sollicite fortement le point d’ancrage de la traction. Un dispositif pouvant résister à la traction doit donc être mis en place.

En technique multi-attaches, plusieurs possibilités peuvent être envisagées pour assurer cet ancrage:

-Solidarisation de l’arcade maxillaire par un arc en acier de forte section

-Mise en place d'un dispositif d'ancrage fixe :

- Arc transpalatin
- Arc de nance
- Mini-vis d'ancrage

1-2- Limites de l'ancrage conventionnel :

Le contrôle de l'ancrage est une des grandes difficultés de l'orthodontie car la maîtrise totale des effets parasites par des moyens purement orthodontiques est utopique. Mais les difficultés de l'ancrage orthodontique se présentent essentiellement lorsque : l'ancrage naturel est absent ou réduit et/ou l'ancrage actif de type extra-buccal est refusé.

- Ancrage naturel absent

Une perte non compensée des molaires maxillaires et mandibulaires entraîne de graves troubles esthétiques et fonctionnels, se traduisant par:

- Une biproalvéolie des dents antérieures,
- Une légère diminution de la dimension verticale,
- Une supraclusion de morsure palatine,
- Un affaiblissement du parodonte lié au trauma occlusal.

Un traitement orthodontique pré-prothétique est nécessaire mais irréalisable avec les dispositifs orthodontiques classiques à cause de la perte des molaires d'ancrage. Des implants postérieurs, peuvent alors être utilisés comme source d'ancrage pour réaliser l'alignement et la rétraction des dents antérieures.

- Ancrage naturel réduit

Les possibilités d'ancrage s'affaiblissent lorsque :

- Le nombre de dents dans l'unité d'ancrage est diminué suite à des extractions ou des agénésies,
- et/ou le parodonte est réduit.

L'idée d'un ancrage implantaire peut se révéler alors intéressante.

-Ancrage extra-oral refusé

Un nombre croissant d'adultes souhaite un traitement orthodontique. Cependant une grande partie d'entre eux refusent le port du casque pour des raisons esthétiques et sociales. Le port du casque est une contrainte (12 à 14 heures / jour). Le succès du traitement repose sur la coopération du patient. Cette contrainte tout à fait acceptée par l'enfant et moins évidente chez l'adulte. La pose d'un implant d'ancrage peut alors agrandir les possibilités thérapeutiques. (21)

2-Ancrage squelettique :

➤ Indication :

Les dispositifs d'ancrage squelettique evolutionnel s'adressent aux patients nécessitant une correction orthodontique avec :

- Un potentiel d'ancrage affaibli : absence d'une molaire d'ancrage au sein de l'unité d'ancrage, et/ou un parodonte réduit,
- Un ancrage extra-oral refusé pour des raisons esthétiques et sociales.

-L'âge du patient :

A la fin de la croissance squelettique, l'insertion d'un implant dans la région médiane palatine n'entraîne aucune inhibition de la croissance car à ce stade de maturation, 50% de la suture palatine est fusionnée et la croissance transversale palatine est supposée totale. D'après l'étude de BERNHART et coll(22). La quantité d'os en région paramédiane de la suture palatine est suffisante pour la mise en place des mini-implants. Ainsi, l'insertion chez un jeune en croissance est possible si et seulement si l'implant est posé latéralement à la suture palatine. (22)

-Sites d'insertion :

De manière générale, les sites d'insertion des dispositifs d'ancrage squelettique sont choisis individuellement en fonction :

Caractéristiques du site d'insertion :

- La quantité d'os :
- Au niveau palatin

Selon l'étude de WEHRBEIN et coll. (22), la mesure clinique de la quantité d'os palatin disponible (mesurée par sondage du lit implantaire) est supérieure de 1 à 2 mm à la mesure céphalométrique (mesurée sur téléradiographie de profil). Une analyse céphalométrique préopératoire est indispensable pour le choix du site d'insertion et la longueur de l'implant. Cependant, l'analyse par téléradiographie de profil limite le choix des sites d'insertion. WEHRBEIN et coll (21). S'intéressent exclusivement à la région moyenne médiane palatine. BERNHART (21). Préconise un scanner dentaire à faible dose afin d'élargir les différentes possibilités d'insertion dans les régions paramédianes palatines.

- la morphologie du palais :

L'ancrage squelettique est dépendant d'une anatomie relativement « normale » au niveau palatin. De faibles variations peuvent gêner la mise en place. Un torus palatin de taille moyenne est considéré comme un réel obstacle.

-Structures anatomiques environnantes :

L'insertion des dispositifs d'ancrage squelettique demande un examen clinique et radiologique préopératoire afin de respecter les structures anatomiques.

-mouvements dentaires désirés :

-au maxillaire :

Sites d'insertion	Déplacements dentaires
Plancher de l'épine nasale antérieure	Vestibulo-version des incisives maxillaires
Suture palatine médiane Région paramédiane palatine	Rétraction et intrusion des dents antérieures maxillaires
Crête sous-zygomatique	Rétraction et intrusion des dents antérieures maxillaires Intrusion de molaires maxillaires égressées

Annexe 3 : Sites d'insertion maxillaires des implants limités à la durée du traitement orthodontique en fonction des déplacements dentaires souhaités

-A la mandibule :

Sites d'insertion	Déplacements dentaires
Région rétro-molaire	Mésialisation des molaires mandibulaires Redressement des molaires mandibulaires mésio-versées
Procès alvéolaires	Déplacement d'une dent sans interférer avec les autres dents
Symphyse mentonnière	Intrusion et vestibulo-version des incisives mandibulaires

Annexe 4 : Sites d'insertion mandibulaires des implants limités à la durée du traitement orthodontique en fonction des déplacements dentaires souhaités

➤ **Contre-indications des ancrages squelettiques temporaires :**

● **Contre-indications générales (23)**

- Cardiopathies à haut risque, risque d'endocardite
- Syndrome osseux, notamment par l'utilisation de médicament susceptible d'entraver la cicatrisation des plaies gingivales et osseuses tel que les biphosphonates, les immuno-modulateurs, les antiépileptiques.
- Diabète non équilibré
- Hémopathie
- Déficits immunitaires congénitaux ou acquis.

- **Contre-indications locales (23)**

- Risque d'ostéoradionécrose
- Qualité et quantité osseuses insuffisantes
- Parodontite non stabilisée. Largeur d'os inter-radicaire insuffisante.
- Pathologie des muqueuses buccale : lichen plan, kératose.
- Obstacles anatomiques :
 - Sinus maxillaires
 - Paquets vasculo-nerveux palatins
 - Nerf mandibulaire en particulier au niveau du foramen mentonnier.
- Hygiène déficiente

- **Indications des différents dispositifs d'ancrage squelettique temporaires :**

- 2-1-Implant palatin :**

Les implants palatins sont essentiellement indiqués pour un ancrage maximal. On distingue des indications relatives et des indications absolues. Les indications relatives sont les cas où les implants palatins sont une alternative aux appareils dits intra-oraux ou extra-oraux. Les indications absolues sont les cas où les appareils intra- ou extra-oraux sont utilisés sans succès avec perte résultante d'ancrage.

Les implants palatins sont utilisables en vue de :

- L'Ouverture ou la fermeture d'espaces dans le maxillaire ;



Figure 4.1. Charge indirecte d'un implant palatin pour écarter la 1^{re} molaire supérieure droite afin de corriger la ligne médiane et d'ouvrir un espace pour la canine supérieure gauche incluse. Les premières prémolaires et l'implant palatin sont connectés au moyen d'un fil d'acier inoxydable de 0,36 in. Un tube de 0,40 in est soudé à l'arche transpalatine (TPA). Un levier d'acier inoxydable de 0,36 in est engagé dans le fourreau molaire et se projette dans le tube sur la TPA. Une force compressive de 150 g est créée par un ressort enroulé ouvert NiTi. La ligned'action de la force passe par le centre de résistance pour réaliser la translation.

- La mésialisation, ou la distalisation des segments maxillaires, la correction de l'intercuspidation ou des asymétries dentaires associées à des déplacements de la ligne médiane ;



Figure 4.2 Chargement indirect d'un implant palatin pour écarter les molaires droites et corriger une asymétrie dentaire. Un fil d'acier inoxydable de 0,44 in est soudé à la coiffe de l'implant et fixé à la première prémolaire supérieure gauche. Un tube de force extra-orale cervicale est soudé à la bande sur la 1^{re} molaire supérieure droite. Le ressort enroulé ouvert qui peut être activé par une vis montée sur le fil crée une force d'écartement de 150 g par l'intermédiaire du centre de résistance de la 1^{re} molaire supérieure droite pour produire une translation.

- chez les patients partiellement édentés, du déplacement du point d'application des forces orthodontiques dans la région postérieure de telle façon que les dents antérieures puissent être déplacées dans les trois dimensions ;
- de la stabilisation des dents (les canines ou les molaires, par exemple) au cours d'un traitement avec des élastiques de classe II ou de classe III lorsque l'action des élastiques doit être limitée à la mandibule ;
- de l'expansion bilatérale ou unilatérale du maxillaire chez les adultes .



Figure 4.3 Chargement direct de l'implant palatin pour corriger une occlusion inversée unilatérale. Après les ostéotomies segmentaires droites, l'occlusion inversée est corrigée par une vis de calage ancrée à l'implant palatin.

Le volume osseux disponible dans le palais osseux détermine la possibilité d'utiliser des implants palatins. Lorsqu'il n'est pas adéquat, médialement ou para-médialement, les mini-plaques de titane en forme de I dans la région zygomatique, ou les mini-implants sont des alternatives en vue d'un ancrage orthodontique dans l'os. (20)

2-2-Mini vis :

- **Indications squelettiques :**
 - Blocage des rapports inter-maxillaires post-chirurgie orthognathique.
 - Orthopédie de classe II et III : ancrage osseux maxillaire et/ou mandibulaire.
 - Disjonction maxillaire avec appuis osseux.

➤ **Indications dentaires :**

-Sens transversal :

- Correction d'axes : contrôle du 3ème ordre
- Exo- / endo-alvéolie

-Sens vertical :

- Ingression : sourire gingival, égression à corriger, béance, hyper-divergence, contrôle de la croissance alvéolaire verticale.

- Antérieure / postérieure

- Egression : fracture, inclusion, dystopie / ectopie.

- Antérieure / postérieure

-Sens sagittal :

- Distalisation ou mésialisation :

- Dents postérieures / antérieures

- Arcade complète / dent unitaire

- Redressement d'axe dentaire :

- Dent enclavée / mésioversée

- Préparation d'ancrage mandibulaire. (22)

2-3- Mini-plaques :

➤ **Indications des mini-plaques :**

Les mini-plaques assurent un ancrage osseux qui permettrait un certain nombre d'applications, telles que :

-le distalage des molaires

-la correction d'une protrusion maxillaire

-la correction d'un encombrement maxillaire

-le mésialage des premières molaires, en cas d'agénésie des deuxième prémolaires, etc.

-le redressement d'une molaire mésioversée

-l'égression de dents incluses.

En orthodontie, les mini-plaques peuvent être utilisées chez l'adulte comme moyen d'ancrage pour déplacer les dents à l'aide de ressorts de traction accrochés sur un dispositif multi-bracket, sans aucun déplacement parasite des « dents d'ancrage. (5)

2-4-Système d'ancrage squelettique « skeletal anchorage system » "SAS":

➤ Indications :

Patient adulte avec suffisamment d'espace pour les deuxième et troisième molaires.

Si nécessaire, en cas de DDM postérieure, il sera préférable d'extraire les dents de sagesse ou bien, en cas de difficulté d'extraction de la troisième molaire, d'extraire les deuxième molaires.

• Applications cliniques :

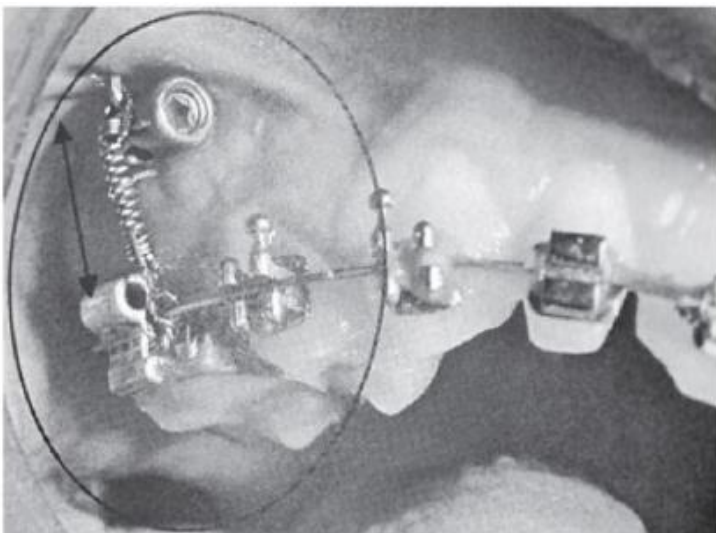
- Distalage molaire pour une classe II promaxillie ou mésialage molaire pour une cl III rétromaxillie
- Correction d'une protrusion maxillaire
- Recul en masse des incisives
- Conservation de l'ancrage après extraction de prémolaires
- Mésialage des molaires en cas d'agénésie des deuxième prémolaires maxillaires

2-5- L'ancrage squelettique « Bollard » : (5)

➤ Indications :

- Recul en masse des dents antérieures, après extraction des premières prémolaires
- Distalisation des molaires supérieures, après germectomie ou extraction des 18 et 28, pour des cas de classe II promaxillie, agénésie des 12 et 22 en classe II
- Mésialisation des molaires inférieures, après agénésie des deuxième prémolaires ou extraction des 36 et 46 très délabrées, en présence des 38 et 48
- Ingression molaire unitaire ou segmentaire
- Ingression du secteur incisif maxillaire. . (5)

✓ Séquences de cas cliniques :



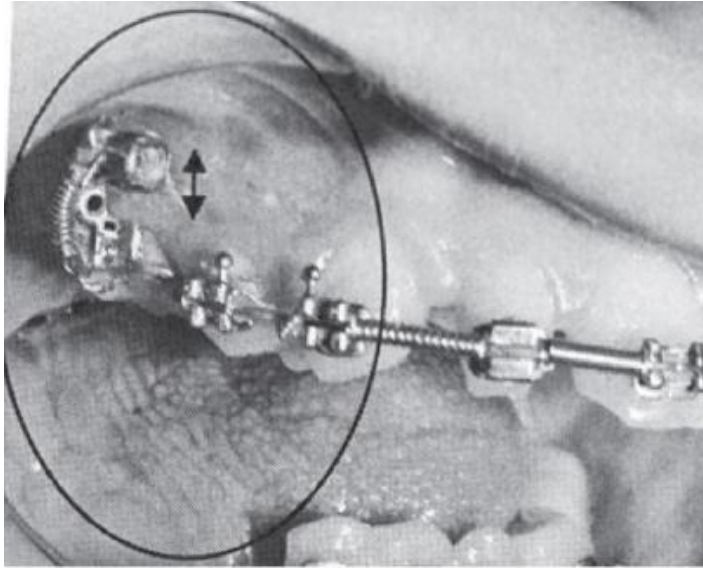


Fig4.5 : ingestion molaire réalisée.



Fig4.6 : indication de distalage des molaires (côté droit)



Fig4.7 : indication de distalage des molaires (côté gauche).



Fig2-3 : vue occlusale



Fig4.8: pose de Bollard à droite.



Fig4.9 : pose de Bollard à gauche.



Fig2-7 : En cours de distalage côté gauche.

← **Fig4.11** : En cours de distalage côté gauche.



Fig4.12 : Radiographie panoramique en cours de traitement.



Fig4.13 : Recul des molaires terminé. Expansion par

➤ **Cas clinique : Correction d'une Classe II unilatérale par recul molaire à l'aide d'une mini-vis :**

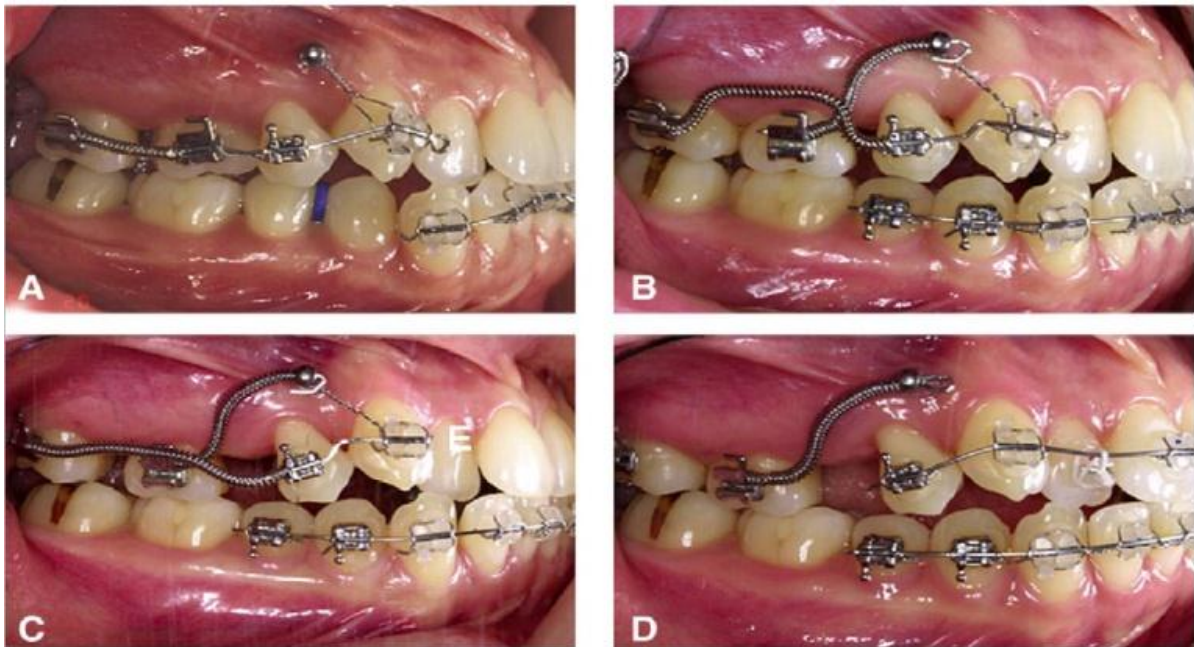
- Une patiente âgée de vingt-deux ans consulte pour un encombrement et des douleurs articulaires. L'examen clinique révèle une classe II division 1 unilatérale. En effet, elle présente une classe I molaire gauche mais une classe II molaire complète à droite. La canine droite est elle aussi en classe II et il existe un décalage des milieux inter-incisif.
- La seconde prémolaire maxillaire droite a été extraite car elle était incluse. Ceci a entraîné une mésialisation des deux molaires maxillaires droites et le décalage de deux millimètres vers la droite du milieu inter-incisif. Le milieu inter-incisif mandibulaire coïncide avec le plan sagittal médian.
- Deux plans de traitement ont été proposés : un traitement conventionnel avec maintien d'une partie du décalage ou un traitement à l'aide de mini-vis permettant de recréer l'espace de la prémolaire et de remettre la molaire en classe I. (24)



Fig 4.14 : Photographies endobuccales et radiographie panoramique avant le traitement (4)

recréer un espace nécessaire pour remplacer la prémolaire sans réaliser d'autres extractions que les dents de sagesse mandibulaires et maxillaires droites incluses.

- L'ancrage squelettique est assuré par des mini-vis permettant ainsi le recul des molaires.
- Après deux mois de rééducation, les symptômes douloureux au niveau des articulations temporo-mandibulaires ont disparu.
- Afin d'améliorer les relations d'intercuspidation molaire et de rétablir la classe I molaire droite, une mini-vis de diamètre 1,8mm, et de longueur 8,5mm est positionnée dans la zone inter-radicaire entre canine et première prémolaire droite avec un angle de 75 degrés par rapport à l'axe vertical des dents. (24)
- Le mini-vis est mis en charge immédiatement en commençant par des forces faibles de 50 grammes puis augmentant progressivement jusque 150 grammes.
- Un segment d'arc de taille .017 x .025 inch en acier est positionné entre la canine et la deuxième molaire. La mini-vis est reliée à la canine par le biais d'une ligature métallique permettant de renforcer l'ancrage de manière indirecte. Le recul des molaires débute par la mise en place sur l'arc d'un ressort ouvert entre première et deuxième molaire (A).
- Parallèlement, la mini-vis est utilisée en ancrage direct grâce à un autre sectionnel en acier de .017 x .025 inch reliant la mini-vis à la première molaire. Ce segment, associé à un ressort ouvert délivrant une force de 100 grammes, permet de reculer directement la première molaire (B).
- Au cours du traitement, le recul des dents postérieures s'accompagne d'une légère égression entraînant une petite augmentation verticale de l'étage inférieur par rotation postérieure de la mandibule. Afin de la corriger, des déformations de premier ordre permettant une légère ingression molaire ont été réalisées sur les sectionnels en fin de traitement (E). (24)



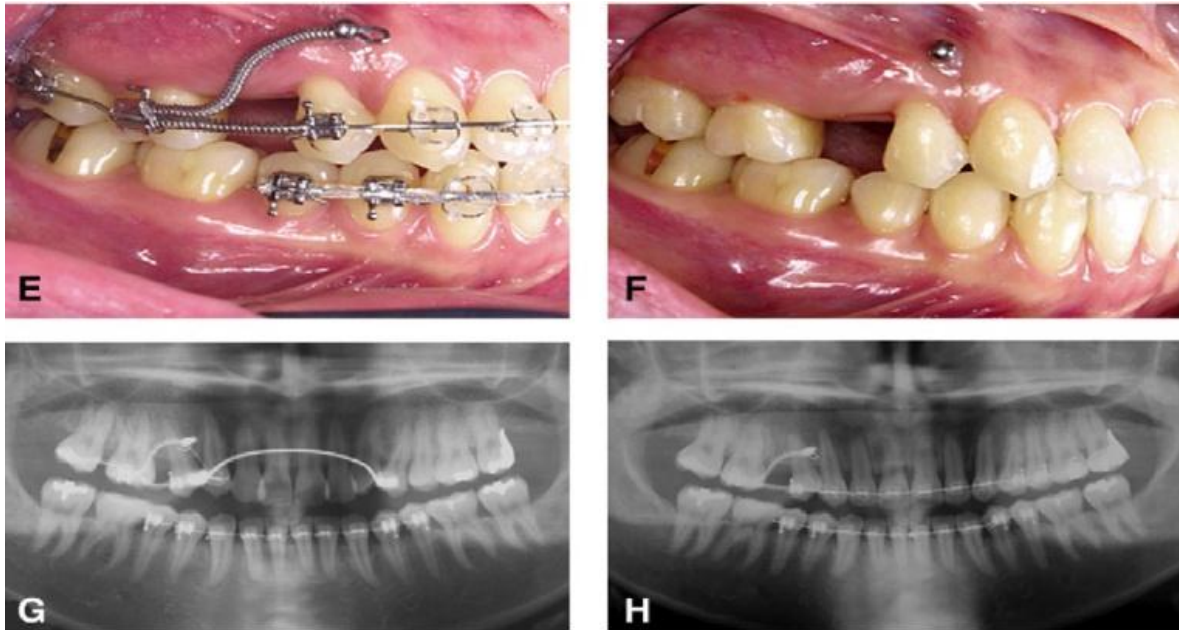


Fig4.15 : Photographies endobuccales et radiographie panoramique en cours de traitement (4)

- La totalité du matériel est retiré une fois que la classe I molaire a été récupérée (D, E, H). Un recul de la deuxième molaire a aussi été observé tandis que la distalisation de la canine a été contrôlée grâce à la ligature de la dent avec la mini-vis assurant ainsi un ancrage indirect. (23)
- Le recul des molaires a été réalisé à l'aide d'arc sectionnels puis continus associés à des ressorts ouverts. (Fig. 4.15 E).
- Afin d'améliorer encore l'ancrage, un arc transpalatin a été positionné entre les deux premières prémolaires controlatérales. (Fig. 4.15)



Fig 4.16: Photographies occlusales maxillaires au cours du traitement : un arc transpalatin permet de renforcer l'ancrage lors du recul molaire asymétrique

- Les photos et les radiographies de fin de traitement mettent en évidence le recul des molaires et la création d'un espace suffisant pour remplacer la prémolaire absente par un implant et une couronne. Les classes I canines et molaires ont été rétablies du côté droit, et les lignes des milieux coïncident. (24)

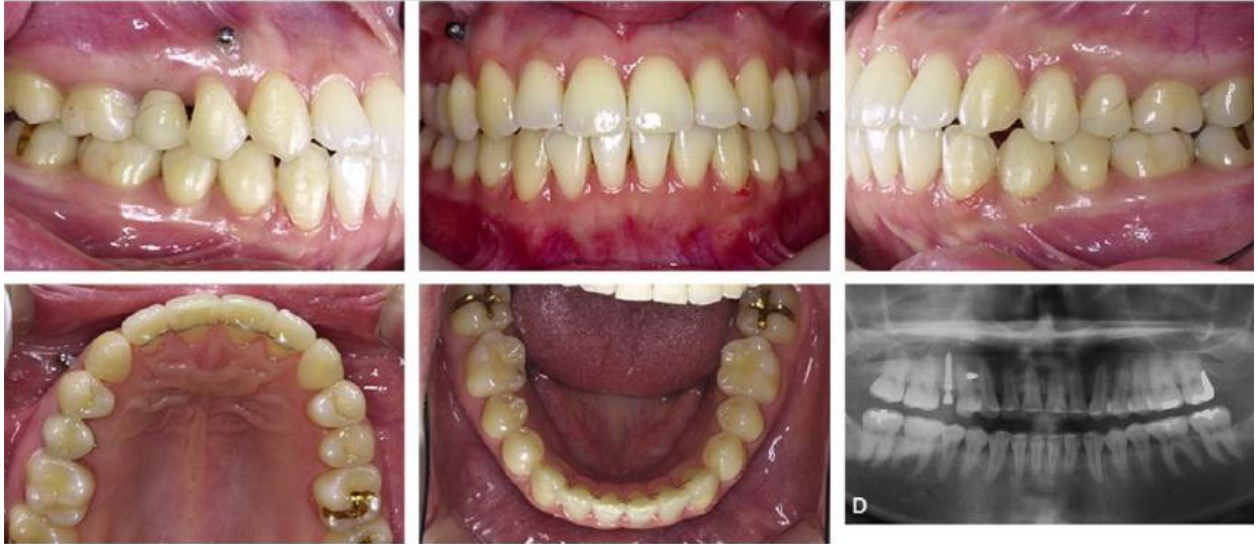


Fig4.17 Photographies endobuccales et radiographie panoramique en fin de traitement

Conclusion

Le but de ce travail était de faire le point sur les travaux actuels concernant les systèmes d'ancrage et leurs indications et utilisations.

Dans la majeure partie des cas, l'ancrage biologique est insuffisant. Les orthodontistes trouvent diverses solutions afin de renforcer cet ancrage. Ils augmentent le nombre de dents dans leurs unités dentaires d'ancrage, ils placent les dents d'ancrage dans une position telle qu'elles résistent le mieux possible aux forces qui tendent à les déplacer ou ils utilisent des dispositifs extra-oraux.

Néanmoins, l'ancrage orthodontique traditionnel a des limites. Dans certains cas complexes, l'ancrage est irréalisable par l'absence de piliers dentaires d'ancrage. Dans d'autres cas, la perte de dents et/ou un parodontal affaibli réduisent les possibilités de l'ancrage. Pour finir, certains dispositifs sont encombrants, inconfortables et inesthétiques, donc refusés.

Aujourd'hui, l'avancée technologique permet d'accroître le champ d'application de l'orthodontie avec l'apparition des nouvelles perspectives thérapeutique qui constituent une véritable révolution pour l'orthodontie, il s'agit des dispositifs d'ancrage squelettique : les mini-vis et les mini-plaques.

Ces dernières permettent un ancrage absolu avec un contrôle mécanique plus fiable, une réduction de la durée de traitement et une limitation d'apparition de mouvements parasites.

Par rapport aux mini-vis, les mini-plaques squelettiques présentent moins de risque d'interférence avec les racines des dents à déplacer par leur fixation à distance de l'arcade dentaire. Elles semblent offrir un ancrage plus fiable que les mini-vis quand des forces élevées discontinues sont utilisées, dans les cas de fort décalage squelettique tel que des forces orthopédiques. La pose des plaques est plus longue et plus invasive que celle des mini-vis et nécessite les compétences d'un chirurgien pour réaliser un lambeau. Elles sont plus inconfortables et présentent des suites post-opératoires non négligeables pour le patient. Ainsi, on réservera l'indication des mini-plaques squelettiques pour des cas orthodontiques difficiles avec des dysmorphies importantes : les cas chirurgico-orthodontiques et orthopédiques.

Le système Bollard semble constituer une avancée technologique intéressante promis 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.

Avec Baron nous pouvons conclure que : ces ancrages sont un bond en avant technique et conceptuel considérable mais il faut du temps pour que les travaux scientifiques soient publiés et fassent autorité et que ces ancrages soient parfaitement compris et acceptés par les praticiens pour une plus large application.

- **Résumé :**

L'ancrage en orthodontie désigne l'action de renforcer la résistance naturelle des dents à une force. Il existe deux catégories d'ancrage : conventionnel et squelettique. L'ancrage conventionnel se diversifie en deux types d'ancrage : passif constitué par la dent elle-même et actif produit par les différents dispositifs orthodontiques pour éviter le déplacement des dents d'appuis. Parmi ces dispositifs on trouve : l'arc transpalatin, quad'helix, l'arc lingual... cependant ces dispositifs ont certaines limites quand on est dans le cas de nombre de dent insuffisant, de parodonte affaibli et surtout d'un patient non coopérer. L'ancrage squelettique dépasse ces limites en offrant un ancrage absolu indépendant des dents, ce qui permet d'agrandir les possibilités thérapeutiques et le champ d'application de l'orthodontie.

- **Summary :**

Orthodontic anchorage refers to the action of strengthening the natural resistance of teeth to a force. There are two categories of anchoring: conventional and skeletal. Conventional anchoring is diversified into two types of anchorage: passive constituted by the tooth itself and active produced by the different orthodontic devices to prevent the movement of the supporting teeth. Among these devices we find: transpalatal arc, quad'helix, lingual arc ... however these devices have certain limits when one is in the case of insufficient number of tooth, weakened periodontium and especially of a non-cooperating patient. The skeletal anchorage exceeds these limits by providing an absolute independent anchorage of the teeth, which allows to enlarge the therapeutic possibilities and the field of application of orthodontics.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BASSIGNY F. Daniel Chillés. Jean Gabriel Chillés (All), nouvelle conception de l'ancrage en orthodontie ; édition CDP ; France 2013
2. Ann-Dorothee Mougin: implant dentaire et ancrage orthodontique ; 1^{er} avril 2003
3. Esequiel Eduardo Rodriguez ; 1,001 Tips'for Orthodontics and its Secrets ; AMOLCA ; 2007
4. Martyn Cobourne, Handbook of Orthodontics 2nd Edition, Elsevier, 2010
5. PHILIPPE J., L'orthodontie de l'adulte, SID, 1989
6. A.G. Crismani, T. Bernhart, H.-P. Bantleon, J.B. Cope implants palatins orthosystem de straumanns. Elsevier SAS. 2005
7. Marie-José Boileau, ORTHODONTIE DE L'ENFANT ET DU JEUNE ADULTE -TOME 2, Édition MASSON, 2012
8. Philippe DE SABOULIN BOLLENA: contribution à l'étude du taux d'échecs mini-vis d'ancrage orthodontique et recherche des facteurs de risque : analyse clinique rétrospective ; le 07 octobre 2014
9. Mithridade Davarpanah et Philippe Rajzbaum. Manuel d'implantologie clinique ; CdP, 2012
10. BASSIGNY F., Manuel d'orthopédie dento-faciale, MASSON, 2^{ème} édition, Paris, 1991
11. LEJOYEUX E. et Françoise FLAGEUL F., Orthopédie dento-faciale Une approche bioprogressive, QUINTESSENCE INTERNATIONAL, 1998
12. M. BERT, Les implants dentaires, CDP, 1998
13. LANGLADE M., Thérapeutique orthodontique, MALOINE, 1986
14. Lisiane MEIRA PALAGI, L'utilisation de micro-vis pour le renforcement d'ancrage en orthodontie, Revue d'Odonto Stomatologie 2006
15. Jacques Faure, Biomécanique orthodontique, EDP SANTÉ, 2011
16. Massif L., Frappier L., Utilisation Clinique des minivis en orthodontie, EMC Odontol/ODF, 23-492-A-17, 2006
17. CONSTANCE PUJO: les ancrages vissés en orthodontie : présentation et revue de la littérature. le 10 décembre 2013
18. M. DAVARPANA et S. SZMUKLER-MONCLER.. , Manuel d'implantologie clinique Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes, CDP, 2012
19. Antonio Patti, Traitement des classes II de la prévention à la chirurgie, Quintessence international, 2010
20. ATTIA Y., Edgewise, Encycl. Med. Chir., Stomatologie II, 1985
21. Pierre Canal, Laurent Delsol, Orthodontie linguale, Masson, 2016
22. CHÂTEAU M., Orthopédie-dento-faciale, Tome II, CDP, 1993
23. LAROUSSE Le petit Larousse illustré. Paris: Larousse, 2001
24. Sylvain Chamberland ; Contrôle de l'ancrage dans les 3 sens de l'espace ; sylvainchamberland.com ; Lien : <http://goo.gl/QXXDTQ>

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : 3ème principe de Newton	8
Figure 2 : Valeurs guides d'ancrage.....	7
Figure 3 : surfaces radiculaires moyennes selon Freeman.....	21
Figure 4 : couloir dentaire de Château.....	21
Figure 2.4 : Arc de Nance.....	13
Figure 2.5 Arc lingua I pour mesialage de 47 à la palce de 46.....	13
Figure 2.6 : Arc lingual pour distalage de la 33.....	13
Figure 2.7 : Canine classe I et Molaire classe II therapeutique.....	13
Figure 2.8 Typologie hyperdivergnète.....	5
Figure 2.9 Typologie hypodivergnète.....	5
Figure 2.10 : Repartition des espaces. Ressort ouvert 42 ;44. Ressort fermé inter-incisifs.....	5
Figure 2.11 Quad-Hélix.....	12
Figure 2.12 Situation de « relation en escalier » associée aux forces extra-orales (FEO).....	6
Figure 2.13 Distalisation molaire unilatérale dans un cas de classe II, subdivision gauche.....	6
Figure 2.14 Arc de Nance	6
Figure 2.15 BARRE PALATINE DE GOSHGARIAN.....	6
Figure 2.16 lip bumper.....	12
Figure 2.17 Arc lingua.....	17
Figure 2.18 Pendulum.....	5
Figure 2.19 .Implants standard exploités en orthodontie chez un patient partiellement édenté.....	12
Figure 2.20 élastiques de CL II.....	9
Figure 2.21 élastiques CL III.....	9
Figure 2. 22 Élastique croisé	9
Figure 2. 23 Propulseurs rigides de Herbst	3
Figure 2. 24 Masque de Delaire	13
Figure 2. 25 :Masque de Delaire. A et B. À	3
Figure 2. 26 :Masque de Delaire. C et D. À tige médiane	9
Figure 2. .27 : Fronde à traction basse	11
Figure 2. 28 : Fronde à traction oblique	11
Figure 2. 29 : Fronde à traction verticale	11

Figure 3.1 : Ajustement de l'arc transpalatin en technique standard	21
Figure 3.2 : Ajustement intrabuccal du petit connecteur et de l'arc transpalatin	21
Figure 3.3.implant palatin	17
Figure 3.5. Ancrage direct montrant : au maxillaire supérieur.....	5
Figure 3.6. Ancrage indirect montrant : au maxillaire supérieur.....	5
Figure 3.7. Mini-plaques d'ancrage en titane	21
Figure 3.8. Recul en masse des dents cuspidées par accrochage	5
Figure 3.9. ancrage Bollard	5
Figure 4.1. Charge indirecte d'un implant palatin	23
Figure 4.2 Chargement indirect d'un implant palatin	23
Figure 4.3 Chargement direct de l'implant palatin pour corriger une occlusion inversée unilatérale.....	23
Figure 4.4 a13 Séquences de cas cliniques	5
Figure 4.15 : Photographies endobuccales et radiographie panoramique en cours de traitement	4
Figure 4.16: Photographies occlusales maxillaires au cours du traitement	23
Figure 4.17 Photographies endobuccales et radiographie panoramique en fin de traitement	24

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : : Trinôme de De Nevrézé	#11
Annexe 2 : volumes radiculaires et coefficients d'ancrage selon Nabbout, Faure et Baron(22).....	#22
Annexe 3 : Sites d'insertion maxillaires des implants limités à la durée du traitement orthodontique.....	#22
Annexe 4 :.Sites d'insertion mandibulaires des implants limités à la durée du traitement orthodontique....	#22

