

## LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Coupe longitudinale d'une dent permanente dans son alvéole.....	5
Figure 2:	Gencive saine .....	7
Figure 3:	La plaque de Bourdet , plus étendue et plus stable .....	12
Figure 4:	Les ceintures à vis (non scellées) de Farrar qui enserrant une, deux ou trois dents. ....	12
Figure 5:	Coupe d'une mandibule par Hunter .....	13
Figure 6:	Appareil de Fox pour traiter la linguoclusion des incisives maxillaires, l'occlusion est ouverte par deux petits carrés d'ivoire. ....	14
Figure 7:	La bague incisive Delabarre C.F.....	15
Figure 8 :	Plaque incliné de Catalan .....	15
Figure 9:	Plaque amovible en ivoire d'hippopotame destinée à vestibuler les incisives par l'action d'éléments en bois d'hickory .....	17
Figure 10:	L' arc d'expansion d'Angle .....	18
Figure 11:	Magitot : l'effet d'un appareil à doubles bandeaux, muni de bois d'hickory .....	18
Figure 12:	Premier appareil à force extra-buccale .....	19
Figure 13:	Appareil de Coffin .....	20
Figure 14:	L'appareil de Gaillard, à capsule ajourées.....	20
Figure 15:	Monobloc de Robin et l'appareil de mastication. ....	21

Figure 16: Le bracket du Ribbon-Arch permettant d'exercer un couple de force dans le plan vestibulo-lingual .....	24
Figure 17: La modification du bracket Edgewise par Steiner.....	24
Figure 18: Brackets auto-ligaturants passifs ouverts de DENTAURUM* .....	25
Figure 19: Schéma général du remaniement osseux au cours de la migration physiologique des dents. ....	31
Figure 20: Les brackets en technique vestibulaire .....	40
Figure 21: Les fils en orthodontie .....	53
Figure 22: Phase D'alignement .....	59
Figure 23: Traits d'incision verticale et oblique .....	80
Figure 24 : Matériels pour la distraction .....	81
Figure 25 : Photographie de la corticotomie sur une surface vestibulaire alvéolaire sur le côté expérimental. ....	83
Figure 26 : Schéma de l'appareil orthodontique.....	84

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE .....</b>	<b>4</b>
<b>I. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES DE L'ORGANE</b>	
<b>DENTAIRE.....</b>	<b>5</b>
➤ L'odonte.....	5
➤ Le parodonte .....	6
I.1. La gencive.....	6
I.2. Le cément.....	7
I.3. Le desmodonte.....	8
I.4. L'os alvéolaire .....	9
<b>II. HISTOIRE DE L'ORTHODONTIE DU Xème SIECLE av. JC A</b>	
<b>NOS JOURS.....</b>	<b>10</b>
II.1. Du Vème au XVIIIème siècle après J.C .....	10
II.2. Naissance de l'orthodontie moderne (Du XIXème siècle à nos jours) ....	14
<b>DEUXIEME PARTIE.....</b>	<b>26</b>
<b>III. DEPLACEMENT DENTAIRE PROVOQUE.....</b>	<b>27</b>
III.1. Notion de force optimale.....	29
III.2. Les effets biologiques du déplacement dentaire physiologique .....	30
III.2.1. La réponse cellulaire .....	33
III.2.1.1. Effets biologiques à court terme .....	34
III.2.1.2. Effets biologiques à long terme .....	35

III.3. La réponse physique.....	36
III.3.1. Effets mécaniques immédiats .....	36
III.3.2. L'inflammation .....	37
III.4. Les facteurs influençant la vitesse de déplacement dentaire provoqué.....	38
III.4.1. Les facteurs liés au patient.....	38
III.4.1.1. Les facteurs anatomiques.....	38
III.4.1.1.1 La densité osseuse .....	38
III.4.1.1.2. Anatomie de la morphologie radiculaire .....	38
III.4.1.2. L'âge .....	38
III.4.1.3. Les rapports occlusaux.....	39
III.4.2. Les facteurs extrinsèques .....	39
III.4.2.1. Les facteurs mécaniques .....	39
1. La technique vestibulaire.....	40
2. La technique linguale .....	41
3. Les fils orthodontiques .....	52
4. Application clinique optimale des fils orthodontiques.....	58
A. Phase initiale: alignement, nivellement (Figure 22) .....	59
B. Phase de correction de la denture.....	61
B.1. Correction intra-arcade : glissement.....	61
a) Phase de recul prémolaire et canins .....	61
b) phase de rétraction incisive .....	61
B.2. Correction inter-arcade : correction des décalages et stabilisation .....	62

B.3. Phase de finition : phase de rétablissement de la proprioception .....	63
III.4.2.2. Les facteurs médicamenteux.....	64
III.4.2.2.1. Le nitrate d'oxyde.....	64
III.4.2.2.2. Effets des AINS et des antalgiques pures.....	64
III.4.2.2.3 Facteurs alimentaires et hormonaux intervenant dans le contrôle physiologique du tissu osseux .....	66
III.4.2.2.3.1. Les apports alimentaires .....	66
III.4.2.2.3.2 Les facteurs hormonaux .....	67
<b>TROISIEME PARTIE.....</b>	<b>69</b>
<b>IV. COMMENT ACCELERER LE DEPLACEMENT DENTAIRE PROVOQUE ? .....</b>	<b>70</b>
IV.1. Les moyens non chirurgicaux .....	70
IV.1.1. Thérapie au laser à faible énergie .....	70
IV.1.2. Courant électrique.....	70
IV.1.3. Champ électromagnétique pulsé.....	71
IV.2. Techniques chirurgicales .....	72
IV.2.1. Fibrotomie supracrestale.....	72
IV.2.2. Les distractions dento-alvéolaires.....	72
IV.2.3. Les distractions ligamentaires.....	80
IV.2.4. La piézocision .....	81
IV.2.5. Les corticotomies alvéolaires .....	82
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>85</b>

**BIBLIOGRAPHIE ..... 85**

# **INTRODUCTION**

Selon *le Larousse* le *déplacement* est "l'action d'aller d'une place à une autre".

*Au niveau dentaire* il peut être spontané ou provoqué par les forces orthodontiques.

Le déplacement dentaire est la résultante de deux composantes:

- une composante biologique faisant intervenir la dent et son parodonte;
- une composante mécanique: les systèmes qui permettent d'appliquer les forces.

Ces systèmes cherchent à obtenir une force optimale, c'est-à-dire une force permettant un déplacement le plus rapide possible sans lésion de la dent.

Afin d'obtenir une occlusion équilibrée et fonctionnelle, l'orthodontie utilise des forces mécaniques agissant directement sur les dents et indirectement sur le parodonte. Ces forces permettent ainsi un déplacement des dents dans leurs structures de soutien grâce à des réactions cellulaires qui provoquent un remaniement desmodontal et un remodelage osseux.

Le traitement orthodontique consiste à appliquer des forces dont l'intensité, la direction et la fréquence diffèrent des contraintes « physiologiques » liées à la mastication, la déglutition et aux conditions de migration physiologique spontanée. Ce traitement va viser à instaurer un nouvel équilibre biologique grâce à la réorganisation complète des tissus de soutien de la dent. Or, les objectifs de toute thérapeutique doivent *rester dans les limites physiologiques*.

Le déplacement dentaire est fonction des conditions anatomiques et physiologiques, mais aussi de la qualité et de la quantité de force appliquée. La connaissance des conséquences tissulaires permet de mieux maîtriser le phénomène, de respecter l'intégrité vitale de la dent, de son périodonte et de mettre la dent en position stable.

L'optimisation du déplacement orthodontique permet d'améliorer l'efficacité du traitement en ayant le maximum de déplacement en un minimum de temps.

Cela dans le but de diminuer au maximum toute lésion dentaire et/ou tissulaire et de limiter les effets parasites des appareils.

La durée moyenne d'un traitement orthodontique est de deux ans, période durant laquelle le risque carieux est plus élevé et les problèmes parodontaux plus fréquents si des précautions particulières ne sont pas prises. La durée de traitement relativement longue peut constituer un frein chez l'adulte qui vit son traitement contrairement à l'enfant qui lui, le subit.

Le but de ce travail est de répertorier les moyens et techniques mis en jeu pour accélérer le déplacement dentaire au cours du traitement orthodontique afin de mieux répondre aux requêtes de nos patients.

Ce travail est divisé en trois parties :

Dans la première partie nous faisons des rappels sur l'organe dentaire et l'évolution de l'orthodontie

La deuxième partie est consacrée au déplacement dentaire provoquée

Dans la troisième partie nous passons en revue les différents moyens et méthodes pour accélérer le déplacement dentaire.

**PREMIERE PARTIE**

**RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES DE**

**L'ORGANE DENTAIRE ET HISTOIRE DE**

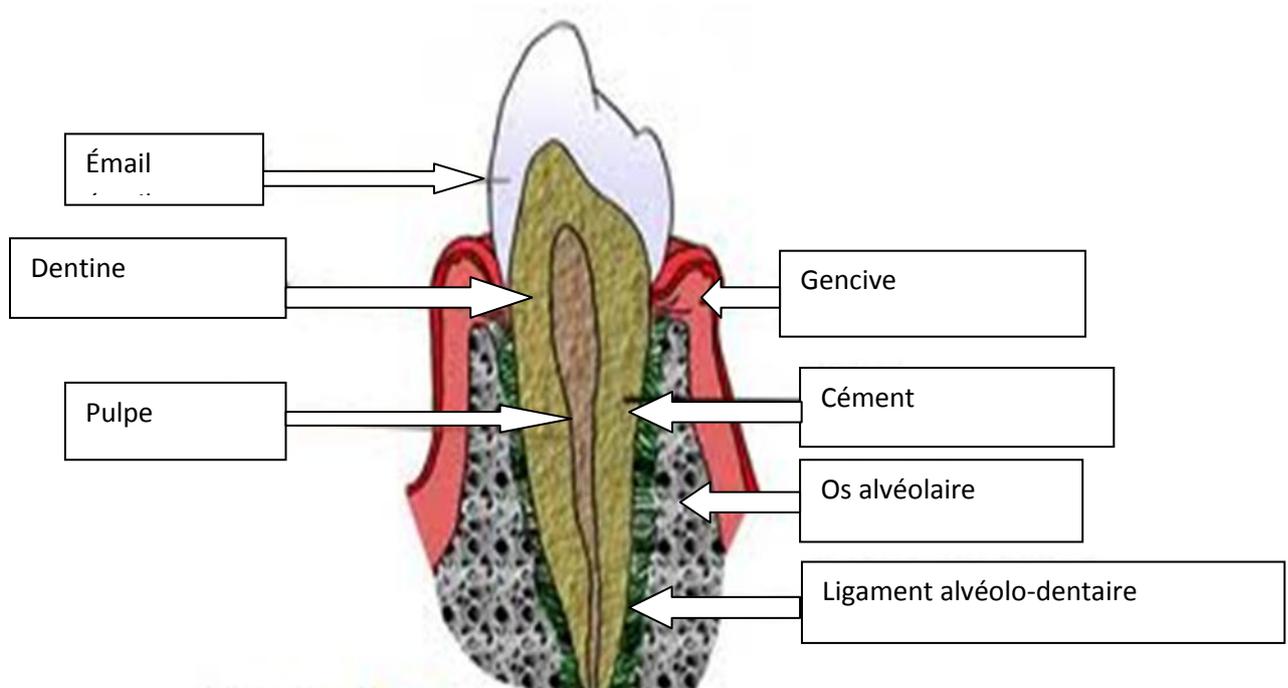
**L'ORTHODONTIE**

## I. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES DE L'ORGANE DENTAIRE

L'organe dentaire est le seul tissu minéralisé de l'organisme à présenter un ancrage osseux et une accessibilité orale. Il est constitué de l'odonte et du parodonte.

### ➤ L'odonte

L'odonte est aussi appelée « la dent », elle est constituée par l'émail, la dentine et la pulpe (**Figure 1**).



**Figure 1:** Coupe longitudinale d'une dent permanente dans son alvéole

## ➤ Le parodonte

Le parodonte est l'ensemble des tissus de soutien de la dent. Il comprend la gencive, le cément, le desmodonte et l'os alvéolaire (**Figure 1**). Au cours du déplacement provoqué de la dent c'est ce parodonte qui est sollicité. En effet c'est au niveau du parodonte que se produisent tous les phénomènes qui autorisent le déplacement dentaire, notamment au niveau du desmodonte et de l'os alvéolaire. Par conséquent aucun mouvement dentaire n'est possible en l'absence d'os et de ligament alvéolo-dentaire.

### I.1. La gencive

La gencive désigne l'ensemble des tissus épithéliaux et conjonctifs qui protègent l'os alvéolaire.

C'est un épithélium pavimenteux, stratifié plus ou moins kératinisé.

On distingue trois zones :

- La gencive libre ou marginale.
- La gencive interdentaire ou papillaire.
- La gencive attachée.
  - *La gencive libre ou gencive marginale* est une bande étroite qui suit le collet des dents et délimite le sillon gingivo-dentaire au fond duquel se situe l'attache épithéliale.
  - *La gencive interdentaire ou papillaire* est le prolongement de la gencive libre entre deux dents adjacentes.
  - *La gencive attachée* est située entre la gencive marginale et la muqueuse buccale. Cette région de la gencive adhère fortement à l'os alvéolaire sous-jacent par l'intermédiaire des fibres collagènes du tissu conjonctif.

De par sa fonction, sa structure et sa physiologie, cette fibromuqueuse présente à l'état sain des caractéristiques précises qui définissent la normalité. Pour ces caractéristiques nous avons :

- La couleur qui est rose, mais cette couleur peut varier selon la race du sujet.

- La texture en « peau d'orange » traduit la présence de faisceaux collagéniques qui ancrent solidement les tissus superficiels au périoste ou au ciment sous-jacent.

- La forme : le bord gingival est toujours mince, épousant parfaitement le collet anatomique des dents [87].

La gencive renseigne sur l'état de santé des tissus sous-jacents à savoir l'os alvéolaire et le desmodonte (**Figure 2**).

La gencive joue un rôle déflecteur lors de la mastication des aliments.



**Figure 2:** *Gencive saine*

## **I.2. Le ciment**

Il est constitué d'un tissu minéralisé, et calcifié qui recouvre la surface radiculaire (**Figure 1**). C'est le plus mou des tissus de la dent.

Il n'est ni vascularisé, ni innervé, il ne subit pas de résorption physiologique ni de remodelage mais il est caractérisé par une apposition progressive tout au long de la vie.

Il existe deux types de ciment : le ciment acellulaire (fibrillaire) et le ciment cellulaire (contenant des cémentocytes).

Le ciment situé au niveau des deux tiers cervical de la racine est un tissu mince acellulaire laminé fixé par les cémentoblastes, qui ne sont pas incrustés dans le tissu lors de l'apposition de couches supplémentaires.

Le ciment du tiers apical de la racine a un caractère cellulaire et est largement comparable à l'os dans sa structure générale [65]. Dans ce ciment viennent s'insérer les fibres de SHARPEY qui lient la dent à l'os alvéolaire. Ce ciment est doté de pouvoir de réparation, de régénération et d'apposition.

### **I.3. Le desmodonte**

Le desmodonte occupe l'espace entre l'os alvéolaire et la racine (**Figure 1**). Il comporte essentiellement les fibres d'attache ostéodentaires ou ligament. Ces fibres de collagène sont entrecroisées, elles s'entrelacent, et se présentent groupées en faisceaux qui suspendent la dent dans son alvéole. [37]

Le desmodonte joue un rôle :

- ❖ **mécanique** à cause des fibres de collagène qui ne sont pas élastiques ; il permet de garder l'espace desmodontal invariable (35).

- ❖ **de formation** : par sa constitution cellulaire (cémentoblastes, ostéoblastes, ostéoclastes, fibroblastes, histiocytes et macrophages) nous avons la formation des précémentium par les cémentoblastes qui sont des cellules mésenchymateuses hautement spécialisées ; la substance pré-osseuse par les ostéoblastes, les pré-collagènes par les fibroblastes qui donnent à leur tour les fibres de collagène. Les ostéoclastes sécrètent des substances protéolytiques qui libèrent des déchets minéraux évacués par les macrophages dans le sang. (35)

❖ **nutritif** : Le système artério-veineux issu des artères alvéolaires, pulpaire et gingivale assure la nutrition du tissu conjonctif desmodontal et des tissus minéralisés qui le bordent.

❖ **sensoriel** : L'innervation du ligament alvéolo-dentaire est sensitive et proprioceptive. Cette innervation proprioceptive fournit au système nerveux central toute information sur les positions et les mouvements des dents. Ce système joue un rôle de veille et de surveillance pour la dent et pour le tissu de soutien en cas de surcharge occlusale.

#### **I.4. L'os alvéolaire**

Les dents sont implantées dans l'os alvéolaire (**Figure 1**) qui est en continuité avec l'os basal maxillaire et mandibulaire. L'os alvéolaire naît et meurt avec les dents. On lui distingue :

- Une paroi interne ou lamina dura où s'insèrent les fibres de Sharpey en provenance du cément.
- Une corticale externe
- Un tissu spongieux situé entre les deux corticales plus ou moins abondant suivant la région.

Intimement lié à la dent, il est l'objet de remaniement constant.

Entre ces deux corticales se trouvent des travées osseuses, formant l'os trabéculaire ou os spongieux, délimitant des espaces médullaires. [35]

Cet os voit s'ancrer profondément les fibres du desmodonte face à l'espace desmodontique [37].

## **II. HISTOIRE DE L'ORTHODONTIE DU X<sup>ème</sup> SIECLE av. JC A NOS JOURS**

Le premier objectif de l'orthodontiste est l'amélioration du sourire en rétablissant un alignement et une bonne occlusion dentaire reposant sur une connaissance scientifique [110].

**ABU AL KASIM IBN ABBAS AZ-ZAHRAWI (ABULCASIS)**, médecin à Cordoue, est le premier orthodontiste de l'histoire, il traitait déjà au **X<sup>ème</sup>** siècle (av J.C) l'encombrement des dents par limage ou par extraction : il provoquait le déplacement des dents simplement en appuyant dessus avec les doigts. Le patient, instruit de la direction à donner à la force, procédait à son propre traitement, sur les conseils du praticien.

La première anomalie orthodontique a été décrite par **HIPPOCRATES** au **V<sup>ème</sup>** siècle (avant J.C) [116]. **HIPPOCRATES** fut le premier à apporter une rupture entre la médecine, le fanatisme et la religion. Et avec ses rapports d'observations critiques et de ses expériences, il établit une médecine traditionnelle basée sur la raison [72].

### **II.1. Du V<sup>ème</sup> au XVIII<sup>ème</sup> siècle après J.C**

Les progrès au moyen âge étaient presque insignifiants.

**PAULUS AEGINATA** au **VII<sup>ème</sup>** siècle rapporte que : quand on a des malpositions dentaires sur l'arcade causées par des dents surnuméraires, elles doivent être corrigées par résection de chaque dent ou extraction tout simplement [72].

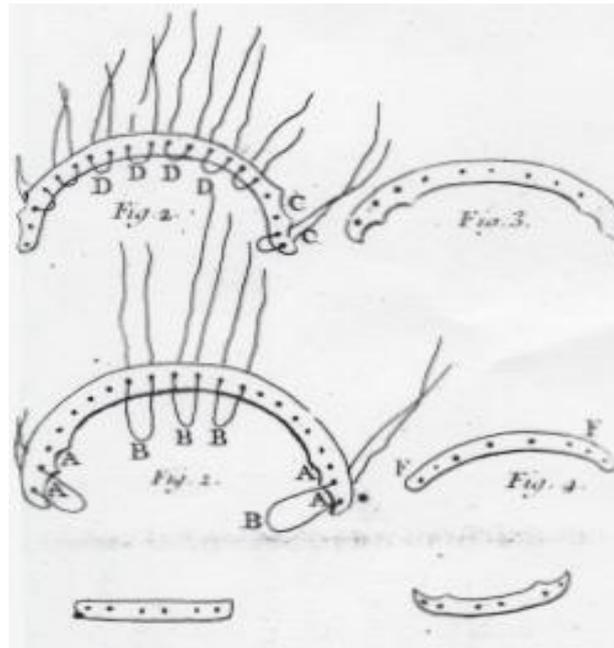
A partir du **XVI<sup>ème</sup>** siècle les études dentaires ont connu une évolution en France. En effet, les premiers étudiants sont admis à l'université dès 1580. La première mention de praticiens composée exclusivement de dentistes est formée par **PIERRE DIONIS** en 1686. IL les appela « les opérateurs de la dent ».

Les malocclusions étaient appelées les « irrégularités » des dents et leur correction « régulation ».

En 1743 **BUNON** explique l'origine des malpositions par le manque de place sur l'arcade. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui la dysharmonie Dento-maxillaire (DDM), il prévenait et traitait la DDM par l'extraction dentaire.

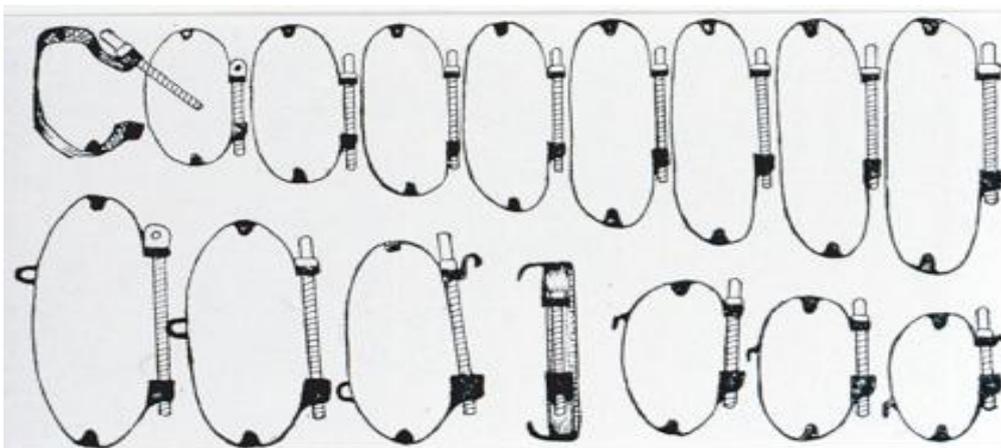
L'idée du « mainteneur d'espace » vient d'**AUZEBI** en 1771 qui attachait un morceau d'ivoire entre deux dents pour préserver la place dévolue à la dent permanente à venir [80].

**PIERRE FAUCHARD** est le premier à sortir la dentisterie de l'empirisme et de lui donner un fondement scientifique. En 1728, il décrit le bandeau et l'arc d'expansion, mais n'est probablement pas le premier à les utiliser ; il pensait déjà que la traction dentaire pouvait être exercée avec un fil commun en soie nouée sur les dents qui se gonflait et raccourcissait avec l'humidité orale, en alternative le point de traction pouvait être une "bandelette" de lame en or, du bois, de l'ivoire ou de l'os. Le premier à recommander les extractions en série et l'extraction des prémolaires est **BOURDET** (1757). C'est le premier également à appliquer l'orthodontie en lingual en réalisant l'expansion de l'arc en lingual (**Figure 3**) [117]. En 1757, il améliore la lame métallique vestibulaire de **FAUCHARD** et la perfore de petits trous pour passer du fil réalisant ainsi les premières ligatures d'un "arc" vers les dents.



**Figure 3:** *La plaque de Bourdet (1757), plus étendue et plus stable [83].*

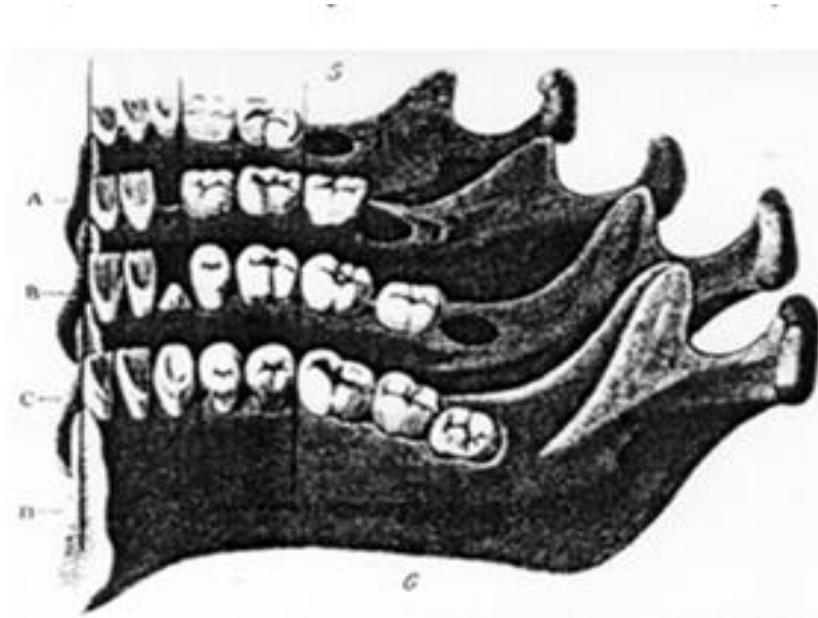
Les premiers appareils n'étaient pas fixés puisqu'il n'y avait pas de ciment de scellement. Ils n'étaient pas non plus amovibles, puisque le patient ne pouvait pas les enlever, ils étaient ligaturés (**Figure 4**) [72].



**Figure 4:** *Les ceintures à vis (non scellées) de Farrar (1888) qui ensèrent une, deux ou trois dents. [72].*

Le mode de croissance des maxillaires a été démontré par **JOHN HUNTER** en 1771, qui explique que ceux-ci se développent vers l'arrière (**Figure 5**). Le segment antérieur ne s'agrandit pas quand apparaissent les dents qui deviennent

plus volumineuses lors de la seconde dentition, et cela justifie les extractions fréquentes [79].



**Figure 5:** *Coupe d'une mandibule par Hunter [79].*

**JOHN GREENWOOD** (1760-1819) fut un grand défenseur de la sauvegarde des dents de lait jusqu'à leur exfoliation. [79, 80,81].

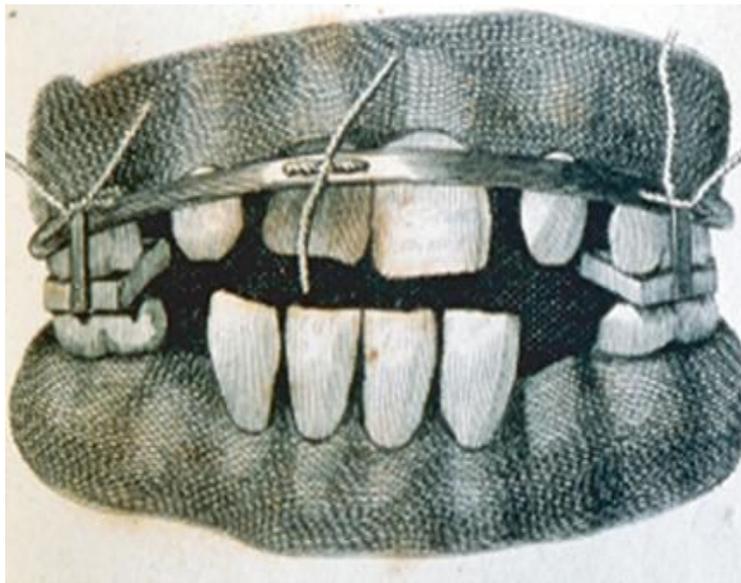
En 1798 **ROBERT BLAKE** trouve que la mandibule présente une croissance au niveau de la zone extérieure.

**JOHN HUNTER** explique la structure, le rôle, la formation, la croissance et la pathologie des dents [72]. En 1778, il affirma que les malpositions dentaires étaient la conséquence de pressions mécaniques; il proposa un plan incliné en argent à appui mandibulaire pour la correction du prognathisme.

Deux camps sont nés : d'un côté ceux qui sont pour l'extraction des prémolaires à la recherche de place sur l'arcade pour aligner les dents, et de l'autre côté les « non extactionistes» qui prônaient la conservation des dents.

## II.2. Naissance de l'orthodontie moderne (Du XIX<sup>ème</sup> siècle à nos jours)

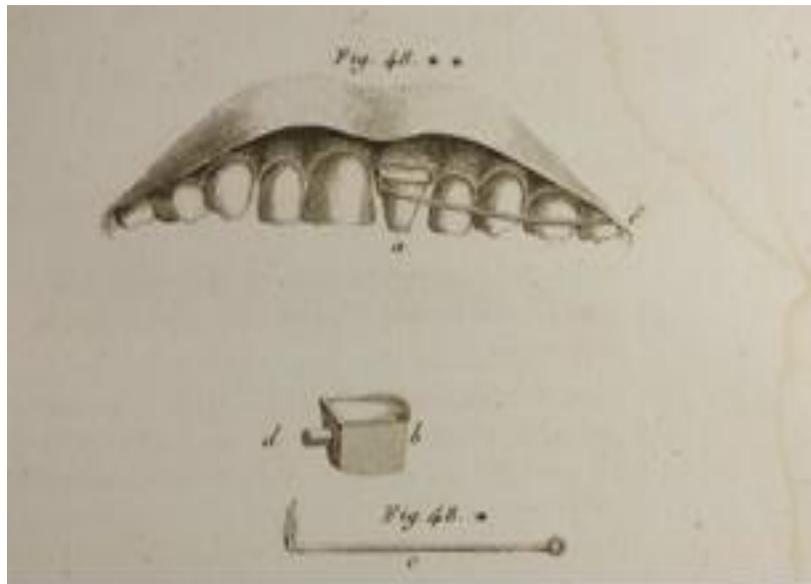
Plusieurs auteurs [81] se sont illustrés et leurs travaux ont contribué au développement de l'orthodontie parmi lesquels : **FOX**, en 1803 eut l'idée d'interposer de petits carrés d'ivoire entre les arcades pour ouvrir l'occlusion et permettre aux incisives maxillaires de passer en avant des mandibulaires (**Figure 6**).



**Figure 6:** Appareil de Fox (1803). Pour traiter la linguocclusion des incisives maxillaires, l'occlusion est ouverte par deux petits carrés d'ivoire [81].

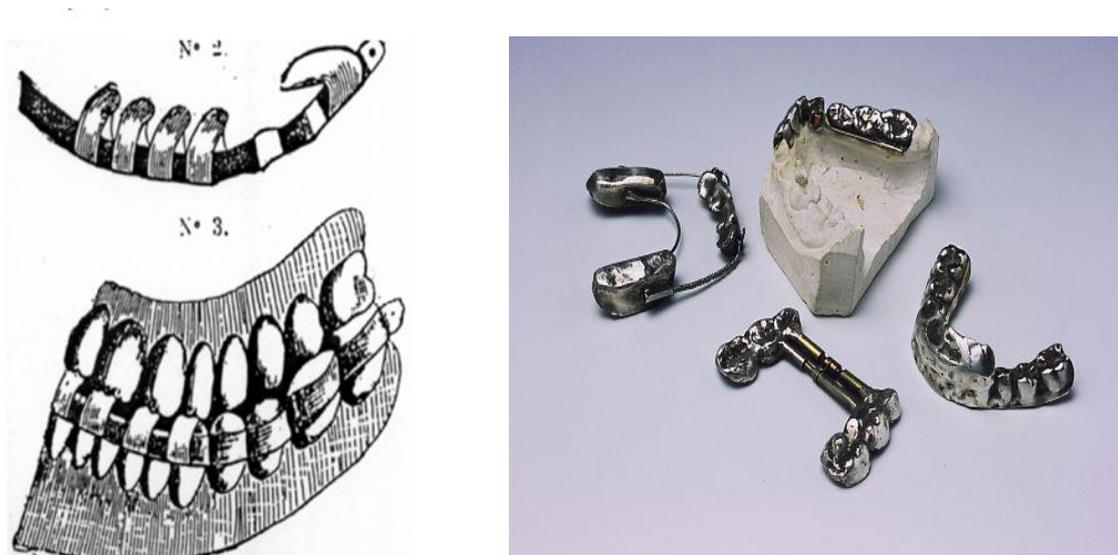
**L'orthodontie mobile** verra le jour en 1808 avec la découverte d'appareils comme « *le menton de GALOCHE* » qui est en fait un système pour vestibuler les incisives et constitue une alternative à l'or et à l'argent avec l'utilisation du maillechort et de l'acier. Le plan incliné qui permet de faire passer du bon côté les incisives maxillaires quand elles sont placées derrière les mandibulaires (occlusion inversée) est proposé en 1808 par **CATALAN**. **DELABARRE** en 1815 décrit un dispositif à coiffe et ressort pour traiter les rotations unitaires (**Figure 7**). Les premiers porte-empreintes furent inventés par **DELABARRE** en 1819. Au cours de la même année, il cherche à éviter les extractions, et précise les modalités du développement normal des arcades dentaires qui selon

lui, se fait au niveau postérieur pour la mandibule et dans le sens transversal pour le maxillaire. Il est l'inventeur de la bague incisive.



**Figure 7:** *La bague incisive Delabarre C.F. (1787-1862) [81]*

En 1826, **CATALAN** reprit l'idée de l'étagé incliné de **HUNTER**, construit en or et en platine (dispositif rigide) en le sectionnant pour plus d'élasticité et en l'ancrant à l'arcade mandibulaire (**Figure 8**).



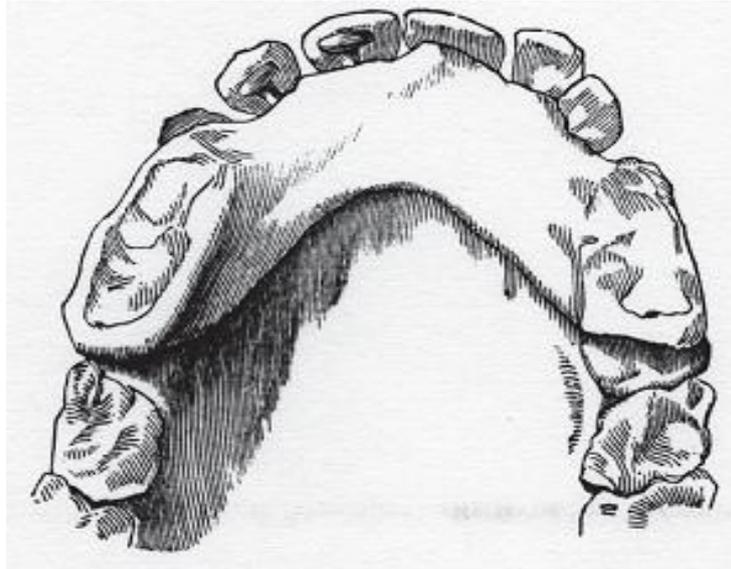
**Figure 8:** *Plaque incliné de Catalan (1808 et 1826). [73,81]*

En 1828 **MAURY** dessine la première bague incisive et met au point un procédé pour empêcher les ligatures de remonter dans la gencive, il n'a pas été suivi par ses contemporains ; mais cette pratique deviendra la base du traitement orthodontique multibague. Pour ouvrir l'occlusion antérieure, **BELL** (1829) trouve plus pratique de mettre des gouttières sur les molaires mandibulaires. **KNEISEL** en 1836 traite les inversions d'articulé des classes III avec une lame en or pour permettre le rétablissement de rapports normaux.

**Au XVIIIème** siècle la première mentonnière fut inventée pour prévenir les hémorragies post traumatiques par **CELLIER F.** précisément en 1803. L'application orthodontique fut proposée par **KNEISEL K.** (1836), qui réalisait le déplacement des incisives en palato-version avec des plans inclinés en or et un lacet occipito-mentonnier pour maintenir l'action pendant le sommeil. **BREWSTER C.S.** (1840) construisit la première lame orthodontique en vulcanite.

A partir de 1840 **MARTINIER** multiplie les modèles de plaques en vulcanite dont l'élément actif est une bande de caoutchouc élastique. **GUNNEL**, en 1841, applique une fronde mentonnière pour traiter les promandibulies. La diffusion en orthopédie des tractions intermaxillaires fut attestée par **WESTCOTT A.** (1841) qui associait l'expansion maxillaire avec la mentonnière.

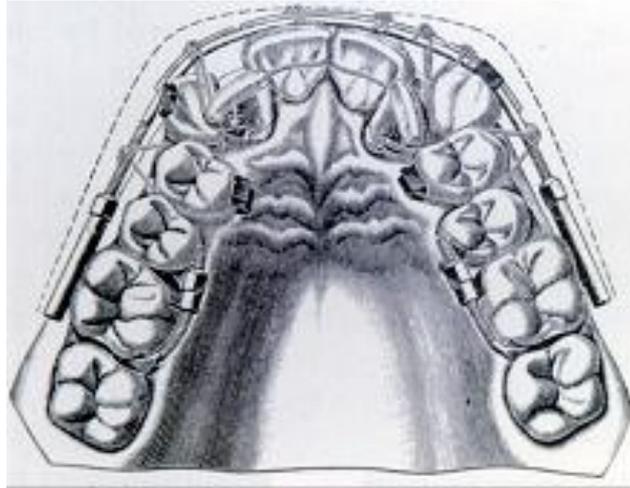
La thérapeutique par expansion sans extractions fut introduite par **LEFOULON J.P.** (1841), qui combinait un arc lingual en or (force excentrique), avec un arc vestibulaire (force concentrique), il obtenait ainsi une expansion transversale des arcades (1841). Au cours de cette même année (1841) **SCHANGE** publie le précis sur le redressement des dents, un ouvrage dans lequel il décrit toute une génération de nouveaux appareils, et il met en évidence l'effet des tissus mous. **DESIRABODE** a inventé en 1843, la bague molaire qui est encore utilisée sans ciment de scellement. En 1846 **ROBINSONEN** montre les premières plaques amovibles, sculptées en ivoire d'hippopotame (**Figure 9**).



**Figure 9:** *Plaque amovible en ivoire d'hippopotame (Robinson 1846)), destinée à vestibuler les incisives par l'action d'éléments en bois d'hickory [79,81].*

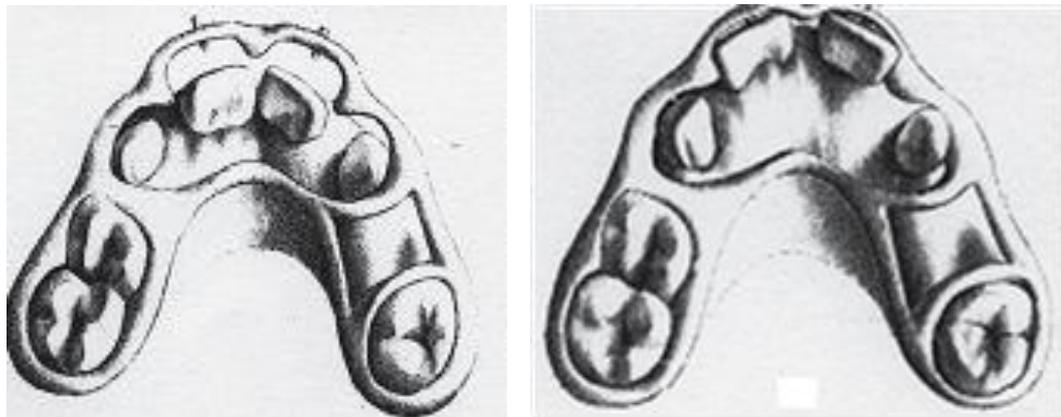
En 1842 **SCHANGE**, indique un ensemble d'astuces pour éviter le glissement des fils de ligature vers la gencive. Les premiers systèmes d'activation étaient représentés par les coins de bois, les fils mous, les vignes d'expansion en or (**JACK SCREW**)

En 1848 **DWINELLE W.E** construisit une lame sectionnée de caoutchouc vulcanisé (**JACK SCREW**), pour élargir les arcades dentaires. **DWINELLE** (1850) place une vis dans un tube taraudé qu'on peut souder à un support ou inclure dans la vulcanite. C'est avec **TURCKEY** en 1852 qu'est né l'élastique orthodontique. La première disjonction du maxillaire fut pratiquée par **ANGELL** en 1860 à l'aide d'une vis de **DWINELLE** transpalatine (**Figure 10**).



**Figure 10:** *L' arc d'expansion ( E-Arch) d'Angle (1899) [81]*

La lame de **HICKORY** (1860) est une lame en vulcanite sectionnée dans laquelle le mécanisme d'expansion était représenté par un coin de bois qui se répandait avec l'humidité orale (**Figure 11**)



**Figure 11:** *Magitot (1887) : l'effet d'un appareil à doubles bandeaux, muni de bois d'hickory [81].*

En 1866, **KINGSLEY** met au point la force extra-orale à ancrage occipital appliquée, au maxillaire. (**Figure 12**)

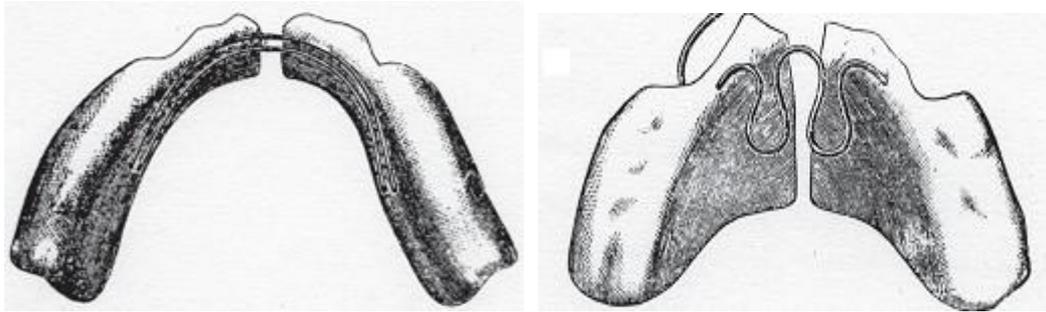


**Figure 12:** *Premier appareil à force extra-buccale (Kingsley, 1866). [81]*

**EVANS T.** décrit l'idée d'ancrage orthodontique et il attesta la diffusion vaste du caoutchouc vulcanisé. **TOMES C.** (1873) améliora l'appareil de **KNEISEL K.** en y incorporant un coussin d'air pour en réduire les embarras sur la zone d'appui cutanée. Au milieu du siècle, **MAGITOT**, en 1877, a décrit et classé les anomalies du système dentaire, y compris celles qui intéressent l'orthodontiste.

Le dispositif le plus célèbre pour l'expansion maxillaire dento-alvéolaire fut la lame de **COFFIN W. H.** (1881), qui se servait d'un ressort en W obtenu par des cordes harmoniques en acier de piano (**Figure 13**).

Les appareils dits *écarteurs* se multiplient, actionnés soit par un ressort, soit par un vérin. [81].



**Figure 13:** *Appareil de Coffin (1881)* [81]

**GAILLARD** (1881) dont l'appareil, resté dans la lignée de la plaque de **BOURDET**, a obtenu en France un succès (**Figure 14**).



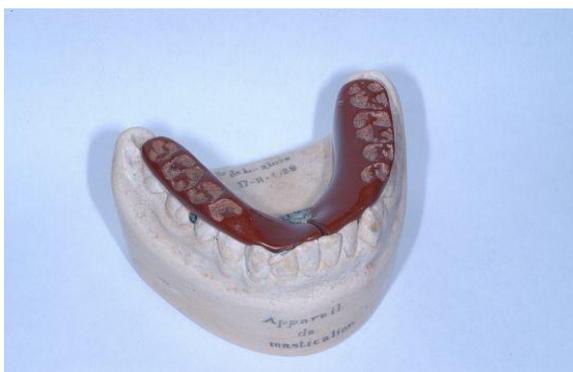
**Figure 14:** *L'appareil de Gaillard, à capsule ajourées.* [81].

**COFFIN**, propose en 1881, la plaque fendue, munie d'un ressort pour élargir l'arcade, un système qui aura un immense succès et **MAGITOT** (1887) est partisan de la technique dite à *double bandeau*.

**Les appareils fixes** ou, plus exactement, les appareils maintenus par deux bagues fixées par du ciment de scellement furent d'abord fabriqués en or, puis en maillechort (1887), et en acier à partir de 1936. L'inventeur, ou au moins le

premier utilisateur du ciment de scellement fut **MAGILL** en 1871 et présenta la première bague incisive scellée [81] et son dispositif connut aussitôt un grand succès. **ANGLE** popularisa l'usage des bagues molaires en remplaçant l'or par le maillechort [81], et en proposant des bagues et des arcs fabriqués industriellement (c'était révolutionnaire), avec la bague sans tube et avec tube soudé. **CASE** utilisait toute une gamme de fils ronds [81], souvent tenus dans un petit tube fendu et refermé après l'introduction du fil. **MAISONS** et **BAKER** introduisirent les tractions intermaxillaires élastiques en 1893 [81].

**PIERRE ROBIN** en 1902 décrivit le monobloc qui sera utilisé en 1922 pour prendre en charge le syndrome glossoptosique avec comme traitement la tétée orthostatique et le traitement eumorphique [81]. Le traitement eumorphique consiste à avancer la mandibule pour libérer le « confluent vital fonctionnel » tout en pratiquant une expansion du maxillaire pour augmenter la ventilation nasale. Le traitement consiste au port du « monobloc » (**Figure 15**) appareil en vulcanite, plaçant la mandibule en position corrigée, intéressant les deux maxillaires, et porté le jour et la nuit. Pendant les repas il est remplacé par un appareil de mastication.



**Figure 15:** *Monobloc de Robin et l'appareil de mastication.* [81].

Pour la rétention ils utilisèrent les fils en soie qui seront remplacés par les crochets de fil en or (crochet de **JACKSON** en 1906), et en acier (**KRUPP** en 1939), en différents modèles même au crochet lancetot de **SCHWARZ** en 1935, et au crochet d'**ADAMS** en 1950 [81].

Les résines acryliques furent introduites comme matériel de prothèse en 1922 par **STRYKER G.**, et en 1935 ils représentaient la part prédominante de marché [81]. Pour les expansions maxillaires et mandibulaires, l'atréisie maxillaire fut traitée jusqu'au XVIII siècle (par **FAUCHARD** et **HUNT**), par les extractions et le limage. À partir de 1950, la vulcanite est remplacée par les résines acryliques [81].

Les dispositifs d'expansion de l'arcade mandibulaire furent la lame de **TALBOT** et les dispositifs de **GODDON** de 1989. **JACKSON**, aux États-Unis, montre des appareils amovibles très peu encombrants

Rivalisant avec la technique d'**ANGLE**, **AINSWORTH** breveta, en 1904, un arc bien conçu pour l'expansion, et **MERSHON** proposa en 1920 un arc lingual, souvent complété par des ressorts auxiliaires.

En 1971 **JEAN DELAIRE** imagina le masque facial pour avancer le maxillaire. Les appareils fixés sont peu utilisés depuis la diffusion des systèmes multibagues [81].

**Au XXème** siècle, l'avènement des brackets est la plus grande invention [81].

Les dispositifs orthodontiques décrits jusqu'à présent ne pouvaient provoquer que des versions de la dent. Le bracket va permettre de déplacer toutes les parties de la dent, dans toutes les directions.

Toutefois, avant le bracket, on avait inventé deux dispositifs capables de déplacer l'apex :

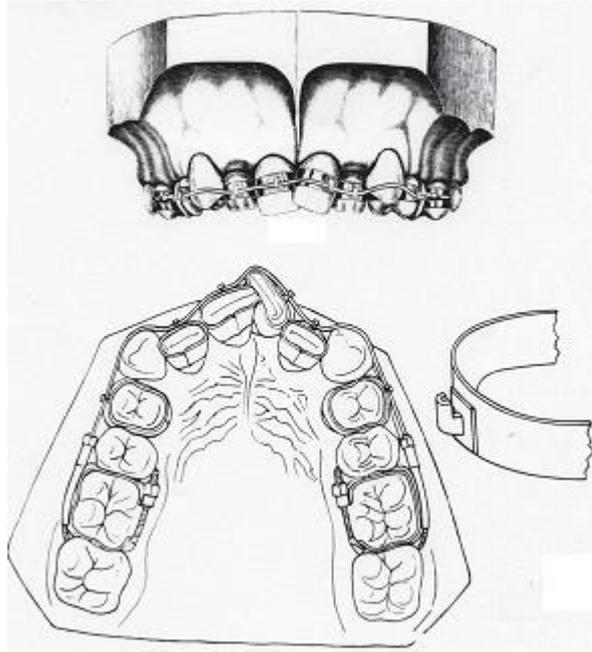
- le *contouring* de **CASE** qui, dès 1896, appliquait deux forces sur les incisives, à l'aide de deux arcs superposés,
- le *Pin-and-Tube* d'**ANGLE** agissait sur l'axe des incisives (1911). [81]

Le premier véritable bracket a été inventé par **ANGLE** en 1916. Le bracket est le modèle d'attache qui permet d'exercer un couple de force sur une dent.

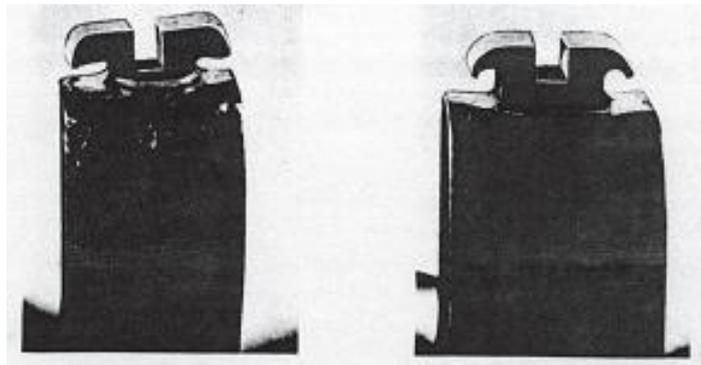
Le bracket du *Ribbon-Arch* exerçait un couple de force dans le plan linguo-vestibulaire (**Figure 16**).

Le bracket *Edgewise* fut publié par **ANGLE** en 1928 et 1929. Il permet d'exercer un couple de force dans les directions linguo-vestibulaire *et* mésio-distale. En 1932 paraît le *twin-arch* qui exerce un couple de force mésio-distale et constitue une réaction contre les forces lourdes préconisées par **ANGLE**. Toutefois, le bracket *Edgewise*, fragile, a dû être modifié par **STEINER** un élève d'**ANGLE** dès 1933 (**Figure 17**). Les brackets d'**ALEXANDER** inventés en 1978 sont des brackets dont les ailettes sont modifiées au niveau des canines, et au niveau des attaches il existe une préangulation.

En 1980, le bracket *Edgewise* est adapté aux faces linguales des dents. Le bracket domine la pratique orthodontique depuis 90 ans. [81]

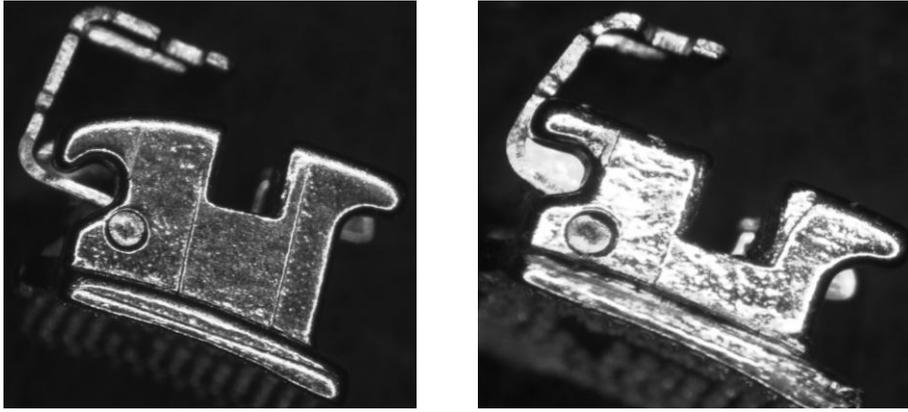


**Figure 16:** Le bracket du Ribbon-Arch permettant d'exercer un couple de force dans le plan vestibulo-lingual [81].



**Figure 17:** La modification du bracket Edgewise par Steiner. À gauche, le bracket d'origine, qui pouvait s'ouvrir sous la pression d'un arc torqué et à droite, le bracket modifié. [81].

Les brackets connaîtront une évolution et donneront naissance aux brackets auto-ligaturant (**Figure 18**) dont l'idée n'est pas nouvelle et le premier fût créée en 1936 par **STOLZENBERG** [17, 35].



**Figure 18:** *Brackets auto-ligaturants passifs ouverts de DENTAURUM\**

En 1976, **ROTH** repris les travaux d'**ALEXANDER** et intègre une notion d'hypercorrection qui a permis aujourd'hui d'avoir les brackets pré informé en technique de **ROTH**. Jusqu'au début des années 1990, la grande majorité des patients orthodontiques était constituée d'enfants et d'adolescents ; de plus en plus, l'orthodontie intéresse les personnes adultes. Ce qui nécessite une meilleure connaissance des réactions des cellules osseuses à la pression des forces orthodontiques et des progrès dans les appareillages. Ces progrès permettent l'utilisation d'appareils de moins en moins visibles avec l'emploi des attaches collées sur la surface linguale des dents et les brackets céramiques mis au point en 1988 ; puis en 1994 les brackets en plastiques sont présentés par **FELDNER**.

Proposée dans les années 70 à la fois aux Etats-Unis et au Japon, l'orthodontie linguale est maintenant pratiquée dans le monde entier (les brevets concernant les attaches linguales ont été déposé en 1976 par **FUJITA** au Japon et **KURZ** aux Etats-Unis) (**ALTOUNIAN** 1986 ; **ALTOUNIAN** et **FILLION** 1997) [82].

La technique orthodontique linguale connaît un développement technologique formidable. Les attaches s'adaptent aux spécificités des patients comme aux impératifs thérapeutiques [82].

# **DEUXIEME PARTIE**

## **DEPLACEMENT DENTAIRE**

### III. DEPLACEMENT DENTAIRE PROVOQUE

Il est admis que, sans aucune action thérapeutique, les dents se déplacent sous l'effet des forces si légères soient-elles, produites par les contacts dentaires lors des différentes fonctions manducatrices. Ce déplacement est lent et se produit en mésial et en occlusal. C'est en s'appuyant sur les éléments fondamentaux de la biologie et de la physiologie du déplacement dentaire qu'est née la thérapeutique orthodontique.

Au milieu du XVIIIème siècle, **JOHN HUNTER** a expliqué que ce déplacement est le résultat de l'habitude de l'os « de s'éloigner de la pression ». D'importantes recherches ont confirmé qu'en effet des modifications physiques et chimiques survenaient de façon concomitante dans les tissus parodontaux qui produisent une activité cellulaire déterminant le remodelage des tissus et le déplacement dentaire [23].

Le mouvement physiologique des dents est un processus lent. En revanche, le mouvement orthodontique peut se produire rapidement ou lentement, selon les caractéristiques physiques de la force appliquée, et l'importance de la réponse biologique du ligament alvéolo-dentaire (LAD). Actuellement certaines techniques nous permettent d'accélérer ce mouvement.

Selon l'intensité de la force appliquée sur une dent pendant un temps donné, la réaction du tissu n'est pas la même :

- Pour une *force légère*, après 2 à 3 secondes, la substance fondamentale du desmodonte, incompressible, va transmettre la pression à l'os alvéolaire qui va se courber plus ou moins selon son épaisseur, et émettre des signaux piézoélectriques. La substance fondamentale va ensuite glisser dans l'espace desmodontal, à l'opposé de la zone de compression, et la dent va migrer vers la lame cribiforme.

Au bout de 3 à 5 secondes, les capillaires sanguins sont partiellement comprimés du côté de la pression et se dilatent du côté de la tension. Les fibres desmodontales et les cellules se déforment dans les deux zones.

Dans les minutes suivantes, la circulation sanguine est ralentie et l'apport tissulaire en oxygène est modifié. Les cellules soumises au stress relarguent des prostaglandines E et des cytokines.

Au bout de quelques heures, le métabolisme tissulaire est modifié et l'activité cellulaire est accrue. L'acide adénosine monophosphorique (AMP) cyclique intracellulaire augmente et des différenciations cellulaires débutent dans le desmodonte.

Toutefois, il faut attendre jusqu'à 2 jours pour que les ostéoclastes apparaissent au niveau des sites adjacents au ligament comprimé. Et ce n'est que lorsque la lame cribreuse est lysée par ces ostéoclastes que la dent entame sa migration orthodontique. Parallèlement, mais avec un certain délai, les ostéoblastes vont apposer de l'os latéralement et extérieurement (zones périostées) aux zones de pression, ainsi que dans les zones de tension. Le déplacement orthodontique commence donc dans un délai de 2 jours après application d'une force légère. [84]. **BARON [12]** en 1975 a systématisé le déplacement provoqué en trois phases :

1. **La phase initiale** (24-48 heures) qui correspond à un mouvement rapide et instantané de faible amplitude de la dent au sein de son alvéole.

2. **La période de latence** (20-30 jours) qui lui succède et qui se caractérise par un déplacement minime voir nul. En fait au cours de cette phase se produit une hyalinisation dans une zone bien délimitée au niveau du LAD qui empêche tout mouvement dentaire.

3. **La période de post-latence** au cours de laquelle le déplacement se fait graduellement ou subitement suite à l'éviction du tissu nécrosé dans la zone de hyalinisation [11].

- En cas d'application d'une *force lourde* ; nettement supérieure à la pression capillaire, le déplacement dentaire immédiat va entraîner un collapsus capillaire. La circulation sanguine est totalement arrêtée sur une surface desmodontale plus ou moins étendue, entraînant la mort et la disparition des diverses cellules présentes dans la zone comprimée, arrêtant tout remaniement tissulaire à ce niveau. Il apparaît ainsi une zone où aucune cellule ne vit qui présente un aspect vitreux au microscope, hyalin qui lui vaut l'appellation de zone de hyalinisation. Cette zone considérée par THILANDER en 2005 comme une zone de « nécrose stérile » est limitée à 1 ou 2mm de diamètre. L'existence de cette zone s'oppose à tout mouvement dentaire.

Au bout de *3 à 5 jours*, la résorption osseuse débute en périphérie et dans les espaces trabéculaires ou sous-périostés, selon l'épaisseur osseuse adjacente à la zone nécrosée [12].

Ce n'est qu'après *1 à 2 semaines* que l'ostéoclasie de la lame cribreuse, comprimée, permet le déplacement dentaire. Dans les zones de tension, les phénomènes d'apposition osseuse se produisent de façon plus rapide et plus régulière en cas d'application de forces légères qu'en cas de forces lourdes [84].

### **III.1. Notion de force optimale**

Pour maintenir le déplacement dentaire, il faut maintenir l'ostéoclasie, c'est-à-dire un niveau suffisant de force pour rester au-dessus du seuil cellulaire et utiliser pleinement la réserve de cellules spécialisées déjà produites. Les forces intermittentes restent efficaces si les périodes d'interruption sont inférieures au temps de latence de différenciation cellulaire. L'espace desmodontal, recréé à la fin des réactions initiales, est plus large que dans la situation physiologique.

La force peut alors être augmentée sans pour autant atteindre le seuil de compression tissulaire suffisant pour entraîner une nouvelle hyalinisation. Pour **REITAN [85]**, la seule limite serait de ne pas franchir le seuil de résorption radiculaire.

### **III.2. Les effets biologiques du déplacement dentaire physiologique**

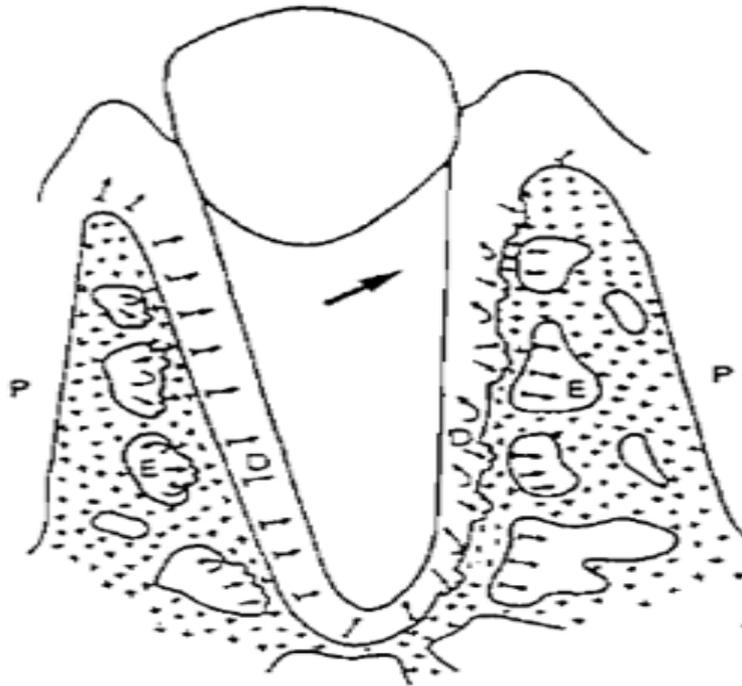
Le maxillaire et la mandibule sont composés de deux types d'os: l'os cortical ou compact et l'os spongieux ou os trabéculaire [12].

Ces deux types d'os comportent les mêmes éléments constitutifs mais se distinguent au niveau structurel et fonctionnel. Ces différences proviennent de l'implication de deux cellules principales à savoir les ostéoblastes et ostéoclastes [11].

- L'os cortical est un os très compact contenant 80 à 90 pour 100 de matrice protéique, calcifiée. Il constitue les enveloppes externes des os.

Le remaniement de l'os alvéolaire se caractérise essentiellement par l'existence de la migration physiologique des dents, ce qui constitue une différence fondamentale avec les autres os du squelette. Du fait de la migration de l'organe dentaire, les alvéoles présentent une face en apposition et une face en résorption (**Figure 19**). Le processus de remaniement de l'os alvéolaire est donc semblable, d'une manière générale, à tous points à celui du remaniement osseux.

Il a été prouvé qu'en dehors de la paroi alvéolaire, tout l'os alvéolaire, spongieux et cortical est impliqué grâce à des phénomènes de destruction et de formation osseuse orientée.



**Figure 19:** Schéma général du remaniement osseux au cours de la migration physiologique des dents. [13].

/→ = zones d'aposition continue

-→ = zones de résorption

↪ = apposition cyclique après la résorption

↗ = sens de la migration

P = périoste; E = endoste ; D = desmodonte [11].

Au niveau de l'alvéole, on trouve une face desmodontale et une face endostée ou périostée en fonction du site anatomique. Et d'une manière générale, les activités cellulaires y sont opposées. Cela veut dire que si l'on considère le côté en apposition l'apposition osseuse appelée modelage se fait le long de la surface desmodontale ; mais le remodelage va se réaliser au niveau de la face endostée. Ce remodelage va consister en une résorption ostéoclastique associée à une formation d'os non fasciculé, puisque formé du côté opposé au desmodonte. Il y

a maintien de l'équilibre tissulaire, car la quantité d'os formé lors du modelage est égale à celle de l'os détruit lors du remodelage.

Si on considère le côté en résorption la situation est exactement pareille, sauf que l'apposition modelante se fait au niveau de la surface endostée tandis que le remodelage cyclique s'effectue le long de la surface desmodontale.

La face en apposition et la face en résorption de la paroi de l'alvéole présentent des aspects différents qui permettent de les caractériser. Ainsi, la paroi en résorption se caractérise surtout par son épaisseur faible, son aspect déchiqueté et la présence de cellules géantes multinucléées tandis que la partie en apposition se manifeste par son aspect lisse, la présence de cellules mononucléées et une épaisseur plus grande [23].

Le remodelage osseux est le mécanisme par lequel le tissu osseux est constamment renouvelé. Au niveau de l'os alvéolaire, ce remaniement est responsable de l'ancrage ligamentaire et de son maintien au cours de la migration physiologique ou provoquée des dents. L'ensemble des événements cellulaires du remaniement osseux se déroule au niveau de l'interface entre les tissus calcifiés et les tissus mous. Le remodelage osseux se fait selon un cycle ARIF :

- La phase d'activation (A) qui correspond à la libération de collagénases par les fibroblastes et au déplacement des ostéoclastes pour leur permettre l'accès à la surface osseuse.
- La phase de résorption (R) qui se caractérise par la présence d'ostéoclastes fonctionnels qui se fixent sur la matrice osseuse à résorber en créant un compartiment acide étanche.
- La phase d'inversion (I) où les ostéoclastes quittent la lacune de résorption pour laisser place aux ostéoblastes.

- La phase de formation (F) qui correspond au comblement de la lacune par du tissu ostéoïde synthétisé par les ostéoblastes qui deviennent par la suite des ostéocytes, minéralisant ce tissu néoformé [11]. Ce cycle, qui consiste en une séquence d'événements immuables, traduit l'activité de l'unité multicellulaire ou bone multicellular unit (BMU). Le produit final de l'activité de remodelage forme une unité structurale osseuse ou bone skeletal unit (BSU). Les différents foyers de remaniement sont asynchrones ou incohérents dans le temps.

- **BARON** [11] définit la notion de « balance » comme l'équilibre quantitatif entre les phénomènes de résorption et de formation au niveau de chaque BMU et la notion de « couplage » comme le rapport qualitatif entre ces deux activités cellulaires. L'équilibre de cette balance permet de maintenir l'épaisseur du desmodonte et de l'os alvéolaire constante.

En résumé, nous pouvons admettre l'existence d'un remaniement cyclique au cours duquel se succèdent des activités cellulaires de résorption et d'apposition avec une phase intermédiaire (phase d'inversion) et des phases d'arrêt, à l'intérieur des foyers localisés de la paroi alvéolaire. Les phases d'apposition interviennent sur la surface ligamentaire de la paroi de l'alvéole et aboutissent donc à la formation localisée d'os fasciculé assurant l'ancrage ligamentaire par petites zones le long de la face en résorption de l'alvéole. En conséquence, tout l'organe dentaire se déplace de façon permanente et physiologique avec un remaniement constant de son environnement immédiat.

L'orthodontie se base sur ce phénomène de déplacement dentaire physiologique pour provoquer des mouvements alvéolodentaires en utilisant des dispositifs mécaniques adéquats [11,23].

### **III.2.1. La réponse cellulaire**

La réponse tissulaire au stress mécanique lors du traitement orthodontique se traduit en effet mécanique et en effet biologique.

### III.2.1.1. Effets biologique à court terme

Au niveau de la face en pression, le mouvement dentaire présente deux phases.

*Première phase* : phase de sidération. Du fait de l'écrasement vasculaire, une zone tissulaire d'extension variable va être partiellement ou totalement privée de l'apport métabolique vasculaire. Les faisceaux de collagène sont comprimés. La substance fondamentale et les cellules situées entre ces faisceaux sont chassées. Cette zone constituée de fibres tassées a un aspect vitreux en microscopie optique, d'où le nom de zone hyaline décrite par **REITAN [85]** en 1951. Après le déplacement immédiat lié à la compression desmodontale, le mouvement va s'arrêter et ne pourra reprendre qu'après l'élimination de cette zone hyaline et une colonisation par de nouvelles cellules. La hyalinisation augmente avec l'âge du patient (puisque le renouvellement cellulaire est plus long chez les adultes) et avec l'intensification de la densité osseuse. L'étendue de la zone hyaline est fonction de l'intensité de la force et du type de mouvement développé.

*Seconde phase* : phase de remodelage osseux. La destruction de la zone hyaline est réalisée par des cellules provenant des parties latérales du desmodonte qui n'ont pas été altérées : d'abord par des fibroblastes, puis par des macrophages. Ces cellules procèdent au nettoyage de la zone hyaline pour autoriser la poursuite du mouvement initial. Une fois cette zone de hyalinisation complètement évidée, une résorption osseuse se produit directement au niveau de la paroi en pression ; il se produit également une résorption indirecte. Dans ce dernier cas, les ostéoclastes envahissent les espaces médullaires voisins de la zone hyaline, puis résorbent le mur alvéolaire jusqu'à atteindre cette zone, recréant ainsi l'espace desmodontal. Cette période de post hyalinisation est caractérisée par une importante activité cellulaire rendant possible une régénération vasculaire, le rétablissement de fibres collagènes ainsi que la formation d'un nouvel os et d'un néo-cément. Après élimination complète de la zone hyaline, le déplacement dentaire est possible **[23]**.

Selon **FONTENELLE [29]** il existe deux modalités de déplacement orthodontique sur un parodonte sain :

- à travers l'os avec destruction d'une lame osseuse à chaque réactivation (résorption indirecte) ;
- avec l'os par modelage-remodelage sans aucune perte de tissu tant que la force est légère et constante (résorption directe) **[68]**.

Au niveau de la zone en tension, On observe un élargissement desmodontal quantitativement égal au rétrécissement du côté opposé. Si la force est faible, on observe une apposition ostéoblastique immédiate. Si la force est importante, une hyper réaction ostéoclasique se produit dans un premier temps suivie d'une apposition ostéoblastique.

Les ostéoblastes synthétisent un tissu ostéoïde qui se minéralise et permet l'apposition osseuse. Les faisceaux de fibres desmodontales seront inclus dans l'os nouvellement formé **[68]**.

### **III.2.1.2. Effets biologiques à long terme**

Après la période de déplacement initial apparaît une phase d'adaptation cellulaire pendant laquelle le rythme du remaniement osseux est augmenté. Cette accélération est liée à la présence de nombreuses cellules très actives **[30]**. Ce phénomène s'appelle le regional acceleratory phenomenon (RAP).

Lorsque la contrainte cesse, il se produit alors une inversion dans le cycle cellulaire et les ostéoclastes disparaissent, laissant place aux ostéoblastes. Les ostéoblastes produisent la matrice ostéoïde, qui sera par la suite minéralisée par les ostéocytes. Lorsque l'équilibre tissulaire de départ est retrouvé, les réactions cellulaires s'arrêtent.

### III.3. La réponse physique

Au cours du déplacement dentaire provoqué, plusieurs phénomènes se produisent suite à l'application de forces mécaniques sur les cellules.

#### III.3.1. Effets mécaniques immédiats

Ces effets immédiats correspondent aux capacités hydropneumatiques du desmodonte et aux déformations élastiques de l'os alvéolaire et de la dent. Ainsi, dès l'application de la force, un déplacement immédiat peut être observé. Il y a alors compression du desmodonte sur une face, dite face en pression. Sur l'autre face, dite en tension, le desmodonte est étiré ; cette face selon **RYGH** se remplit de matière flocculente [84]. Ces deux phénomènes se produisent de façon concomitante. Si la force s'arrête, il s'ensuit un retour à la normale plus ou moins rapide. **KETHCHAM** en 1927, a montré que le traitement orthodontique entraînait l'apparition de lacunes de résorption radiculaire dans beaucoup de déplacement dentaire et le degré de résorption est directement lié à la longueur de la période de rétention [84]. **RYGH** montre que cette résorption radiculaire est secondaire à l'activité cellulaire visant à l'élimination du tissu nécrotique de la zone hyaline [84].

Les forces orthodontiques courbent l'os alvéolaire, et cette courbure de l'os engendre des potentiels électriques créant un flux électrique où les électrons sont déplacés d'une maille cristalline à l'autre : c'est le phénomène de piézoélectricité. La flexion de l'os alvéolaire différencie deux faces :

- L'une concave électronégative, qui stimule l'activité ostéoblastique ;
  - L'autre convexe électropositive, qui favorise l'activité ostéoclastique [84].
- Ainsi le déplacement dentaire est le résultat d'activités cellulaires régulées par des interactions entre les distorsions physiques et les facteurs hormonaux locaux endocrines, paracrines et autocrines [23].

### III.3.2. L'inflammation

Il se produit une réaction inflammatoire qui résulte de l'altération des tissus par l'application de la force orthodontique. Elle constitue la voie de signalisation la plus fréquente et met en jeu de nombreuses molécules de signalisation.

Le recrutement des ostéoblastes, des progéniteurs des ostéoclastes et les phénomènes d'extravasation et de chimiotactisme débutent dans les zones de tension et de pression du desmodonte à la suite de la compression et de l'étirement dans ces zones de fibres et de cellules. Ainsi une série d'étapes se dessine alors [67] :

- la phase précoce du déplacement dentaire est une réaction inflammatoire aiguë au cours de laquelle apparaît une gêne fonctionnelle ainsi qu'une sensation douloureuse.
- L'écrasement des fibres nerveuses a pour conséquence un accroissement de la sécrétion de neuropeptide calcitonin gene-related protein (CGRP) et de substance P [67].

Par la suite il se produit une vasodilatation des capillaires, une augmentation du flux sanguin, une extravasation de plasma, une migration de leucocytes et la production de nombreuses cytokines ( $IL_1$ ,  $TNF_\alpha$ ,  $TNF_\beta$ ,  $INF\gamma$ , PDGF).

### **III.4. Les facteurs influençant la vitesse de déplacement dentaire provoqué**

#### **III.4.1. Les facteurs liés au patient**

##### **III.4.1.1. Les facteurs anatomiques**

###### **III.4.1.1.1 La densité osseuse**

La densité de l'os au niveau des maxillaires varie selon les sujets. Pour une même intensité de force, le déplacement dentaire sera moins important chez un patient hypodivergent que chez un patient hyperdivergent du fait que l'hyperdivergent présente un os plus dense et plus compact. Il a été également démontré qu'il est plus facile de déplacer des dents maxillaires que mandibulaires car l'os maxillaire est spongieux, moins dense et plus corticalisé. [66].

###### **III.4.1.1.2. Anatomie de la morphologie radiculaire**

Les incisives, les canines et les premières prémolaires ont une seule racine ronde, donc lors des déplacements la quantité d'os à résorber sera pratiquement la même aussi bien dans le sens mésio-distal que dans le sens sagittal. Les molaires maxillaires ont trois racines rondes et relativement petites alors que les molaires mandibulaires présentent deux racines aplaties mésio-distalement. Il en résulte que lors d'un déplacement antéro-postérieur, la quantité d'os à résorber sera plus importante pour les molaires inférieures que pour les molaires maxillaires. Les racines coudées, en baïonnette ou en baguette de tambour sont très difficiles à déplacer. Les racines ankylosées demeurent immobiles.

###### **III.4.1.2. L'âge**

Le patient jeune en cours de croissance, présente une activité cellulaire importante et un os peu dense avec des espaces médullaires importants. Ces conditions sont favorables au déplacement dentaire.

En revanche chez l'adulte, le déplacement est lent : les corticales sont denses, l'apport cellulaire est moindre, la vitesse d'apposition et de résorption réduite. Le temps de latence (temps de réponse des tissus aux forces exercées) est allongé et peut durer plusieurs semaines.

Les résorptions indirectes sont très importantes, ce qui entraîne une mobilité importante. La hyalinisation est longue : le turn-over cellulaire et fibrillaire est lent, il en résulte un retard du déplacement et des risques importants de destruction osseuse ; c'est pour cette raison qu'il faut adopter un système mécanique évitant les hyalinisations répétées [18], c'est-à-dire un système délivrant des forces légères et continues.

### **III.4.1.3. Les rapports occlusaux**

Les rapports occlusaux semblent avoir peu d'effet sur le déplacement dentaire. En revanche une occlusion équilibrée semble nécessaire voire impérative pour une restauration rapide et quasi parfaite des dommages tissulaires causés par le déplacement dentaire. [103]

### **III.4.2. Les facteurs extrinsèques**

#### **III.4.2.1. Les facteurs mécaniques**

L'orthodontiste met en place un dispositif composé de bracket et de fil pour déplacer les dents.

*Les brackets* sont présentés suivant des caractéristiques à savoir la technique, la dimension mésio-distale, l'orientation du slot, le matériau et le type de ligature.

Il existe une technique vestibulaire et une technique linguale en orthodontie fixe.

## 1. La technique vestibulaire

Les brackets sont placés sur la face externe des dents. Cette face étant plus accessible, le positionnement des attaches est plus facile et peut se faire selon la méthode directe ou indirecte (**Figure 20**).



**Figure 20:** *Les brackets en technique vestibulaire*

Selon la dimension mésio-distale du bracket nous avons:

- Une distance mésio-distale petite (bracket Ribbon arch, technique de Begg).
- Une dimension mésio-distale grande (bracket Edgewise classique, bracket straight wire ou la technique d'arc droit).

Selon le slot du bracket :

- Un slot horizontal (bracket Edgewise).
- Un slot vertical (bracket Begg).

Selon le matériau :

- Métal (acier inoxydable, or, titane, nickel).
- plastique.

- céramique.
- une combinaison de métal renforcé de plastique.
- une combinaison de métal renforcé de céramique.

Selon la ligature :

- La ligature classique : bracket Edgewise et bracket de Begg
- Les brackets auto-ligaturants: bracket Edgelok et bracket SPEED.

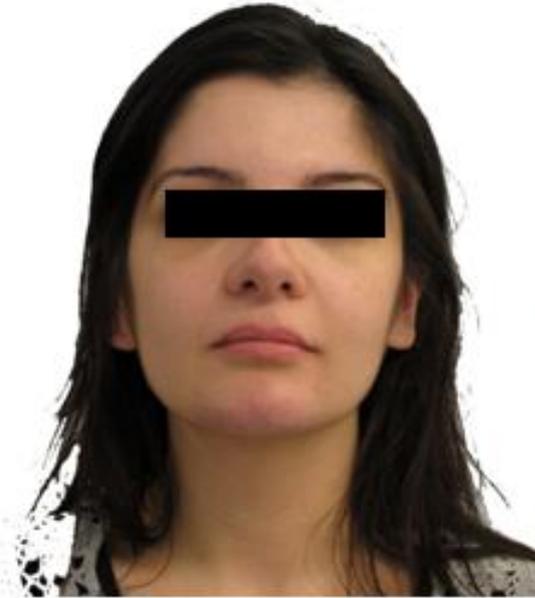
## 2. La technique linguale

La technique linguale tire son nom du positionnement des attaches orthodontiques sur la face linguale des dents (**Figure 21**). C'est une technique plus délicate qui impose le choix de la méthode indirecte pour le collage des brackets. Grâce à l'informatique, cette technique a connu de véritables progrès, c'est ainsi qu'il est maintenant possible de concevoir un dispositif entièrement individualisé. En effet la méthode *Incognito* offre :

- Une conception des attaches sur demande
- Un positionnement précis des attaches
- Une fabrication d'arcs permettant de respecter la forme d'arcade en fin de traitement, dès les premiers arcs.

Cette technique très élaborée permet de réduire le temps de traitement actif. En effet on est passé de deux ans (en technique vestibulaire) à dix huit mois maximum en technique linguale incognito.

Nous allons présenter le cas d'une jeune patiente de 32 ans qui était venue consulter pour un motif essentiellement esthétique.



## RESUME DIAGNOSTIC

Classe II squelettique rétromandibulie,  
Hypodivergente  
Classe II division 2 subdivision gauche  
Endoalvéolie mandibulaire  
Supraclusion de 75%  
Encombrement maxillaire et Mandibulaire  
Traitement multibague en technique  
lingual incognito  
(Stripping)

## EXAMEN ENDOBUCCAL



## ORTHOPANTOMOGRAMME



Denture permanente  
Absence 18-28-48  
Inclusion 38

## TÉLÉRADIOGRAPHIE DE PROFIL



### OBJECTIFS DE TRAITEMENT :

- **Esthétique** : aligner les dents
- **Squelettique et dento-alvéolaire**:
- Corriger l'encombrement

- Ne pas aggraver le sens vertical
- **Occlusaux**
- Rétablir une classe I molaire et canine à gauche
- Rétablir un guide incisif fonctionnel
- Intercuspitation

## **STRATÉGIE THÉRAPEUTIQUE**

### 1-Traitement multibague bimaxillaire en technique linguale incognito

- Nivellement, alignement
- Correction de la denture : TIM de classe II
- Finition- Intercuspitation
- Contention: collée haut et bas + activateur de classe II

### 2- Extraction 38

Durée deux ans

Pronostic favorable

# SET UP

Cabinet: CS&S Stouffville

Adresse: \_\_\_\_\_

Contact (Tél.): P. Canal (Fax): p.canal@canadadent.com

Date et heure de collage: Mardi 5 Avril 2011 à 14 heures

Veillez svp **toujours** remplir le plan de traitement (encadré en rouge)

Arcade à coller: MAX  MDB

Setup: MAX  MDB

Gouttière (à cocher):

Silicone dur  Bioplast  Memosyl

Stripping MAX: Indispensable  Si nécessaire  Non

Pour des cas d'extraction indiquez fermeture d'espace ou non  
Veuillez indiquer: B = bracket; T = tube; Ex = à extraire; X = absent;  
loges creuses = entourez la dent concernée; face occlusale = rayez surface concernée

Appareil recommandé par TOP-Service

Remarques: *Reformer l'arcade + forger les arcs sur les supérieurs + TJS 14-17*

Arcs MAX	(Cocher le type d'arc nécessaire)		
	dent. lat.	dent. int.	dent. lat.
12 Ø			X
14 Ø			X
16 Ø			X
16 Ø super cadre			X
16 x 22	E	E	X
18 x 25			X
18 x 22			X
16 x 22 ET*			X
18 x 24			X
16 x 24 ET**	E		X
18 x 25			X
18 x 25 (red.)			X
17,5 x 17,5			X
17 x 25			X
18,2 x 18,2			X
18,2 x 25			X

4 arcs par arcade inclus ds. le prix

ET\* = Extratorque 15° sur 11/21  
ET\*\* = Extratorque 13° de 3 à 3  
red. = réduit latéralement  
E = Arc conseillé pour cas d'Ex  
H = Arc conseillé pour cas de Non-Ex

Série d'attaches MAX	Extras					TMA
	3-3BP	3BP	TH	TL	TI	
Ribbondenture VH	<input checked="" type="checkbox"/>					
Edgewise						

3-3BP = Bite plane 3-3  
3BP = Bite plane canine  
TH = Tube avec Hook (over) ] Combinaisons possibles  
TL = Tube allongé  
TI = Tube à insertion facile  
3-3SL = MDB Brackets auto-ligaturants de 3 à 3

Pour des cas d'extraction indiquez fermeture d'espace ou non  
Veuillez indiquer: B = bracket; T = tube; Ex = à extraire; X = absent;  
loges creuses = entourez la dent concernée; face occlusale = rayez surface concernée

Appareil recommandé par TOP-Service

Remarques: *Reformer l'arcade de façon à donner de la stabilité aux dents, forger les arcs sur les supérieurs*

Arcs MDB	(Cocher le type d'arc nécessaire)		
	dent. lat.	dent. int.	dent. lat.
12 Ø			
14 Ø			X
16 Ø			X
16 Ø super cadre			X
16 x 22	E	E	X
18 x 25			X
18 x 22			X
16 x 24	E		X
18 x 25			X
18 x 25 (red.)			X
17,5 x 17,5			X
17 x 25			X
18,2 x 18,2			X
18,2 x 25			X

4 arcs par arcade inclus ds. le prix

ET\* = Extratorque 15° sur 11/21  
ET\*\* = Extratorque 13° de 3 à 3  
red. = réduit latéralement  
E = Arc conseillé pour cas d'Ex  
H = Arc conseillé pour cas de Non-Ex

Série d'attaches MDB	Extras					TMA
	3-3SL	TH	TL	TI		
Ribbondenture VH	<input checked="" type="checkbox"/>					
Edgewise						

3-3BP = Bite plane 3-3  
3BP = Bite plane canine  
TH = Tube avec Hook (over) ] Combinaisons possibles  
TL = Tube allongé  
TI = Tube à insertion facile  
3-3SL = MDB Brackets auto-ligaturants de 3 à 3

Cochet, date et signature: 17/04/11

Par l'usage de ce formulaire de commande au laboratoire, l'accepte les conditions de livraison.

Remarques: Nous avons toujours besoin d'une empreinte au silicone pour l'arcade à coller et d'un modèle en plâtre pour l'arcade antagoniste. Pour des détails concernant le prix d'empreinte au silicone ou toute autre information vous pouvez consulter notre site web: [www.topdent.com](http://www.topdent.com) ou nous contacter directement. Si vous souhaitez effectuer le collage d'une seule arcade, il est indispensable de nous indiquer également le traitement en place/prévu pour l'arcade antagoniste.



014 NITI SE

Collage mandibule  
Le 19 avril 2011



Le 10 Mai 2011  
Collage maxillaire



014 NITI SE

016 NITI SE

Juin 2011



016 NITI SE



016 NITI SE

Octobre 2011



16X22 NITI SE



016 NITI SE

Décembre 2011

16X22 NITI SE



016 NITI SE



13 janvier 2012

18X25 NITI SE



16X22 NITI SE



21 Février 2012



### **Radiographie de réévaluation**

## **SEQUENCE D'ARCS**

### **Mandibule:**

NITI SE

014 : 19 avril 2011

016 : juin 2011

16X22 : 4 mai 2012

### **Maxillaire:**

NITI SE

012 : 10 mai 2011

014 : juin 2011

016 : octobre 2011

16X22 : décembre 2011

18X25 : 13 janvier 2012

16X22 4 mai 2012

## **SEQUENCE D'ARCS (A VENIR)**

### **Mandibule:**

18X25 NITI SE

16X24 ACIER

18X25 ACIER

18,2X18,2 TMA

## **Maxillaire :**

18X25 NITI SE

16X24 ACIER

## **Mécanique de classe II dès la pose des arcs aciers**

16X24 ACIER ET

17,5X17,5 TMA

18,2X18,2 TMA

Contention : 3-3 collée maxillaire et à la mandibule

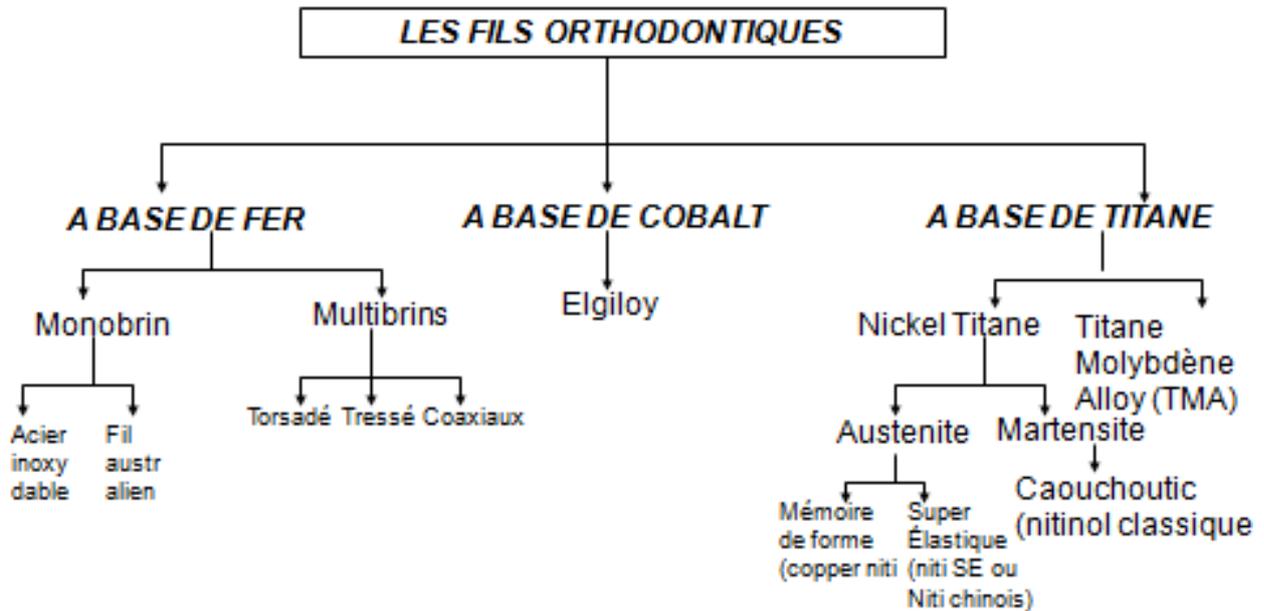
Activateur de classe ii la nuit pendant six mois.

Quel que soit la technique multibague utilisée, l'évolution des traitements passera avant tout par une bonne connaissance des fils utilisés.

### **3. Les fils orthodontiques**

*Les fils (Figure 21)* ou arcs orthodontiques sont l'une des composantes les plus importantes des appareils orthodontiques fixes. Un fil orthodontique est un filament formé d'un ou de plusieurs brins d'alliages métalliques.

Les fils utilisés en orthodontie appartiennent à trois grandes familles.



Nitinol= nickel titane naval ordonnance laboratory

**Figure 21:** Les fils en orthodontie

Les fils orthodontiques peuvent être ronds, carrés ou rectangulaires. Ces fils orthodontiques peuvent avoir des diamètres différents. Plus le diamètre du fil est petit, plus il peut être déformé et plus la force qu'il génère est légère. Ces fils peuvent donc être utilisés sur des dents très "croches" ou déplacées.

Lorsque le diamètre du fil "remplit" complètement l'ouverture du boîtier (la fente) de sorte que peu ou pas de "jeu" n'est possible, l'action du fil est la plus efficace. Ces fils sont plus difficiles à insérer et ne peuvent être utilisés qu'après un alignement initial des dents. Pour le diamètre des fils, une terminologie est utilisée, ainsi un fil "014" correspond à un fil rond ayant un diamètre de .014 pouce ou 14/1000 de pouce (.0356 mm) tandis qu'un fil "18 x 25" représente un fil ayant un diamètre rectangulaire de .018 par .025 pouce (0.457 x 0.635 mm).

Les fils ronds ne permettent pas de mouvements tridimensionnels comme peuvent le faire les fils carrés ou rectangulaires qui, avec leur quatre surfaces peuvent être en contact avec les quatre faces de l'ouverture du boîtier. Les fils

rectangulaires permettent de faire une torsion des dents lorsqu'il est nécessaire. Les fils plus gros et rigides sont moins flexibles et sont utilisés pour maintenir ou modifier légèrement la forme des arcades. Même si, en apparence, tous les fils semblent similaires, ils ont tous une fonction et un rôle particulier à jouer pendant le déroulement d'un traitement orthodontique. La progression des fils pendant un traitement d'orthodontie va des fils les plus petits et les plus flexibles aux plus gros et plus rigides et des fils ronds aux fils carrés ou rectangulaires. Cependant, ce ne sont pas tous les cas qui nécessiteront tous les fils disponibles. Les fils peuvent aussi être classés selon leur propriété physique :

- **L'alliage en or**, adopté en orthodontie en 1928 par **ANGLE**, a une faible élasticité et un haut rapport force/déflexion. Il a également une bonne résistance à la corrosion.

- **L'acier inoxydable** utilisé en 1936 par **TWEED** en orthodontie, il a une grande capacité élastique et à une grande facilité à se souder. Il offre moins de friction au niveau des boitiers. Il est utilisé pour les dents qui souffrent de malpositions mineures ; il est en outre utilisé comme système de rétention.

- **Le nickel-titane (Ni-Ti)** utilisé en 1971 par **ANDREASEN** en orthodontie, il produit des forces plus faibles et plus constantes que les fils en acier. Il a une propriété qui s'appelle « propriété de température », qui permet de le façonner à haute température et qu'il reprenne sa forme originale à sa température de transition, qui se trouve près de celle du corps humain. Il est utilisé dans des situations où de grands déplacements sont requis.

- **Le Titane molybdène** est utilisé en orthodontie par **BURSTONE** en 1980 a un module d'élasticité faible, il a une grande capacité à être façonné, il ne contient pas de Nickel et a une bonne résistance à la corrosion.

- **Le bêta titane** a une bonne capacité élastique, un niveau friction élevé et une bonne capacité de soudure. Il permet d'exécuter un mouvement d'amplitude moyenne.
- **Le chrome-cobalt** a une facilité de manipulation due à sa ductilité changeable selon qu'il a été traité à la chaleur ou non.
- **Le multibrin** a un niveau de friction élevé et une bonne capacité de soudure et de brassage.

En fait, il est rare qu'une correction orthodontique nécessite l'utilisation de tous les diamètres de fils ainsi que tous les alliages (métaux). Les forces déployées en orthodontie pour déplacer une ou plusieurs dents, peuvent être continues ininterrompues ou continues interrompue, légères ou lourdes. Ces forces suscitent une activité cellulaire.

On ne sait toujours pas combien de temps une force doit être appliquée pour stimuler les cellules cibles dans les zones particulières du ligament alvéolo-dentaire et de l'os alvéolo-dentaire. [23]

Il semble que le déplacement dentaire se produit plus rapidement avec une force continue développée au moyen d'un fil super élastique qu'avec une force discontinue [122]. Les forces légères déplacent parfaitement les dents à condition d'être continues. Ce sont elles qui obtiennent le plus rapidement les mouvements dentaires [18]. L'augmentation de l'intensité de ces forces n'est pas proportionnelle à celle de la vitesse, mais entraînerait des risques élevés de souffrance et de complications [18].

Donc les forces lourdes entraînent des conséquences néfastes lors des déplacements dentaires provoqués [18].

Les forces discontinues peuvent être beaucoup plus puissantes car les périodes de repos laissent aux cellules le temps de « récupérer ». Elles sont moins

dangereuses, non en elles-mêmes, mais parce que contrôlées par le système nerveux d'après les réactions du parodonte [18].

Les travaux de **REITAN [85]** invitent à penser qu'il est préférable d'utiliser, au moins dans les premiers temps d'un déplacement dentaire, des forces légères de manière que la surface radiculaire ne subisse pas une pression supérieure à la pression sanguine (environ 25g/cm<sup>2</sup> de surface radiculaire comme l'avaient déjà noté **SCHWARZ** et **OPPENHEIM [95]**). La force peut être augmentée ensuite [18].

Selon **REITAN [85]** la force continue ininterrompue (ressorts et arcs très fins et très souples) peut être dangereuse si elle n'est pas très légère, car sa continuité ne permet pas la réorganisation.

La force continue interrompue (celle de l'**EDGEWISE** classique, par exemple) donne des périodes de réparation possible, si l'activation n'est pas trop fréquente ou intense [18].

Le fil orthodontique idéal pour une zone active est celui qui procure une charge maximale élevée et un rapport charge-flexion faible.

La plupart des configurations orthodontiques utilisent la flexion comme type de déformation élastique. Les variations du rapport moment/force vont alors dépendre :

- de la nature du fil : caractérisée par son module d'élasticité qui mesure la rigidité d'un alliage. Il dépend de sa structure anatomique et n'est modifié, ni par le traitement mécanique, ni par les traitements thermiques. Plus le module d'élasticité est bas, plus le rapport charge /flexion (C/F) diminue et l'élasticité augmente.

Acier : 18300daN/mm<sup>2</sup> ; NiTi : 3300daN/mm<sup>2</sup>.

- Du diamètre du fil : en diminuant le diamètre, on diminue le rapport C/F. Le rapport charge/flexion augmente comme le diamètre puissance 4 d'un fil rond et comme l'épaisseur puissance 3 d'un fil rectangulaire. Pour diminuer alors le rapport C/F, il suffit de diminuer la section du fil, mais on a alors une diminution importante de la charge maximale élastique. Il faut rester dans les limites de résistance à une déformation permanente indésirable. Dans le choix de la section, il faudra également tenir compte de la forme (carrée ou rectangulaire) du fil. En effet, pour des activations unidirectionnelles (ressort de rétraction), le fil carré ou rectangulaire est plus appréciable car les ressorts emmagasinent plus d'énergie quand leur section est carrée ou rectangulaire et de ce fait délivrent des rapports C/F plus bas sans déformation permanente.

- De la longueur du fil : le rapport charge/flexion varie à l'inverse du cube de la longueur ( $1/L^3$ ). Cela signifie qu'une petite augmentation de longueur du fil diminue considérablement le rapport charge/flexion (notamment entre deux brackets).

- De la configuration du fil : Une longueur additionnelle de fil peut être incorporée sous forme de boucles afin d'abaisser le rapport C/F. Ce n'est pas la quantité de fil utilisée qui est importante mais plutôt la localisation du fil additionnel et sa forme. De part leur configuration propre, certaines boucles entraîneront une diminution plus ou moins importante de ce rapport (exemples : une Bull loop donnant une faible longueur de fil, le rapport C/F reste assez élevé, alors qu'une boucle Las Vegas incorporant une grande longueur de fil, le C/F est très bas.

- De la direction de l'activation : Lorsqu'une courbure est faite sur un arc orthodontique, la charge maximale élastique n'est plus la même dans toutes les directions. Elle sera toujours plus élevée dans la direction identique à la courbure ou à la torsion de départ. Le phénomène responsable de cette influence est dénommé : « effet Bausch-Ninger » (**Monteil 1976**). Prenons un fil plié dans une direction. Il est plus difficile de le sur-plier dans la même direction que dans

la direction opposée : c'est l'effet Bausch-Ninger. Quand nous réalisons un tip-back molaire, il faut l'augmenter au-delà de la quantité nécessaire puis le réduire à l'angulation appropriée.

#### **4. Application clinique optimale des fils orthodontiques**

Les applications pratiques des fils orthodontiques peuvent être optimisées, en sélectionnant avec soin l'alliage approprié et la grosseur du fil pour répondre aux exigences d'une situation clinique spécifique.

Il y a trois facteurs qui déterminent la rigidité d'un fil et son domaine élastique :

- Sa longueur
- Sa section
- Sa composition

La méthode traditionnelle pour modifier la rigidité d'un fil était de faire varier les dimensions de la section du fil et/ou la longueur du fil (par adjonction de boucle).

BURSTONE parlait de l'orthodontie à « section variable ».

Avec l'apparition de nouveaux matériaux se rajoute le choix du module d'élasticité fonction de la composition de l'alliage. Et pour BURSTONE est née l'« orthodontie à module variable ».

Les fils orthodontiques doivent pouvoir

- Se laisser façonner en arc sans se briser
- Conserver la forme donnée
- Résister à l'application de forces externes (les forces de la mastication).
- Transmettre aux dents des forces compatibles avec la biologie.

Les découvertes sur les fils orthodontiques et leurs alliages ont permis de maîtriser la propriété connue du fil en variant le coefficient d'élasticité du matériau, ce phénomène est connu sous le terme d'orthodontie à module variable.

### A. Phase initiale: alignement, nivellement (Figure 22)

Les impératifs de cette phase sont:

- forces faibles et constantes ;
- rapport charge déformation faible ;
- flexion élastique importante.

La distance entre nos attachements est un facteur à prendre en considération. En effet, il a été démontré que la longueur du fil fléchi entre deux attaches intervient dans la force délivrée pour une même déformation de l'arc.



(A) avant pose

(B) pose

(C) alignement

### **Figure 22:** Phase D'alignement

Cette force de flexion s'accroît à la puissance 3 quand la distance entre les attaches diminue. C'est l'argument principal des utilisateurs de verrous monoplots à ailettes. On peut tout simplement utiliser un fil plus adéquat pour contrôler les forces délivrées (module d'élasticité bas). En revanche, le couple de torsion varie simplement en raison inverse de la longueur du fil. Ces deux types d'action sont donc différents.

- les fils à notre disposition **en début de phase**:

- Arc **NITI**

Chez l'adulte on préférera un effet mémoire de forme car il délivre des forces douces se désactivant lentement, suivi du même arc après l'avoir trempé dans l'eau chaude pour utiliser l'effet super-élastique. En effet, **BARON** a montré qu'après un temps de latence, il existe un pool d'ostéoclastes et qu'il est possible d'utiliser des forces plus élevées pour déplacer les dents et donc d'utiliser la super-élasticité des NITI.

Chez l'enfant, l'utilisation de l'effet super-élastique est plus indiquée. Cependant, ces fils ont une friction élevée et rendent difficile le déplacement des dents sur l'arc.

- Arc multibrin tressé ou coaxial
- Fil acier coaxial à 6 brins.
- Fil acier composé de 3 brins torsadés
- Fil acier tressé composé de 9 brins.
- Arcs préformés en fil rectangulaire **NITI** tressé (8 brins).

- Les fils à notre disposition **en fin de phase**

- TMA 17×25

Il est intéressant de parfaire le nivellement l'alignement par la mise en place d'un système de force qui soit au moins identique à l'initial et ce, en augmentant le rapport Charge/Flexion pour une équivalence de restitution de force. Après alignement, il est moins dangereux d'employer des fils plus rigides, puisqu'ils ne travailleront plus qu'en torsion (effet de torque)

L'arc acier trouve ici son indication. Attention cependant au fait qu'un simple arc .018 délivre une force supérieure à la plus forte des sections de **NiTi**.

Le passage trop brutal d'un alliage à un autre, même si la section semble faible, entraînera des ruptures au niveau de la délivrance des forces avec risque parodontal

- Arc acier monobrin 0.018 x 0.025 / 0.019 x 0.025

## **B. Phase de correction de la denture**

### **B.1. Correction intra-arcade : glissement**

#### **a) Phase de recul prémolaire et canins**

Nous recherchons:

- La rigidité pour guider le mouvement
  - Une grosse section pour réduire le jeu et contrôler le mouvement
  - Un léger sous-dimensionnement pour permettre le glissement et éviter la friction.
- Arc acier rectangulaire 0.020 x 0.025. Ou 0.019 x 0.025

Remarque : le non-recul peut venir:

- ✓ d'un fil de forte élasticité (alliage à faible module de Young) , même si la section est importante un effet de plissement ( « bowing effect ») va se manifester:
- ✓ d'un fil sous dimensionné : un effet de pincement (arc boutement) entre arc et bracket va bloquer totalement le déplacement de la dent (à ne pas confondre avec la friction)

#### **b) phase de rétraction incisive**

Remarque sur la mécanique à boucle : son atout est indiscutablement l'absence totale de friction, mais sa mise en œuvre est plus délicate au niveau de la boucle de rétraction.

- ✓ pas trop de longueur de fil , pour éviter la perte de contrôle antérieur (transversal et vertical ) de par la flexibilité de l'arc ( multipliée par 3.5 due à la boucle ) ,
- ✓ assez de longueur, sans cela la quantité de force restituée par millimètre de désactivation de la boude est trop brutale.

Le TMA, dans de fortes sections, peut alors trouver des indications intéressantes surtout si le contexte parodontal est déficient.

De plus, il est difficile de quantifier l'activation de la boucle (souvent trop importante) au risque de provoquer un rapport Force/Moment déséquilibré entraînant l'effet classique de linguoversion non contrôlée des incisives (Rabbitting).

Cette réaction parasite se trouve aussi avec un fil de faible section, pour lequel l'effet de torque est insuffisant à l'équilibre de la force de rétraction.

- ✓ Arc acier en 0.2115×0.275 réduit postérieurement
- ✓ Arc acier en 0.20×0.25 (compromis idéal)
- ✓ Arc acier avec boucle en 0.19×0.26
- ✓ Arc TMA avec boucle en 0.19×0.26

## **B.2. Correction inter-arcade : correction des décalages et stabilisation**

Sous le jeu des élastiques intermaxillaires, la mécanique de glissement alvéolaire permet la correction des décalages.

La rigidité maximale pour un contrôle maximal des formes d'arcades est obtenue par l'utilisation de fils en taille pleine et de coefficient d'élasticité élevé.

La rigidité du chrome cobalt est 1.4 fois supérieure à celle de l'acier classique dans une section pleine taille et permet de répondre aux exigences de cette phase.

Il requiert un parfait alignement et nivellement au risque, lors de son incorporation, d'engendrer des forces incompatibles avec une physiologie normale de déplacement.

- ✓ Arc acier 0.215×0.275
- ✓ Arc en chrome cobalt (Full size également)

### **B.3. Phase de finition : phase de rétablissement de la proprioception**

Nous recherchons :

- Une gradation des forces délivrées
- L'expression du jeu de la musculature.

Le Niobium (Ormco), fil de dernière génération, est réservé particulièrement à ce type de phase par une rigidité intermédiaire entre le TMA et un acier multibrin tressé. Associé à des élastiques de finition, il permet d'obtenir un engrènement à la fois guidé par notre mécanique et par le jeu de la musculature. Cependant, c'est un fil non déformable et le risque de modification de forme d'arcade, bien que faible est présent. On peut donc lui préférer un acier multibrin tressé de fort calibre utilisé en taille pleine dont la flexibilité relative et la formabilité permettent un rétablissement intéressant de la proprioception. Le TMA s'inscrit aussi comme arc de finition avec possibilité d'ajout des courbures de compensation.

- Arc Niobium 0.21×0.25
- Arc tressé 0.215×0.275
- Arc TMA 0.18×0.25

### **III.4.2.2. Les facteurs médicamenteux**

#### **III.4.2.2.1. Le nitrate d'oxyde**

Le nitrate d'oxyde (NO) [6] est utilisé en cas de détresse respiratoire pour abaisser la pression artérielle pulmonaire et améliorer les échanges gazeux. Des études [6] ont montré que le (NO) joue un rôle important dans la régulation du microenvironnement de la dent.

L'augmentation de la production de NO augmente considérablement les lacunes vasculaires « howship's lacunea » (HL), l'activité ostéoclastique, les capillaires vasculaires et la vitesse déplacement dentaire.

Il semblerait que le NO à dose non toxique pourrait être utilisé pour réduire le temps de traitement orthodontique. Mais des études plus détaillées devront être faites pour que l'application clinique de ce produit soit effective [6].

#### **III.4.2.2.2. Effets des AINS et des antalgiques pures**

Les traitements orthodontiques sont souvent douloureux, surtout après l'activation. L'orthodontiste est donc appelé à prescrire des analgésiques dont l'action sur les prostaglandines n'est pas toujours celle que l'on souhaite

*Les anti-inflammatoires non stéroïdiens* tels que l'aspirine et l'ibuprofène diminuent le nombre d'ostéoclastes, probablement en inhibant la sécrétion de prostaglandines [10], ce qui réduit le mouvement orthodontique des dents.

*L'acétaminophène* (paracétamol) n'affecte pas le déplacement orthodontique des dents, et il pourrait être l'analgésique de choix pour le traitement de la douleur associée au traitement orthodontique [10].

*Les Eicosanoïdes* sont un groupe de molécules de signalisation impliquées dans la régulation de nombreux processus, la régulation des voies et des conditions pathologiques, telles que les réponses inflammatoires et

immunitaires, l'anaphylaxie, la vasodilatation et la vasoconstriction, la coagulation sanguine, la stimulation des terminaisons nerveuses périphériques, et le développement des pathologies auto-immunes du système immunitaire. Quatre familles d'eicosanoïdes peuvent être distinguées: les leucotriènes, thromboxanes, prostacyclines, et les prostaglandines. Ils sont tous dérivés de l'acide arachidonique par les diverses conversions enzymatiques. Les cyclo-oxygénases (COX) jouent un rôle essentiel pour la conversion des thromboxanes, des prostacyclines, et des prostaglandines. Il y a au moins 3 isoformes, la COX-1, COX-2 et COX-3. Les COX-dépendants sont aussi appelés eicosanoïdes prostanoides. Selon l'état pathologique, l'action des eicosanoïdes pourrait être stimulée par des analogues synthétiques ou contrecarrés par des inhibiteurs directs ou indirects.

En effet ces eicosanoïdes selon leurs différentes actions au niveau des cellules osseuses réduisent le déplacement orthodontique des dents.

*Les corticostéroïdes* sont une classe d'hormones stéroïdes, produites dans le cortex surrénalien. Ils sont impliqués dans de nombreux systèmes physiologiques, comme la réponse au stress, les réponses inflammatoires et immunitaires [10]. Les corticoïdes conduisent à une perturbation de la minéralisation osseuse, une altération de la chondrogenèse, une perte osseuse et une ostéoporose [54].

Le traitement orthodontique peut être conduit chez un sujet suivant une corticothérapie chronique, mais à condition que les forces utilisées soient de faibles intensité en raison de la plus grande réactivité tissulaire face à l'application d'une contrainte mécanique. En revanche, en cas de traitement ponctuel, il est préférable de différer l'activation ou le début du traitement jusqu'à l'élimination complète du médicament par l'organisme.

*Le Tezosentan , un antagoniste mixte de l'endotéline*, a montré une modulation du mouvement dentaire chez le rat. Le système de l'endotéline pourrait jouer un rôle dans le contrôle biologique du mouvement dentaire orthodontique. Elle est censée être impliquée dans le remodelage osseux après application de la force [26].

*L'acétaminophène* est un antalgique qui n'a aucun effet néfaste sur le mouvement dentaire provoqué [88]. C'est l'antalgique de choix lors du déplacement dentaire provoqué.

### **III.4.2.2.3 Facteurs alimentaires et hormonaux intervenant dans le contrôle physiologique du tissu osseux**

Les processus qui déterminent la structure et la forme interne des os sont soumis à plusieurs types de régulation [106].

#### **III.4.2.2.3.1. Les apports alimentaires**

##### **➤ Les acides aminés**

Les acides aminés sont indispensables lors de synthèses protéiques intenses. Une carence en acides aminés conduit à une déficience de synthèse de collagène, de protéoglycans et glycosaminoglycans qui composent la matrice ostéoïde [106].

##### **➤ La vitamine C**

Elle intervient dans l'hydroxylation de la proline lors de la synthèse des fibres de collagène. Lors d'une carence, on assiste à une diminution ou un arrêt de la synthèse de la matrice pré osseuse [106].

##### **➤ Le calcium**

Il est indispensable à la minéralisation du tissu osseux. Un apport insuffisant ou une perte excessive conduit à une moindre minéralisation et donc à des os mous

et mécaniquement peu résistants (rachitisme chez l'enfant, ostéomalacie chez l'adulte) [106].

#### **III.4.2.2.3.2 Les facteurs hormonaux**

##### **➤ La parathormone**

La parathormone (PTH) est une hormone peptidique synthétisée par la glande parathyroïde, située contre la glande thyroïde, à la base du cou. C'est une hormone hypercalcémiant dont les mécanismes d'action sont multiples :

- elle induit la libération d'un facteur activateur des ostéoclastes par les ostéoblastes et réduit l'activité de synthèse de ces derniers. Les ostéoblastes diminuent de volume, laissant ainsi des plages de matrice osseuse libre pour la fixation des ostéoclastes. Ceux-ci se multiplient rapidement, accroissent leur activité lytique et assurent une libération rapide de calcium à partir de la substance osseuse résorbée ;
- elle stimule l'ostéolyse ostéocytaire [106].

##### **➤ La calcitonine**

La calcitonine est une hormone hypocalcémiant, antagoniste de la parathormone. Elle est synthétisée par les cellules para folliculaires (cellules C) de la glande thyroïde. C'est en réalité une hormone d'urgence pour éviter l'hypercalcémie postprandiale. Elle diminue l'activité ostéoclastique et l'ostéolyse ostéocytaire et stimulerait à court terme l'activité des ostéoblastes favorisant le stockage de calcium dans les os [106].

##### **➤ Les hormones thyroïdiennes**

Les hormones thyroïdiennes (T3 et T4) agissent en concordance avec l'hormone de croissance. Chez l'adulte, l'hyperthyroïdie induit une hypercalcémie et une augmentation du remodelage osseux [106].

➤ **Les prostaglandines**

Les prostaglandines E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) stimulent la résorption osseuse, par conséquent elles facilitent le déplacement dentaire provoqué **(106)**.

# **TROISIEME PARTIE**

## **LES MOYENS ET TECHNIQUES POUR ACCELERER LE DEPLACEMENT DENTAIRE**

## **IV. COMMENT ACCELERER LE DEPLACEMENT DENTAIRE PROVOQUE**

Pendant longtemps, l'orthodontie ne s'adressait qu'aux patients en période de croissance (enfants et adolescents). De plus en plus l'orthodontie intéresse le patient adulte, qui lui vit son traitement et est conscient de ce qu'il veut. Contrairement à l'enfant, il présente certaines particularités : il est exigeant, sa demande est précise. Parmi ses doléances, la diminution du temps de traitement est une préoccupation majeure.

### **IV.1. Les moyens non chirurgicaux**

#### **IV.1.1. Thérapie au laser à faible énergie**

La thérapie laser à faible énergie (TLFE) a l'avantage d'être indolore, non invasive, de mise en œuvre facile et peu onéreuse. Cependant son efficacité est controversée.

En effet **BEGG** et **EGGER** cités par **LONG H** [63], conclurent que la thérapie laser à faible énergie est sûre en ce qui concerne la santé parodontale et radiculaire et qu'elle est incapable d'accélérer le déplacement orthodontique.

D'autre part **YOSHIDA et al.** [125] se sont intéressés aux effets de la TLFE sur le remodelage osseux durant le déplacement dentaire provoqué ainsi que la minéralisation osseuse. L'étude a été faite sur deux groupes de rats et chaque groupe comprenait 30 rats : un groupe irradié et un groupe de contrôle. Au terme de leurs études, ils ont constaté une augmentation du nombre de vaisseaux, de fibres ainsi que d'ostéoclastes, ils conclurent alors que la TLFE accélère le déplacement dentaire provoqué chez le rat.

#### **IV.1.2. Courant électrique**

Les champs électromagnétiques et leurs propriétés sont utilisés en médecine depuis longtemps. Il a été montré que les zones chargées négativement

favorisent l'apposition osseuse, les zones positives quant à elles favorisent la résorption.

Selon **KIM et al.** le courant électrique est capable d'accélérer le mouvement orthodontique [49].

#### **IV.1.3. Champ électromagnétique pulsé**

**SHOWKATBAKHS** et al. cités par **LONG H** [63] ont montré que le champ électromagnétique pulsé est capable d'accélérer le mouvement orthodontique.

Les champs magnétiques peuvent être statiques ou dynamiques variant en fonction du temps ; ils sont toujours présents lors du passage d'un courant électrique.

En clinique orthodontique, les aimants peuvent être utilisés selon deux modalités :

- l'action mécanique par leurs propriétés d'attraction-répulsion ou
- leur effet sur les tissus alvéolo-dentaires soumis à l'action de forces qui produisent des courants endogènes activant le déplacement dentaire [49].

En pratique des auteurs ont utilisé le magnétisme dans le cadre du déplacement dentaire provoqué. **MELLER** (en 1984) avait obtenu la fermeture d'un diastème médian, **BLECHMANN** en 1985 montre que les aimants produisent une force suffisante pour déplacer les dents en s'affranchissant de l'emploi des élastiques, **DELLINGER** en 1986, obtient une ingression de molaire et la fermeture de certaine béance de type squelettique [102].

## **IV.2. Techniques chirurgicales**

Diverses techniques chirurgicales existent, nous en citerons quelques-unes.

### **IV.2.1. Fibrotomie supracrestale**

La Fibrotomie supracrestale consiste en une section des fibres supracrestales, cette technique accélère dans de faibles proportions la vitesse de déplacement dentaire provoqué [108].

### **IV.2.2. Les distractions dento-alvéolaires**

Les distractions dento-alvéolaires (DDA) sont une nouvelle méthode innovatrice car elles réduisent de 50 % la durée du traitement orthodontique sans effet défavorable sur les tissus parodontaux et les structures environnementales. [56].

**KURT GÖKMEN** et al. [56] suggèrent que les DDA ou parodontales sont des techniques sûres et efficaces pour l'accélération du déplacement dentaire provoqué.

La DDA est une technique prometteuse pour le déplacement dentaire provoqué rapide [41], elle permet de réduire le temps de traitement de 50% [41].

C'est une technique qui deviendra sans doute un protocole de routine et une méthode populaire en orthodontie [98] (**Figure 23**).

Le cas clinique que nous présentons est une jeune patiente de 25 ans qui se plaignait de problèmes esthétiques et fonctionnels avec une difficulté à mastiquer et des douleurs au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire.

## RÉSUMÉ DIAGNOSTIC



Classe I squelettique Normodivergente  
tendance classe II  
Insuffisance du diamètre transversal  
maxillaire  
Classe I molaire et classe II canine à  
gauche,  
Classe d'angle indéterminée à droite  
Excès de recouvrement d'origine maxillaire  
Exoalvéolie 46, déviation milieu maxillaire  
à droite  
Encombrement maxillaire  
Inclusion 13, Agénésie 18 et 48,  
persistance 53

## EXAMEN ENDO-BUCCAL



Classe d'angle indéterminée

Classe I M et II C  
Ectopie et rotation 23



## Agencement intra arcade



Forme en V, asymétrique  
Persistance 53  
13 absente  
Chevauchement 11 et 21  
Important diastème entre 23 et 24



Forme arrondie,  
Rotation 35 et 45  
Exoalvéolie 46

## ORTHOPANTOMOGRAMME



Denture adulte  
Inclusion 13  
Agénésie 18 et 48

## TÉLÉRADIOGRAPHIE DE PROFIL



Signes de rotation moyenne



### OBJECTIF DU TRAITEMENT

- **Esthétique:** améliorer l'harmonie du sourire et notamment les rapports dento-labiaux
- Squelettique et dento-alvéolaire : Gestion de l'encombrement, mise en place de la 13 sur l'arcade
- **Occlusaux**

Classe I molaire et canine

Centrage, calage et guidage

### STRATÉGIE THÉRAPEUTIQUE

- Distraction maxillaire
- Traitement multibague bimaxillaire en technique pré-informée 022X028 sans extraction

❖ Préparation de la denture:

- nivellement, alignement
- reformation des arcades (rendre l'arcade maxillaire plus arrondie)
- Mise en place 13 sur l'arcade
- Fermeture espace résiduel

❖ Finition-Intercuspitation

❖ Contention:

**collage au maxillaire et à la mandibule.**

**SEQUENCE D'ARC**

- Pose distracteur maxillaire le 18 août 2010
- Fin activation distracteur le 30 août 2010 : disjonction de 11 mm
- Collage maxillaire +016 niti : le 8 octobre 2010
- Collage mandibulaire +016 NiTi le 22 octobre 2010
- Dépose distracteur le 8 novembre 2010 espace 11-21 de 11 mm
- 17x25 NiTi au maxillaire le 15 novembre 2010
- 17x25 NiTi à la mandibule, élastiques verticaux 16-46 (lapins): le 17 Décembre 2010
- Chainette douce 12-11-21+ TIM 16-15-14 46-45-44 le 21 janvier 2011
- Cleats linguaux 14-15-16 : lapins criss cross, pingouins verticaux PM

Le 11 février 2011

❑ 17x25 acier au maxillaire + composante ingressive 21et22, ressort passif entre 12 et 14, élastiques verticaux pingouins sur secteur latéral droit.

Le 8 avril 2011

❑ 18x25 acier + composante ingressive 21 et 22, ressort passif de 12 et 14, chaînette de 16 à 12 : le 22 avril 2011

❑ Chirurgie de désinclusion de la 13 le 13 mai 2011

❑ Début de traction de la 13 le 17 mai 2011

❑ Incorporation de 13 sur l'arc le 7 février 2012



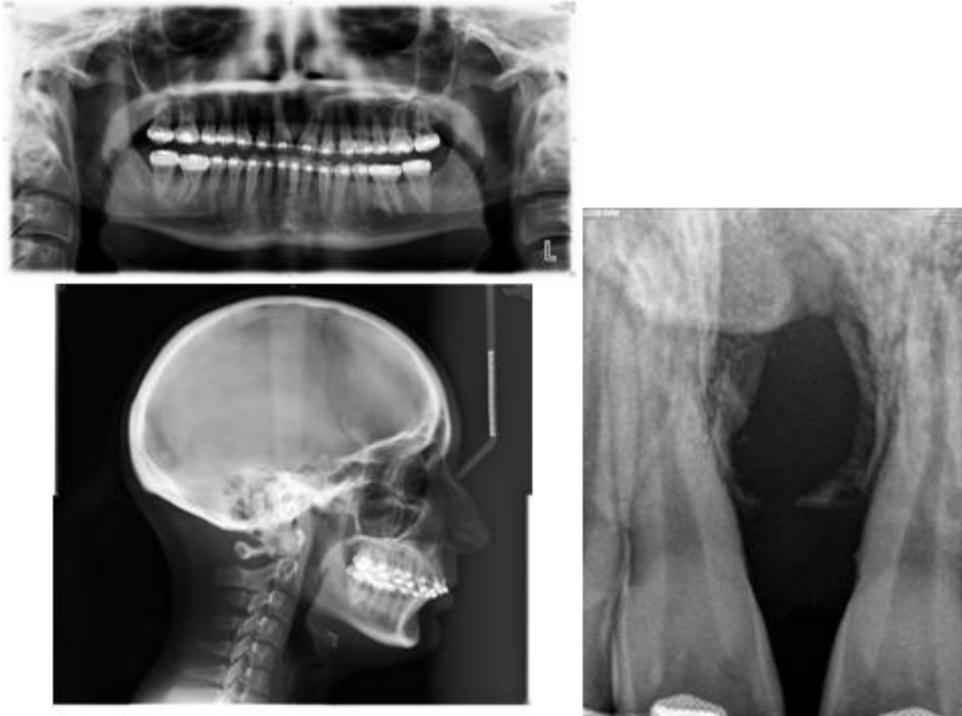
Avril 2010

septembre 2010

Avril 2011



Mars 2012



Présence d'une image entre 11 et 21, qui s'opposent probablement au rapprochement entre les deux incisives. S'agit-il d'une perte osseuse ou d'un enfouissement du frein labial supérieur?

Nous avons pour cela renvoyé le patient chez le chirurgien pour en avoir le cœur net.

Ce dernier a demandé un scanner contre-indiqué chez la patiente qui était à l'époque enceinte.

Le traitement actif a alors été suspendu jusqu'après son accouchement en septembre 2012.

Il est prévu selon les résultats du scanner soit un comblement osseux

Soit une résection de tissu muqueux.

Par la suite le rapprochement des incisives se poursuivra, puis un recul en masse de ces dernières.

Enfin coordination des arcades, intercuspidation,

Contention collée au maxillaire et à la mandibule,

Gouttières thermoformées au maxillaire et à la mandibule portées la nuit au moins les six premiers mois pour contenir le sens transversal.

#### **IV.2.3. Les distractions ligamentaires**

**SAYIN et al. [90]** considèrent le ligament comme une suture entre l'os et la dent que l'on peut tirer. Il peut se déchirer et se régénérer comme la suture palatine médiane.

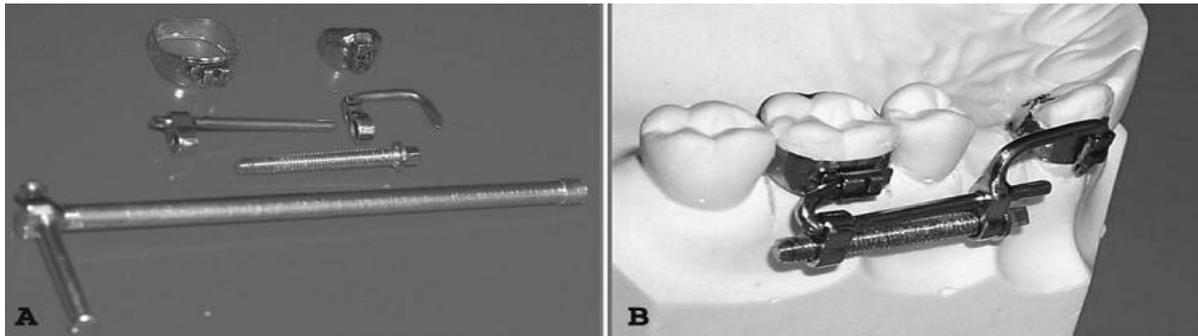
Les distractions ligamentaires consistent à réaliser des traits d'incisions d'ostéotomie verticaux en vestibulaire et en palatin de la paroi interdendaire. Les traits verticaux sont reliés par un trait oblique rejoignant la base du septum afin de diminuer la résistance osseuse (**Figure 23**).

Un dispositif est mis en place à la fin de la chirurgie entre les dents. Le vérin est ensuite activé à raison de 0,25mm environ trois fois par jour jusqu'à atteindre la position souhaitée (**Figure 24**).

Selon **SAYIN et al [90]**, l'utilisation de la DL peut être un bon moyen pour accélérer le déplacement dentaire.



**Figure 23:** *Traits d'incision verticale et oblique [90]*



**A** les pièces,

**B** Vue buccal du dispositif de distraction (90)

**Figure 24** : Matériels pour la distraction

#### **IV.2.4. La piézocision**

C'est une nouvelle procédure, invasive à minima, combinant micro-incisions et tunnelisation sélective, permettant des greffes de tissus mous ou osseux et incisions piézoélectriques. Cette nouvelle approche conduit à un traitement orthodontique de courte durée, avec des suites opératoires minimales pour le patient, ainsi qu'un renforcement du parodonte [25].

La piézocision constitue une nouvelle approche prometteuse permettant d'accélérer le déplacement dentaire provoqué et donne également la possibilité de renforcer le parodonte de façon simultanée [25].

#### **IV.2.5. Les corticotomies alvéolaires**

Les corticotomies alvéolaires selon leur déclinaison actuelle consistent en la réalisation de traits ou perforations concernant uniquement la corticale autour des dents à déplacer. Cette technique n'est pas limitée au recul canin (contrairement aux distractions), et peut concerner toute l'arcade ou au contraire être segmentaire. C'est une technique généralement réservée à l'adulte, qui permet de rendre le déplacement dentaire et le traitement orthodontique dans son ensemble deux à quatre fois plus rapide qu'un traitement orthodontique conventionnel [104].

L'idée de la corticotomie serait née en 1959 avec l'introduction du concept de déplacement dentaire accéléré par la chirurgie par **KÖLE** [52]. La technique qu'il mit en pratique est considérée comme l'ancêtre des corticotomies en effectuant des incisions verticales entre les racines et touchant toute la corticale alvéolaire. Les incisions sont reliées entre elles par un trait d'ostéotomie horizontal au niveau apical, de telle sorte à constituer des blocs osseux reliés par de l'os médullaire uniquement. Le déplacement dentaire est bien sûr plus rapide mais cette technique entraîne une mortification pulpaire.

Plusieurs autres auteurs se sont illustrés en apportant des modifications sur cette technique de **KÖLE** pour un déplacement dentaire plus rapide. Mais il fallait attendre 2001 pour qu'apparaisse la technique de corticotomie alvéolaire telle qu'elle est pratiquée de nos jours. Ceci est le fruit du travail de l'équipe des frères **WILKO, SEBAOUN** et **FERGUSON** [123].

Inspirés des travaux de ces derniers **LINO, S et al.** [61] ont pris comme animal d'expérimentation 12 chiens mâles adultes qui étaient mis dans des cages séparés sous une lumière et une température constantes. Toutes les procédures expérimentales ont été réalisées sous anesthésie intraveineuse avec du pentobarbital sodique (25-30 mg par kilogramme de poids corporel). Les

conditions expérimentales et les procédures ont été approuvées par le Comité d'éthique animale de l'Université de Miyazaki.

Les troisièmes prémolaires gauche et droite et leurs environnements sont les sites de l'expérimentation. Les deuxièmes prémolaires ont été extraites des deux côtés pour permettre le mouvement en mésial des dents à déplacer (**Figure 25**).



**Figure 25** : Photographie de la corticotomie sur une surface vestibulaire alvéolaire sur le côté expérimental. Même incision a été faite sur la face linguale. Tête de flèche blanche, ligne de coupe horizontale a été faite au-delà des sommets; tête de flèche noire, ligne de coupe verticale a été faite à partir de la crête alvéolaire à la ligne de coupe horizontale [61].

La cicatrisation, par la formation et la minéralisation, nécessite habituellement 4 à 16 semaines après une lésion osseuse. Par conséquent, à 16 semaines après l'extraction, l'os alvéolaire sur le côté expérimental a été corticotomisé comme suit: les lambeaux gingivaux mucopériostés ont été soulevés pour exposer l'os cortical à la fois sur la muqueuse buccale et les faces linguales de la troisième prémolaire. La ligne de coupe horizontale de la corticotomie a été faite en vue des sommets de la troisième prémolaire sur le côté lingual et au niveau du foramen mentonnier sur le côté vestibulaire (**Figure 32**). Les lignes de découpe verticales ont été faites à partir de la crête alvéolaire de la troisième prémolaire pour les lignes de découpe horizontales sur les côtés vestibulaire et lingual. Le

processus de corticotomie a été réalisée avec une fraise fissure de diamètre 009 dans une solution saline utilisée comme solution d'irrigation. La largeur de la coupe d'os est d'environ 1 mm, et la profondeur est soigneusement ajustée pour atteindre la moelle osseuse en confirmant le saignement à travers les lignes de coupe. Les lambeaux mucopériostés ont été suturés avec des fils de suture chirurgicales mucopériostés résorbables [61].

Les appareils orthodontiques qui ont été construits pour les deux côtés sur les moulages dentaires avant les corticotomies (**Figure 33**). Les bagues orthodontiques ont été collées sur les canines mandibulaires et les troisièmes prémolaires.



**Figure 26** : Schéma de l'appareil orthodontique. Un côté du câble (diamètre extérieur 1,0 mm) a été soudé à la bande orthodontique des canines mandibulaires, et l'autre côté a couru librement à travers le tube métallique 1,14 mm (diamètre interne) [61]

Après cette expérience, les auteurs ont conclu que : la procédure de la corticotomie alvéolaire accélère le mouvement orthodontique des dents pendant au moins 2 semaines après la réalisation de la corticotomie et diminue le risque de résorption radiculaire. Ce processus pourrait être provoqué par la réaction rapide de l'os alvéolaire dans les cavités de moelle osseuse, ce qui conduit à moins de hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire au niveau de la paroi alvéolaire [61].

# **CONCLUSION**

Dès son émergence dans la cavité buccale, l'organe dentaire se déplace sans cesse avant d'atteindre sa position finale au sein de l'arcade.

Ce mouvement dentaire est un processus physiologique dynamique qui se poursuit pendant tout le développement et le fonctionnement de l'organe dentaire, ainsi que tout au long de la vie à un rythme moins soutenu.

Ce processus consiste en une série de phénomènes d'apposition et de résorption osseuse autour de la dent, mettant en action les différents composants du parodonte.

L'orthodontiste s'appuie sur ce phénomène naturel en exerçant une force extérieure artificielle à l'aide de dispositifs mécaniques (fils, brackets, ressorts, élastiques etc...) pour aligner les dents.

Depuis dix siècles avant J.C, des techniques ont été mises en place pour corriger les malpositions dentaires.

Ces techniques sont passées de la pression digitale à l'emploi de dispositifs mis en bouche, en passant par le limage ou l'extraction des dents à la recherche de place nécessaire pour aligner les dents. De plus en plus ces dispositifs s'amélioreront avec les connaissances scientifiques de la dent ou odonte et de son tissu de soutien qu'est le parodonte.

Le déplacement orthodontique ou encore déplacement dentaire provoqué est le résultat d'une réponse biologique vis-à-vis d'une perturbation mécanique de l'équilibre physiologique du complexe dentofacial. Il est à l'origine de phénomènes physiologiques complexes.

Ce déplacement orthodontique des dents nécessite une connaissance scientifique précise de l'état du parodonte et des phénomènes qui s'y produisent, de la force optimale à déployer pour déplacer une dent et des moyens et techniques à mettre en œuvre pour réussir sa thérapeutique.

Un traitement orthodontique peut durer jusqu'à deux voire trois ans, période durant laquelle le risque carieux est plus élevé et les problèmes parodontaux plus fréquents si des précautions particulières ne sont pas prises. Aussi un port de longue durée des appareils orthodontiques peut être gênant pour des raisons esthétiques et sociales. La durée de traitement relativement longue peut constituer un frein chez l'adulte qui vit son traitement contrairement à l'enfant qui lui, le subit. Pour trouver une solution à ces problèmes, divers moyens et techniques sont mis en jeu pour accélérer le déplacement dentaire au cours du traitement orthodontique. Toujours est-il que pour réaliser des mouvements dentaires rapides, il faudrait auparavant maîtriser tous les phénomènes physiologiques, biologiques et mécaniques. Ainsi l'accélération du déplacement dentaire provoqué a permis d'intégrer et de satisfaire la demande des patients adultes qui ont longtemps déplorés la durée assez longue du traitement orthodontique.

Des résultats prometteurs sont obtenus sur les nombreuses études intéressant l'accélération du déplacement dentaire dont :

- L'optimisation des fils orthodontiques, en sélectionnant avec soin l'alliage approprié et la grosseur du fil pour répondre aux exigences d'une situation clinique spécifique.

- Les distractions dento-alvéolaires (DDA) qui sont une nouvelle méthode innovatrice consistant à mettre en bouche un distracteur afin de gagner de la place pour aligner les dents, elles réduiraient de 50 % la durée du traitement orthodontique.

- Les distractions ligamentaires qui consistent à réaliser des traits d'incisions d'ostéotomie verticaux en vestibulaire et en palatin de la paroi interdentaire. Les traits verticaux sont reliés par un trait oblique rejoignant la base du septum afin de diminuer la résistance osseuse. Cette distraction ligamentaire permettrait d'accélérer le déplacement dentaire.

- La piézocision qui est une nouvelle procédure invasive à minima, combinant micro-incisions et tunnelisation sélective, permettant des greffes de tissus mous ou osseux et incisions piézoélectriques. Cette nouvelle approche conduit à un traitement orthodontique de courte durée, avec des suites opératoires minimales pour le patient, ainsi qu'un renforcement du parodonte.

- Les corticotomies alvéolaires selon leur déclinaison actuelle consistent en la réalisation de traits ou perforations concernant uniquement la corticale autour des dents à déplacer. La procédure de la corticotomie alvéolaire accélère le mouvement orthodontique des dents pendant au moins 2 semaines après la réalisation de la corticotomie et diminue le risque de résorption radiculaire, lançant ainsi les bases d'une orthodontie nouvelle qui permettrait de réduire les risques et les contraintes liés à la durée du traitement orthodontique.

# **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. ABOUL-ELA SMBE, SELIM EMN, EL-MANGOURY ARENH, EL-SAYED KMF, AND MOSTAFA YA.**  
*Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:252-9.
- 2. ACAR A, CANYÜREK Ü, KOCAAGA M, ERVERDI N.**  
*Continuous vs. discontinuous force application and root resorption.*  
Angle Orthod 1999; 69(2):159-163.
- 3. ACKERMAN MB.**  
*The myth of Janus: Orthodontic progress faces orthodontic history.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123:594-6.
- 4. AHN HW, LEE DY, KIM SH, CHUNG KR, NELSON G.**  
*Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal Class III patients by using augmented corticotomie: A preliminary study.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142:199-206.
- 5. AKA A, N'DINDIN-GUINAN B, DIAKITE K, AGNEROH-EBOI G, DJAHA K.**  
*La thérapeutique orthodontique en pays économiquement faibles : l'usage des plaques palatines.*  
Médecine d'Afrique Noire : 2000, 47 (1), 44-48.

- 6. AKIN E, GURTON AU, and ÖLMEZ H.**  
*Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126,608-614.
- 7. AMORIC M.**  
*Orthopédie dentofaciale. Appareillages et méthodes thérapeutiques : Généralités, choix et décisions.*  
ENCYCLOPÉDIE MÉDICO-CHIRURGICALE 23-490-A-10.
- 8. ANAES.**  
*Recommandations pour la pratique clinique*  
*Les critères d'aboutissement du traitement d'orthopédie dento-faciale.*  
Décembre 2003.
- 9. ARIAS RO, MARQUEZ-OROZCO MC.**  
*Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: Their effects on orthodontic tooth movement.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:364-70.
- 10. BARTZELA T, TÜRP JC, MOTSCHALL E, MALTHA JC.**  
*Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic literature review.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135: 16-26.

**11. BARON R.**

*Histophysiologie des réactions tissulaires au cours du déplacement orthodontique.* 1st ed. CdP. Ed, Paris 346p.

**12. BARON R.**

*Le remaniement de l'os alvéolaire au cours de déplacements spontanés et provoqués des dents.*

Rev Orthop Dentofac 1975;9:309-325.

**13. BARTZELA T.**

*Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement.*

*A systematic literature review.*

Am J Orthod Dento Facial Orthop. 2009,135, pp. 555-8.

**14. BOUCHEKIOUA R.**

*Le déplacement dentaire provoqué, comment l'accélérer ? La corticotomie alvéolaire, comment la mesurer ?*

Thèse Doct. Etat. Montpellier : Univ. Montpellier 1, 2011.

**15. BREZNIAK N, WASSERSTEIN M.**

*Orthodontically Induced Inflammatory Root Resorption. Part II: The Clinical Aspects.*

Angle Orthod 2002;72:180–184.

- 16. BRINLEY CL, BEHRENTS R, KIM KB, CONDOOR S, KYUNG H-M, BUSCHANG PH.**  
*Pitch and Longitudinal Fluting Effects on the Primary Stability of Miniscrew Implants.*  
Angle Orthod. 2009;79:1156–1161.
- 17. BRODIE AG.**  
*Appraisal of present concepts in orthodontia.*  
Angle Orthod. 1950;20(1):24-38.
- 18. CHATEAU M.**  
*Orthopédie Dento-faciale Clinique : Diagnostic Traitement. Orthognatie Orthodontie Stabilisation Tome 2. CdP : 1993, Paris ; 379p.*
- 19. CHEN SSH, GREENLEE GM, KIM JE, SMITH CL, AND HUANG GJ.**  
*Systematic review of self-ligating brackets.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137:726.e1-726.e18.
- 20. COLIN KL, LAURENCE JW, DOUGLAS H, AART AR, TAVERNE, ANNE LS.**  
*Orthodontic Tooth Movement in the Prednisolone-Treated Rat.*  
Angle Orthod 2000;70:118–125.

- 21. DAVIDOVITCH Z, FINKELSON MD, STEIGMAN S, SHANFELD JL, MONTGOMERY PC AND AL.**  
*Electric currents, bone remodeling , and orthodontic tooth movement.*  
Am. J. Orthod. 1980;77:33-47.
- 22. DAVIDOVITCH Z, MUSICH D AND DOYLE M.**  
*Hormonal Effects on Orthodontic Tooth Movement in Cats-A Pilot Study.*  
Am. J. Orthod. July 1972: 95-96.
- 23. DAVIDOVITCH Z.**  
*Le déplacement dentaire provoqué.*  
Rev Orthop Dento Faciale 1994; 28 :337-384.
- 24. DE ANGELIS V.**  
*The amalgamated technique, a mechanically and biologically efficient method for controlled tooth movement.*  
Angle Orthod 1980; 5(1): 1-15.
- 25. DIBART S, SEBAOUN JD, SURMENIAN J.**  
*Une procédure peu invasive accélère parodontalement le traitement orthodontique.*  
2010 - Dental Tribune - N°14. 2p

- 26. DREVENŠEK M, SPROGAR S, BORAS I, DREVENŠEK G.**  
*Effects of endothelin antagonist tezosentan on orthodontic tooth movement in rats.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:555-8.
- 27. FISCHER TJ.**  
*Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines.*  
Angle Orthod 2007; 77(3):417-420.
- 28. FLORES DA, CHOI LK, CARUSO JM, TOMLINSON JL, SCOTT GE, JEIROUDI MT.**  
*Deformation of metal brackets: a comparative study.*  
Angle Orthod 1994;64(4):283-290.
- 29. FONTENELLE A.**  
*Biomécanique orthodontique et parodonte réduit : situations complexes.*  
J Parodontol 1992;11:207-19.
- 30. FROST HM.**  
*Dynamics of bone remodeling. International Symposium bone dynamics.*  
Revue 1964. p. 315-33.

- 31. GAMEIRO GH, NOUER DF, NETO JSP, SIQUEIRA VC, ANDRADE ED et al.**  
*Effects of Short- and Long-Term Celecoxib on Orthodontic Tooth Movement.*  
Angle Orthod 2008; 78 (5) :860-865.
- 32. GIUNTA D, KELLER J, NIELSEN FF and MELSEN B.**  
*Influence of indomethacin on bone turnover related to orthodontic tooth movement in miniature pigs.*  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1995;108:361-6.
- 33. GONÇALVES TS, MORGANTI MA, CAMPOS LC, RIZZATTO SMD, DE MENEZES LM, et al.**  
*History of orthodontics.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:126.
- 34. GRIGORIAN AMP.**  
*Optimisation du traitement orthodontique à l'aide du système de brackets auto-ligaturant actif.*  
Revista Romanã de Stomatologie. 2012 Vol LVIII, (2) : 91-95.
- 35. GUEZ MCD.**  
*Le parodonte sain.*  
*REALITES CLINIQUES* 2000. Vol. 11 n°2 ;135-147.

- 36. HAYASHI H, KONOO T, AND YAMAGUCHI K.**  
*Intermittent 8-hour activation in orthodontic molar movement.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:302-9.
- 37. PETIT H.**  
*Parodontite juvénile.*  
Petit-pont, paris 5 : 102p
- 38. HEYNICK F.**  
*Orthodontics and the millennial mechanical ideal.*  
Angle orthod 1999;69(6):553-557.
- 39. IINO S, SAKODA S, ITO G, TOSHIKAZU NISHIMORI, IKEDA T,  
and MIYAWAKI S.**  
*Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in  
the dog.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131: 448.e1-448.e8.
- 40. ISAACSON RJ, LINDAUER SJ, AND DAVIDIVITCH M.**  
*On tooth movement.*  
Angle Orthod 1993;63:305-309.

- 41. ISERI H, KISNISI R, BZIZI R, and TÜZ H.**  
*Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction Osteogenesis.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:533-41.
- 42. IWASAKI LR, GIBSON CS, CROUCH LD, MARX DB, PANDEY JP and NICKEL JC.**  
*Speed of tooth movement is related to stress and IL-1 gene polymorphisms.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:698.e1-698.e9.
- 43. JERYL D.**  
*Diagnosis and treatment planning for esthetic results.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130- p696.
- 44. JING W, YU-XING B, BANG-KANG W.**  
*Biomechanical and Histomorphometric Characterizations of Osseointegration during Mini-Screw Healing in Rabbit Tibiae.*  
Angle Orthod. 2009;79:558-563.
- 45. JONG-SUK L, DOO HK, YOUNG-CHEL P, SEUNG-HYUN K, TAE-KYUNG K.**  
*The Efficient Use of Midpalatal Miniscrew Implants.*  
Angle Orthod 2004;74:711-714.

- 46. KALE S, KOCADERELI I, ATILLA P AND ASAN E.**  
*Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E<sub>2</sub> on orthodontic tooth movement.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:607-14.
- 47. KEHOE MJ, COHEN SM, ZARRINNIA K, COWAN A.**  
*The effect of acetaminophen, ibuprofen, and misoprostol on prostaglandin E<sub>2</sub> synthesis and the degree and rate of orthodontic tooth movement.*  
Angle Orthod 1996; 66(5): 339-350.
- 48. KESLING CK.**  
*The origin of treatment expansion.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 130 (2):p127.
- 49. KIM S.J, PARK YJ, KANG SG.**  
*Effects of Corticision on Paradental Remodeling in Orthodontic Tooth Movement.*  
Angle Orthod. 2009;79:284–291.
- 50. KOBAYASHI Y, TAKAGI H, SAKAI H, HASHIMOTO F, MATAKI S, et al.**  
*Effect of local administration of osteocalcin on experimental tooth movement.*  
Angle orthod 1998; 68(3):259-266.

- 51. KOHDA N, IJIMA M, BRANTLEY WA, MUGURUMA T, YUASA T, NAKAGAKI S, MIZOGUCHI I.**  
*Effects of bonding materials on the mechanical properties of enamel around orthodontic brackets.*  
Angle Orthod. 2012;82:187–195.
- 52. KÖLE, H.**  
*Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities.*  
Oral Surg Oral Med Oral Patho. 1959 ; 12,(3).277-88.
- 53. KRISHNAN V, DAVIDOVITCH Z.**  
*The effect of drug on orthodontic tooth movement.*  
Orthod Craniofac Res. 2006,9:163-71.
- 54. KRISHNAN V, DAVIDOVITCH Z.**  
*Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:469e.1-460e.32.
- 55. KUMASAKO-HAGA T, KONOO T, YAMAGUCHI K, et HAYASHI H.**  
*Effect of 8-hour intermittent orthodontic force on osteoclasts and root resorption.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135:278.e1-278.e8.

**56. KURT G, ISERI H, KISNISI R.**

*Rapid Tooth Movement and Orthodontic Treatment Using Dentoalveolar Distraction (DAD): Long-term (5 years) Follow-up of a Class II Case.*

Angle Orthod. 2010;80:597–606.

**57. KUSY RP.**

*Ongoing Innovations in Biomechanics and Materials for the New Millennium.*

Angle Orthod 2000; 70:366–376.

**58. KUSY RP.**

*Orthodontic Biomaterials: From the Past to the Present.*

Angle Orthod 2002; 72(6):501-512.

**59. LEEVES MA, MCDONALD F.**

*The effect of mechanical deformation on the distribution of ions in fibroblasts.*

Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 107:625-32.

**60. LIES C, FERNANDEZ S, LIMME M, VANHEUSDEN A.**

*Optimalisation des techniques prothétiques de réhabilitation orale grâce à l'orthodontie : analyse d'un cas clinique.*

Rev Med Liege 2008; 63(10) :609-614.

- 61. LINO S, SAKODA S, ITO G, NISHIMORI T, IKEDA T et al.**  
*Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131: 448.e1-448.e8.
- 62. LOMBARDO L, GRACCO A, ZAMPINI F, STEFANONI F, MOLLICA F.**  
*Optimal Palatal Configuration for Miniscrew Applications.*  
Angle Orthod 2010;80:145-152.
- 63. LONG H, PYAKUREL U, WANG Y, LIAO L, ZHOU Y, LAI W.**  
*Interventions for accelerating orthodontic tooth movement. A systematic review.*  
Angle Orthod (sous press).
- 64. LV T, KANG N, WANG C, HAN X, CHEN Y, AND BAI D.**  
*Biologic response of rapid tooth movement with periodontal ligament distraction.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:401-11.
- 65. MACPHEE T, COWLEY G;** *Essentiel of periodontology and periodontics.*  
Blackwell scientific publications 1969: 226p.

**66. MARKOSTAMOS, K.**

*Orthodontic movement through compact bone and spongy bone. The difference in tissue reaction with two different forces.*

Orthod Fr. 1991, 62(3): 875-91.

**67. MASELLA RS, MEISTER M.**

*Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:458-68.

**68. MASSIF L, FRAPIER L.**

*Orthodontie et parodontie.*

Odontologie/Orthopédie dentofaciale 23-490-A-07. 2007:16p.

**69. MASSIF L.**

*Electric current.*

Am J Orthod. 1980, vol. 77, 1, pp. 625-50

**70. MEDEIROS P.J, AND BEZERRA AR.**

*Treatment of an ankylosed central incisor by single-tooth dento-osseous osteotomy.*

Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;112:496- 501.

**71. MELSEN B.**

*Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement.*

Angle Othod 1999;69(2):151-158.

**72. MILTON BA.**

*A brief history of orthodontics.*

Am J orthod Dentofac Orthop. 1990: 98 (2),176-183.

**73. MONTAGNA L, PIRAS A, MONTAGNA F, LAMBINI L.**

*History of orthodontics.*

Tagete - archives of legal medicine and dentistry. 2010 XVI. 4p.

**74. MUZJ E, MAJ G.**

*Constitutional basis of orthodontics.*

Angle Orthod 1956; 26(4):213-228.

**75. NISHIOKA M, IOI H, NAKATA S, NAKASIMA A.**

*Counts a root resorption and immune system factors in the Japanese.*

Angle Orthod 2006;76:103–108.

**76. OWMAN-MOLL P, KUROL J, LUNDGREN D.**

*Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related related to early tooth movement and root resorption.*

Angle Orthod 1995;65(6):395-402.

**77. PARENT A.**

*Le déplacement dentaire provoqué en orthodontie : comment l'accélérer ?*

Thèse doct. Etat. Montpellier : Univ. Montpellier 1, 2006.

**78. PEREIRA CV, KAMINAGAKURA E, BONAN PRF, BASTOS RA, PEREIRA LJ.**

*Cellular, Humoral, and Histopathologic Analysis in Rats Implanted with Orthodontic Nickel Brackets.*

Angle Orthod 2008; 78 (1): 114-119.

**79. PHILIPPE J.**

*Grandeur et décadence de l'orthodontie Française au cours des XVIIIe et XIXe siècles. Actes.*

Société française d'histoire de l'art dentaire, 2006 : 11p.

**80. PHILIPPE J.**

*L'évolution de la pensée orthodontique de 1728 à 2004.*

Orthod Fr 2005;76:7-11.

**81. PHILIPPE J, GUEDON P.**

*L'évolution des appareils orthodontiques de 1728 à 2007.*

Orthod Fr 2007;78:295–302c.

**82. PHILIPPART-ROCHAIX M.**

*Criticisms of lingual adult orthodontics: rational answers.*

Rev Odont Stomat 2002;31:261-278.

**83. PILON JJGM, KUIJPERS-JAGTMAN AM, AND MALTHA JC.**

*Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study.*

Am J Orthod Dentofac Orthop 1996; 110:16-23.

**84. POUGATCH P, BOES D, MAUJEAN E, TARRAGANO H.**

*Interrelations orthodontie-parodontologie.*

Encyclopédie médico-chirurgicale 23-448-A-10.2010; 14p

**85. REITAN K.**

*The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function.*

Acta Odontol Scand 1951;6:235-40.

**86. RINCHUSE DJ, SOSOVICKA MF, ROBISON JM, AND  
PENDLETON R.**

*Orthodontic treatment of patients using bisphosphonates: A report of 2 cases.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131:321-6.

**87. RIVAULT A.**

*Atlas de parodontologie.*

UPSA, Paris 1983 : 57p.

**88. ROCHE J.J, CISNERO G.J, ACS G.**

*The effect of acetaminophen on tooth movement in rabbits.*

Angle orthod 1997;67(3):231-236.

**89. ROSALIO.**

*L'histoire de l'orthodontie. Caradent.net : forum de la médecine dentaire*

Orthopédie dentofaciale. 15-07-2007: 5p

**90. SAYIN S.**

*Rapid Canine Distalization Using Distraction of the Periodontal Ligament: A Preliminary Clinical Validation of the Original Technique.*

Angle Orthod 2004;74:304–315

**91. SCHWARZ AM.**

*Presentation of the plate and accessories in the treatment of malocclusion.*

Angle Orthod 1936;237-239.

- 92. SEKHAVAT AR, MOUSAVIZADEH K, PAKSHIR HR, ASLANI FS.**  
*Effect of misoprostol, a prostaglandin E<sub>1</sub> analog, on orthodontic tooth movement in rats.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122:542-7.
- 93. SEONG-HUN K, YOON-AH K, DO-MIN J, WON L, KYU-RHIM C, AND NELSON G.**  
*Clinical application of accelerated osteogenic orthodontics and partially osseointegrated mini-implants for minor tooth movement.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:431-9.
- 94. SHPACK N, GERON S, FLORIS I, DAVIDOVITCH M, BROSH T, DAN VARDIMON A.**  
*Bracket Placement in Lingual vs Labial Systems and Direct vs Indirect Bonding.*  
Angle Orthod. 2007; 77(3);509-517.
- 95. SIRISOONTORN I, HOTOKEZAKA H, HASHIMOTO M, GONZALES C, LUPPANAPORNLARP S, et al.**  
*Tooth movement and root resorption; The effect of ovariectomy on orthodontic force application in rats.*  
Angle Orthod. 2011;81:570–577.

**96. SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'HISTOIRE DE L'ART DENTAIRE.**

XVIII<sup>e</sup> congrès.

Nancy, 2008 Vol. 13.

**97. STRANG RHW.**

*What is meant by physiological tooth movement.*

Angle Orthod 1931:70-76.

**98. SUKURICA Y, KARAMAN A, GÜREL HG, DOLANMAZ D.**

*Rapid Canine Distalization through Segmental Alveolar Distraction Osteogenesis.*

Angle Orthod 2007 ; 77 (2) :226-236.

**99. TALIC N.F, EVANS C, AND ZAKI AM.**

*Inhibition of orthodontically induced root resorption with echistatin, an RGD-containing peptide.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129:252-60.

**100. TAMIZHARASI , SENTHIL K.**

*Evolution of Orthodontic Brackets.*

JIADS July - September,2010;1(3) :25-30.

- 101. TANER TU, YUKAY F, PEHLIVANOGLU M, AKIRER BC.**  
*A Comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-X appliance.*  
Angle Orthod 2003;73:686–691.
- 102. TERK B.**  
*Force et bioélectricité.*  
Orthod Fr. 1996: 67(1) 2<sup>ème</sup> partie chapitre 5
- 103. TERSPOLSKY M.S, BRIN I, HARARI D, STEIGMAN S.**  
*The effect of functional occlusal forces on orthodontic tooth movement and tissue recovery in rats.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:620-8.
- 104. THIERRY, M. et al.**  
*Orthodontie accélérée par corticotomies alvéolaire : intérêt clinique et évaluation tomographique de l'impact sur le volume osseux.*  
Mémoire CECSMO : Paris V, 2009: 26p
- 105. TOMIZUKA R, SHIMIZU Y, KANETAKA H,SUZUKI A, URAYAMA S, KIKUCHI M ET AL.**  
*Histological Evaluation of the Effects of Initially Light and Gradually Increasing Force on Orthodontic Tooth Movement.*  
Angle Orthod 2007 ; 77(3) :410-416.

- 106. TOPPETS V, PASTORET V, DE BEHR V, ANTOINE N, DESSY C, GABRIEL A.**  
*Morphologie, croissance et remaniement du tissu osseux.*  
Ann. Méd. Vét., 2004 ;148 : 1-13.
- 107. TUNCER B.B, ÖZMERİÇ N, TUNCER C, TUNCER I, ÇAKILCI B et al.**  
*Levels of Interleukin-8 During Tooth Movement.*  
Angle Orthod 2005; 75:631–636.
- 108. TUNECAY OC, KILLIANY D.M.**  
*The effect of gingival fiberotomy on the rate of tooth movement.*  
Am J Ortod. 1986, Vol. 89, 3, pp. 212-215.
- 109. VON FRAUNHOFER J.A, BONDS P.W, AND JOHNSON B.E.**  
*Force generation by orthodontic coil spirings.*  
Angle orthod 1993; 63(2):145-148.
- 110. WAHL N.**  
*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 1: Antiquity to the mid-19<sup>th</sup> century.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:255-9.
- 111. WAHL N.**  
*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 2: Entering the modern era.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005; 127:510-5.

**112. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 3: The professionalization of orthodontics.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005; 127:749-753.

**113. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 6: More early 20th-century appliances and the extraction controversy.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005; 128:795-800.

**114. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 7: Facial analysis before the advent of the cephalometer.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129:293-8.

**115. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 8: The cephalometer takes its place in the orthodontic armamentarium.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:574-80.

**116. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: Functional appliances to midcentury.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:829-33.

**117. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 10: Midcentury retrospect.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006 ;130: 253-6.

**118. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 13: The temporomandibular joint and orthognathic surgery.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131:263-7.

**119. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 14: Surgical adjuncts to orthodontics.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131:561-5.

**120. WAHL N.**

*Orthodontics in 3 millennia. Chapter 16: Late 20th-century fixed appliances.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 134:827-30.

**121. WANG L, LEE W, LEI D, LIU Y, YAMASHITA D, AND YEN SLK.**

*Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: Histology and immunostaining.*

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:770.e1-770.e11.

**122. WEILAND F.**

*Constant versus interrupted dissipating forces in orthodontics : the effect on initial tooth movement and root resorption.*

*Eur j Orthod.* 2003,25:335-42

**123. WILKO WM. et al.**

*Rapid orthodontics with alveolar reshaping : two case reports of decowding.*

*Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001, Vol. 6(4):355-73.

**124. WONG A.K.**

*Orthodontic elastic materials.*

*Angle Orthod* 1976;46: 196–205.

**125. YOSHIDA, T et al.**

*Low energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling.*

*Orthod Craniofac Res.* 2009, 12, pp. 2889-98.

**126. ZHUANG L, BAI Y, MENG X.**

*Three-dimensional morphology of root and alveolar trabecular bone during tooth movement using micro-computed tomography.*

*Angle Orthod.* 2011;81:420–425.

**127. ZINELIS S, ANNOUSAKI O, ELIADES T, MAKOU M.**

*Elemental Composition of Brazing Alloys in Metallic Orthodontic Brackets.*

Angle Orthod 2004; 74(3): 394-399.

# **SERMENT DU CHIRURGIEN DENTISTE**

---

*<< En présence des maitres de cette école, de mes chers condisciples,  
Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la  
probité dans l'exercice de ma profession.*

*Je donnerai mes soins gratuit à l'indigent, et n'exigerai jamais  
d'honoraire au delà de mon travail ; et ne participerai jamais à aucun  
partage illicite d'honoraires.*

*J'exercerai ma profession avec conscience, dans l'intérêt de la santé  
publique, sans jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers  
le malade et sa dignité humaine et envers la communauté.*

*Je ne dévoilerai à personne les secrets qui me seront confiés par le  
patient ou dont j'aurai connaissance.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes maitres, je jure de les  
honorer et de rester digne de leur enseignement.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes  
promesses.*

*Que je sois méprisé de mes confrères si j'y manque. >>*

# PERMIS D'IMPRIMER

---

**Vu :**

**Le Président du jury**

**Vu :**

**Le Doyen de.....**

Vu et Permis d'imprimer

Pour le Recteur, Président de l'Assemblée d'Université Cheikh Anta Diop de Dakar

et par délégation

Le Doyen

<b>Demba Toure</b>	
<b>OPTIMISATION DU DEPLACEMENT DENTAIRE</b>	<b>N°42-63-13-1</b>
Thèse: Chir. Dent.: Dakar : n°12[SI] ; [Sn.], 2013 [ pages], ill, 21x29,5 cm	

<b>Rubrique de classement</b>	<b>Mots-clés :</b>	<b>MeSH :</b>
ORTHODONTIE DENTO-FACIALE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement</li> <li>- Dent</li> <li>- accélérée</li> <li>- Optimisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deplacement</li> <li>- tooth</li> <li>- accelerate</li> <li>- optimisation</li> </ul>

### Résumé

Les déplacements dentaires sont un phénomène physiologique dynamique qui se produit tout au long de la vie à un rythme moins soutenu.

Les dents se déplacent sous l'effet des forces si légères soient elles produites par les contacts dentaires lors des différentes fonctions manducatrices. L'orthodontie tente d'accélérer et d'orienter ce déplacement dentaire. Ce processus consiste en une série de phénomène d'apposition et de résorption osseuse autour de la dent. L'orthodontiste exerce une force extérieure artificielle à l'aide de dispositif mécanique pour aligner les dents. Pour satisfaire la demande des patients adultes qui souhaitent un traitement de courte durée. De nombreuses études sur le déplacement dentaire accélère ont été effectuées dont :

- L'optimisation des fils orthodontiques
- La distraction dento-alvéolaire
- La distraction ligamentaire
- Lapiézocision
- Les corticotomies alvéolaires.

<b>PRESIDENT</b>	:	<b>M. Falou DIAGNE</b>	Professeur
<b>MEMBRES :</b>		<b>M. Pape Ibrahima NGOM</b>	Professeur
		<b>Mme Khady Diop BA</b>	Maître de Conférences Agrégé
		<b>M Babacar FAYE</b>	Maître de Conférences Agrégé

<b>Directeur de thèse :</b>	<b>Mme Khady Diop BA</b>	<b>Maître de Conférences Agrégé</b>
<b>Co-directeurs de thèse :</b>	<b>M. Alpha BADIANE</b>	<b>Assistant</b>

**Adresse du doctorant : Thiès Villa Numéro 157 QUARTIER LAZARET**

**E-mail : [drdmbtoure@gmail.com](mailto:drdmbtoure@gmail.com)**