

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

Année : 2007

N° : 22

**LES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS EN O.D.F.**

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

*Présentée  
Et soutenue publiquement par*

Mademoiselle **GAGNA Fanny**

**Née le 30 Septembre 1982**

*Le 10 Mai devant le jury ci-dessous*

*Président* M. Olivier LABOUX  
*Assesseur* M. Stéphane RENAUDIN  
*Assesseur* M. Michel ROUVRE

Directeur de thèse : M. Marc-Henri NIVET

# SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>I. Historique du système fixe multiattache</b> .....                   | <b>7</b>  |
| 1. Le système d'ANGLE.....  | 7         |
| 2. L'appareil multiattaches EDGEWISE .....                                | 10        |
| 3. La technique Bioprogressive de RICKETTS.....                           | 17        |
| 4. L'arc droit D'ANDREWS .....  | 17        |
| 5. La technique de BEGG .....   | 25        |
| 6. La technique TIP-EDGE.....   | 25        |
| 7. Evolutions contemporaines du boîtier Edgewise.....                     | 26        |
| <b>II. LES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS</b> .....                            | <b>30</b> |
| 1. Conception .....   | 30        |
| 1.1. Rappel de la constitution du bracket Edgewise classique .....        | 30        |
| 1.2. Constitution d'un Bracket auto-ligaturant .....                      | 31        |
| 1.3. Caractéristiques particulières .....                                 | 31        |
| 1.4. Distinction Bracket auto-ligaturant Actif / Passif / Interactif..... | 32        |
| 1.4.1. <i>ACTIFS</i> .....  | 32        |
| a- Avantages .....  | 32        |
| b- Inconvénients .....  | 33        |
| 1.4.2. <i>PASSIFS</i> .....   | 34        |
| a- Avantages .....  | 34        |
| b- Inconvénients .....  | 35        |
| 1.4.3. <i>INTERACTIFS</i> .....   | 35        |
| a- Avantages .....  | 36        |
| 2. Evolution.....   | 36        |
| 2.1. THE RUSSEL ATTACHMENT .....  | 37        |
| 2.2. LE BRACKET BOYD .....  | 37        |
| 2.3. LE BRACKET FORD .....  | 38        |
| 2.4. L' EDGELOCK (par ORMCO) .....  | 38        |
| 2.5. LE MOBIL-LOCK (FORESTADENT) .....                                    | 39        |
| 2.6. LE SPEED (par OREC) .....  | 39        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.7.   | L'ACTIVA (par A-COMPANY) .....  | 40 |
| 2.8.   | LE TIME (par ADENTA) .....  | 40 |
| 2.9.   | LE DAMON SL (par ORMCO).....  | 41 |
| 2.10.  | LE TWINLOCK (par ORMCO) .....   | 41 |
| 2.11.  | INNOVATION (par GAC).....   | 42 |
| 3.     | Rappel sur la friction.....   | 42 |
| 3.1.   | Définition.....   | 42 |
| 3.2.   | La friction statique et dynamique.....  | 43 |
| 3.3.   | Les facteurs influençant la friction .....  | 43 |
| 3.3.1. | Le Bracket .....  | 43 |
| 3.3.2. | L'arc .....   | 44 |
| 3.3.3. | Le type de ligature .....   | 44 |
| 3.3.4. | Autres .....  | 44 |
| 3.4.   | Les résistances au glissement en fonction de l'angle existant entre l'arc et le bracket dans un mouvement de version..... | 44 |
| 3.4.1. | La friction traditionnelle.....   | 45 |
| 3.4.2. | Le blocage .....  | 45 |
| 3.4.3. | L'encochage .....   | 46 |
| 4.     | Les principaux boîtiers auto-ligaturants actuels .....  | 46 |
| 4.1.   | Vestibulaire .....  | 46 |
| 4.1.1. | Non esthétique .....  | 46 |
| a-     | LE SMART CLIP (par 3M UNITEK) .....   | 46 |
| b-     | LE DAMON 2 (par ORMODENT) .....   | 48 |
| c-     | LE DAMON 3 MX (par ORMODENT) .....  | 50 |
| d-     | LE TIME 2 (par AMERICAN ORTHODONTICS) .....   | 51 |
| e-     | IN-OVATION R (par GAC-DENTSPLY) .....   | 53 |
| f-     | LE QUICK (par FORESTADENT) .....  | 54 |
| g-     | LE SPEED (par STRITE INDUSTRIES) .....  | 55 |
| h-     | LE GLIDE (par LANCER ORTHODONTICS) .....  | 58 |
| i-     | LE CARRIERE LX (par ORTHOPLUS).....   | 59 |
| 4.1.2. | Esthétiques .....   | 61 |
| a-     | LE IN-OVATION C (par GAC-DENTSPLY).....   | 61 |
| b-     | LE OYSTER (par GESTENCO).....   | 62 |
| c-     | LE OPAL (par OPAL ORTHODONTICS) .....   | 63 |
| d-     | LE DAMON 3 (par ORMODENT) .....   | 64 |
| 4.2.   | Linguaux .....  | 65 |
| a-     | LE EVOLUTION (par A-DENTA) .....  | 65 |
| b-     | LE IN-OVATION L (par GAC-DENTSPLY).....   | 67 |

### **III. COMPARAISON DE LA RESISTANCE A LA FRICTION DES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS ET DES BOITIERS CONVENTIONNELS ..... 68**

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Expérience type : matériel et méthodes ..... | 68 |
| 1.1. | Le matériel : .....                          | 68 |

|   |    |
|---|----|
| 1.2. Les méthodes.....  | 69 |
| 2. Synthèse des différentes études expérimentales en fonction des différentes variables ..... | 70 |
| 2.1. En fonction de l'arc choisi .....  | 70 |
| 2.1.1. De sa section .....  | 70 |
| 2.1.2. De sa forme .....  | 70 |
| 2.1.3. De sa matière .....  | 71 |
| 2.2. En fonction du type de bracket .....   | 72 |
| 2.2.1. Bracket auto-ligaturant <i>ACTIF</i> .....   | 72 |
| 2.2.2. Bracket auto-ligaturant <i>PASSIF</i> .....  | 73 |
| 2.2.3. De sa matière et de sa forme .....   | 75 |
| 2.3. En fonction du type de ligature.....   | 76 |
| 2.3.1. Auto-ligaturante .....   | 76 |
| 2.3.2. Acier .....  | 78 |
| 2.3.3. Elastomérique.....   | 79 |
| 2.4. En fonction du mouvement étudié .....  | 80 |
| 2.4.1. Dans un mouvement de translation .....   | 80 |
| 2.4.2. Dans un mouvement de rotation.....   | 81 |
| 2.4.3. Dans un mouvement de version.....  | 81 |
| 2.5. En fonction des conditions d'expérience .....  | 82 |
| 2.5.1. <i>In vitro</i> .....  | 82 |
| 2.5.2. <i>Ex vivo</i> .....   | 83 |
| 3. Récapitulatif.....   | 84 |

#### **IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS .....85**

|   |    |
|---|----|
| 1. les avantages .....  | 85 |
| 1.1. Une friction moindre.....  | 85 |
| 1.2. Un gain de temps .....   | 86 |
| 1.2.1. Au fauteuil .....  | 86 |
| 1.2.2. Sur la durée totale du traitement.....   | 87 |
| 1.2.3. Par une diminution de la fréquence des rendez-vous .....                         | 88 |
| 1.4. Un meilleur confort .....  | 88 |
| 1.5. De meilleurs résultats.....  | 89 |
| 1.6. Une amélioration de l'esthétisme .....   | 89 |
| 1.7. Un gain financier .....  | 90 |
| 2. les inconvénients.....   | 90 |
| 2.1. Le coût du boîtier .....   | 90 |
| 2.2. Les problèmes techniques.....  | 90 |
| 2.3. La nécessité d'une certaine habilité du praticien .....                            | 91 |
| 3. Tableau comparatif entre un boîtier auto-ligaturant et un boîtier conventionnel..... | 92 |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>V.</b>  | <b>ENQUETE EN REGION DES PAYS DE LA LOIRE.....</b>   | <b>93</b>  |
| 1.         | Le questionnaire .....   | 93         |
| 2.         | Les réponses .....   | 94         |
| 2.1.       | Le nombre total de réponses .....  | 94         |
| 2.2.       | Les types de boîtiers utilisés .....   | 94         |
| 2.3.       | Les utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants .....  | 95         |
| 2.3.1.     | <i>L'ancienneté d'utilisation</i> .....  | 95         |
| 2.3.2.     | <i>Les avantages</i> .....   | 96         |
| 2.3.3.     | <i>Les inconvénients</i> .....   | 97         |
| 2.3.4.     | <i>Les marques utilisées</i> .....   | 97         |
| 2.4.       | Les différentes raisons pour lesquelles les autres n'utilisent pas les boîtiers auto-ligaturants. .... | 98         |
| 2.5.       | Les remarques .....  | 99         |
| 3.         | Conclusion .....   | 99         |
| <b>VI.</b> | <b>ILLUSTRATIONS CLINIQUES.....</b>  | <b>100</b> |
| 1.         | Cas 1 : Patient traité avec des boîtiers QUICK.....  | 100        |
| 2.         | Cas 2 : Patient traité avec des boîtiers DAMON 3 MX.....   | 101        |
| 3.         | Cas 3 : Patient traité avec des boîtiers IN-OVATION R.....   | 102        |
| 4.         | Cas 4 : Patient traité avec des boîtiers SPEED .....   | 103        |
| 5.         | Cas 5 : Patient traité avec des boîtiers IN-OVATION L .....  | 104        |
| 6.         | Cas 6 : Patient traité avec des boîtiers INNOVATION L .....  | 105        |
| 7.         | Cas 7 : Patient traité avec des boîtiers PERDENTAL .....   | 106        |
| 8.         | Cas 8 : Patient traité avec des boîtiers GESTENCO .....  | 107        |
|            | <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>108</b> |
|            | <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>   | <b>110</b> |
|            | <b>REFERENCES DES ILLUSTRATIONS.....</b>   | <b>117</b> |

# INTRODUCTION

L'orthopédie dento-faciale et la spécialité dentaire, intéressant les enfants comme les adultes, dont l'objectif premier est la correction des anomalies de développement ou de positionnement des dents, mais plus largement des maxillaires et de la face dans son ensemble, afin d'harmoniser le visage et la denture, permettant ainsi l'obtention d'une occlusion esthétique, fonctionnelle et stable dans le temps.

Pour parvenir à ses fins, l'orthodontiste va utiliser des appareils qui peuvent être soit fixes, soit amovibles. C'est d'ailleurs grâce au Dr ANGLE que les premiers systèmes fixes « multi-bagues » ont vu le jour. Cette technologie n'a pas cessé d'évoluer et permet d'obtenir un contrôle précis des mouvements dentaires.

C'est ainsi que dans un souci d'améliorer la rapidité et l'efficacité du traitement orthodontique, mais également, le confort et la facilité d'utilisation du praticien, certains ont mis au point une nouvelle génération de boîtiers : les boîtiers auto-ligaturants.

La finalité de ce travail sera de montrer, à travers la littérature, l'intérêt d'un tel boîtier au sein de l'exercice quotidien d'un orthodontiste et les répercussions sur la qualité et le déroulement de ses traitements.

Tout d'abord, un bref historique des systèmes multi-attaches nous permettra de retracer l'évolution des différents boîtiers, pour mieux appréhender par la suite, l'énumération, la description et le fonctionnement des boîtiers auto-ligaturants actuellement sur le marché. Nous poursuivrons avec un rappel sur la friction pour mieux comprendre ensuite, l'intérêt de ces boîtiers comparés aux boîtiers conventionnels, largement abordé dans de nombreuses études expérimentales. Pour conclure, nous exposerons les résultats d'une enquête menée au sein des Pays de la Loire et nous illustreront notre exposé par quelques cas cliniques.

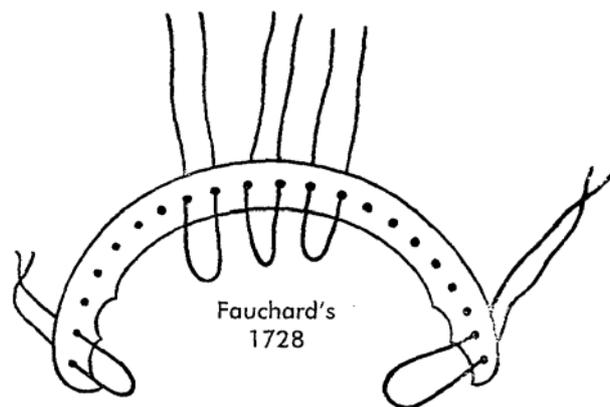
## I. Historique du système fixe multiattache

Avant la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'orthodontie est pratiquée très individuellement et de nombreuses manières. Les praticiens confectionnent leurs appareils manuellement à partir de matières premières, rendant les traitements contraignants, fragmentaires, longs et empiriques, en somme relativement chaotiques. On parle même maintenant de « monstruosités ». (60)

Il faudra patienter jusqu'en 1887 avant que Edward Hartley ANGLE mette au point **le système d'ANGLE**, puis plus tard, en 1928 **l'appareil multiattache EDGEWISE**. (60)

### 1. Le système d'ANGLE

Le premier scientifique à avoir entraîné le mouvement d'une dent est Pierre FAUCHARD en 1728, un physicien français. A l'aide d'une bande plate en métal, percée avec des trous soigneusement placés, dans lesquels passent des fils qui encerclent chaque dent avant d'être resserrés, il crée une force capable d'entraîner la version des dents. Procédé malheureusement trop instable, compte tenu de l'inefficacité du système de fixation à la dent. (60)



**Figure 1 : L'appareil orthodontique de Pierre FAUCHARD (1728)  
D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

En 1841, SCHANGÉ, un autre français, invente une attache en bande avec l'introduction de la vis linguale. (60)

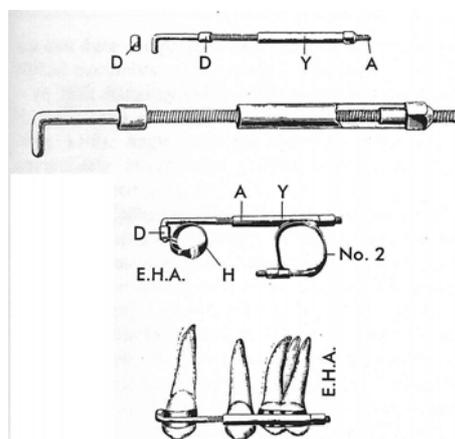
En 1849, à New York, DWINELLE invente la « vis régulatrice à vérin » qui permet de délivrer une force de pression sur une dent. (60)

D'autre part, l'invention du premier ciment dentaire en 1870 par MAGILL OF ERIE va modifier pour toujours l'avenir de l'orthodontie. (60)

ANGLE s'inspire alors de la technique de DWINELLE en rendant le système de vis à vérin plus performant et en élargissant son champ d'action. Il remplace aussi l'or par une fine couche d'alliage d'argent à base de nickel. A cet instant, l'ancrage réciproque est employé pour la première fois. Il développe aussi une vis de rétraction réglable, qui délivre une force de traction sur la dent. L'ancrage stable est maintenant possible dans le traitement, en ajoutant à l'ancrage traditionnel, qui s'appuie sur le procès alvéolaire seul, la longueur entière de la racine de la dent. (60)

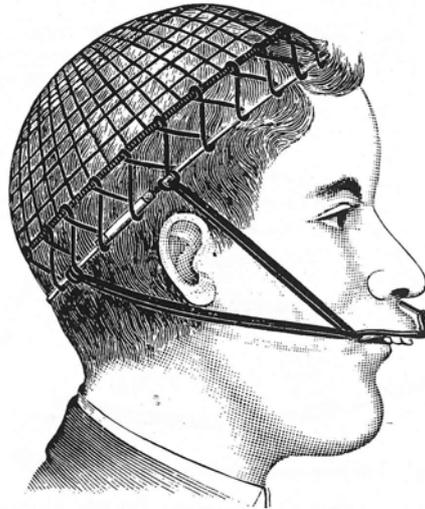
L'appareil orthodontique est alors constitué d'un arc, de bandes, de ciment et d'attachements solides et on peut, par l'intermédiaire de la vis à vérin ou de la vis de rétraction, d'exercer des forces de traction ou de pression avec un ancrage simple, réciproque ou stable.

Les divers composants sont ainsi fabriqués par des machines de précision. (60)



**Figure 2 : La visse de rétraction d'ANGLE (1887)  
D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

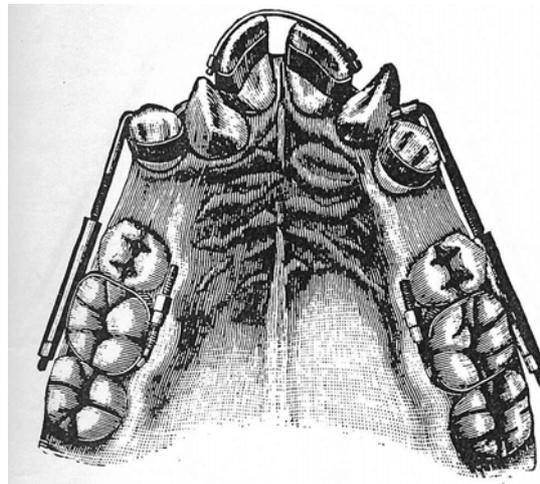
En 1861, KINGSLEY introduit « un chapeau » pour exercer une force extra-orale et fournir un ancrage occipital. ANGLE s'empresse alors d'introduire ce « chapeau » à son système élaboré. (60)



**Figure 3 : La force extra-orale d'ANGLE**  
**D'après GODDARD (1897) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

En 1861, COFFIN introduit l'arc à piano flexible. Et c'est en 1887 que ANGLE développe le prototype de son premier bracket : un tube de métal délicatement soudé à une bande.

Ces deux inventions permettent aux orthodontistes d'appliquer maintenant une force de rotation. (60)



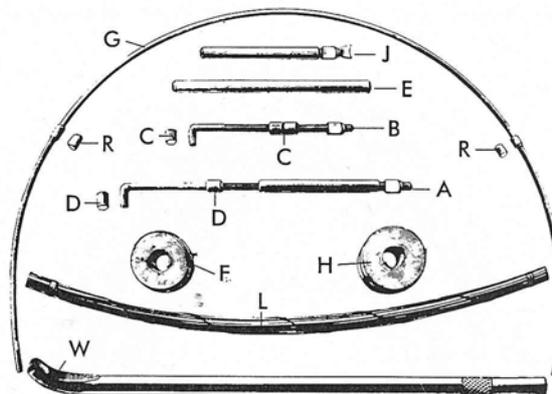
**Figure 4 : L'appareil d'ANGLE (1887)**  
**D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

D'autre part, bien que TUCKER décrive l'intérêt de l'utilisation d'élastiques en 1846, cette innovation ne devient significative qu'avec CASE et BAKER qui l'utilisent pour fournir des forces intermaxillaires et un ancrage intermaxillaire : « l'ancrage BAKER ». (60)

C'est alors qu'en 1878, ANGLE, qui suit des cours pour le diplôme de l'école dentaire, appréhende les problèmes techniques et les frustrations dans le traitement, ce qui l'inspire et le motive pour développer un appareil standard qui aurait les cinq propriétés suivantes :

- SIMPLE : il doit pouvoir pousser, tirer et entraîner une rotation de la dent.
- STABLE : il doit être fixé à la dent.
- EFFICACE : il doit être basé sur la troisième loi de Newton et permettre l'ancrage.
- DELICAT : il doit être supporté par les tissus et ne pas causer d'inflammation.
- DISCRET : il doit être acceptable esthétiquement. (60)

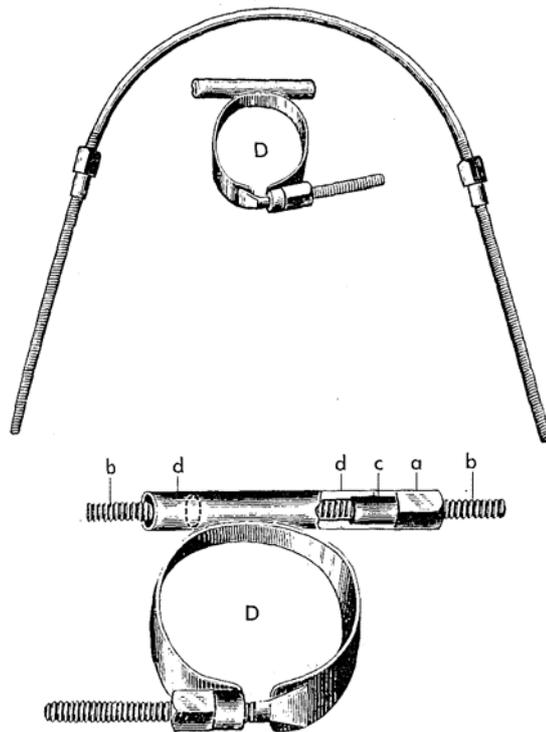
Il conçoit un appareil standard composé d'un nombre spécifique de composants basiques, pouvant être assemblés entre eux sans difficulté, en moins de temps, avec un minimum de douleur et d'inconfort pour le patient. Cette application universelle permet aux praticiens de traiter plus de patients et d'atteindre un plus haut niveau d'excellence avec moins de frais qu'auparavant. En effet ce fut le début d'une relation entre fabricants, fournisseurs et orthodontistes, ce fut le **système d'ANGLE**. (60)



**Figure 5 : Les composants de base du système standard d'ANGLE**  
**D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

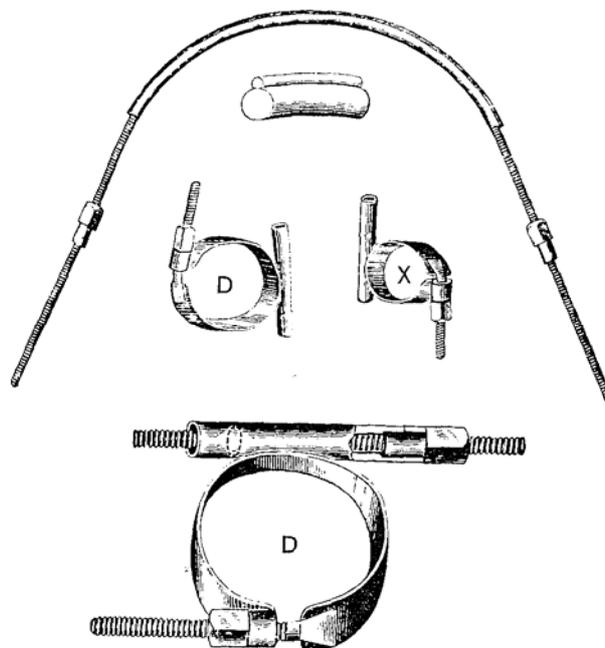
## 2. L'appareil multiattaches EDGEWISE

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, ANGLE utilise désormais un arc d'expansion idéal et lourd attaché par une soudure aux deux bandes d'attache des prémolaires : « **L'arc E ou l'arc d'expansion** ». Cela permet le mouvement de la dent avec un ancrage simple. Il utilise des arcs de ligature en cuivre et un ancrage stable dans la région molaire pour corriger l'alignement des dents et retrouver une bonne occlusion. L'arc lourd agit de quatre façons différentes en fonction du plan de traitement (ancrage, expansion, support d'attache par l'intermédiaire d'une bille pour les forces extra orales et support de crochet pour les forces intermaxillaires). (60)

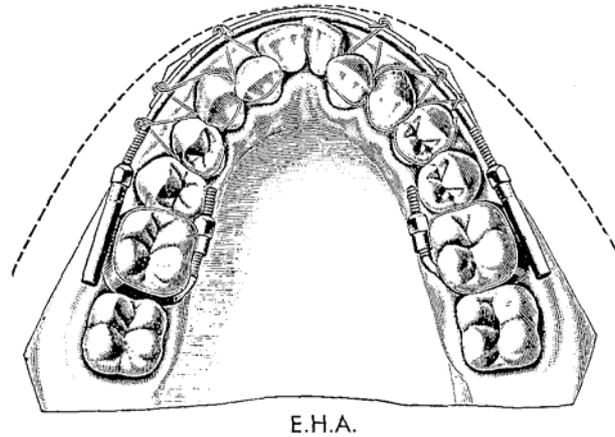


**Figure 6 : L'arc E d'ANGLE**  
**D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

Avec l'arc E basic et « l'arc E strié », l'arcade est expensée dans toutes les directions par des ligatures. L'appareil est porté jusqu'à ce que le patient ne le tolère plus et une fois abandonné, un certain degré de malocclusion réapparaît.



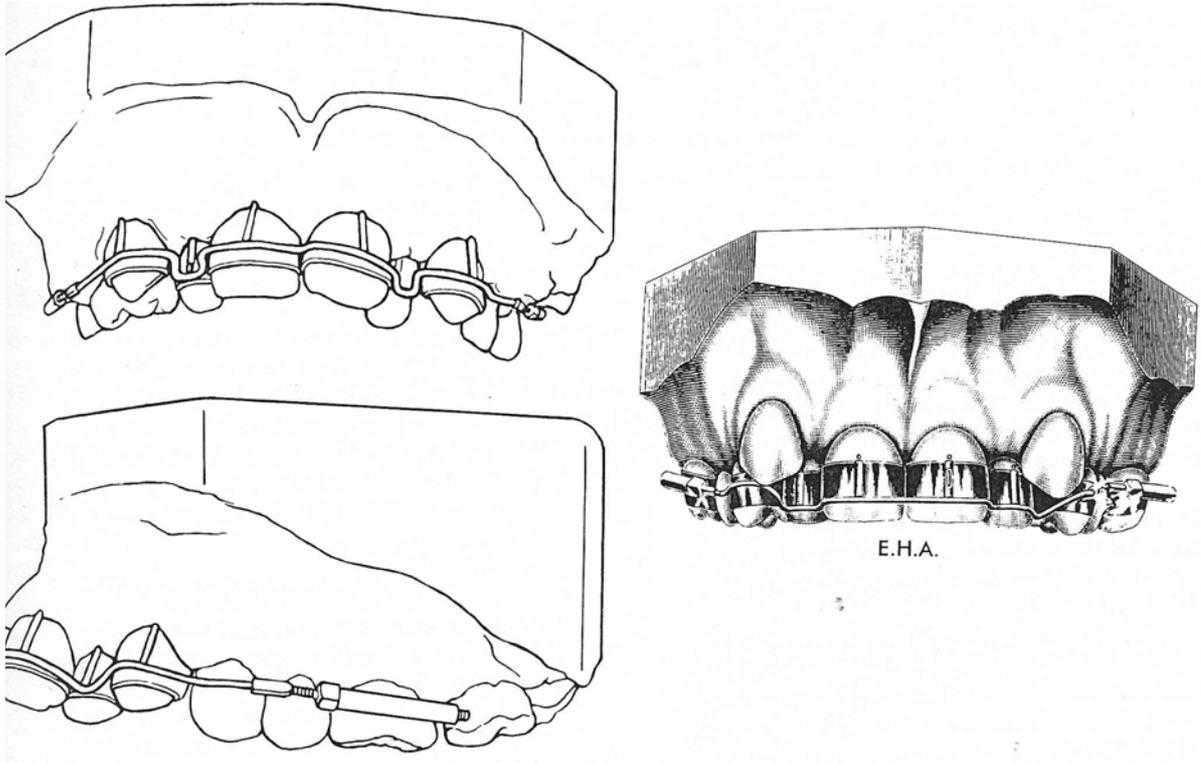
**Figure 7 : L'arc E strié d'ANGLE**  
**D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**



**Figure 8 : L'utilisation de l'arc E strié d'ANGLE  
D'après ANGLE (1907) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

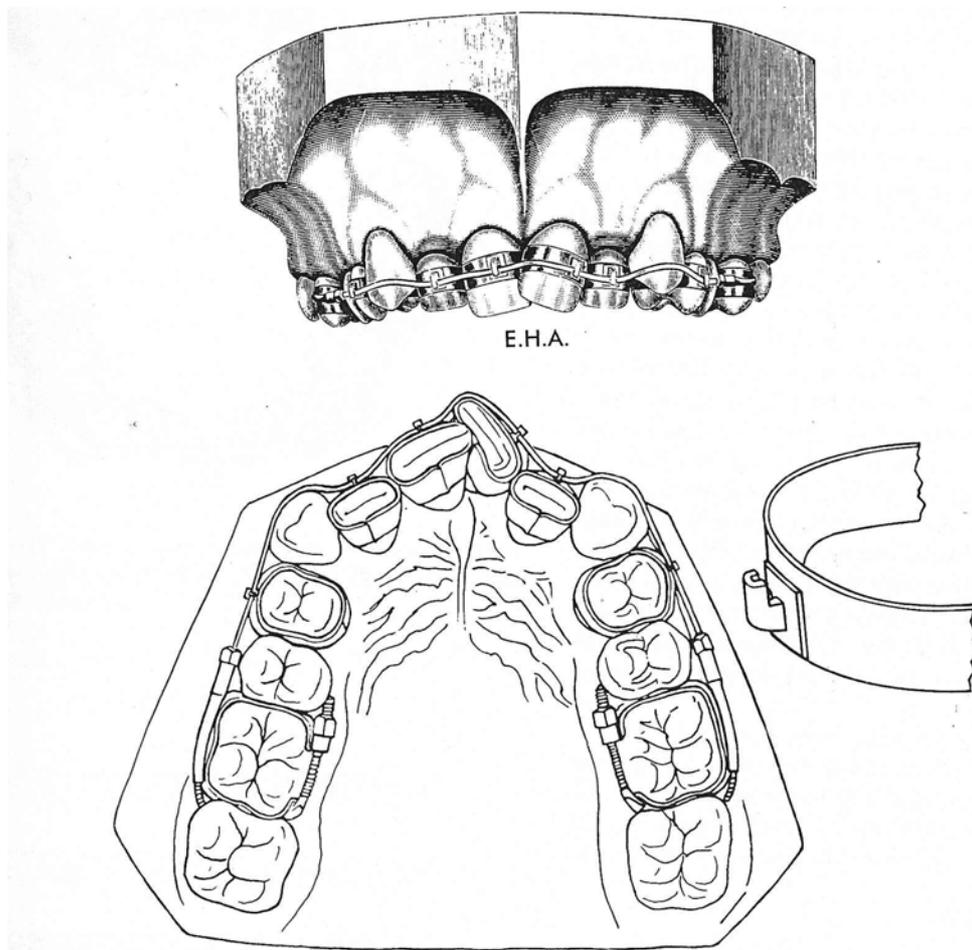
L'utilisation de l'arc E associé aux forces de traction extra orales, permet de corriger la protrusion antérieure des dents maxillaires en les rétractant dans les espaces créés par les extractions des premières prémolaires permanentes. Mais ANGLE cesse d'extraire les dents dans la plupart des cas et commence à utiliser des forces élastiques intermaxillaires (reliées aux crochets de l'arc E) et l'ancrage de BAKER. Malheureusement, la correction axiale de la dent ne peut pas être accomplie, il comprend alors qu'il est nécessaire de bouger la dent entièrement pour obtenir des résultats stables. (60)

En réponse à cette nécessité, ANGLE développe, en 1912, l'appareil « **Pin and Tube ou Epingle et Tube** » au détriment de l'arc E. L'arc doit être modifié, afin d'effectuer le mouvement des dents. Pour cela, l'épingle doit être soudée et ajustée parfaitement aux tubes sur la bande, retirée, déplacée le long de l'arc, ressoudée et réajustée. Cette manœuvre précise et délicate nécessite d'être réitérée à chaque rendez-vous. De même, l'inclinaison axiale de l'épingle doit être modifiée et le bout de l'arc carré enfilé à l'intérieur du tube carré sur la bande molaire. Le patient est tenu de venir au cabinet fréquemment pour l'activation. Cet appareil est extrêmement complexe de manipulation et seulement quelques opérateurs peuvent l'utiliser. Néanmoins, c'est le premier mécanisme de mobilisation de la racine. (60)



**Figure 9 : L'appareil Pin and Tube d'ANGLE  
D'après STEINER (1933) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

Du fait de la trop grande complexité de l'appareil précédent, ANGLE développe en 1915 : « **le Ribbon arch ou l'arc à ruban** ». C'est grâce à cet appareil que les brackets sont introduits. C'est un appareil plus simple à construire et à activer, caractérisé par un bracket avec une gorge verticale dans laquelle un arc, correspondant à la malocclusion, est tenu en place par une goupille en cuivre. La dent est ainsi libre de bouger le long de l'arc comme des perles sur un fil. L'appareil a un contrôle de force et un degré d'ancrage stationnaire. Un mouvement en masse des dents est requis, particulièrement dans une direction antéropostérieure pour un nombre significatif de patients, mais l'arc à ruban n'est pas indiqué pour ce type de mouvements, car les dents antérieures ne peuvent être rétractées qu'aux dépens de l'ancrage fournit par les molaires. De même, les courbures des versions distales et mésiales ne peuvent pas être incorporées à l'arc et les prémolaires ne peuvent pas être bougées entièrement. (60)



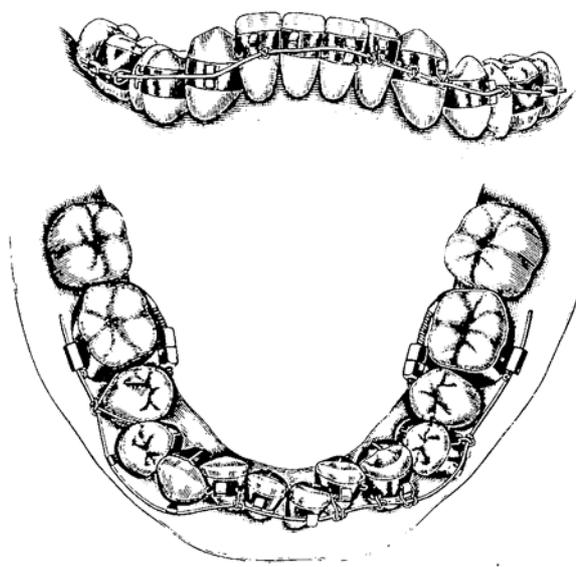
**Figure 10 : L'arc à ruban d'ANGLE**  
**D'après STEINER (1933) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

Encore une fois, par ses connaissances et ses expériences, ANGLE ne veut pas seulement surmonter ses difficultés mais aussi entrevoir de meilleures possibilités d'obtenir un traitement idéal. C'est ainsi qu'il met au point « **la technique EDGEWISE** ». Il indique par ce terme que le fil de section rectangulaire destiné à former l'arc, doit être courbé sur le champ, de sorte que le plus petit côté soit tourné vers la face vestibulaire des dents et s'ajuste aux dispositifs portés sur les bagues. Il change la forme du bracket en situant la gorge au centre et en la plaçant dans un plan horizontal. L'arc est tenu en position par une ligature en cuivre puis un peu plus tard par un fil en acier. Le bracket de l'arc à ruban n'a que deux murs au sein du bracket lui-même, le troisième est en fait constitué par la bande, ainsi la gorge s'ouvre verticalement. Le nouveau bracket Edgewise est constitué d'une boîte rectangulaire avec trois murs, une gorge de dimension : 0.022×0.028 inch qui s'ouvre horizontalement. L'arc est fixé au boîtier par l'intermédiaire d'une ligature. (60)

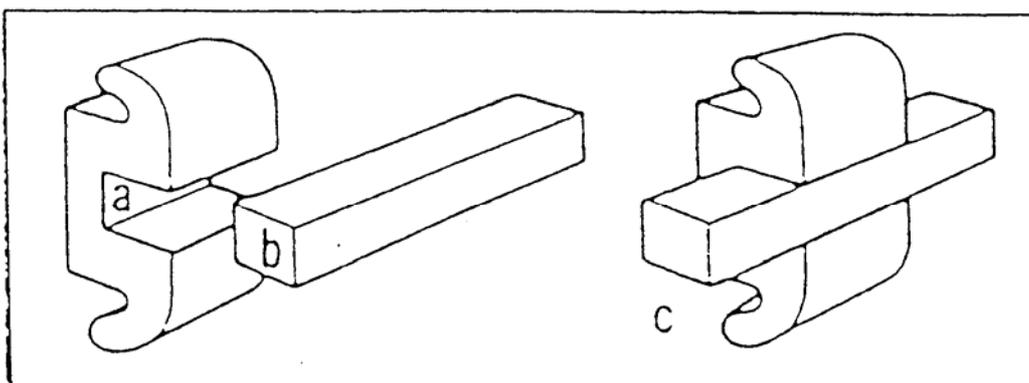
Ce système est donc composé de deux parties :

- un arc vestibulaire de section rectangulaire en or, devant être préparé à l'avance selon la courbe idéale que doit présenter l'arcade après correction.
- Une bague scellée sur chaque dent et reliée à l'arc vestibulaire par un attachement soudé. Cet attachement consiste en un tube au niveau des secteurs molaires et en un boîtier pour les secteurs incisifs, canins et prémolaires.

Cette nouvelle conception, plus précise, permet un contrôle de torque plus efficace. (60)



**Figure 11 : L'appareil d'Edgewise D'ANGLE  
D'après STEINER (1933) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**



**Figure 12 : Le boîtier et l'arc Edgewise  
D'après ATTIA Y. ; E.M.C. (1985)**

- a- Lumière rectangulaire du boîtier.
- b- Fil rectangulaire se présentant sur le champ.
- c- Assemblage réalisé.

Par la suite, un progrès considérable voit le jour avec la création, par DE COSTER de bagues préfabriquées et de différents diamètres, s'adaptant à la morphologie de chaque dent par leurs formes et leurs dimensions. Elles sont essayées en bouche puis sellées avec un ciment polycarboxylate. (60)

Cependant, l'introduction du mordantage à l'acide de l'émail lors de la technique de collage va changer la pratique orthodontique. En effet, BUONOCORE en 1955 démontre l'augmentation de l'adhésion par un prétraitement de l'émail à l'acide utilisant 85% d'acide phosphorique. En 1956, BOWEN met en application cette découverte avec la résine. De plus, en 1965, avec l'avancée des résines Epoxy de collages, NEWMAN commence à appliquer ces découvertes au collage direct des attachements orthodontiques. Il utilise des bases métalliques de taille réduite, directement collées sur les dents. Ces bases métalliques présentent un intrado soit micro-alvéolé, soit en treillis métalliques soudés qui permettent de potentialiser le collage. Les progrès accomplis par SMITH (1968) et MIURA (1970), cité par ZACHRISSON (1994) (65), dans le domaine des produits adhésif permettent également d'augmenter la fiabilité de ces collages et d'en simplifier le mode opératoire. Le système de collage offre un certain nombre d'avantages comparé aux bandes conventionnelles scellées :

- le collage des bases métalliques est plus esthétique,
- le collage est plus rapide et plus simple,
- il y a moins d'inconfort pour le patient (pas de séparation de la bande),
- la longueur de l'arc n'est pas augmentée par la bande de matériel,
- cela permet un placement précis de la base métallique (surtout pour les dents avec une forme aberrante),
- le collage est plus hygiénique que le bandage car il permet un meilleur accès pour le brossage,
- les dents qui sont en cours d'éruption peuvent être contrôlées,
- la réduction mésio-distale d'émail est possible durant le traitement,
- les espaces inter-proximaux sont accessibles pour les reconstitutions au composite,
- les risques de caries sous les bandes sont éliminés et les caries interproximales peuvent être détectées et traitées,
- il n'y a pas l'espace des bandes à fermer à la fin du traitement,
- on n'a pas besoin d'un large inventaire de bandes,
- et les bases métalliques peuvent être recyclées pour réduire les coûts.

Cette technique présente cependant quelques inconvénients :

- une base métallique collée présente une force d'attachement plus faible qu'une bande scellée,
- certains adhésifs ne sont pas suffisamment chargés,

- un meilleur accès au brossage ne garantit pas forcément une meilleure hygiène orale surtout si un excès d'adhésif s'étend au delà de la base métallique,
- le recollage et le décollage sont plus longs que le rebandage et le débandage. (65)

Malgré certains inconvénients, le développement de la technique de collage et l'apparition de ces bases métalliques que l'on nomme « boîtiers », vont donc modifier à jamais la pratique quotidienne des orthodontistes. (34,60,65)

### 3. La technique Bioprogressive de RICKETTS

En 1963, RICKETTS met au point la « **technique Bioprogressive** », longtemps appelée «light square progressive technique ». Cette technique appartient au groupe des techniques de « seconde génération », car elle dérive de la technique EDGEWISE mais diffère par de nombreux caractères comme la « segmentation » des arcades. Il écrit d'ailleurs en 1976 dans l'American journal of orthodontics : « *Cette méthode peut être considérée comme un prolongement de la technique Edgewise dans laquelle ce trouverait incorporées des caractéristiques des méthodes d'arcs légers* ». En effet, cette technique basée sur la théorie des forces légères permet de déplacer les dents rapidement tout en espaçant les rendez-vous et en diminuant les risques de résorption radiculaire, ce qui est reproché selon ANGLE, à la technique EDGEWISE qui préconisait l'utilisation unique d'un arc rectangulaire. RICKETTS est également le premier à introduire la notion d'information dans les boîtiers ce qui permet déjà de réduire de façon considérable les courbures de premier, second et troisième ordres donnés aux arcs. (39)

A partir de cette période, les bagues et les boîtiers seront fabriqués industriellement et préformés, s'adaptant ainsi individuellement, à la taille et à la forme de la face vestibulaire de chaque dent. (39)

### 4. L'arc droit D'ANDREWS

En 1970, quand ANDREWS introduit « La technique de l'arc droit », celle-ci est identifiée à une version plus sophistiquée du système EDGEWISE, car elle emploie une gorge Edgewise, mais il n'existe pas réellement d'autres liens entre les techniques compte tenu des nombreuses innovations tant en concept, en effets et en résultats que constitue l'arc droit d'ANDREWS. (4)

ANDREWS met au point cette technique après l'étude d'une centaine de cas de patients présentant une occlusion correcte et qui ne nécessitent pas de

traitement orthodontique. Il cherche par ce biais à déterminer les caractéristiques d'une « occlusion naturellement correcte » et par conséquent, déterminer « les six clés de l'occlusion normale ». Les six points concernent :

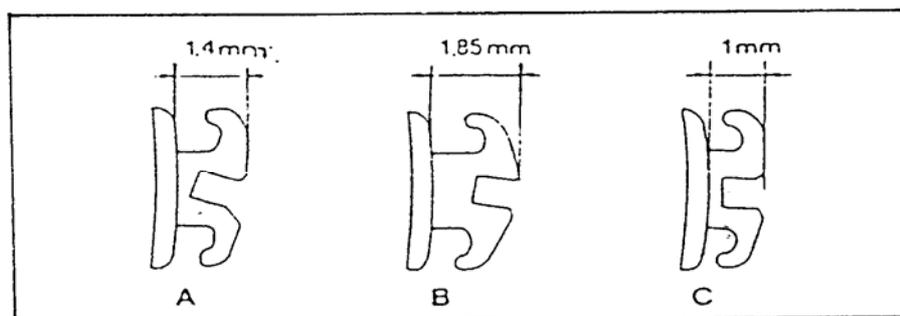
- les relations molaires
- l'inclinaison mésio-distale de la couronne, ou version
- l'inclinaison vestibulo-linguale de la couronne, ou torque
- la rotation des dents
- le point de contact entre deux dents
- la courbe de SPEE

Ainsi, ANDREWS va tenter d'approcher ces résultats, qui deviendront sa référence pour traiter ses patients. Il traite et étudie 1150 cas entre 1965 et 1971 ce qui lui permet de valider les Principes d'ANDREWS. (4)

ANDREWS va alors incorporer dans les boîtiers ces nouvelles informations de façon plus significative :

- *Information de premier ordre :*

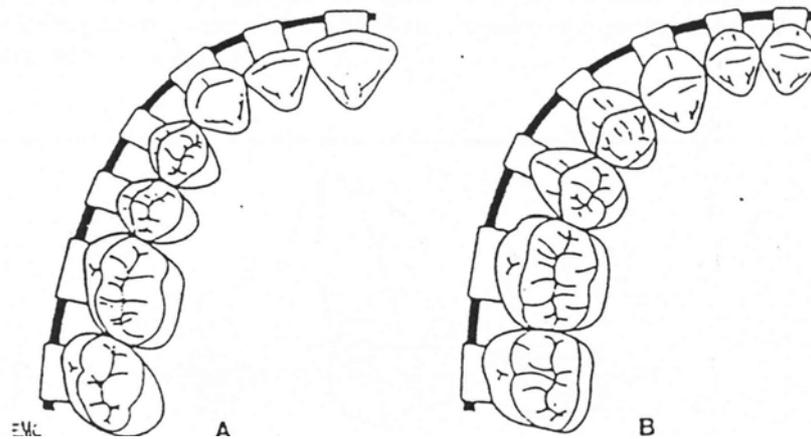
Elle est contenue dans l'épaisseur vestibulo-linguale de chaque boîtier et correspond à la position définitive de chacune des dents sur une arcade dite normale, ce qui correspond en fait à « l'IN-OUT » de chaque dent. L'appareillage en arc droit permet donc un alignement correct de l'arcade sans déformation préalable de l'arc. (4)



**Figure 13 : En technique d'arc droit, chaque boîtier a une épaisseur différente adaptée à l'anatomie de chaque dent.**

**D'après PLANCHE P. ; E.M.C (1995)**

- A. Incisive centrale supérieure
- B. Incisive latérale supérieure
- C. Canine supérieure

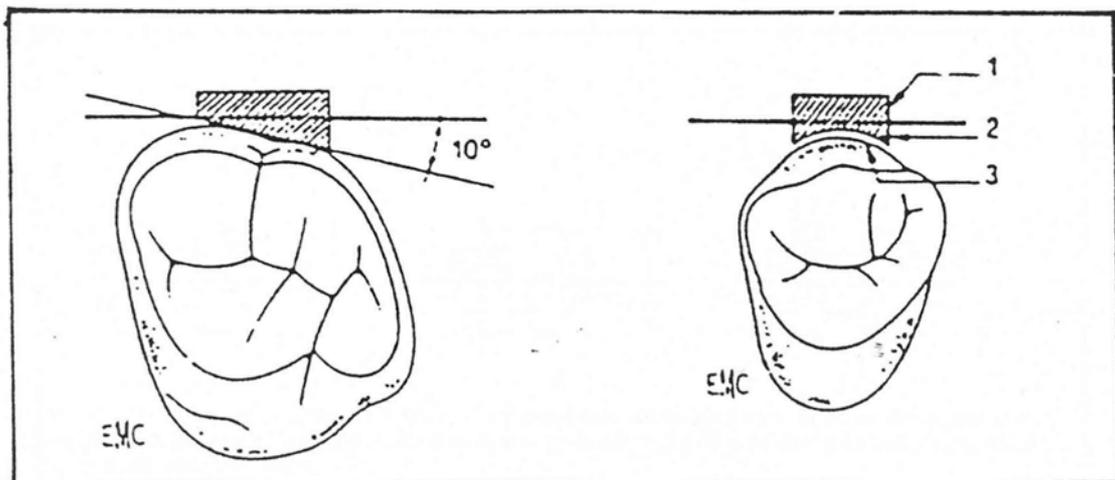


**Figure 14 : L'appareil en Straight wire permet ainsi l'alignement correct de l'arcade sans déformation de premier ordre sur l'arc.**

**D'après PLANCHE P. ; E.M.C (1995)**

A- Arcade supérieure

B- Arcade inférieure

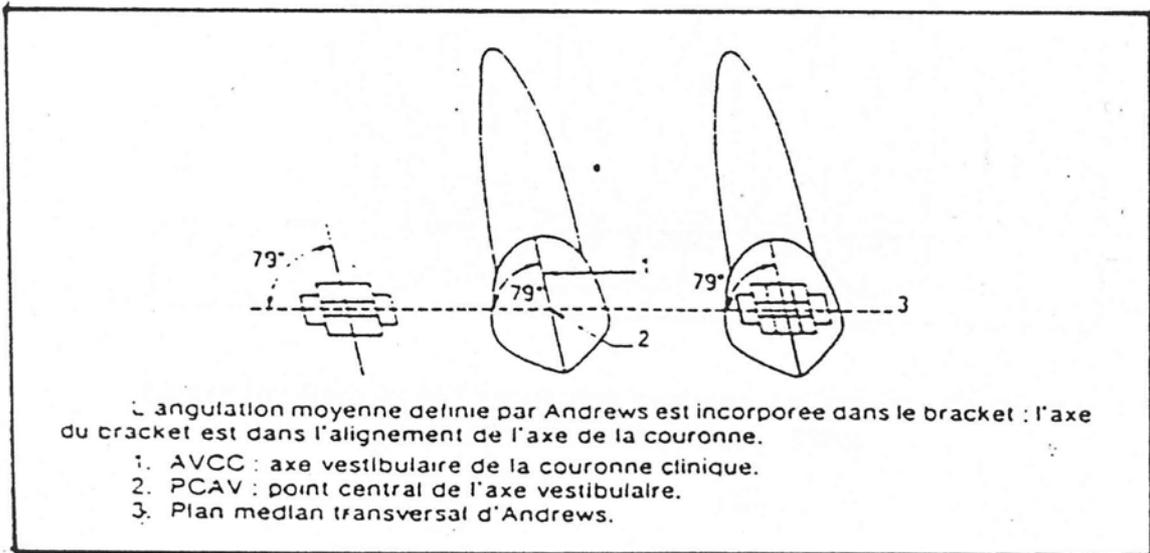


**Figure 15 : La base du tube des molaires supérieures est angulée pour s'adapter à la forme particulière de la face vestibulaire.**

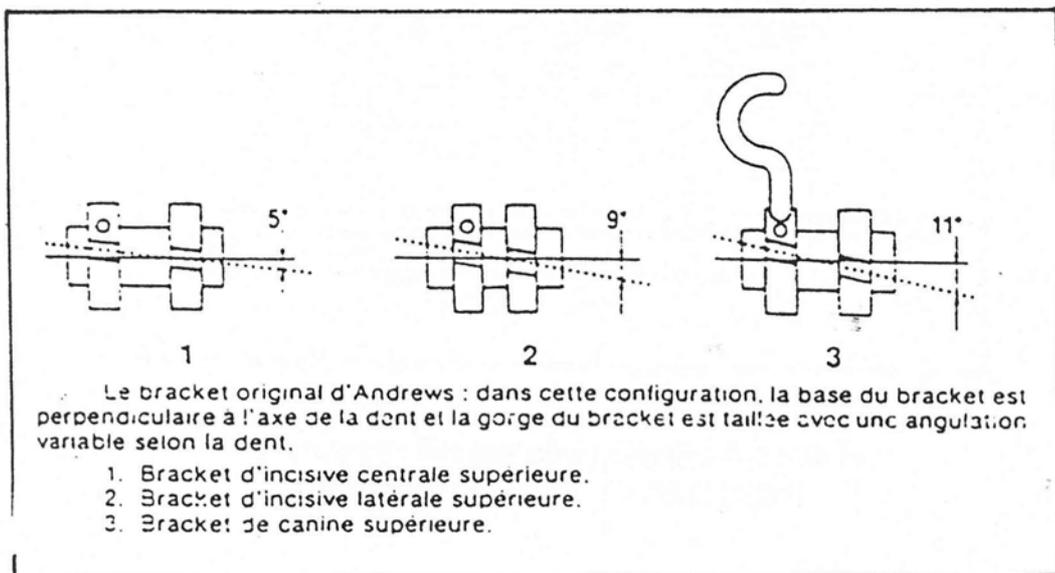
**D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**

- *Information de deuxième ordre :*

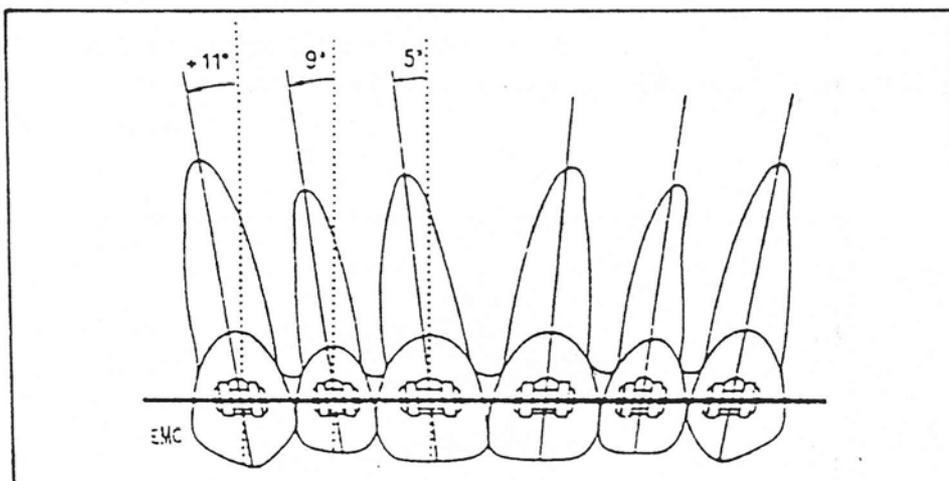
Elle est contenue dans l'angulation méso-distale des boîtiers et tubes de chaque dent, la valeur varie en fonction de l'angulation physiologique de celle-ci sur l'arcade. (4)



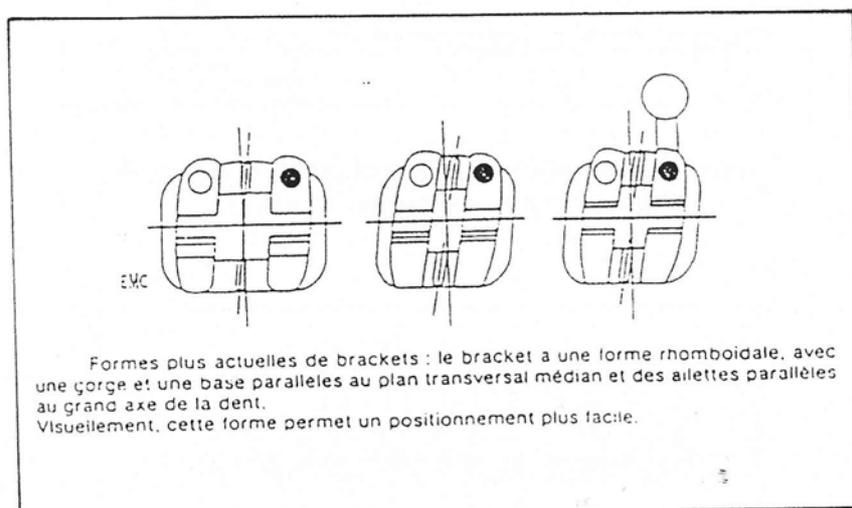
**Figure 16 : Angulation moyenne définie par ANDREWS dans le boîtier.  
D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**



**Figure 17 : Boîtier original d'ANDREWS  
D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**



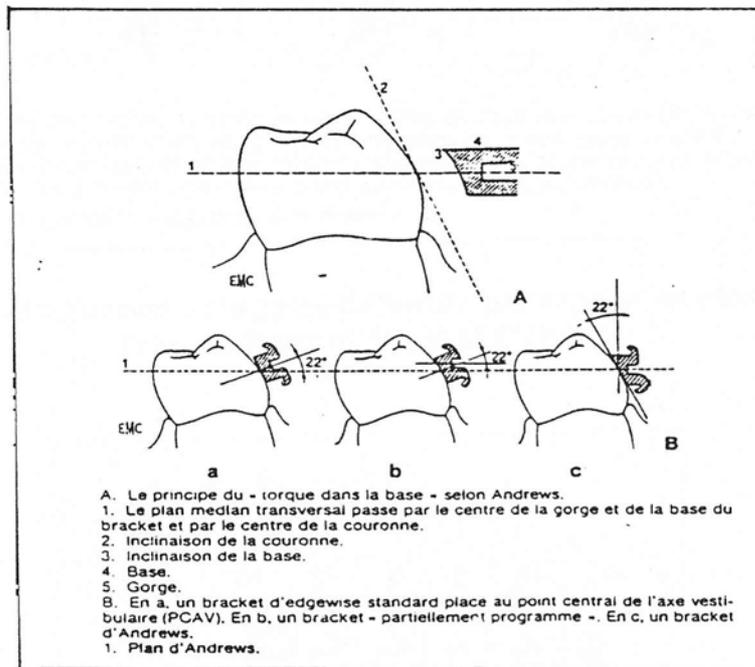
**Figure 18 : Respect de l'angulation moyenne des incisives supérieures  
D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**



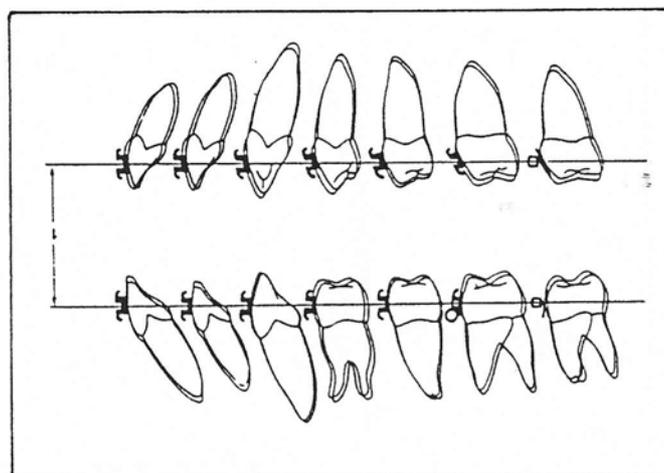
**Figure 19 : Forme plus actuelle des boîtiers  
D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**

- *Information de troisième ordre :*

Elle est contenue dans l'inclinaison linguo-vestibulaire des tubes par rapport au corps du boîtier de chaque dent, cette valeur correspond donc au torque physiologique de chaque dent sur l'arcade. (4)

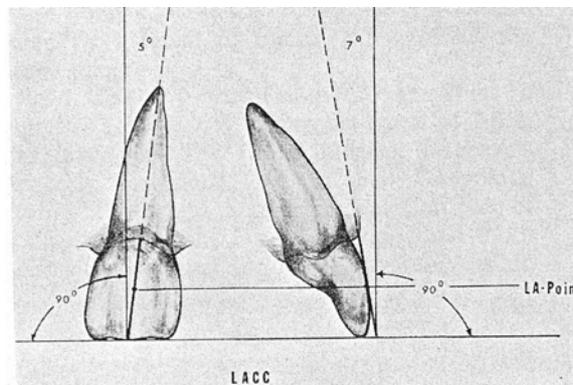


**Figure 20 : Principe du torque selon ANDREWS  
 D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**

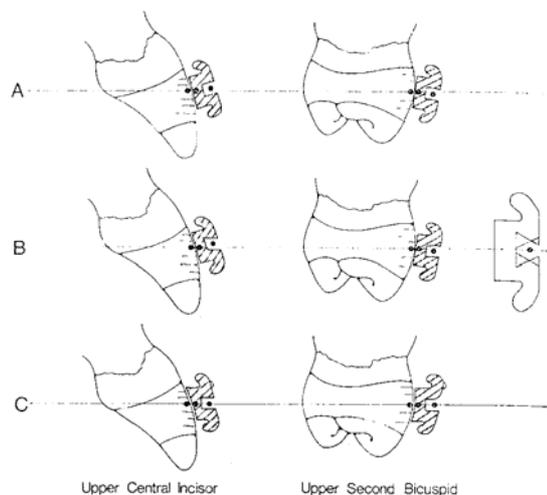


**Figure 21 : Mouvements parasites provoqués par l'absence de torque dans  
 la base selon ANDREWS  
 D'après PLANCHE P. ; E.M.C. (1995)**

D'autre part, le boîtier est conçu de telle façon que lors du positionnement, le centre de la gouttière et celui du boîtier sont alignés avec le centre de la couronne clinique. En effet, si le boîtier n'est pas précisément positionné comme indiqué précédemment, toutes les informations préprogrammées en seront proportionnellement altérées, d'où l'importance de ce point unique. Celui-ci se situe le long de l'axe de la couronne clinique de la dent sur le « L.A. point », au milieu de la couronne clinique. Or l'alignement des L.A. points respectifs de chaque dent forme « le plan d'ANDREWS » ce qui signifie que les centres de chacun des boîtiers et tubes sont alignés, ce qui permet à l'arc passant à l'intérieur d'être droit. Une plus grande précision dans la forme des bases des boîtiers, c'est-à-dire leur courbure horizontale et verticale, permet par ailleurs une meilleure adaptation à la face vestibulaire de la dent, garantissant ainsi l'exactitude des informations incorporées dans le boîtier. (4)

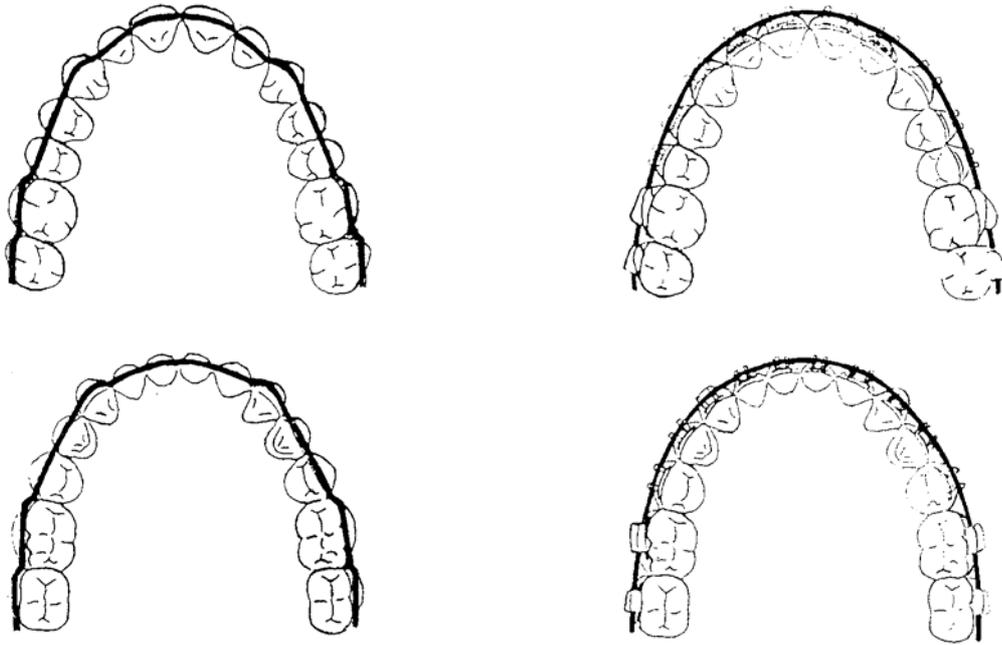


**Figure 22 : L'axe longitudinal de la couronne clinique et le L.A. point  
D'après ANDREWS (1979) (4)**



**Figure 23 : Positionnement du L.A. point en fonction du type de Bracket  
D'après ANDREWS (1979) (4)**

- A- Bracket Edgewise non torqué sur le L.A. point.
- B- Bracket Edgewise prétorqué sur le L.A. point.
- C- Bracket d'arc droit sur le L.A. point.



**Figure 24 : A gauche, courbure de 1<sup>er</sup> ordre en Edgewise classique et à droite, aucune déformation en technique d'arc droit. D'après LAMBERTINI et JANVIER (1993) (37)**

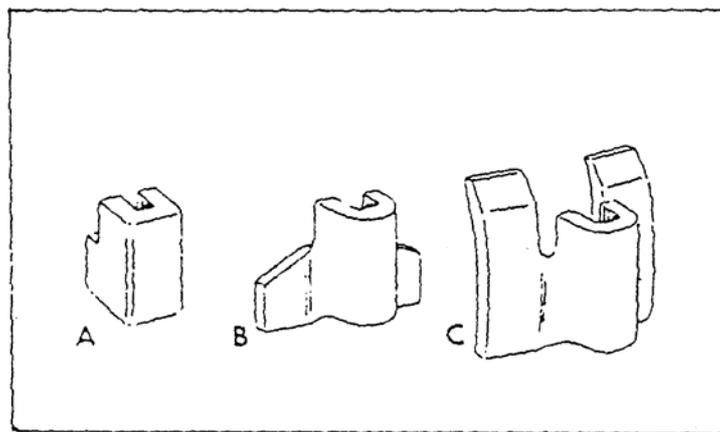


**Figure 25 : A gauche, courbure de 2<sup>ème</sup> ordre en Edgewise classique et à droite, aucune déformation en technique d'arc droit. D'après LAMBERTINI et JANVIER (1993) (37)**

Mais tout en conservant scrupuleusement le principe de l'assemblage, le dessin du bracket peut varier en fonction des utilisateurs et de leurs méthodes : simples plots (TWEED), doubles plots (STEINER), ou avec ailettes (LEWIS). D'autre part, il existe deux dimensions de lumières :  $0.022 \times 0.028$  ou  $0.018 \times 0.025$  inch et les boîtiers sont en acier inoxydable. (3,4,37)

## 5. La technique de BEGG

« **La technique de BEGG** » se différencie de la technique d'Edgewise par le sens d'insertion du fil qui est vertical et non pas horizontal et aussi par l'utilisation de boîtiers non préformés. De plus cette technique n'utilise que des fils ronds, dont le diamètre varie en fonction de l'intensité de l'encombrement et la phase du traitement. L'utilisation des fils ronds de faible diamètre permettent d'exercer sur les dents des forces plus légères que celles utilisées dans la technique d'Edgewise où seuls des arcs rectangulaires étaient au début utilisés. Le contact entre le boîtier et l'arc est ainsi réduit au minimum. On parle de « console unipoint ». Cependant, les difficultés rencontrées lors de la phase thérapeutique finale pour une bonne incorporation des informations vont pousser les praticiens à se retourner vers les techniques plus communément utilisées dites d'arc droit. (34)

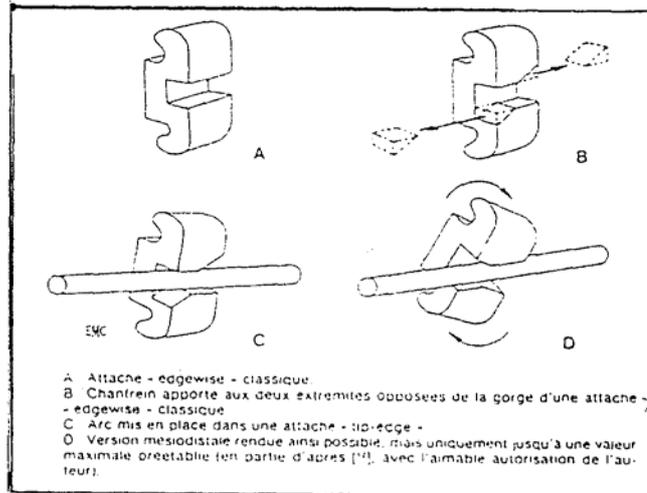


**Figure 26 : Types de consoles de «Ribbon arch» utilisées dans la technique de BEGG.**

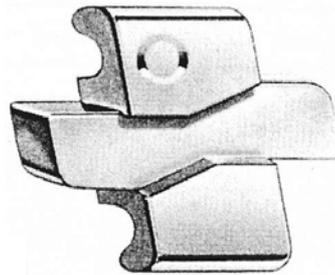
**D'après BEGG (1972) cité par VADEN et coll. (1994) (60)**

## 6. La technique TIP-EDGE

Profitant de sa longue expérience de la technique de BEGG, KESLING, met au point une technique plus élaborée : « **la technique TIP-EDGE** ». Celle-ci s'inspire à la fois de la technique de BEGG et de la technique EDGEWISE car elle part du principe qu'un maximum d'information doit être contenu dans les boîtiers, mais KESLING en modifie la gorge en la chanfreinant afin que celle-ci comporte à la fois des surfaces de contrôle de redressement axial et des surfaces de contrôle de version spécifique dont les valeurs sont préétablies. (37)



**Figure 27 : Attache Tip-Edge  
 D'après BOLENDER C.J. ; E.M.C. (1995)**



**Figure 28 : Boîtier TIP-EDGE  
 D'après FIELD et HENRY ; CONTEMPORARY ORTHODONTICS  
 (2000) (34)**

## 7. Evolutions contemporaines du boîtier Edgewise

Avec une plus large utilisation de la technique EDGEWISE, les praticiens ont exigé de nouveaux critères comme l'esthétique et le confort.

Pour cette raison, les boîtiers métalliques ont subi quelques améliorations concernant leur taille et leur forme. Ainsi, leurs bases sont diminuées par l'adjonction d'une rétention mécanique au niveau de leur intrados, celles-ci étant soit positive (aspérités, grilles superficielles), soit négative (stries, cavités donnant un intrados alvéolé). De nos jours, les boîtiers à base grillagée sont les plus utilisés.

D'autre part des boîtiers en titane et en or ont vu le jour pour combler le besoin esthétique, donnant un aspect plutôt mat pour les boîtiers en titane et plus coloré pour les boîtiers aurifiés.

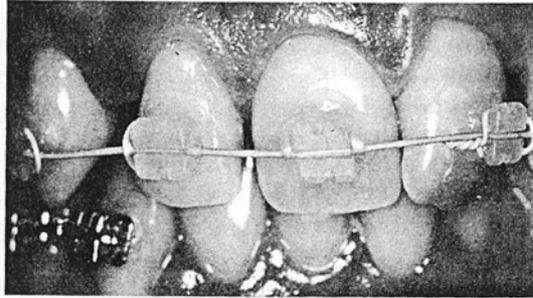
Cependant le bracket reste métallique, de nombreux progrès sont réalisés sur la matière du boîtier pour donner naissance aux boîtiers plastiques et céramiques. De plus une nouvelle approche de l'orthodontie dite « linguale » et donc invisible permet de répondre à une demande croissante de l'orthodontie chez l'adulte et ses exigences esthétiques.



**Figure 29 : Technique linguale.**  
**D'après le laboratoire A-DENTA (2006) (1)**

Les boîtiers plastiques apparaissent en 1969. Leurs avantages sont essentiellement esthétiques. Ils présentent une facilité de fabrication, sont moins allergisants et permettent une liaison chimique entre la base et le produit adhésif de collage qui peut être supérieure à celle des boîtiers métalliques. Cependant, ils présentent de nombreux inconvénients comme leur fragilité, leur déformation sous l'influence de forces orthodontiques, leur teinte qui s'altère avec le temps et leur usure au contact de l'arc, entraînant une perte d'information. Afin d'y remédier, diverses modifications sont apportées, notamment l'adjonction d'une gouttière métallique au niveau de la gorge du boîtier dans laquelle vient s'insérer l'arc. Malgré cela, leur utilisation reste très restreinte et surtout depuis l'apparition des boîtiers céramiques.

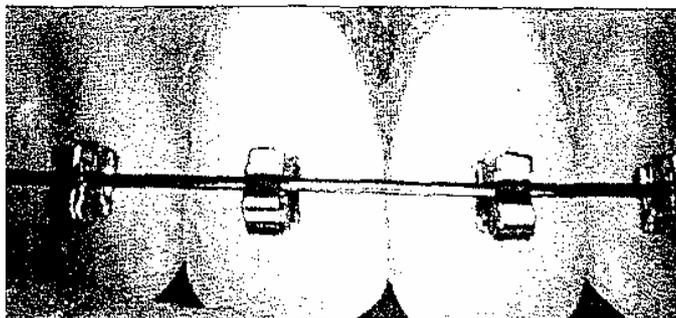
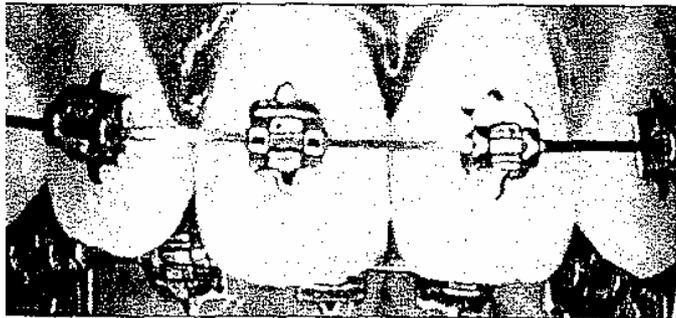
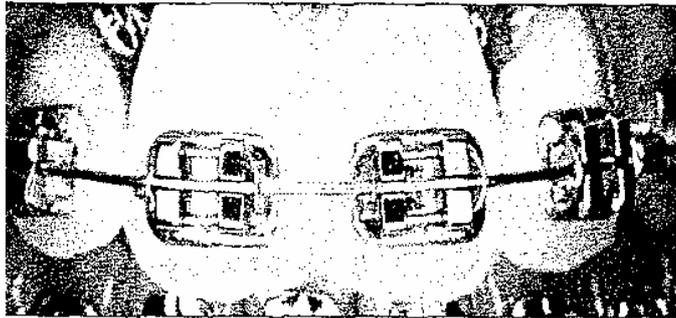
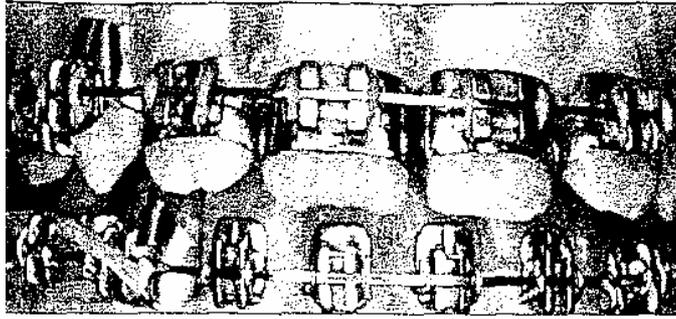
Les boîtiers céramiques sont constitués de cristaux d'oxyde d'aluminium. Ils permettent d'allier les propriétés mécaniques des boîtiers métalliques et l'esthétique des boîtiers plastiques. Cependant un certain nombre d'inconvénients subsiste encore : leur épaisseur, une friction élevée entre l'arc et la surface du boîtier, leur coût et le risque de fracture de l'émail lors de leur dépose. Ces risques étant considérablement diminués avec les dernières générations de boîtiers céramiques. D'autre part, il est important de noter que pour certains types d'occlusion, le contact entre les bords incisifs ou les surfaces occlusales des dents avec les boîtiers céramiques, peut engendrer une usure de ces bords incisifs.



**Figure 30 : Attaches céramiques  
D'après BASSIGNY (1991) (5)**

D'autre part dans un souci de gain de temps en terme de ligature, on voit apparaître les ligatures élastomériques dans les années 1970, encore largement d'actualité aujourd'hui, mais non sans failles, car la force exercée par l'élastomère sur l'arc n'est pas constante dans le temps, mais aussi ils entraînent une friction relativement importante lors du mouvement et enfin, une coloration apparaît avec le temps.

C'est pourquoi, dans un souci d'amélioration d'avantage mécanique qu'esthétique et de gain de temps, une nouvelle génération de boîtiers a vu le jour au cours du XX<sup>ème</sup> siècle : les boîtiers sans ligatures, c'est à dire auto-ligaturants. L'invention des boîtiers auto-ligaturants s'inscrit dans un souci de simplification du traitement orthodontique, d'utilisation de forces physiologiques légères respectant le parodonte, de diminution du temps passé au fauteuil, mais aussi d'augmentation du confort du patient en diminuant la taille des boîtiers et en supprimant les divers systèmes de ligature . (34)

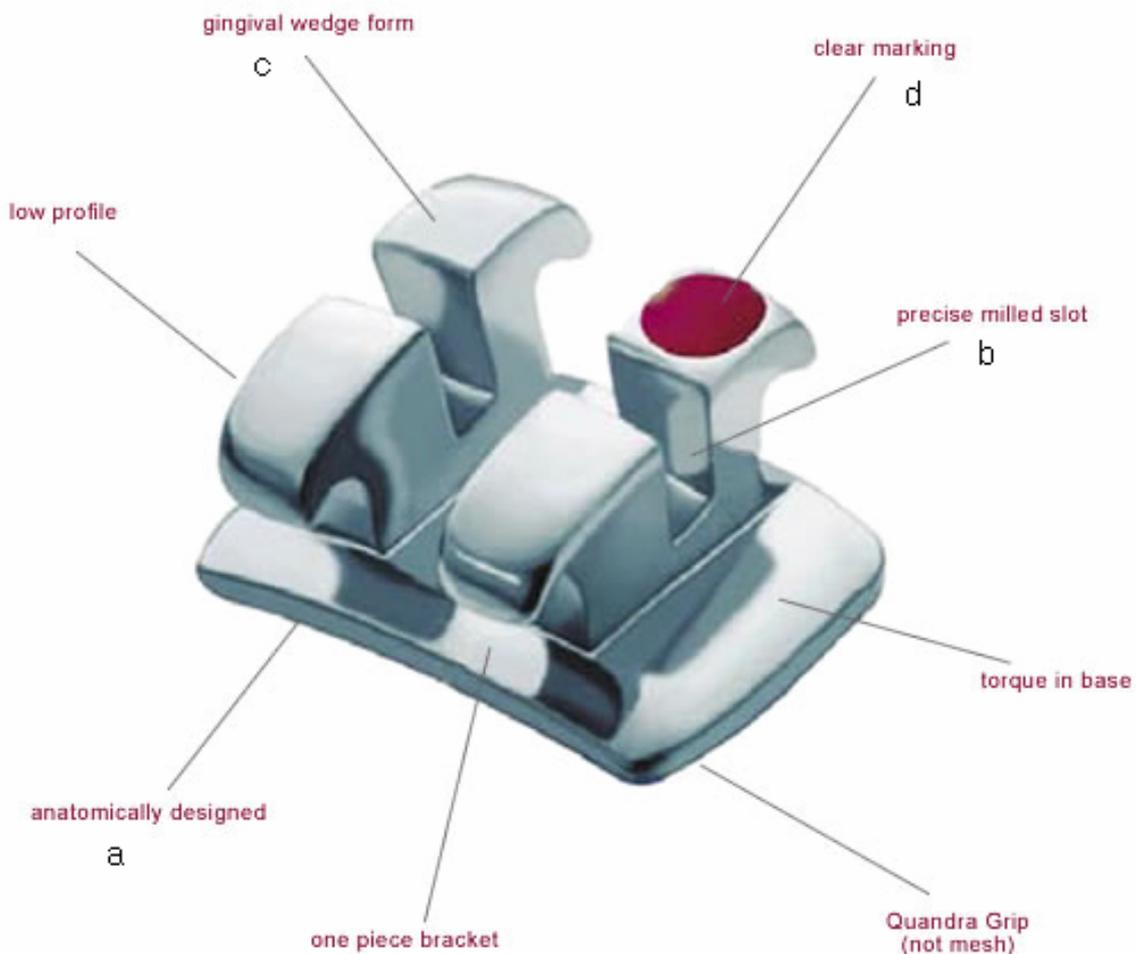


**Figure 31 : Photos représentant l'évolution des attaches.  
D'après HANSON (1996)**

## II. LES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS

### 1. Conception

#### 1.1. Rappel de la constitution du bracket Edgewise classique

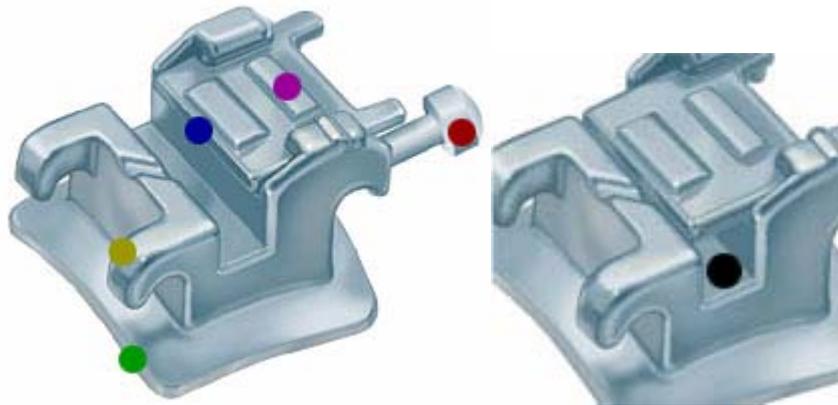


**Figure 32: Présentation d'un boîtier Edgewise conventionnel.**

**D'après le laboratoire ADENTA (1)**

- a- Une base de collage anatomique qui s'adapte aux contours de la dent.
- b- Une gorge centrale.
- c- Quatre ailettes d'attache.
- d- Une marque d'identification (facultatif).

## 1.2. Constitution d'un Bracket auto-ligaturant



**Figure 33: Présentation du boîtier auto-ligaturant (Le DAMON 2)  
D'après le laboratoire ORMODENT (2006)(16)**

- **Bleu** : le bras rigide de ce boîtier vient fermer la gorge pour la transformer en un tube
- **Violet** : le bras va coulisser de manière à ce que le praticien ait toujours une bonne visibilité sur l'arc et le boîtier
- **Rouge** : un crochet pour élastique (facultatif)
- **Jaune** : une ou deux ailettes d'attache en fonction du bracket
- **Vert** : une base de collage anatomique qui s'adapte aux contours de la dent
- **Noir** : une gorge dans laquelle va venir s'insérer l'arc. (17)

## 1.3. Caractéristiques particulières

Le boîtier auto-ligaturant, comme son nom l'indique, n'a pas besoin d'un système de ligature pour que l'arc reste bloqué au fond de la gorge. En effet, le bras de fermeture (le système de ligature) fait partie intégrante de son anatomie.

D'autre part, ce bras s'ouvre en général occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule, ce qui permet au praticien de conserver une excellente vision pour l'insertion de l'arc dans la gorge. L'ouverture se fait différemment en fonction des brackets et des recommandations des fabricants ; en voici les différents moyens :

- détartreur universel
- pince à débager
- instrument ou pince spécifique du fabricant
- simple sonde droite
- au doigt

Les mêmes techniques sont utilisées pour la fermeture mais il faut savoir que la majorité des brackets auto-ligaturants peuvent être refermés avec une simple pression du doigt, ce qui simplifie largement leur utilisation.

D'autre part, le boîtier peut avoir une configuration uniplot ou biplot :

- uniplot : deux ailettes d'attache, une occlusale, une gingivale
- biplot : quatre ailettes d'attache, deux occlusales, deux gingivales, cette configuration permettant une ligature conventionnelle du boîtier si besoin.

Il faut savoir aussi que chaque boîtier porte sur sa face labiale une marque d'identification correspondant à la dent qui convient.

Enfin, ce boîtier peut être équipé d'une gouttière accessoire ou d'un crochet.

#### **1.4. Distinction Bracket auto-ligurant Actif / Passif / Interactif**

En fonction des caractéristiques du bras de rétention de l'arc dans la gorge du boîtier, on distingue trois types de boîtiers : ACTIFS, PASSIFS ou INTERACTIFS. (2,6,14,20,50,62,64,67)

##### *1.4.1. ACTIFS*

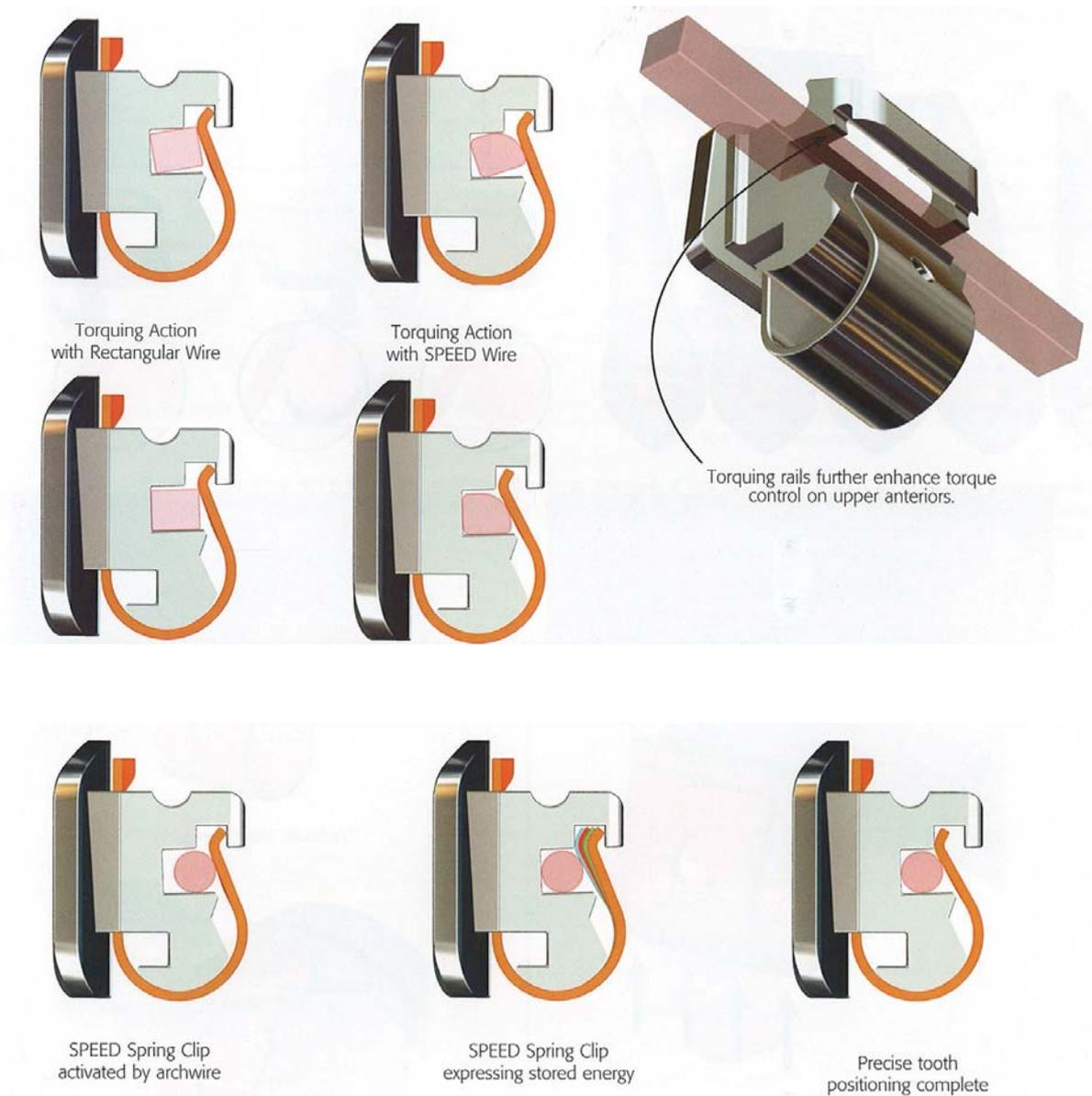
L'auto-ligature « active » signifie que lorsque l'arc est inséré dans la gorge du boîtier, il existe une force compressive du bras flexible du boîtier sur l'arc, qui se trouve alors poussé vers le fond de la gorge.

##### a- Avantages

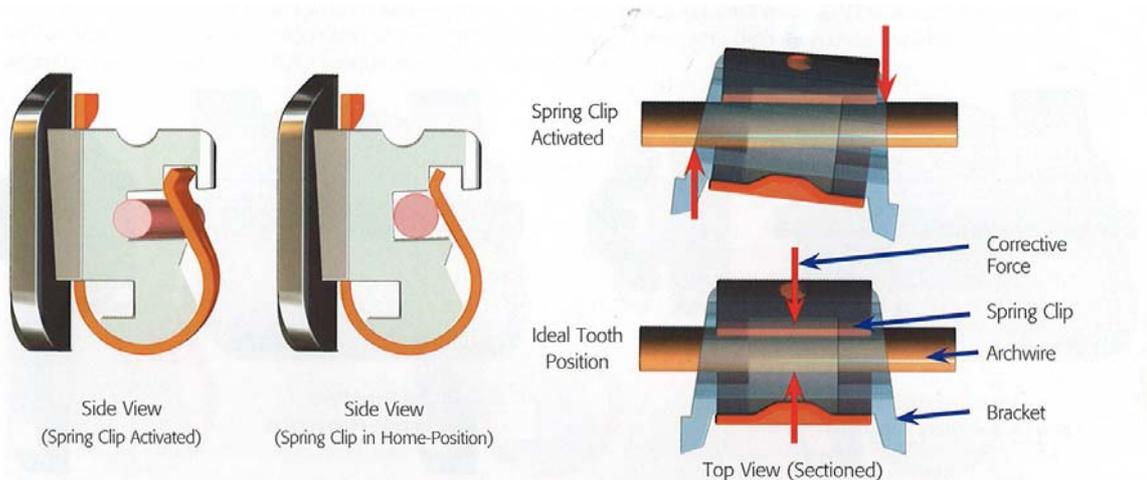
Ce système permet un bon contrôle tridimensionnel de la dent car le bras actif va venir exercer une force sur l'arc jusqu'à ce qu'il soit parfaitement enfoncé dans la gorge, et donc jusqu'à ce que l'expression des informations contenues dans le boîtier soit complète. Il permet un contrôle de second degré. La force exercée par le bras est constante dans le temps et celui-ci a la capacité de se réorienter automatiquement dans les trois plans de l'espace au cours du mouvement de la dent.

## b- Inconvénients

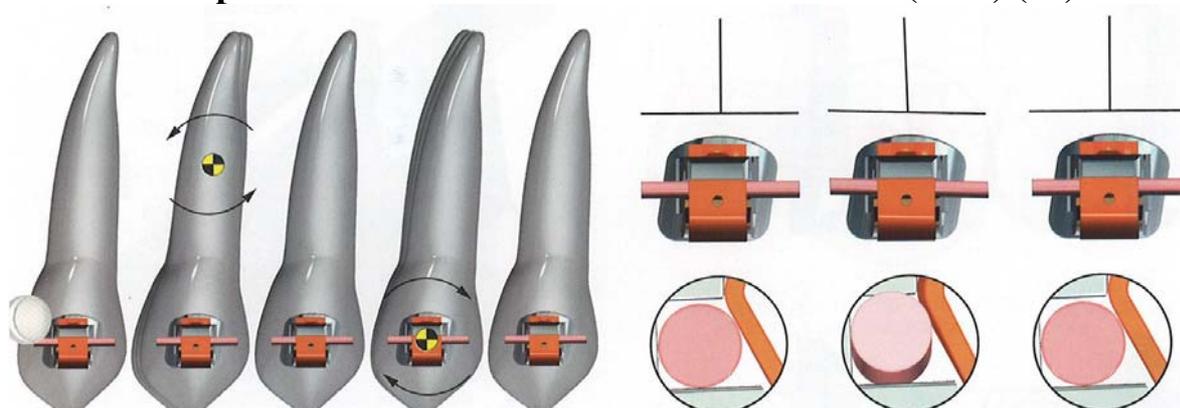
La résistance à la friction est supérieure aux boîtiers auto-ligaturants passifs et d'autant plus quand la section du fil augmente, mais toujours moindre que celle d'un bracket conventionnel quelle que soit la ligature employée.



**Figure 34: Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du contrôle de torque de la dent.  
D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2006) (50)**



**Figure 35: Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du contrôle de rotation de la dent.  
D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2005) (50)**



**Figure 36: Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du mouvement de version de la dent.  
D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2005) (50)**

#### 1.4.2. PASSIFS

L'auto-ligature « passive » signifie que lorsque l'arc est inséré dans la gorge du bracket, il existe une relation arc/bracket au sein de laquelle aucune force ne pousse l'arc vers le fond de la gorge du boîtier. Le bras rigide auto-ligaturant vient alors fermer la gorge du boîtier dans laquelle se trouve l'arc et former ainsi un quatrième mur pour constituer un « tube ».

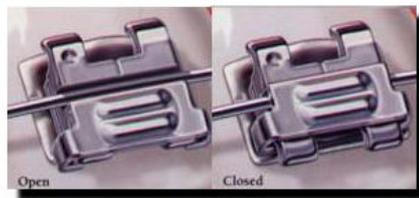
##### a- Avantages

Le but de ce système est d'exercer des forces légères pour éviter l'interruption de l'irrigation sanguine du ligament parodontal, ce qui selon de nombreux auteurs, améliorerait les déplacements.

De plus la résistance à la friction serait diminuée par le glissement des dents le long des arêtes des arcs rectangulaires plutôt que le long des surfaces planes, comme c'est le cas pour le bras actif du boîtier auto-ligaturant actif.

#### b- Inconvénients

La friction exercée sur l'arc par le bracket étant presque nulle, cela peut devenir un inconvénient lorsque l'on veut contrôler le torque et la rotation d'une dent car l'arc ne peut être enfoncé au fond de la gorge. Le contrôle de la dent est déterminé par la différence de dimension entre l'arc et la gouttière. Plus cette différence est faible, meilleur est le contrôle. Il permet donc un contrôle de premier degré.



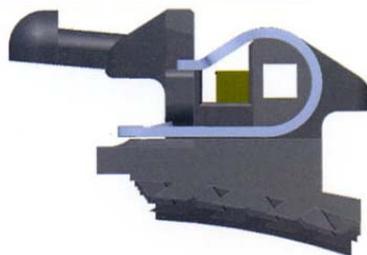
**Figure 37: Le bras n'exerce aucune force continue, il transforme la gouttière en un tube.**

**D'après le laboratoire ORMODENT (2006) (16)**

#### 1.4.3. INTERACTIFS

Ce sont des boîtiers actifs avec un bras flexible, mais en fonction de la section de l'arc utilisé il peut être soit actif soit passif car il peut venir s'appuyer sur une butée lorsqu'il est en position fermée.

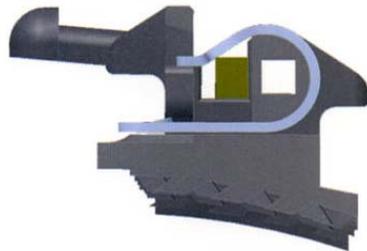
- Le clip est passif pour des arcs de faible section, car il n'existe pas d'interaction entre l'arc et le boîtier.



**Figure 38: Le clip est passif pour un arc de faible diamètre.**

**D'après le laboratoire FORESTADENT (2006) (20)**

- Le clip est actif pour des arcs de sections plus importantes, mais le bras s'appuie toujours sur la butée. Il existe alors un contact entre le bracket et l'arc sans que le bras flexible n'exerce de force trop importante.



**Figure 39: Le clip est actif pour un arc de moyen diamètre.  
D'après le laboratoire FORESTADENT (2006) (20)**

- Le clip est pleinement actif et donc le bras est totalement activé pour des arcs de section très importante. Le bras ne repose plus que sur l'arc et non plus sur la butée.



**Figure 40 : Le clip est pleinement actif avec un arc de gros diamètre.  
D'après le laboratoire FORESTADENT (2006) (20)**

#### a- Avantages

Il présente les avantages des boîtiers actifs et passifs en fonction de la section de l'arc choisi.

## 2. Evolution

Les Brackets Autoligaturants existent depuis les années 1930. Diverses conceptions sont alors disponibles mais uniquement sous forme de prototypes entre 1930 et 1970. La plupart des dessins n'ont jamais été disponibles commercialement du fait de leurs difficultés de fabrication et de l'engouement de la profession pour le développement des brackets « Tie-Wing » conventionnels.

Au début des années 1970, le commerce des brackets auto-ligaturants est largement répandu. Cette conception, ainsi que d'autres, éveille un fort intérêt pour les procédés sans ligature. Cet intérêt continue de croître de nos jours, il serait donc judicieux de revenir quelques années en arrière pour découvrir les ancêtres de nos boîtiers auto-ligaturants actuels. (11,50)

## 2.1. THE RUSSEL ATTACHMENT



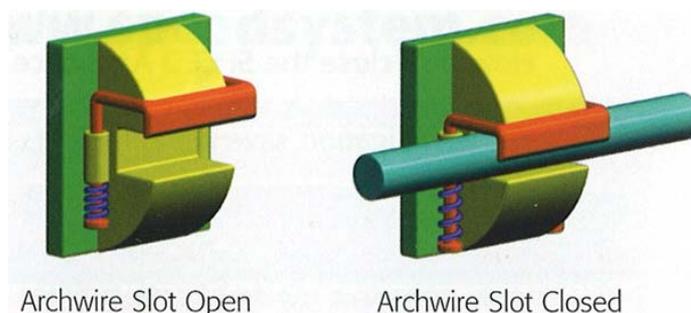
**Figure 41 : The RUSSEL attachment  
D'après BERGER (2000) (11)**

C'est en 1930 que Jacob STOLZENBERG, met au point le premier boîtier auto-ligaturant : « the RUSSEL attachment ». Ce boîtier comprend une vis à tête plate, qui vient se visser sur la face externe du boîtier, transformant ainsi la gouttière en un tube ce qui lui confère la caractéristique de boîtier PASSIF. Le changement d'arc est donc rapide et simple, de plus, la vis peut être serrée ou desserrée grâce à un tournevis en fonction du mouvement désiré de la dent :

- le desserrement avec un arc rond entraîne un mouvement de translation.
- le resserrement avec un arc rond ou rectangulaire entraîne un mouvement de torque.

Il contraste fortement avec le principe de ligature conventionnelle et pourtant il permet d'écourter la durée des visites, d'améliorer le confort du patient et de diminuer le temps des traitements. Cependant, le concept du boîtier auto-ligaturant restera inexploité jusqu'en 1970. (11,51)

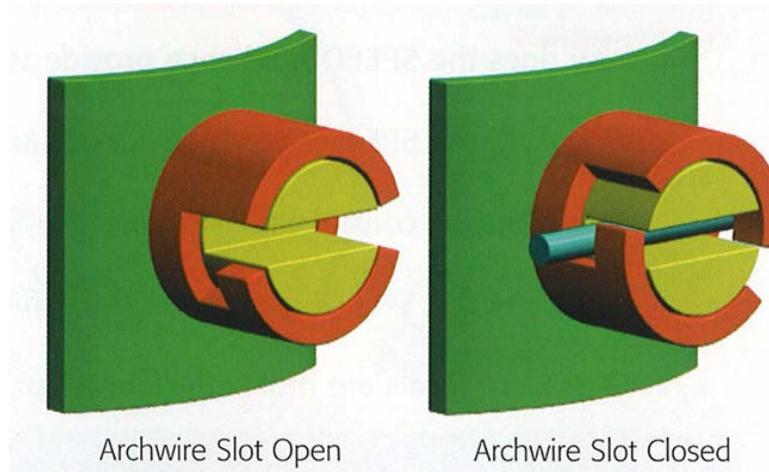
## 2.2. LE BRACKET BOYD



**Figure 42 : Le bracket BOYD  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)**

En 1933 « The BOYD bracket » voit le jour, il est composé d'un corps en forme de «U» et un quatrième mur rigide vient fermer la gorge par un mécanisme à ressort. Le tube ainsi formé le qualifie de boîtier auto-ligaturant PASSIF. Mais sa conception ne lui permet pas de corriger convenablement la position des dents. Malheureusement, ce boîtier n'aura jamais l'approbation clinique escomptée. (50)

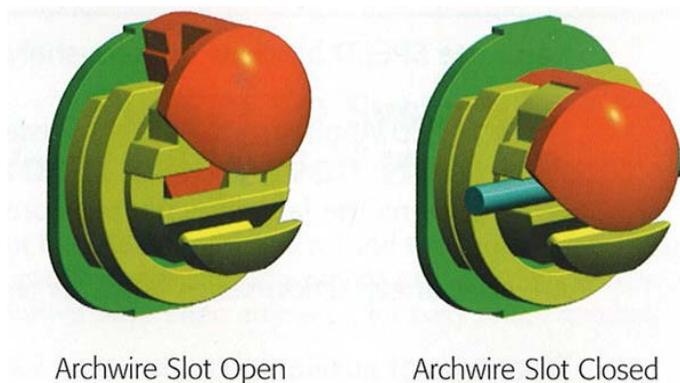
### 2.3. LE BRACKET FORD



**Figure 43 : Le bracket FORD**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

La même année, « The FORD bracket est conçu. Il est doté d'un corps rond et d'une gaine qui en coulissant vient fermer la gorge et constituer un tube, ce qui le rend PASSIF. Il ne reçoit pas non plus le succès attendu car il ne permet pas un bon contrôle du mouvement de la dent. (50)

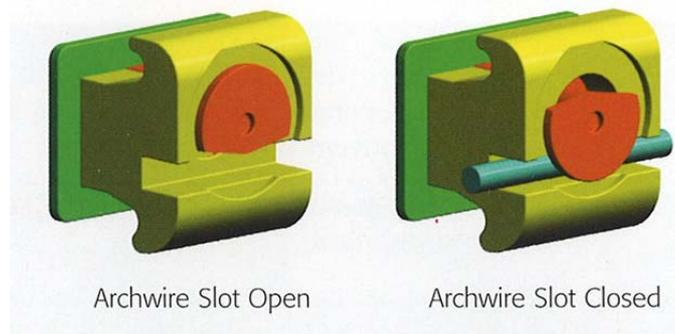
### 2.4. L' EDGELOCK (par ORMCO)



**Figure 44: L'EDGELOCK**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Inventé par Jim WILDMAN OF EUGENE en 1971, ce boîtier comprend un corps rond et un capuchon labial rigide qui vient coulisser pour fermer la gorge et former un tube, ce qui en fait un boîtier PASSIF. Ce boîtier s'ouvre occlusalement grâce à un instrument spécialement conçu et se referme par une simple pression du doigt. Le contrôle du mouvement n'est toujours pas possible car il n'existe aucun contact entre le quatrième mur rigide et l'arc de faible diamètre. Cependant, c'est le premier boîtier auto-ligaturant passif qui connaît un réel succès commercial. (50)

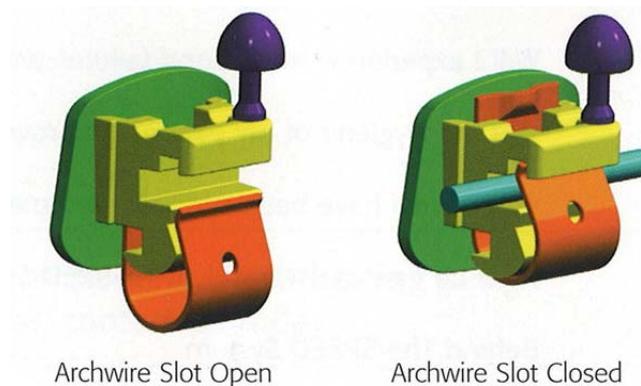
## 2.5. LE MOBIL-LOCK (FORESTADENT)



**Figure 45: Le MOBIL-LOCK**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Il voit le jour en 1973 grâce à Franz SANDER. Il comprend un corps massif dont la gorge est fermée par un disque semi-circulaire labiale, l'ouverture ou la fermeture se fait au moyen d'un instrument spécial. Le tube ainsi formé par ce quatrième mur rigide en fait un boîtier passif. Cependant, ce boîtier rencontre peu de succès, sans doute du fait de la mise sur le marché des ligatures élastomériques. (50)

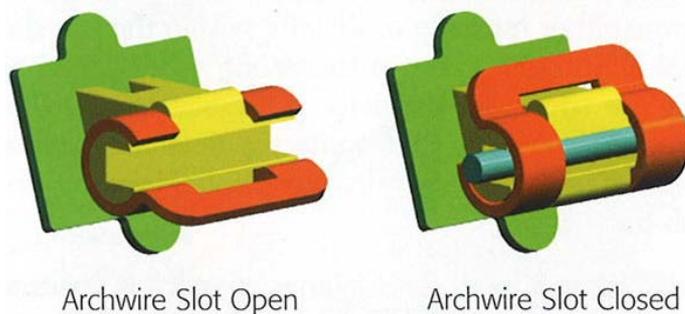
## 2.6. LE SPEED (par OREC)



**Figure 46 : Le SPEED**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Le premier boîtier auto-ligaturant actif est introduit en 1976 par Herbert HANSON, après quatre années d'études de conception et d'examen cliniques. Son clip à ressort super-élastique vient s'enrouler occluso-gingivalemment autour d'un minuscule corps de boîtier. Le clip s'ouvre occlusalement en insérant un instrument (comme un détartreur universel) dans le petit pertuis sur la face vestibulaire du clip et se referme avec une pression du doigt. Le quatrième mur flexible ainsi formé, interagit avec l'arc et lui confère une configuration ACTIVE. Le clip exerce une force légère et continue sur l'arc, ce qui permet le contrôle précis du mouvement de la dent. De plus celui-ci a la capacité de se réorienter dans les trois dimensions de l'espace jusqu'à ce que l'arc soit complètement enfoncé dans la gorge. (9,50)

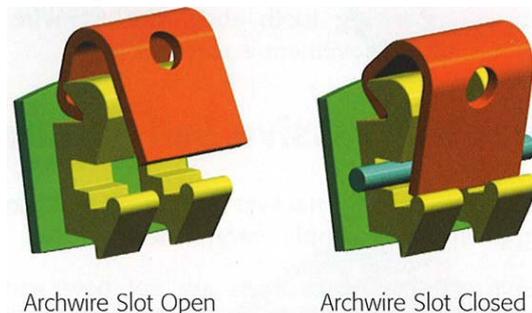
### 2.7. L'ACTIVA (par A-COMPANY)



**Figure 47 : L'ACTIVA**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Edwin PLETCHER met au point l'ACTIVA en 1986 qui est constitué d'un corps de bracket cylindrique autour duquel vient s'enrouler un bras rigide qui coulisse occluso-gingivalemment. L'ouverture ainsi que la fermeture se fait aisément au doigt. Ici encore, l'interaction entre l'arc et le tube de ce boîtier PASSIF est limitée, il est donc difficile d'obtenir un bon contrôle. D'autre part le fait que le patient puisse lui-même ouvrir le boîtier constitue un inconvénient majeur. (50)

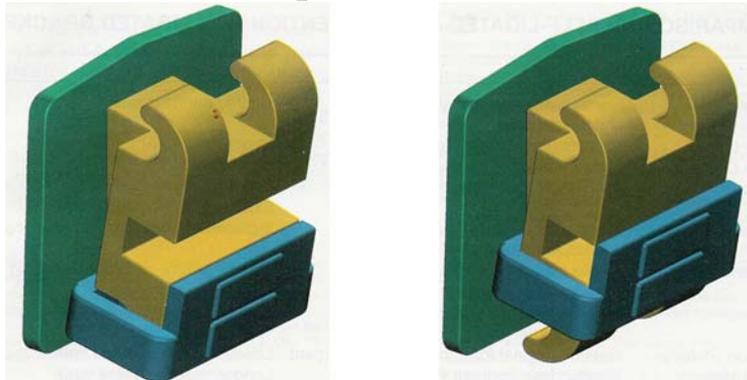
### 2.8. LE TIME (par ADENTA)



**Figure 48 : Le TIME**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Ce boîtier auto-ligaturant PASSIF conçu en 1995 par Wolfgang HEISER semble similaire au SPEED en apparence mais il a pourtant un mode d'action bien distinct. Le corps est de taille comparable à celui d'un boîtier conventionnel et son bras rigide recourbé vient recouvrir la face vestibulaire de boîtier. L'utilisation d'un instrument spécial pour son ouverture et sa fermeture est nécessaire. Le bras rigide empêche un bon contrôle du mouvement de la dent. (50)

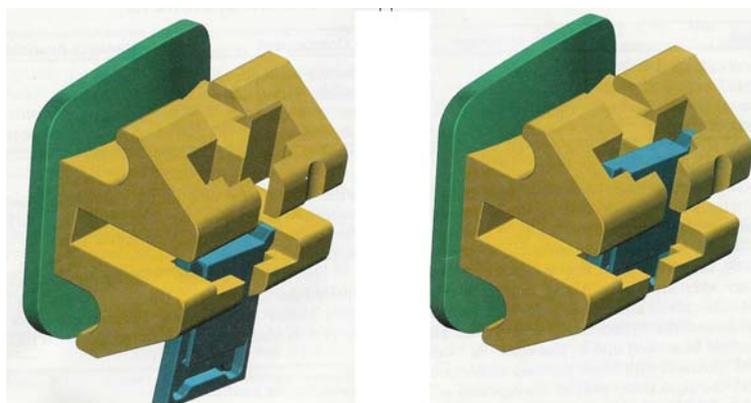
### 2.9. LE DAMON SL (par ORMCO)



**Figure 49 : Le DAMON SL  
D'après BERGER (2000) (11)**

Conçu comme son prédécesseur, le boîtier Edgewise classique, il entre dans la famille des boîtiers PASSIFS et voit le jour en 1996 grâce à Dwight DAMON. Son bras rigide coulisse gingivalemment à la mandibule et occlusalement au maxillaire. De plus l'ouverture et la fermeture se fait à l'aide d'une pince spéciale. (11)

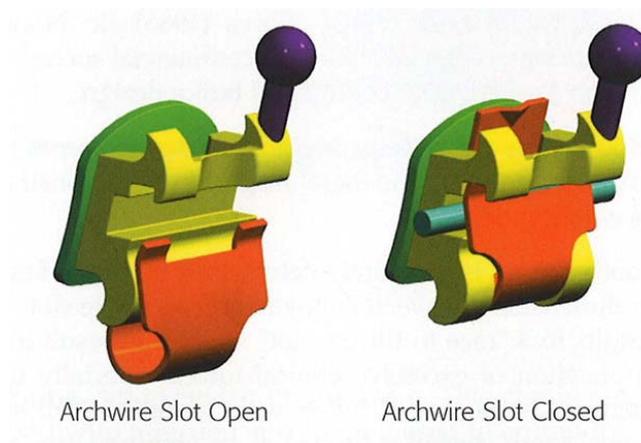
### 2.10. LE TWINLOCK (par ORMCO)



**Figure 50: Le TWINLOCK  
D'après BERGER (2005) (11)**

Ce boîtier, introduit en 1998 par Jim WILDMAN, est conçu sur le modèle d'un boîtier Edgewise Twin sur lequel vient se greffer une glissière plane, rectangulaire et rigide qui vient coulisser entre les ailettes d'attache du boîtier. Le bras rigide de ce boîtier PASSIF peut être mobilisée grâce à un détartreur universel pour l'ouverture (occlusalement) puis refermée au doigt. (11)

## 2.11. INNOVATION (par GAC)



**Figure 51: Le INNOVATION**  
D'après BERGER et HANSON (2005) (50)

Ce boîtier ACTIF, introduit en 2000 possède quatre ailettes d'attache sur son corps et un bras courbé flexible en Elgiloy qui vient bloquer l'arc au fond de la gorge. Le contrôle du mouvement de la dent est donc optimal. (50)

## 3. Rappel sur la friction

### 3.1. Définition

Par définition, la friction ou résistance au glissement, est la résistance au mouvement quand un objet se déplace tangentiellement par rapport à un autre (BENANCON, 1985). Cette force de frottement ou friction se définit par :

$$F = U \times P$$

F = Force de frottement

P = Pression à la surface (en Pascal)

U = Coefficient de frottement (en Newton)

En orthodontie, la résistance au glissement peut être définie comme étant l'opposition au mouvement rencontrée par le bracket dans sa tentative de déplacement sur l'arc ou vice-versa.

Cette résistance à la friction agit sur toutes les formes de déplacements orthodontiques. Ces effets sont parfois négatifs, par exemple par une augmentation du temps de traitement, lorsqu'une forte résistance au glissement empêche le mouvement de la dent, et parfois positif lorsqu'ils permettent un bon ancrage où la résistance au glissement évite le mouvement du segment.

De plus il existe un coefficient de friction spécifique pour un matériel donné, constant et qui dépend de la rugosité de sa surface, de sa texture et de sa dureté. La force de friction dérive de la somme du coefficient de friction et de la force agissant perpendiculairement aux surfaces de contact, selon GIANCOLI (1980), cité par THORSTENSON (2006) (56).

C'est ainsi que pour qu'un objet puisse glisser contre un autre, la force appliquée doit être supérieure aux forces de friction. (56)

### **3.2. La friction statique et dynamique**

La friction statique entre l'arc et le bracket, est la friction à surmonter, par une force supérieure à celle-ci, pour initier le mouvement d'une dent.

La friction dynamique est celle qui existe lorsque l'arc glisse le long de la gouttière du bracket, en direction de la force appliquée, qui doit être supérieure à cette friction dynamique, pour que le mouvement soit entretenu.

La friction statique est toujours supérieure à la friction dynamique car il est toujours plus dur d'initier le mouvement que de le poursuivre. (56)

### **3.3. Les facteurs influençant la friction**

La résistance au glissement est influencée par différents facteurs qui seront détaillés ultérieurement : (12,16,21,36,53,54,56)

#### *3.3.1. Le Bracket*

- sa composition
- sa largeur
- l'état de surface de la gorge
- la distance interbracket

### 3.3.2. *L'arc*

- sa section
- sa forme
- sa composition
- sa rigidité
- son état de surface
- le torque de l'arc à l'interface avec le bracket

### 3.3.3. *Le type de ligature*

- élastomérique
- acier
- auto-ligaturant
- force de ligature

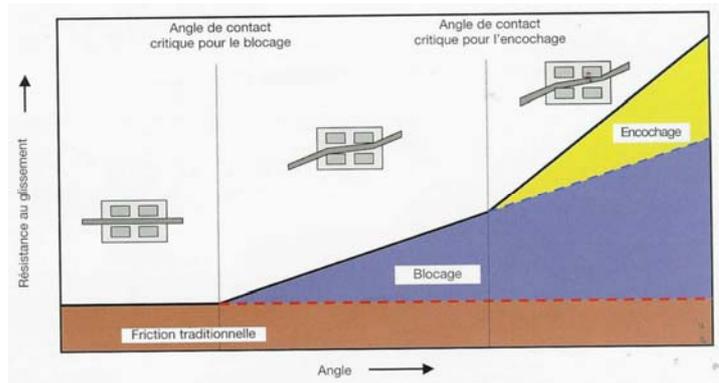
### 3.3.4. *Autres*

- la salive
- l'influence des fonctions orales

## **3.4. Les résistances au glissement en fonction de l'angle existant entre l'arc et le bracket dans un mouvement de version.**

La résistance au glissement nous intéresse beaucoup au cours de la version (deuxième ordre), bien que la rotation (premier ordre) et le torque (troisième ordre) agissent aussi sur la résistance. Lors de la version d'une dent, les résistances au glissement peuvent prendre le nom de :

- friction traditionnelle
- blocage
- encochage



**Figure 52: Schéma d'ensemble des résistances au glissement en fonction de l'angle existant entre l'arc et le bracket**  
**D'après THORSTENSON (2006) (56)**

### 3.4.1. La friction traditionnelle

Quand l'arc n'est pas au contact des bords des parois de la gorge du bracket, seule la **friction traditionnelle** participe à la résistance au glissement. La friction traditionnelle est égale à la force appliquée par la ligature sur l'arc, multipliée par le coefficient de friction déterminé par les matériaux de l'ensemble : arc/ bracket/ ligature.

Le coefficient statique de friction détermine la quantité de friction traditionnelle à vaincre pour commencer le mouvement. Le coefficient de friction cinétique est la quantité de friction traditionnelle à vaincre pour que le mouvement continue.

Cette friction traditionnelle n'est modifiée ni par la rugosité de surface de l'arc ou du bracket ni par la taille de l'arc ou de la gorge du bracket. La salive agit sous différentes formes sur la friction traditionnelle, en fonction des matériaux de l'appareil. (56)

### 3.4.2. Le blocage

Lorsque l'arc est en contact avec les deux bords des parois opposées de la gorge et qu'il est obligé de se courber, le **blocage** contribue en plus à la résistance au glissement.

Au niveau de l'angle de contact critique pour le blocage, la composante de blocage est égale à zéro et la résistance au glissement est toujours égale à la friction traditionnelle. Au fur et à mesure de l'augmentation de l'angle au-delà

de l'angle de contact critique, le blocage augmente proportionnellement, et donc la résistance au glissement augmente également.

La quantité de blocage est égale à l'angulation relative (l'angle entre l'arc et le bracket diminué de l'angle de contact critique pour le blocage) multipliée par le coefficient de blocage (fonction de la taille et du matériau de l'arc, de la configuration et du matériau du bracket, de la distance inter-bracket et d'autres facteurs). Dans le blocage, l'arc subit une déformation élastique mais non permanente. (56)

### 3.4.3. L'encochage

Lorsque l'angle devient supérieur à l'angle de contact critique pour le blocage, l'arc ne peut plus résister aux forces s'exerçant sur le bord des parois de la gorge et il commence à se déformer de manière permanente. Ce phénomène est appelé **encochage** du fait de l'apparition d'encoches ou de rainures imprimées sur l'arc par les arêtes des parois de la gorge. A partir de ce moment, tout déplacement de l'arc au travers du bracket cesse jusqu'à ce que la mastication ou d'autres forces éloignent l'arc du bracket. (56)

## 4. Les principaux boîtiers auto-ligaturants actuels

### 4.1. Vestibulaire

#### 4.1.1. Non esthétique

##### a- LE SMART CLIP (par 3M UNITEK)



**Figure 53 : Le SMART CLIP**  
**D'après le laboratoire 3M UNITEK (2006) (66)**

- Type

Ce boîtier auto-ligaturant est de type PASSIF, ce qui lui permet d'exercer une friction quasiment nulle et des forces légères sur l'arc mais le contrôle du mouvement de la dent est alors un peu altéré.

- Caractéristiques techniques

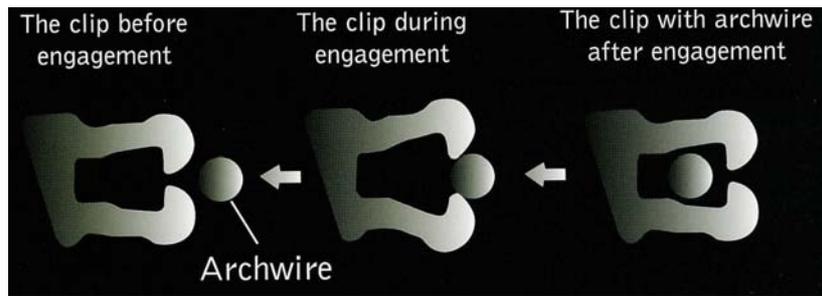
- Il est composé de Nickel-titane (Nitinol).
- Un clip qui n'a nul besoin d'être fermé ou ouvert puisqu'il possède son propre mécanisme (en réalité ce sont deux clips qui se font face).
- Un corps biplot.
- Le boîtier est préinformé.
- Deux instruments spéciaux sont nécessaires pour l'insertion et la désinsertion de l'arc.

- Avantages

- Le nickel-titane lui confère une mémoire de force et de forme intrinsèque.
- Le clip par son élasticité, permet l'engagement de l'arc et sa libération sans avoir à refermer quoi que ce soit.
- La configuration biplot laisse l'opportunité au praticien de pouvoir ligaturer conventionnellement le boîtier ou d'y attacher certains auxiliaires. De plus quand la dent est très mal positionnée, il peut engager l'arc dans un seul des clips et utiliser une ligature classique.
- Aucun risque de fracture du clip car il est intégré au corps du boîtier.
- Insertion facile de l'arc dans le clip grâce à une instrumentation spéciale.
- La forme du boîtier n'est pas agressive pour les tissus mous car les angles sont arrondis, de plus cela permet aux patients de conserver une bonne hygiène.
- Les boîtiers sont pré-encollés avec le système APC.

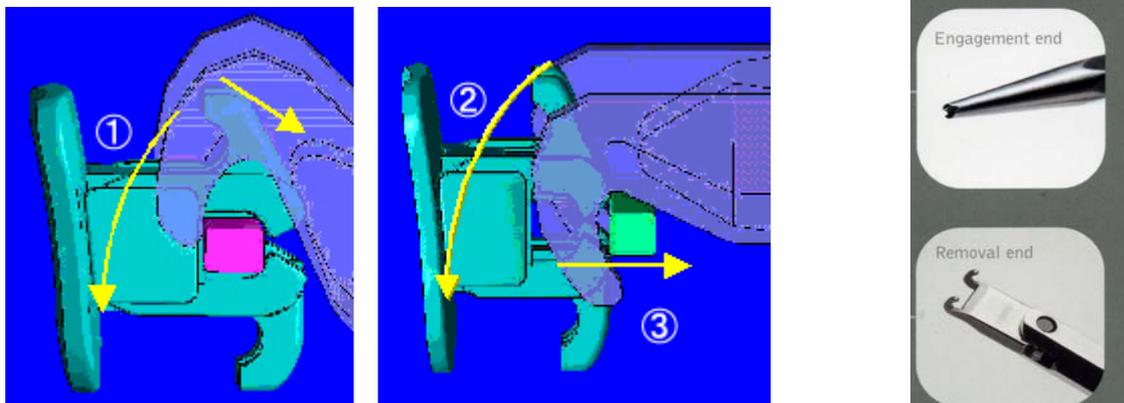
- Inconvénients

- La nécessité d'instruments spéciaux pour l'insertion et la désinsertion de l'arc dans la gorge.
- Le boîtier étant passif, il nécessite l'utilisation d'arcs actifs.
- Le placement du boîtier est peu aisé.
- Le clip est hors du boîtier (moins de distance inter-proximale).  
(35,43,56,59,63)



**Figure 54 : Schéma de l'engagement de l'arc dans la gouttière du SMART CLIP**

**D'après le laboratoire 3M UNITEK (2006) (66)**

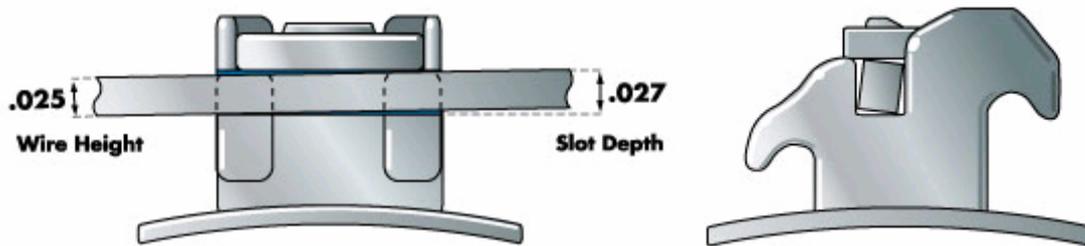


**Figure 55: Schéma de désinsertion de l'arc (à gauche) grâce à des instruments spécifiques (à droite).**

**D'après le laboratoire 3M UNITEK (2006) (66)**

b- LE DAMON 2 (par ORMODENT)





**Figure 56: Schémas du boîtier DAMON 2.  
D'après le laboratoire ORMODENT (2006) (17)**

- Type

Ce boîtier est de type PASSIF, car lorsque l'on ferme le clip, la gorge du bracket se transforme en un « tube » ce qui lui donne la possibilité d'exercer des forces légères sur l'arc et une faible friction.

- Caractéristiques techniques

- La base est rhomboïde avec un trait vertical pour faciliter le placement.
- Il est fabriqué par injection de métal dans un moule ce qui lui confère une tolérance étroite avec le bras passif.
- Un bras en forme de « U » qui lui permet de contrôler l'ouverture et la fermeture de la gorge, celui-ci est placé à l'abri, à l'intérieur des ailettes.
- Une conformation biplot.
- Des outils spéciaux sont nécessaires pour l'ouverture et la fermeture du bras, pour la fermeture, on peut aussi utiliser la pression du doigt.
- Les dimensions du boîtier en font un élément compact.
- L'ouverture se fait occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule.
- Une gorge de dimension 0,022''×0,027''.
- Une base avec des mailles traitée, ce qui augmente la force de collage du boîtier (Optimesh®XRT).
- Il peut posséder un crochet pour l'ajout d'élastiques auxiliaires.
- Les boîtiers sont préinformés.

- Avantages

- Sa forme biplot lui permet de recevoir une ligature conventionnelle si besoin.
- L'utilisation d'un arc « full-size » de 0,019''×0,025'' permet un engagement complet de l'arc et donc un meilleur contrôle de la dent.

Cette différence en profondeur de 0,002'' est la clé d'un bon contrôle rotationnel de la dent.

- La forme du boîtier avec ses angles arrondis n'est pas agressive pour les muqueuses.
- L'utilisation d'outils spéciaux pour l'ouverture et la fermeture par pression du doigt permet un gain de temps considérable.
- Une bonne visibilité pour le praticien car le boîtier s'ouvre vers le bas, que l'on soit au maxillaire ou à la mandibule.

- Inconvénients

- Une possible fracture ou ouverture spontanée du bras de rétention.
- L'utilisation d'instruments spéciaux pour l'ouverture et la fermeture. (17,30,44)

c- LE DAMON 3 MX (par ORMODENT)



**Figure 57 : Le DAMON 3.  
D'après le laboratoire ORMODENT (2006) (17)**

- Type

Comme ses prédécesseurs, le DAMON 3 MX est un boîtier passif.

- Caractéristiques techniques

Ce sont les mêmes que pour le DAMON 2, on pourra seulement ajouter ceci :

- Il est composé d'acier coulé de qualité 17-4, cela lui procure solidité et fiabilité.
- Le mécanisme d'ouverture et de fermeture est simple à utiliser, avec un entonnoir profond et un stop, pour des changements d'arcs rapides.
- Les contours de la gorge sont arrondis diminuant le rebouttement, même dans le cas de déformation sévère.

- Un slot vertical pour les crochets demi boule amovibles et autres auxiliaires.
- Un système d'identification permanent gravé dans la gorge.

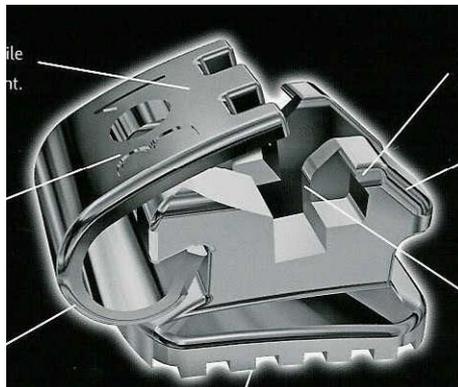
- Avantages

Idem que pour le DAMON 2.

- Inconvénients

Idem que pour le DAMON 2. (18,44)

#### d- LE TIME 2 (par AMERICAN ORTHODONTICS)



**Figure 58: Le TIME 2.**

D'après le laboratoire AMERICAN ORTHODONTICS (2006) (2)



**Figure 59 : A gauche, schéma de l'insertion progressive de l'arc dans la gorge, au centre, l'ouverture du boîtier et à droite, l'instrument spécifique le permettant.**

D'après le laboratoire AMERICAN ORTHODONTICS (2006) (2)

- Type

Ce boîtier est INTERACTIF, ce qui signifie qu'il est à la fois passif et actif selon la forme et la section de l'arc utilisé.

- Caractéristiques techniques

- Un clapet de précision interactif, en alliage spécifique, qui s'ouvre grâce à un instrument spécialisé.
- Une numérotation FDI pour une identification aisée sur la face externe du clapet.
- Des bords arrondis.
- Le boîtier est préinformé en fonction du système choisi.
- Une configuration biplot.
- Une base quadra grip micro-mordancée pour une meilleure rétention.
- Des rails de torque sur l'ailette occlusale, prolongent la hauteur du slot jusqu'à 0,028".
- Le clapet s'ouvre gingivalemment par pivotement.
- Fabriqué grâce à la méthode M.I.M. (Métal Injection Molding) ce qui lui confère un design relativement plat.

- Avantages

- L'interactivité du boîtier permet d'avoir les avantages du boîtier passif et ceux du boîtier actif. Durant la phase initiale du traitement, alignement, nivellement, la friction est l'ennemi du praticien, le clapet est donc passif avec l'utilisation d'arcs ronds ou rectangulaires de faibles diamètres. Durant les phases intermédiaires et de finitions, la friction est l'alliée du praticien, le clapet devient donc actif en positionnant les arcs rectangulaires de manière optimale au fond de la gorge pour permettre une expression maximale du torque et un contrôle de la rotation.
- Une ouverture aisée du clapet par pivotement en insérant un instrument pointu dans le pertuis situé sur la face externe du clapet.
- Les bords arrondis du boîtier permettent le respect des tissus mous.
- Les rails de torque permettent une expression maximale du torque au fur et à mesure de l'augmentation des dimensions des arcs rectangulaires.
- Le blocage du clapet par un léger retour au niveau des ailettes évite les ouvertures intempestives.
- On peut utiliser une sonde droite pour ouvrir et fermer le clapet.

- Inconvénients

- Le clapet s'ouvre gingivalemment et cela gêne la visibilité du praticien lorsqu'il travaille au maxillaire.
- La fracture du clapet.
- Une hygiène difficile.
- Il est peu esthétique. (2,30)

e- IN-OVATION R (par GAC-DENTSPLY)



**Figure 60: Schéma de l'IN-OVATION R.  
D'après le laboratoire GAC-DENTSPLY (2006) (24)**

- Type

Le IN-OVATION R est un boîtier INTERACTIF, par son clapet.

- Caractéristiques techniques

- Une configuration biplot avec quatre ailettes ce qui permet un meilleur contrôle des rotations et une utilisation très versatile des auxiliaires.
- Son design est très plat grâce à une méthode M.I.M. (Métal Injection Molding).
- Une forme rhomboïde adaptée à chaque dent.
- Le clapet est en cobalt-chrome, il couvre les quatre ailettes, améliorant ainsi la distance inter-bracket. Il s'ouvre gingivalemment.
- Des instruments spécifiques sont nécessaires pour l'ouverture et la fermeture du boîtier

- Avantages

- Ses bords arrondis ne sont pas blessants pour les tissus mous.
- Son interactivité (voir précédemment).
- Une bonne largeur interbracket.

- Inconvénients
- L'ouverture gingivale du clapet ne permet pas une bonne visibilité au praticien lorsqu'il soigne au maxillaire.
- La fracture du clapet.
- L'utilisation d'instrument spécifique. (13,23,24,26,30)

f- LE QUICK (par FORESTADENT)



**Figure 61 : Le QUICK.**  
D'après le laboratoire FORESTADENT (2006) (20)



**Figure 62 : L'ouverture du boîtier avec un instrument.**  
D'après le laboratoire FORESTADENT (2006) (20)

- Type

Ce boîtier est de type INTERACTIF.

- Caractéristiques techniques

- Le boîtier est de configuration biplot, les ailettes du boîtier protègent le clip en cas d'overbite important.
- Sa conception est monobloc et il est composé d'un acier sans nickel.
- La base unique en trois dimensions (brevet Forestadent) à une rétention 30 % supérieure à une base classique et est facile à déposer.
- Un tube pour arc auxiliaire est incorporé dans le corps du bracket ;
- Un clip flexible avec une surface lisse.
- Le clip peut être ouvert de deux manières : soit en faisant glisser la barrette du côté gingival, soit en insérant un instrument dans la cavité externe du clip.
- Les côtés de la gorge du bracket sont arrondis.

- Ouverture avec une sonde classique et fermeture avec le doigt, occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule.
- Deux tailles de gorges existent : 0,018'' ou 0,022''.
- Il est préinformé, conformément au système ROTH.

- Avantages

- La fonction interactive signifie que pour des arcs de dimensions 0,018''×0,018'', le clip reste passif, les arcs bougent librement jusqu'à ces dimensions, ce qui augmente la rapidité du traitement. Au-delà de ces sections, le clip devient de plus en plus actif donnant un contrôle clinique croissant des mouvements dentaire.
- Une très bonne rétention de la base qui retient davantage de composite ce qui rend la dépose du bracket plus facile et plus rapide.
- Un minimum de friction grâce aux côtés du bracket extrêmement arrondis, quatre points de contact de la gorge et un clip lisse.
- Il n'y a pas besoin d'instrument spécial pour ouvrir le boîtier.
- Le praticien garde une bonne visibilité tout au long du changement d'arc.
- C'est le plus petit des boîtiers auto-ligaturants actuellement sur le marché.

- Inconvénients

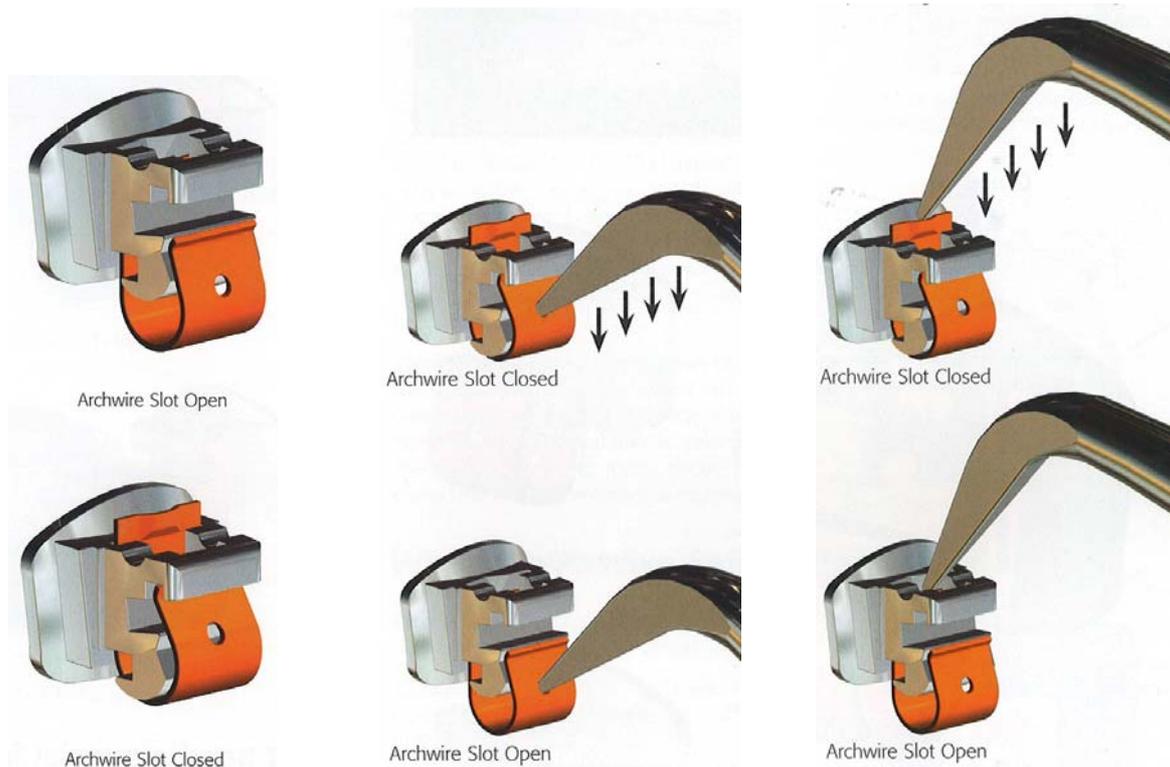
- Possible fracture du clip. (20)

g- LE SPEED (par STRITE INDUSTRIES)



**Figure 63 : Le SPEED.**

**D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2006) (50)**



**Figure 64 : A gauche, le clip est en position ouvert puis fermé, au centre, l'ouverture du clip par un accès frontal, à l'aide d'un instrument et à droite, l'ouverture du clip par un accès supérieur.  
D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2006) (50)**

- Type

Le boîtier SPEED comporte un clapet flexible ce qui le qualifie d'ACTIF.

- Caractéristiques techniques

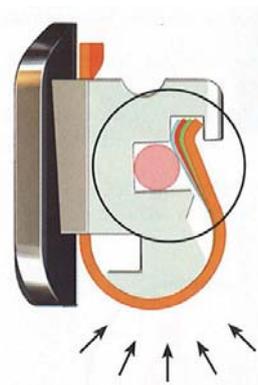
- Il comporte une base de collage micro-rétentive MESH.
- Il possède un crochet pour les élastiques accessoires.
- Sa gorge peut mesurer 0,018'' ou 0,022''.
- Il possède une gouttière horizontale accessoire de 0,016''.
- Le boîtier est préprogrammé.
- Son clip est en nickel-titane, un matériau super-élastique, il possède un pertuis sur sa face vestibulaire pour l'insertion d'un instrument et entraîner l'ouverture du clip.
- L'ouverture se fait occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule.
- L'ouverture se fait à l'aide d'un détartreur ou d'un instrument spécialisé en insérant la partie pointue de l'instrument dans le pertuis et en exerçant

une force légère. On peut aussi l'ouvrir en exerçant une force légère avec le bout de l'instrument sur la partie supérieure du clip (voir schéma).

- La fermeture se fait au doigt ou avec l'ongle du pouce.
- Le boîtier est de configuration monoplot.

- Avantages

- Bonne visibilité du praticien pour insérer l'arc dans la gorge car l'ouverture du clip se fait vers le bas.
- Il n'y a pas besoin d'instruments spéciaux pour l'ouverture et la fermeture du clip.
- Le clip flexible a la capacité de se réorienter dans l'espace jusqu'à ce que l'arc soit enfoncé au fond de la gorge. De plus il exerce une force constante dans le temps.
- La friction est diminuée par un contact métal/métal entre le clip et l'arc, de plus la gorge est hautement polie, ce qui diminue la rugosité de surface.
- Le corps du bracket est très petit ce qui permet d'améliorer l'esthétique et de permettre un meilleur contrôle de plaque.
- Le clip assure en permanence un bon contrôle dans les trois dimensions de l'espace (contrôle rationnel, torque et inclinaison axiale) tout en conservant une très faible friction.
- Le clip ne peut pas se déformer facilement car lorsqu'il est fermé, la partie inférieure du clip vient se mouler contre la partie inférieure du corps du bracket qui est de même forme et prévue à cet effet.
- En cas de fracture du clip, celui-ci peut être remplacé aisément sans déposer le bracket.
- La gouttière auxiliaire et le crochet permettent d'installer des sectionnels et des élastiques.



**Figure 65 : Le clip flexible vient se mouler contre le corps du bracket lors de la fermeture du boîtier.**

**D'après le laboratoire STRITE INDUSTRIES (2006) (50)**

- Inconvénients
  - La possibilité de fracture du clip.
  - Le bracket est petit, on a donc plus de difficultés à obtenir un bon contrôle. (7,9,10,28,35,50)

#### h- LE GLIDE (par LANCER ORTHODONTICS)



**Figure 66 : Le GLIDE.**

**D'après le laboratoire LANCER ORTHODONTICS (2006) (38)**

- Type

Ce boîtier est PASSIF, car lorsqu'il est fermé, le bras rigide constitue le quatrième mur de la gorge, formant ainsi un « tube ».

- Caractéristiques techniques
  - Le GLIDE est en configuration biplot.
  - Le bras rigide vient coulisser le long de la face externe du corps du bracket et est bloqué par deux petits stops en relief.
  - Le clip est amovible, cela permet de pouvoir utiliser le boîtier classiquement. Le bras rigide peut être enlevé du boîtier sans décoller le bracket.
  - L'ouverture se fait à l'aide d'un instrument non spécifique en l'insérant dans le pertuis sur la face externe du bras rigide.
  - La fermeture s'effectue par simple pression du doigt sur le bras.
  - Le corps du bracket est fabriqué selon la technique M.I.M.
  - Le boîtier s'ouvre occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule.
  - Présence d'un crochet pour élastique.



**Figure 67 : A gauche, la fermeture au doigt du boîtier, au centre, l'ouverture instrumentalisée du boîtier et à droite, le bras amovible. D'après le laboratoire LANCER ORHTODONTICS (2006) (38)**

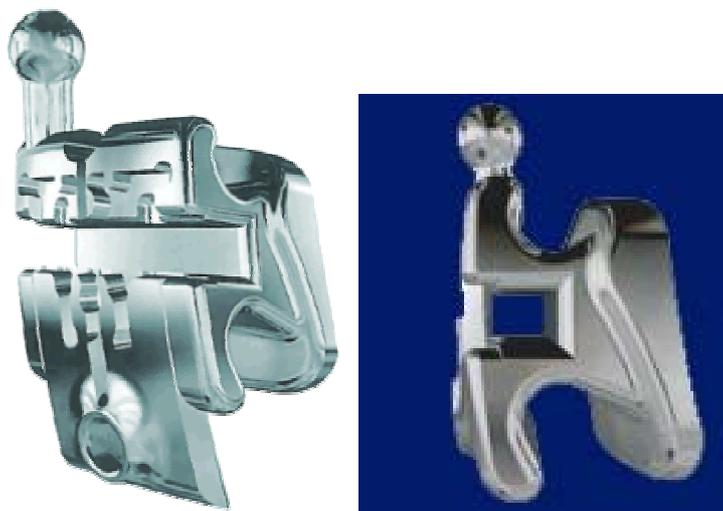
- Avantages

- Le bras amovible permet d'utiliser le GLIDE comme un boîtier auto-ligaturant quand celui-ci est en place ou comme un bracket twin avec une ligature conventionnelle quand le bras est enlevé.
- Il n'y a pas besoin d'instruments spécifiques pour l'ouverture et la fermeture, ce qui rend son utilisation plus simple et rapide.
- Le clip est très solide et il est bloqué en ouverture par deux petites ailettes.
- Une bonne visibilité pour le praticien.
- Le boîtier s'intègre tout à fait à l'environnement des tissus mous grâce à sa forme arrondie.

- Inconvénients

- Le boîtier est passif, il y a donc un moins bon contrôle de la position de la dent.
- Possible fracture du bras ou ouverture spontanée. (38)

i- LE CARRIERE LX (par ORTHOPLUS)



**Figure 68 : Le CARRIERE LX  
D'après le laboratoire ORTHOPLUS (2006) (45)**

- Type

Le CARRIERE LX est un boîtier PASSIF car sa gorge forme un « tube » quand le bracket est fermé.

- Caractéristiques techniques

- Base micro échée (mordancée) pour une excellente rétention 100% sans nickel (biocompatibilité).
- Son design est très plat.
- Sa configuration est biplot.
- Un code couleur d'identification.
- Repère pour faciliter le placement du boîtier sur la face vestibulaire de la dent.
- Ouverture en plaçant une sonde dans le pertuis situé sur la face vestibulaire du bras rigide, et fermeture par une simple pression du doigt.
- Ouverture et fermeture occlusalement au maxillaire et gingivalemment à la mandibule.
- Les côtés mésiaux et distaux de la gorge ont été arrondis pour diminuer la friction entre l'arc et la gorge.

- Avantages

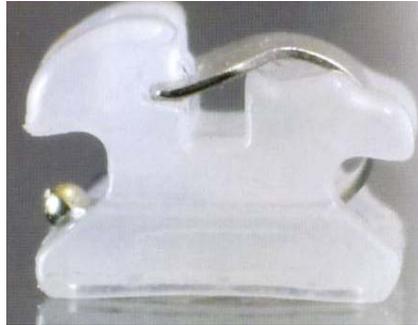
- L'utilisation au choix du boîtier comme conventionnel ou auto-ligaturant grâce à sa configuration biplot.
- Il n'y a pas besoin d'instruments spécifiques pour l'ouverture et la fermeture, ce qui rend son utilisation plus simple et rapide.
- Une bonne visibilité pour le praticien.
- Son design, très plat, lui permet de ne pas agresser les tissus mous (donc un meilleur confort pour le patient) et de limiter la rétention de plaque.
- Son crochet permet l'installation d'auxiliaire si besoin.
- Une faible friction compte tenu des caractéristiques anatomique du boîtier.

- Inconvénients

- Il faut utiliser des arcs actifs (de sections suffisamment importantes pour remplir la gorge du boîtier) pour optimiser au maximum le contrôle du mouvement de la dent car le boîtier est passif.
- Une possibilité de fracture du bras. (45)

### 4.1.2. Esthétiques

#### a- LE IN-OVATION C (par GAC-DENTSPLY)



**Figure 69 : Le IN-OVATION C.  
D'après le laboratoire GAC-DENTSPLY (2006) (25)**

- Type

Le boîtier IN-OVATION C, comme son prédécesseur le R, est ACTIF.

- Caractéristiques techniques

- Une configuration biplot avec quatre ailettes ce qui permet un meilleur contrôle des rotations et une utilisation très versatile des auxiliaires.
- Une forme rhomboïde adaptée à chaque dent.
- Le corps du bracket est en Alumine polycristalline.
- Il est fabriqué par injection, ce qui le rend plus solide et plus doux.
- Les bord gingivaux et occlusaux sont chanfreinés.
- Le boîtier est doté d'un point de couleur pour l'identification du boîtier et d'une jauge pour faciliter le positionnement.
- Des instruments spécifiques sont nécessaires pour l'ouverture et la fermeture du boîtier.
- Le clapet est en cobalt-chrome, il couvre les quatre ailettes, améliorant ainsi la distance inter-bracket. Il s'ouvre gingivalemment.

- Avantages

Idem que pour le IN-OVATION R mais en plus :

- Celui-ci est très esthétique.
- La dépose du boîtier est aisée grâce aux arêtes chanfreinées.

- Inconvénients

Idem que pour l'IN-OVATION R. (25)

## b- LE OYSTER (par GESTENCO)



**Figure 70: Le OYSTER**  
**D'après le laboratoire GESTENCO (2006) (27)**

- Type

C'est un boîtier auto-ligaturant PASSIF.

- Caractéristiques techniques

- Il est fabriqué à partir d'un copolymère de composite (70% de polycarbonate et 30% de polyéthylène terephthalate).
- Un instrument spécial à double côté est nécessaire pour ouvrir le boîtier (1) et pour placer l'arc à l'intérieur (2).
- Un crochet peut être disponible sur les boîtiers canins pour ajouter des auxiliaires.
- Le clapet s'ouvre gingivalemment au maxillaire et à la mandibule.
- Il a une gorge de dimension 0,018'' ou 0,022''.
- Il est disponible en système ROTH ou en standard.
- Le clapet est amovible.
- Sa configuration est biplot.



**Figure 71 : l'instrument spécial à double côté : (1) pour l'ouverture (2) pour l'insertion de l'arc dans le boîtier.**  
**D'après le laboratoire GESTENCO (2006) (27)**

- Avantages

- Le boîtier peut être refermé par simple pression du doigt sur le clapet.
- L'esthétique est bonne si le patient garde une bonne hygiène.
- Une possibilité d'ajouter des auxiliaires sur le crochet.

- Le boîtier peut être utilisé comme un boîtier conventionnel si on enlève le clapet.
  - Il n'y a pas d'ailettes, ce qui permet une meilleure hygiène car il y a moins de rétention de plaque. D'autre part, le boîtier est ainsi moins volumineux.
- Inconvénients
- Une mauvaise visibilité au maxillaire à cause de l'ouverture gingivale des boîtiers.
  - L'esthétique du boîtier peut être altérée par coloration si l'enfant n'a pas une bonne hygiène.
  - La nécessité d'utiliser un instrument spécifique pour l'ouverture.
  - Le boîtier est plus fragile car il est en composite. (27)

#### c- LE OPAL (par OPAL ORTHODONTICS)



**Figure 72: Le OPAL.**

**D'après le laboratoire OPAL ORTHODONTICS (2006) (43)**

- Type

Ce boîtier est PASSIF, lorsque celui-ci est fermé, la gorge devient un « tube ».

- Caractéristiques techniques

- Il est composé de polymère de polycristalline (un verre sans nickel translucide).
- Son corps est uniplot.
- Le boîtier est préinformé selon les prescriptions de ROTH.
- La gorge principale mesure 0,022'' × 0,028'' et la gorge auxiliaire mesure 0,018'' × 0,018''.
- Un crochet peut être placé dans sa gouttière accessoire.

- Le boîtier est conçu d'une seule pièce et ses contours sont arrondis.
- La face externe du bras est marquée pour permettre l'identification et le placement.
- Le boîtier s'ouvre gingivalemment au maxillaire et à la mandibule.
- La base est conçue pour avoir une rétention chimique et mécanique.
- L'ouverture se fait à l'aide d'un instrument spécial : « the OPAL key » et la fermeture se fait au doigt.

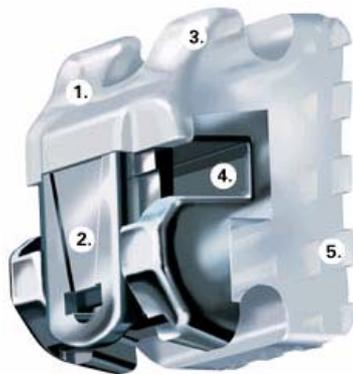
- Avantages

- Il est très esthétique car le matériau prend la teinte de la dent.
- La fermeture est relativement facile et rapide, car elle se fait au doigt.
- Les contours arrondis du boîtier améliorent le confort du patient car ils ne sont pas blessant pour les tissus mous du patient.
- Le boîtier est solide et sa base est très rétentive.

- Inconvénients

- La visibilité du praticien au maxillaire est réduite car le boîtier s'ouvre gingivalemment.
- Il est nécessaire d'avoir un instrument spécial pour ouvrir le boîtier (on peut aussi utiliser un instrument quelconque mais cela est fortement déconseillé par le fabricant).
- Le boîtier est très volumineux.
- Il n'existe qu'en technique de ROTH.
- Le boîtier est passif, il nécessite donc des arcs actifs (de sections suffisamment importantes pour remplir la gorge du boîtier). (43)

#### d- LE DAMON 3 (par ORMODENT)



**Figure 73 : Le DAMON 3.**  
**D'après le laboratoire ORMODENT (2006) (18)**

- Type

Comme ses prédécesseurs, le DAMON 3 est un boîtier passif.

- Caractéristiques techniques

Ce sont les mêmes que pour le DAMON 2, on pourra seulement ajouter ceci :

- Le corps est composé à la fois d'acier et de polycarbonate.
- Un mécanisme de glissière doté d'un entonnoir plus profond et d'un stop.
- Une nouvelle plaque de rétention augmentant la force de torque.
- Une nouvelle conception de la base permet d'augmenter la rétention mécanique.

- Avantages

Idem que pour le DAMON 2, mais on pourra ajouter le gain esthétique du fait de l'insertion du polycarbonate dans la composition du boîtier.

- Inconvénients

Idem que pour le DAMON 2. (18,44)

## 4.2. Linguaux

a- LE EVOLUTION (par A-DENTA)



**Figure 74: Le EVOLUTION.  
D'après le laboratoire A-DENTA (2006) (1)**

- Type

L'EVOLUTION est un boîtier auto-ligaturant ACTIF qui vient se placer sur la face linguale des dents. C'est en fait l'adaptation du boîtier TIME au niveau lingual.

- Caractéristiques techniques

- L'ouverture et la fermeture se font occlusalement au maxillaire et à la mandibule.
- On peut ouvrir le boîtier avec un instrument spécifique ou avec un détartreur universel, dont la pointe est placée dans le pertuis sur la face externe du clip.
- La fermeture du boîtier peut s'effectuer au doigt.
- La face externe du bras est marquée pour permettre l'identification et le placement.
- Le boîtier est préinformé.
- Les contours du boîtier sont arrondis.



**Figure 75 : L'ouverture du boîtier, l'insertion d'un arc puis la fermeture du clip.**

**D'après le laboratoire A-DENTA (2006) (1)**

- Avantages

- Le boîtier est très esthétique car il est positionné en lingual et donc non visible, idéal pour les traitements chez l'adulte.
- Il n'y a pas besoin d'instruments spécifiques pour l'ouverture et la fermeture du boîtier.
- La langue n'est pas blessée car les contours du boîtier sont arrondis.

- Inconvénients

- L'hygiène du patient est compromise car l'accès lingual est plus difficile d'accès.
- Une technique de laboratoire spécifique est nécessaire pour que le boîtier soit correctement adapté à la face linguale (unique pour chaque patient).
- Moins bonne visibilité pour le praticien. (1)

## b- LE IN-OVATION L (par GAC-DENTSPLY)



**Figure 76: Le IN-OVATION L  
D'après le laboratoire GAC-DENTSPLY (2006) (22)**

- Type

Le IN-OVATION L est un boîtier INTERACTIF.

- Caractéristiques techniques

- Une configuration biplot avec quatre ailettes ce qui permet un meilleur contrôle des rotations et une utilisation très versatile des auxiliaires.
- Son design est très plat grâce à une méthode M.I.M. (Métal Injection Molding).
- Une forme rhomboïde adapté à chaque dent.
- Le clapet est en cobalt-chrome, il couvre les quatre ailettes, améliorant ainsi la distance inter-bracket. Il s'ouvre gingivalemment.
- Des instruments spécifiques sont nécessaires pour l'ouverture et la fermeture du boîtier.
- L'ouverture et la fermeture se fait occlusalement.

- Avantages

- Il est très esthétique car le boîtier ne se voit pas.
- Le design plat du boîtier évite les blessures de la langue et améliore donc le confort du patient.

- Inconvénients
  - La difficulté pour le patient à conserver une hygiène parfaite car le dispositif est en lingual et l'accès y est donc limité.
  - Une mauvaise visibilité pour le praticien pour l'insertion des arcs dans la gorge.
  - Une technique de laboratoire spécifique est nécessaire pour que le boîtier soit correctement adapté à la face linguale (unique pour chaque patient).
  - Des instruments spécifiques sont nécessaires pour l'ouverture et la fermeture du boîtier. (22,23)

### **III. COMPARAISON DE LA RESISTANCE A LA FRICTION DES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS ET DES BOITIERS CONVENTIONNELS**

#### 1. Expérience type : matériel et méthodes

Avant d'étudier les différentes études sur la friction, il faut au préalable rappeler « le protocole type » de celles-ci qui varie peu selon les études car le schéma principal reste le même.

##### **1.1. Le matériel :**

Les expériences comparent toujours des boîtiers classiques à des boîtiers auto-ligaturants, actifs, passifs ou les deux. Ils peuvent aussi différer par leur matière mais ils ont en général la même dimension de gorge. D'autre part les boîtiers utilisés sont spécifiques d'une même dent pour qu'ils contiennent les mêmes informations.

Les études associent un arc à ce boîtier, qui peut varier en fonction de sa forme (rond ou rectangulaire) de sa matière (acier, Nickel-Titane ou TMA c'est-à-dire un arc super élastique  $\beta$  Titanium) et enfin de sa section (c'est-à-dire sa taille, exprimée en « inch »).

Pour fixer l'arc au bracket, un système traditionnel de ligatures élatomériques ou acier est utilisé pour les boîtiers conventionnels, alors que pour les boîtiers auto-ligaturants, leurs propres systèmes internes sont actionnés. Ainsi, pour les boîtiers conventionnels, ils utilisent soit les ligatures

élastomériques, soit les ligatures acier. Pour la ligature élastomérique, il peut s'agir d'une ligature en « O », la plupart du temps, ou d'une ligature en « 8 », plus rarement. Les auteurs prennent soin d'exercer une force de ligature appropriée à leur expérience.

Cet ensemble, arc/bracket/ligature peut être testé dans des conditions *In Vitro*, c'est-à-dire dans une pièce sèche à température ambiante ou plus rarement dans des conditions *ex vivo*, c'est-à-dire dans un milieu humide, à température buccale, pour reproduire les conditions *in vivo*. Certaines études étudient le complexe dans les deux milieux.

D'autre part, les auteurs testent la friction s'exerçant au sein de cet ensemble lorsque l'arc glisse à l'intérieur de la gorge du boîtier mais ce complexe peut être agencé de telle façon, que cela se fasse dans un mouvement de translation (dans la majorité des expériences), de rotation ou de version.

Pour simuler le mouvement de l'arc dans ce complexe, les auteurs mettent en place un dispositif spécifique. L'INSTRON machine est la plus souvent utilisée, on a aussi la machine Lloyd 30K, ou encore un Tensomètre. Ces machines sont réglées pour que l'arc passe dans le boîtier à une vitesse définie (en mm/min) avec une force définie (en Newton) pendant un temps défini (en minute).

Enfin, ces machines sont reliées à une cellule d'enregistrement qui va enregistrer les résultats obtenus et les convertir sous forme de graphiques ou de statistiques. (32,33,40,58)

## **1.2. Les méthodes**

Pour chaque combinaison arc/boîtier/ligature identique, il existe un nombre défini d'échantillons et chaque groupe va être testé un nombre défini de fois, pour que les résultats obtenus soient une moyenne de tous les échantillons testés. Par exemple pour un boîtier spécifique avec un arc spécifique et une ligature spécifique, il existera un nombre défini d'échantillons identiques à celui-ci, qui seront chacun testés une seule fois dans les mêmes conditions pour avoir autant de valeurs qui donneront une moyenne et donc un résultat plus significatif.

Il faut aussi savoir que le boîtier est souvent testé au sein d'un « modèle ». C'est-à-dire que celui-ci va être collé sur une barre de fer par exemple entre deux boîtiers fictifs représentés par du Téflon, à l'intérieur duquel l'arc va glisser et ceci pour représenter l'alignement des boîtiers sur les dents en bouche, ceci pour

tester le complexe dans un mouvement de translation. D'autres modèles spécifiques, non détaillés dans ce paragraphe, vont permettre d'étudier la friction dans des mouvements de version et de rotation.

La machine va donc exercer un poids défini sur l'arc, ce qui va entraîner son mouvement à travers la gorge du boîtier et cela pendant une durée déterminée et à une vitesse définie. Une cellule d'enregistrement branchée sur la machine va venir recueillir les données et les convertir pour obtenir des valeurs de friction pour chaque complexe testé. Ces valeurs sont répertoriées puis traduites sous forme de graphiques ou statistiques. (32,33,40,58)

## 2. Synthèse des différentes études expérimentales en fonction des différentes variables

### 2.1. En fonction de l'arc choisi

#### 2.1.1. De sa section

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54) les résultats montrent que quel que soit le type de boîtier, conventionnel, auto-ligaturant actif ou passif, plus la dimension de l'arc augmente, plus la friction augmente, que l'arc soit rectangulaire ou rond.

De même, pour CACCIAFESTA et coll., (2003) (12) la friction statique et dynamique augmente au cours du mouvement avec la section du fil, quel que soit le type de boîtier utilisé.

Les résultats de l'étude de THOMAS et coll. (1998) (55), REDLICH et coll. (2003) (48), VOUDOURIS (1997) (61) et SIMS et coll. (1993) (49) sont aussi en accord avec ce principe.

PIZZONI et coll. (1998) (46) pensent eux que la dimension de l'arc affecte la friction mais pas de façon prédictible.

#### 2.1.2. De sa forme

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que le DAMON SL (boîtier auto-ligaturant passif) génère des forces de friction plus faibles lorsqu'il est couplé à un arc rond que lorsqu'il est couplé à un arc rectangulaire.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), la friction pour le DAMON SL (boîtier auto-ligaturant passif) est négligeable pour des arcs ronds et très faible pour des arcs rectangulaires, ce qui signifie que pour un boîtier auto-ligaturant passif, la friction est diminuée par l'utilisation d'un arc rond.

Pour PIZZONI et coll. (1998) (46), Les boîtiers auto-ligaturants SPEED (actif) et DAMON (actif) ont une friction plus faible pour des arcs ronds de faible diamètre que les boîtiers conventionnels quelle que soit l'angulation. Avec un arc rectangulaire, le DAMON est celui qui crée le moins de friction, en comparaison à tous les autres boîtiers.

TAYLOR et coll. (1996) (53) comparent dans leur étude des boîtiers auto-ligaturants actif (SPEED), passif (ACTIVA) et un boîtier conventionnel. Ils montrent qu'en utilisant des arcs ronds, la friction est la plus élevée avec des boîtiers conventionnels ligaturés élastomériquement, et la plus faible avec l'ACTIVA ou le SPEED. Pour les arcs rectangulaires, la friction la plus élevée a été enregistrée avec le SPEED et le boîtier conventionnel ligaturé avec un module élastique.

### 2.1.3. De sa matière

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que les arcs en  $\beta$  Titanium (TMA) ont une résistance à la friction plus importante que les arcs acier et Nickel titane, c'est-à-dire qu'ils provoquent une friction plus importante lors du mouvement. D'autre part, ils montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les arcs acier et Nickel-titane.

De même, pour CACCIAFESTA et coll. (2003) (12), la friction statique et dynamique augmente fortement avec l'utilisation d'arc  $\beta$  Titanium (TMA) alors qu'il n'y a pas de différences significatives pour les arcs acier et Nickel-titane.

Pour PIZZONI et coll. (1998) (46), le  $\beta$  Titanium (TMA) produit plus de friction que l'acier pour tous les types de boîtiers et quelle que soit l'angulation compte tenu de la structure rugueuse de sa surface. Ils indiquent aussi que lorsqu'il y a une angulation, plus la rigidité de l'arc augmente, plus la friction augmente.

L'étude de LOFTUS et coll. (1999) (41) compare un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON), un boîtier conventionnel acier (VICTORY), céramique (TRANSCEND) et céramique avec une gorge acier (CLARITY) et cela dans des conditions humides avec de la salive artificielle, avec des arcs

rectangulaires Nickel-titane, acier et  $\beta$  Titanium (TMA) et dans un mouvement de translation. Il conclut que la friction est plus élevée avec des arcs  $\beta$  Titanium (TMA) qu'avec des arcs Nickel-titane mais que la friction avec chacun des deux arcs est comparable à celle des arcs acier.

## **2.2. En fonction du type de bracket**

### *2.2.1. Bracket auto-ligurant ACTIF*

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que pour les boîtiers auto-ligurants TIME PLUS (actif) et DAMON SL (passif), le boîtier TIME PLUS génère une friction plus faible que le DAMON SL avec un arc rectangulaire.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), le boîtier TIME auto-ligurant actif, produit une friction supérieure au boîtier passif DAMON mais une friction moindre que TWIN et TIP-EDGE qui sont des boîtiers conventionnels, et cela pour un même arc.

Pour PIZZONI et coll. (1998) (46), le SPPED produit une faible friction intéressante avec un fil rectangulaire et lorsqu'il n'y a pas d'angulation appliquée.

Dans l'étude de REDLICH et coll. (2003) (21), la friction du boîtier auto-ligurant actif TIME est comparée à celle de quatre autres boîtiers dits «basse friction» ligaturés avec des modules élastomériques. Ceux-ci produisent moins de friction que le TIME et ce, quel que soit le type d'arc utilisé. Cependant, l'étude ne précise pas quelle est la force de ligature élastomérique des boîtiers basse friction ni celle du clip du TIME.

En 1997 VOUDOURIS (61), compare un boîtier auto-ligurant actif (SIGMA) à trois boîtiers conventionnels de type TWIN et il en conclut que le SIGMA produit moins de friction que les trois autres quelles que soient la section et la forme du fil acier. D'autre part, il étudie particulièrement la friction exercée par le clip actif du SIGMA et en conclut qu'il produit une faible force d'engagement de l'arc pour des arcs  $\geq 0.018$  inch. De plus, le clip délivre une force réciproque continue qui diminue avec le redressement de la dent. Enfin, les rotations actives, l'alignement et le nivellement se produisent plus tôt avec le SIGMA qu'avec les TWINS. Cela signifie donc que l'engagement d'un arc rond dans la gouttière du SIGMA se fait graduellement et précisément pour un contrôle de la dent complet et rapide ; et une faible force de friction est nécessaire pour contrôler la rotation, l'In-out et le nivellement.

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif) et l'ACTIVA (passif) et celle d'un boîtier conventionnel, le MINITWIN. Ainsi, pour des arcs rectangulaires acier, le SPEED génère une friction inférieure à celle du MINITWIN par un facteur de 50 à 70 %.

Pour TAYLOR et coll. (1996) (53), le boîtier auto-ligaturant SPEED génère une friction similaire à celle d'un boîtier conventionnel pour un arc rectangulaire en comparaison au boîtier ACTIVA dont la friction est nettement plus faible.

Dans son étude, BERGER (1990) (8), compare un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à deux boîtiers conventionnels TWIN, l'un étant en acier et l'autre en plastique et ligaturé soit avec un module élastomérique soit avec un fil acier. Son étude *in vitro* emploie des arcs de différentes formes en acier et il teste les complexes dans un mouvement de translation. Il conclut que le SPEED génère une friction nettement inférieure aux autres boîtiers quels que soient la combinaison d'arc en acier et le type de ligature. Le niveau de force requis par le SPEED pour initier le mouvement et pendant la translation continue est plus faible que pour les autres systèmes. L'auteur affirme même que le principal facteur agissant sur le niveau faible de friction dans un mouvement de translation est le clip flexible du boîtier auto-ligaturant.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM dans des conditions *in vitro* puis *ex-vivo*, avec et sans angulation. Il montre que le SPEED génère des forces de friction basses avec des arcs ronds mais avec la présence de salive ou d'une angulation, la friction est très augmentée.

BEDNAR et coll. (1993) (6) mènent une étude pour comparer un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à trois boîtiers conventionnels de largeurs différentes et ligaturés avec un module élastomérique ou acier. L'expérience est réalisée *in vitro* sur un modèle orthodontique et en simulant un mouvement de rotation axiale de 0 à 25°. Il conclut que le boîtier auto-ligaturant produit une force de friction la plus faible sur le grand panel de rotation axiale.

### 2.2.2. Bracket auto-ligaturant PASSIF

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que pour les boîtiers auto-ligaturants TIME PLUS (actif) et DAMON SL

(passif), le DAMON SL génère une friction plus faible que le TIME PLUS avec un arc rond.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), quel que soit le type d'arc, le DAMON SL (boîtier auto-ligaturant passif) produit la plus faible friction comparé au TIME (boîtier auto-ligaturant actif), TWIN et TIP-EDGE (boîtier conventionnel ligaturé élastomériquement). Ils constatent aussi que pour le DAMON, la friction est négligeable pour des arcs ronds et très faible pour des arcs rectangulaires, et que les boîtiers auto-ligaturants, que ce soit le TIME ou le DAMON produisent moins de friction que les boîtiers conventionnels. Pour un arc acier rectangulaire de dimensions 0.019×0.025 inch, le TWIN a une friction 32 fois supérieure à celle du DAMON et pour le même arc, le TIME a une friction 11 fois supérieure à celle du DAMON.

Pour PIZZONI et coll. (1998) (46), Le DAMON produit moins de friction que le SPEED et cela quel que soit le fil utilisé.

En ce qui concerne VOUDOURIS (1997) (61), il compare deux boîtiers auto-ligaturants passifs DAMON et INTERACT SYSTEME à trois boîtiers conventionnels TWINS. Ses résultats montrent que la friction est beaucoup plus faible pour les premiers que les seconds avec des arcs acier quelle que soit la section. D'autre part, il explique que le bras rigide et passif produit une force d'engagement et un contact minimal avec l'arc rond pour le contrôle de rotation. De plus, le bras passif entraîne par conséquent une friction proche de 0 ce qui se traduit par une force intermittente exercée sur l'arc ou une interaction partielle entre l'arc et le bras. Cela implique donc l'utilisation avec ce type de boîtier d'arc rectangulaire pour que le contrôle du mouvement soit optimal.

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturant : le SPEED (actif) et l'ACTIVA (passif) et celle d'un boîtier conventionnel, le MINITWIN. Ainsi, pour des arcs rectangulaires acier, la friction générée est 15 fois plus faible que celle du SPEED et 40 fois plus faible que celle du MINITWIN. La friction pour ACTIVA est d'ailleurs presque négligeable.

Pour TAYLOR et coll. (1996) (53), le boîtier auto-ligaturant ACTIVA enregistre une friction plus faible que le SPEED (boîtier auto-ligaturant actif) ou le boîtier conventionnel, quel que soit le type d'arc.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM dans des conditions *in vitro* puis *ex-vivo*, avec et sans angulation. Il montre ainsi que le MOBIL-LOCK

est celui qui produit le moins de friction pour tous les arcs mais sans angulation, car avec angulation les valeurs de friction deviennent comparables aux autres boîtiers. L'ACTIVA est le second à produire une faible friction bien que des grandes valeurs sont trouvées pour des arcs rectangulaires.

Pour THORSTENSON et KUSY (2001) (57), la résistance à la friction est inférieure pour le boîtier auto-ligaturant passif DAMON que pour le boîtier conventionnel MINI DIAMOND pour un arc rectangulaire acier, une angulation de second ordre et des conditions sèches ou humides.

L'étude de KHAMBAY et coll. (2004) (36) explique que le boîtier auto-ligaturant passif DAMON II est la seule méthode pour éliminer presque totalement la friction, car il compare ce boîtier à des boîtiers conventionnels et il obtient ce résultat quel que soit le type de ligature (élastomérique ou acier) utilisée pour les boîtiers conventionnels.

L'étude de LOFTUS et coll. (1999) (41) compare un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON), un boîtier conventionnel acier (VICTORY), céramique (TRANSCEND) et céramique avec une gorge acier (CLARITY) et cela dans des conditions humides avec de la salive artificielle, avec des arcs rectangulaires Nickel-titane, acier et  $\beta$ Titanium (TMA) et dans un mouvement de translation. Il conclut que la friction entre les boîtiers et les arcs est similaire pour tous les boîtiers sauf pour le TRANSCEND qui génère une friction plus élevée compte tenu de sa gouttière en céramique.

### *2.2.3. De sa matière et de sa forme*

Dans l'étude de CACCIAFESTA et coll., (2003) (12) qui compare la friction générée par des arcs couplés à des boîtiers auto-ligaturants passifs acier (DAMON SL), polycarbonate (OYSTER) ou un boîtier conventionnel acier (VICTORY), les résultats montrent que quel que soit l'arc utilisé, le DAMON SL produit beaucoup moins de friction que les deux autres boîtiers qui ont une friction comparable. L'auteur explique alors que les boîtiers auto-ligaturants polycarbonates sont une bonne alternative aux boîtiers conventionnels acier.

Dans l'étude de REDLICH et coll. (2003) (48), il est rapporté que le boîtier auto-ligaturant actif TIME produit plus de friction que des boîtiers dits « basse friction » tel que le NU-EDGE, le DISCOVERY (qui sont des boîtiers en alliage cobalt-chrome qui ont un faible coefficient de friction et un traitement de surface spécial) et le SYNERGY et le FRICTION FREE (qui n'ont qu'une seule paire d'ailettes) ceci pour un mouvement avec et sans angulations de second ordre et quelles que soient la section et la forme de l'arc acier. Ces

boîtiers « basse friction » sont ligaturés avec un module élastomérique. Ainsi ils expliquent comment le coefficient de friction du boîtier et le nombre d'ailettes peuvent aussi diminuer la friction au même titre que le type de ligature.

Une étude de TABAKMAN (2005) (52) étudie la friction entre deux boîtiers auto-ligaturants : l'OPAL (passif en résine) et l'INNOVATION R (actif, acier); et trois boîtiers conventionnels : le MYSTIC (en céramique avec une gorge silicate), le CLARITY (en céramique avec une gorge en acier) et le INSPIRE (tout en céramique). L'expérience est réalisée en présence de salive artificielle, pour une angulation de 12° et pour un même arc acier rectangulaire. Il conclut que les deux boîtiers auto-ligaturants ont une friction comparable mais plus faible que le MYSTIC et le CLARITY qui eux aussi ont une friction comparable et enfin que le INSPIRE génère une friction beaucoup plus importante que les autres. Ainsi dans ces conditions, l'auteur ne trouve pas de différences de friction entre les boîtiers auto-ligaturants actif acier et passif résine.

BEDNAR et coll. (1993) (6) mènent une étude pour comparer un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à trois boîtiers conventionnels de largeurs différentes et ligaturés avec un module élastomérique ou acier. L'expérience est réalisée *in vitro* sur un modèle orthodontique et en simulant un mouvement de rotation axiale de 0 à 25°. Il conclut que la largeur du boîtier et la technique de ligature affectent significativement la force de friction produite par l'association arc/boîtier/ligature mais que le type de ligature exerce une plus grande influence que la largeur du boîtier.

L'étude de LOFTUS et coll. (1999) (41) compare un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON), un boîtier conventionnel acier (VICTORY), céramique (TRANSCEND) et céramique avec une gorge acier (CLARITY) et cela dans des conditions humides avec de la salive artificielle, avec des arcs rectangulaires Nickel-titane, acier et  $\beta$  Titanium (TMA) et dans un mouvement de translation. Il conclut que la friction entre les boîtiers et les arcs est similaire pour tous les boîtiers sauf pour le TRANSCEND qui génère une friction plus élevée compte tenu de sa gouttière en céramique.

## **2.3. En fonction du type de ligature**

### *2.3.1. Auto-ligaturante*

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que les boîtiers auto-ligaturants DAMON SL et TIME PLUS génèrent nettement

moins de friction que le boîtier conventionnel VICTORY, ligaturé avec un module élastomérique.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), les boîtiers auto-ligaturants DAMON et TIME génèrent moins de friction que le TWIN et le TIP-EDGE qui sont des boîtiers conventionnels ligaturés élastomériquement.

REDLICH et coll. (2003) (48) nous montrent dans leur étude que des boîtiers « basse friction » ligaturés avec un module élastomérique produisent moins de friction qu'un boîtier auto-ligaturant actif TIME.

Pour VOUDOURIS (1997) (61) les trois boîtiers auto-ligaturants (SIGMA, actif et INTERACT SYSTEME et DAMON, passif) exercent une friction moindre que les trois boîtiers conventionnels de type TWIN ligaturés avec un module élastomérique, dans un mouvement de translation, quelles que soient la forme et la section de l'arc acier utilisé.

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif) et l'ACTIVA (passif) et celle d'un boîtier conventionnel, le MINITWIN. Ils montrent ainsi que les boîtiers auto-ligaturants produisent une friction plus faible que les boîtiers conventionnels lorsqu'ils sont associés à des arcs aciers rectangulaires.

Dans son étude, BERGER (1990) (8), compare un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à deux boîtiers conventionnels TWIN, l'un étant en acier et l'autre en plastique et ligaturé soit avec un module élastomérique soit avec un fil acier. Cette étude se déroule *in vitro* et dans un mouvement de translation. Les résultats montrent, que quel que soit l'arc utilisé, le boîtier auto-ligaturant est celui pour lequel la friction est la plus basse. L'auteur affirme même que le principal facteur agissant sur le niveau faible de friction dans un mouvement de translation est le clip flexible du boîtier auto-ligaturant.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM dans des conditions *in vitro* puis *ex-vivo*, avec et sans angulation. L'auteur pense qu'il faudrait trouver d'autres avantages aux boîtiers auto-ligaturants pour considérer leur utilisation car il pense que la faible friction n'est pas un facteur essentiel. En effet, pour une angulation nulle, les boîtiers auto-ligaturants montrent une faible friction comparés au boîtier conventionnel pour des arcs ronds en condition sèche, mais pour des arcs rectangulaires les différences entre brackets ne sont plus aussi significatives.

Une étude de TABAKMAN (2005) (52) évalue la friction entre deux boîtiers auto-ligaturants : l'OPAL (passif en résine) et l'INNOVATION R (actif, acier); et trois boîtiers conventionnels : le MYSTIC (en céramique avec une gorge silicate), le CLARITY (en céramique avec une gorge en acier) et le INSPIRE (tout en céramique). L'expérience est réalisée en présence de salive artificielle, pour une angulation de 12° et pour un même arc acier rectangulaire. Il conclut que les boîtiers auto-ligaturants génèrent moins de friction que les boîtiers conventionnels.

BEDNAR et coll. (1993) (6) mènent une étude pour comparer un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à trois boîtiers conventionnels de largeurs différentes et ligaturés avec un module élastomérique ou acier. L'expérience est réalisée *in vitro* sur un modèle orthodontique et en simulant un mouvement de rotation axiale de 0 à 25°. Il conclut que le boîtier auto-ligaturant produit une force de friction la plus faible sur le grand panel de rotation axiale.

Pour THORSTENSON et KUSY (2001) (57), la résistance à la friction est toujours inférieure pour les boîtiers auto-ligaturants que pour les boîtiers conventionnels dans des conditions sèches ou humides et pour une angulation de second ordre.

### 2.3.2. Acier

Pour VOUDOURIS (1997) (61), le bras des boîtiers auto-ligaturants produit des forces précises alors que dans le cas d'une ligature acier, la force de serrage est imprédictible et pour la ligature élastomérique, la force de serrage décroît avec le temps.

TAYLOR et coll. (1996) (53) montrent dans leur étude qu'un boîtier auto-ligaturant passif (ACTIVA) produit une friction similaire à un boîtier conventionnel ligaturé avec un fil acier faiblement serré. Ils ont aussi comparé des boîtiers ligaturés élastomériquement (module normal ou étiré) et des boîtiers ligaturés avec du fil acier (très serré et peu serré) associés à un arc rond, il en conclut que les résultats ne sont pas statistiquement différents sauf pour une ligature acier peu serrée et pour laquelle la friction est moindre.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM dans des conditions *in vitro* puis *ex-vivo*, avec et sans angulation. Il conclut que le boîtier ULTRATIM produit une large variation individuelle confirmant la difficulté de standardiser la force de ligature acier, bien que sous certaines conditions des forces de

friction plus importantes ont été observées, comparé aux boîtiers auto-ligaturants.

Pour THORSTENSON et KUSY (2001) (57), lorsque l'on compare un boîtier auto-ligaturant ouvert à un boîtier conventionnel, tous les deux ligaturés avec un fil acier, ils génèrent la même force de friction avec le même arc.

### 2.3.3. Elastométrie

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), l'auteur montre que le boîtier VICTORY ligaturé avec un module élastomère génère une friction comparable au boîtier auto-ligaturant polycarbonate OYSTER.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), les boîtiers TWIN et TIP-EDGE ligaturés avec un module élastomérique génèrent une friction supérieure aux boîtiers DAMON et TIME auto-ligaturants. La friction du TWIN est supérieure à celle du TIP-EDGE. Pour un arc acier rectangulaire de dimensions 0.019×0.025 inch, le TWIN a une friction 32 fois supérieure à celle du DAMON.

REDLICH et coll. (2003) (48) nous montrent dans leur étude que des boîtiers « basse friction » ligaturés avec un module élastomérique produisent moins de friction qu'un boîtier auto-ligaturant actif TIME. Cependant la force de ligature n'est pas prise en compte.

Pour VOUDOURIS (1997) (61) les trois boîtiers autoligaturants (SIGMA, actif et INTERACT SYSTEME et DAMON, passif) exercent une friction moindre que les trois boîtiers conventionnels de type TWIN ligaturés avec un module élastomérique en « O » ou en « 8 ». Il montre aussi qu'une ligature élastomérique en « 8 » provoque plus de friction qu'une ligature élastomérique en « O ».

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif) et l'ACTIVA (passif) et celle d'un boîtier conventionnel, le MINITWIN. Le boîtier conventionnel est ligaturé avec un module élastomérique en forme de « O » puis de « 8 ». Ils expliquent alors comment la ligature en « 8 » augmente la friction par un facteur de 70 à 220 % dépendant de la taille de l'arc.

TALOR et coll. (1996) (53), ont étudié l'évolution de la force de ligature élastomérique dans le temps. Les résultats montrent qu'un boîtier conventionnel ligaturé avec un module élastomérique génère une friction importante et que la

force de friction statique d'un même boîtier ligaturé de la même façon diminue avec le temps pour des arcs ronds et d'autant plus pour des arcs rectangulaires, ceci étant dû à la perte d'élasticité du module dans le temps.

## **2.4. En fonction du mouvement étudié**

### *2.4.1. Dans un mouvement de translation*

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les résultats montrent que dans un mouvement de translation, les boîtiers auto-ligaturants DAMON SL et TIME PLUS génèrent nettement moins de friction que le boîtier conventionnel VICTORY.

Dans l'étude de CACCIAFESTA et coll., (2003) (60) le boîtier auto-ligaturant acier passif occasionne moins de friction que le boîtier auto-ligaturant polycarbonate OYSTER qui montre une friction comparable à celle du boîtier conventionnel VICTORY.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55), les résultats nous apprennent que dans un mouvement de translation, les boîtiers auto-ligaturants actif et passif génèrent une friction plus faible que des boîtiers conventionnels ligaturés élastomériquement. Le boîtier passif entraîne une friction plus faible que le passif.

Pour VOUDOURIS (1997) (61) trois boîtiers auto-ligaturants (deux passifs et un actif) produisent moins de friction que trois boîtiers conventionnels, dans un mouvement de translation, pour des arcs acier de formes et de sections différentes.

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturant : le SPEED (actif) et l'ACTIVA (passif) et celle d'un boîtier conventionnel, le MINITWIN pour des arcs rectangulaires en acier et dans un mouvement de translation. Les boîtiers auto-ligaturants produisent une friction inférieure aux boîtiers conventionnels.

Pour BERGER (1990) (8), le SPEED, boîtier auto-ligaturant actif produit moins de friction que les boîtiers conventionnels TWIN (acier et plastique) quel que soit l'arc acier utilisé dans un mouvement de translation.

L'étude de LOFTUS et coll. (1999) (41) compare un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON), un boîtier conventionnel acier (VICTORY), céramique (TRANSCEND) et céramique avec une gorge acier (CLARITY) et cela dans des conditions humides avec de la salive artificielle, avec des arcs

rectangulaires Nickel-titanes, aciers et  $\beta$  Titaniums (TMA) et dans un mouvement de translation. Il conclut que la friction entre les boîtiers et les arcs est similaire pour tous les boîtiers sauf pour le TRANSCEND qui génère une friction plus élevée compte tenu de sa gouttière en céramique.

#### 2.4.2. Dans un mouvement de rotation

BEDNAR et coll. (1993) (6) mènent une étude pour comparer un boîtier auto-ligaturant actif (SPEED) à trois boîtiers conventionnels de largeurs différentes et ligaturés avec un module élastomérique ou acier. L'expérience est réalisée *in vitro* sur un modèle orthodontique et en simulant un mouvement de rotation axiale de 0 à 25°. Il conclut que pour toute largeur de boîtier et technique de ligature, la friction produite par l'interaction fil/bracket est proportionnelle à la quantité de rotation axiale : plus l'angle de rotation augmente, plus la force de friction augmente. D'autre part il montre que les boîtiers auto-ligaturants produisent les forces de friction les plus faibles sur le grand panel de rotation axiale.

#### 2.4.3. Dans un mouvement de version

Dans l'étude de PIZZONI et coll. (1998) (46), la friction est étudiée dans un mouvement de version, pour des boîtiers angulés de 0 à 12 °. Les résultats montrent que la friction des boîtiers auto-ligaturants passif (DAMON) et actif (SPEED) est plus faible que celle exercée par les deux boîtiers conventionnels pour un même arc. De plus, pour les boîtiers conventionnels, la friction augmente linéairement avec l'angulation, alors que pour les boîtiers auto-ligaturants associés à un arc rectangulaire, la friction augmente fortement à partir de 9°. Enfin, pour le SPEED, quand l'angulation augmente, une forte augmentation de la friction est observée et cela n'est pas retrouvé avec les autres types de boîtiers, par contre, ce même boîtier produit une très faible friction lorsqu'il est associé à un fil rectangulaire et en l'absence d'angulation.

REDLICH et coll. (2003) (21) nous montrent dans leur étude que des boîtiers « basse friction » ligaturés avec un module élastomérique produisent moins de friction qu'un boîtier auto-ligaturant actif TIME quelle que soit l'angulation de second ordre (de 0° à 10°) qui leur est appliquée, pour des arcs acier ronds ou rectangulaires.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM. Ils comparent ces

boîtiers *in vitro* avec une angulation allant de 0 à 10°. Ils en concluent que lorsque l'angulation augmente, la force de résistance frictionnelle augmente également, or pour le boîtier ACTIVA, pourtant le deuxième à produire le moins de friction, lorsqu'il est associé à un arc rond et à une angulation de 5°, la friction est beaucoup plus élevée que tous les autres boîtiers.

Une étude de TABAKMAN (2005) (52) s'intéresse à la friction entre deux boîtiers auto-ligaturants : l'OPAL (passif en résine) et l'INNOVATION R (actif en acier); et trois boîtiers conventionnels : le MYSTIC (en céramique avec une gorge silicate), le CLARITY (en céramique avec une gorge en acier) et le INSPIRE (tout en céramique). L'expérience est réalisée en présence de salive artificielle, pour une angulation de 12° et pour un même arc acier rectangulaire. Il conclut que les deux boîtiers auto-ligaturants ont une friction comparable mais plus faible que le MYSTIC et le CLARITY qui eux aussi ont une friction comparable et enfin que le INSPIRE exerce une friction beaucoup plus importante que les autres. Ainsi pour cette angulation, les boîtiers auto-ligaturants génèrent une friction moindre que les boîtiers conventionnels.

Pour THORSTENSON et KUSY (2001) (57), la résistance à la friction est toujours inférieure pour les boîtiers auto-ligaturants que pour les boîtiers conventionnels, à cause de l'interaction plus faible entre l'arc et la glissière pour le SPEED. Leur étude comparait un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON) à un boîtier conventionnel (MINI DIAMOND) pour une angulation de -9 à 9° testés avec des arcs rectangulaires acier.

## **2.5. En fonction des conditions d'expérience**

### *2.5.1. In vitro*

Dans l'étude *in vitro* de TECCO et coll. (2005) (54), les boîtiers auto-ligaturants produisent moins de friction que le boîtier conventionnel dans un mouvement de translation.

De même, dans l'étude de CACCIAFESTA et coll., (2003) (12), les boîtiers auto-ligaturants acier produisent moins de friction que le boîtier conventionnel acier et auto-ligaturant polycarbonate dans un mouvement de translation.

Pour THOMAS et coll. (1998) (55) les résultats montrent que les boîtiers auto-ligaturants actifs et passifs génèrent une friction plus faible que des boîtiers conventionnels ligaturés élastomériquement. Le boîtier passif entraîne une friction plus faible que le passif.

PIZZONI et coll. (1998) (46), montrent dans leur étude *in vitro* et avec une angulation appliquée, que les boîtiers auto-ligaturants produisent moins de friction que les boîtiers conventionnels pour chaque arc.

REDLICH et coll. (2003) (48), expliquent dans leur étude comment des boîtiers basse friction peuvent générer moins de friction qu'un boîtier auto-ligaturant actif.

SIMS et coll. (1993) (49) étudient la friction de deux boîtiers auto-ligaturants et un boîtier conventionnel, *in vitro*, la friction des premiers est inférieure à celle du second pour des arcs acier rectangulaires.

Pour BERGER (1990) (10), le SPEED, boîtier auto-ligaturant actif produit moins de friction que les boîtiers conventionnels TWIN (acier et plastique) quel que soit l'arc acier utilisé dans un mouvement de translation et dans des conditions *in vitro*.

### 2.5.2. *Ex vivo*

Pour VOUDOURIS (1997) (61) il n'y a pas de différence entre les résultats obtenus en condition sèche ou avec de la salive artificielle, selon certaines études, il réalise donc son étude dans des conditions *in vitro*.

Dans leur étude, READ-WARD et coll. (1997) (47) comparent trois boîtiers auto-ligaturants : le SPEED (actif), l'ACTIVA (passif) et le MOBIL-LOCK (passif) et un boîtier conventionnel : ULTRATIM. Tout d'abord ils comparent ces boîtiers *in vitro* avec une angulation allant de 0° à 10°, puis ensuite pour une angulation de 0° mais dans des conditions humides (salive artificielle) reproduisant le milieu buccal. Les résultats montrent que la présence de salive a un effet inconstant, cependant, on retrouve le même « classement » de boîtiers que dans les conditions sèches.

Une étude de TABAKMAN (2005) (52) étudie la friction entre deux boîtiers auto-ligaturants : l'OPAL (passif en résine) et l'INNOVATION R (actif, acier); et trois boîtiers conventionnels : le MYSTIC (en céramique avec une gorge silicate), le CLARITY (en céramique avec une gorge en acier) et le INSPIRE (tout en céramique). L'expérience est réalisée en présence de salive artificielle, pour une angulation de 12° et pour un même arc acier rectangulaire. Il conclut que les deux boîtiers auto-ligaturants ont une friction comparable mais plus faible que le MYSTIC et le CLARITY qui eux aussi ont une friction comparable et enfin que le INSPIRE génère une friction beaucoup plus

importante que les autres. Ainsi en présence de salive et dans es conditions précédentes, les boîtiers auto-ligaturants génèrent une friction moindre que les boîtiers conventionnels.

Pour THORSTENSON et KUSY (2001) (57), la résistance à la friction est toujours inférieure pour les boîtiers auto-ligaturants que pour les boîtiers conventionnels pour une angulation de second ordre et dans des conditions sèches ou humides.

L'étude de LOFTUS et coll. (1999) (41) compare un boîtier auto-ligaturant passif (DAMON), un boîtier conventionnel acier (VICTORY), céramique (TRANSCEND) et céramique avec une gorge acier (CLARITY) et cela dans des conditions humides avec de la salive artificielle, des arcs rectangulaires Nickel-titane, acier et  $\beta$ Titanium (TMA) et dans un mouvement de translation. Il conclut que la friction entre les boîtiers et les arcs est similaire pour tous les boîtiers sauf pour le TRANSCEND qui génère une friction plus élevée compte tenu de sa gouttière en céramique.

### 3. Récapitulatif

Les résultats des études citées précédemment sont presque tous unanimes sur le fait que les boîtiers auto-ligaturants génèrent moins de friction que la plupart des boîtiers conventionnels dans un mouvement de translation, cependant, il semble plus difficile d'affirmer les mêmes propos pour un mouvement de version, car les avis divergent beaucoup plus, mais également pour un mouvement de rotation, car nous ne possédons qu'une seule étude dans ces conditions.

D'autre part, certaines études montrent que des boîtiers auto-ligaturants « esthétiques » sont finalement comparables, en terme de friction, à des boîtiers conventionnels.

De même, des boîtiers dits « basse friction » ligaturés avec un module élastomérique semblent être aussi avantageux en terme de friction, mais il ne faut pas oublier que la force de ligature du module élastomérique n'est pas constante dans le temps car il perd de son élasticité.

Enfin, si la ligature acier ne semble pas plus compromettre la friction que les élastomères, il reste néanmoins difficile de ligaturer un boîtier avec une force prédictible et reproductible.

D'autre part les résultats montrent aussi qu'au sein même des boîtiers auto-ligaturants, les boîtiers passifs produisent moins de friction que les boîtiers actifs dans la majorité des cas.

La majorité des études conclue aussi que la friction s'exerçant entre un arc et un boîtier ligaturé donne des résultats similaires en terme de « classement », quel que soit le mouvement étudié ou les conditions d'expérience. Certaines études émettent cependant un doute quand à l'efficacité des boîtiers auto-ligaturants pour des mouvements avec une forte angulation.

Mais cette « basse friction » est aussi dépendante de l'arc utilisé, car en effet, on sait maintenant que la friction augmente avec la section de l'arc, de plus, il est montré que la forme et la matière de l'arc influencent aussi la résistance à la friction, les arcs ronds génèrent moins de friction que les arcs rectangulaires et les arcs aciers et Nickel-titane produisent moins de friction que les arcs super-élastiques  $\beta$  Titaniums (TMA).

Enfin, les auteurs semblent attribuer au clip actif ou passif du boîtier auto-ligaturant, le principal facteur de ce système « basse friction », qui ligature le boîtier activement ou passivement avec une force reproductible et constante dans le temps.

## **IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES BOITIERS AUTO-LIGATURANTS**

### 1. les avantages

#### **1.1. Une friction moindre**

Comme nous l'avons souligné précédemment, les boîtiers auto-ligaturants produisent une très faible friction pour l'interface arc/boîtier. Certains auteurs ont alors étudié les conséquences mécaniques de cette faible friction comme HARRADINE (1996 et 2003) (29,30). Ce dernier explique comment une faible friction associée à un engagement complet de l'arc dans la gorge, pour ces boîtiers, permet d'améliorer nettement les mécaniques de glissement et donc aligner rapidement les dents, même très mal positionnées (en rotation sévère). D'autre part, celui-ci indique que ces forces légères appliquées, du fait d'une friction quasi inexistante, permettent une meilleure conservation de l'ancrage. Enfin, il montre qu'il n'existe pas de rotation indésirable avec les boîtiers auto-

ligaturants, comme il pourrait y en avoir avec les boîtiers conventionnels du fait de la déformation de la ligature.

VOUDOURIS (1990 et 1997) (61,62) nous apprend également que cette faible friction (dont le faible coefficient de friction du clip joue un rôle important) permet l'application de forces légères et constantes pour une mécanique de glissement efficace durant la rétraction, ce qui réduit la perte d'ancrage postérieur.

DAMON (1998) (14) explique que l'alignement rapide des dents et un moindre temps pour la finition d'un traitement est la conséquence d'une moindre friction. D'autre part il démontre aussi l'intérêt de cette faible friction en terme de remodelage des tissus environnants au cours du mouvement dentaire. En effet, le mouvement orthodontique d'une dent est comparable, au niveau parodontal, à la guérison d'une blessure impliquant des phénomènes inflammatoires. Cette réponse nécessite une activité vasculaire importante car ce sont les vaisseaux sanguins qui apportent l'oxygène. Le challenge pour le praticien va être d'appliquer une force suffisante pour stimuler l'activité sans pour autant occlure les vaisseaux du parodonte, d'où l'intérêt d'utiliser des forces légères et constantes au moyen des boîtiers auto-ligaturants.

BERGER (2000) (11) rejoint cette idée en disant que cette diminution de friction permet de raccourcir le temps de traitement, spécialement dans des cas avec extraction où la translation des dents est achevée par des mécaniques de glissement.

## **1.2. Un gain de temps**

### *1.2.1. Au fauteuil*

Effectivement, de nombreuses études comme celle de HARRADINE (2001) (31) montrent que le temps passé au fauteuil pour ouvrir ou fermer le boîtier auto-ligaturant est inférieur à celui passé pour ligaturer conventionnellement un boîtier, quelle que soit la ligature, élastomérique ou acier. Il montre dans son étude qu'il faut 9 secondes de moins en moyenne pour ouvrir le boîtier et 16 secondes de moins pour le refermer.

De même l'étude de VOUDOURIS (1997) (61,62) montre que les arcs sont changés trois à quatre fois plus rapidement avec des boîtiers auto-ligaturants.

L'étude clinique de MAIJER et SMITH (1990) (42) met à l'épreuve deux praticiens, l'un habitué à utiliser des boîtiers auto-ligaturants, et l'autre des boîtiers conventionnels. Chacun va à son tour poser et déposer des arcs sur des brackets auto-ligaturants et conventionnels, dans le secteur antérieur pour un nombre défini de patient. Les résultats nous montrent qu'il faut 14 minutes pour réaliser l'acte avec des boîtiers auto-ligaturants et 21 minutes pour des boîtiers conventionnels, ce qui représente un gain de temps considérable.

Par conséquent, ce gain de temps peut permettre au praticien de réduire la durée de ses rendez-vous et donc prendre plus de patients. D'autre part ce temps gagné peut aussi permettre au praticien ou à l'assistante de communiquer avec le patient pour l'encourager dans son traitement, lui réexpliquer les éléments incompris (Lip-bumper, forces extra orales etc.), insister sur l'importance de l'hygiène et répondre à ses questions.

Enfin, il est important de préciser que l'utilisation de tels boîtiers ne nécessite aucune assistance au fauteuil, ce qui donne à l'assistante plus de temps pour d'autres tâches. (11,15,19,29,30,31,42,56,61,62)

### *1.2.2. Sur la durée totale du traitement*

Ce point est développé dans l'étude de VOUDOURIS (1997) (61,62), qui explique que l'utilisation de tels brackets permet de finir le traitement quatre à six mois plus tôt qu'avec un système conventionnel.

De même, DAMON (1998) (14) démontre que le temps de traitement est nettement réduit, du fait de l'utilisation de forces légères et constantes qui permettent un alignement plus rapide des dents mal positionnées, un gain de temps en ce qui concerne les mécaniques de glissements car la friction est diminuée, et une étape de finition écourtée.

Puis, BERGER (2000) (11) lui aussi, confirme que le temps de traitement par un système auto-ligaturant peut être terminé quatre mois plus tôt qu'avec un système conventionnel, du fait d'une faible friction entre l'arc et le boîtier, ce qui engendre une meilleure mécanique de glissement et l'utilisation de forces légères.

D'autre part, HARRADINE (2001) (31) étudie la durée du traitement, de la première pose d'arc à la dernière dépose, pour trente patients traités avec des boîtiers auto-ligaturants et trente patients traités avec des boîtiers conventionnels. Il en conclut qu'il faut en moyenne quatre mois de traitement en moins si le patient est traité avec des boîtiers auto-ligaturants.

Enfin, EBERTING et coll. (2001) (19) par une étude comparable démontrent à leur tour que le temps de traitement avec des boîtiers auto-ligaturant est raccourci.

### *1.2.3. Par une diminution de la fréquence des rendez-vous (15,19,29,30,31,42,56)*

Selon DAMON (1998) (14) et BERGER (2000) (11) le nombre de visites au cours du traitement est diminué par l'espacement plus important des rendez-vous. Cela s'explique par le fait que le clip de fermeture étant intégré au boîtier dans le concept auto-ligaturant, il exerce une force constante, et le praticien n'a nul besoin de revoir le patient pour changer la ligature, comme se serait le cas avec une ligature élastomérique, dont la force élastique décroît avec le temps (l'élastomère subit une déformation permanente et se décompose avec le temps), selon VOUDOURIS et coll. (1997) (61,62).

## **1.3. Une meilleure hygiène**

Pour HARRADINE (1996) (29), VOUDOURIS (1997) (61,62) et BERGER (2000) (11), l'utilisation d'un système sans ligature annexe permet d'améliorer l'hygiène du patient. Comparé à un boîtier conventionnel muni de ligature élastomérique ou acier, le clip du boîtier auto-ligaturant, limite par son anatomie la rétention de plaque. En effet, Le patient aura nettement moins de difficultés à nettoyer le boîtier auto-ligaturant, car il n'y a pas de ligature et donc moins de facteurs de rétention de plaque. D'autre part, l'absence de ligature qui entoure le boîtier et la faible dimension de l'interface bracket/arc permettent au patient, avec une brosse à dent adaptée, d'aller nettoyer le boîtier dans chaque recoin. Le système facilite donc le maintien d'une bonne hygiène et en limitant les facteurs de rétention de plaque, atténue les phénomènes d'inflammation des tissus environnants. (11,14,29,61,63)

## **1.4. Un meilleur confort**

HARRADINE (1996) (29), VOUDOURIS (1997) (61,62), DAMON (1998) (14), BERGER (2000) (11) et EBERTING et coll. (2001) (19) pensent que par l'intermédiaire du clip de fermeture du boîtier auto-ligaturant, la force de ligature exercée sur l'arc est constante et légère. Cela entraîne donc moins de douleur pour le patient dans les jours suivant un changement d'arc. D'autre part, les bords arrondis du boîtier démunis de ligature sont moins agressifs pour les

tissus mous environnants diminuant ainsi le risque de blessure et par conséquent de douleur. (11,14,29)

### **1.5. De meilleurs résultats**

Les auteurs ne sont pas tous d'accord à ce propos. En effet, certaines études comme celle d'EBERTING et coll. (2001) (19), qui se base sur l'étude de moulages et de panoramiques pour déterminer un « score ABO » (American Board of Orthodontics), permettant de comparer les cas selon un nombre défini de critères, montre qu'en fin de traitement, les patients traités avec des boîtiers auto-ligaturants obtiennent un score plus élevé que ceux traités avec des boîtiers conventionnels. Cela signifierait que les résultats obtenus avec des boîtiers auto-ligaturants seraient meilleurs.

De même, DAMON (1998) (14) assure que les résultats en fin de traitement sont de meilleure qualité avec des boîtiers auto-ligaturants grâce à un meilleur degré de contrôle du mouvement de la dent comparé aux boîtiers conventionnels.

Cependant, l'étude de HARRADINE (2001) (31), qui compare 30 cas traités avec des boîtiers conventionnels et 30 autres traités par des auto-ligaturants (les cas étant méticuleusement choisis pour être similaires en terme de diagnostics et difficultés de traitement), et étudiés cette fois grâce au « score PAR » (Peer Assesement Rating, ce qui signifie, l'indice d'appréciation de paire), trouve des scores similaires pour les deux cas. Il conclut donc qu'il n'y a pas de différences entre boîtiers conventionnels et auto-ligaturants en terme d'efficacité du traitement. (14,15,19)

### **1.6. Une amélioration de l'esthétisme**

Cet avantage est moins significatif que les précédents, certains auteurs ont tout de même suggéré l'intérêt des boîtiers auto-ligaturants dans ce domaine, comme HARRADINE et coll. (1996) (29) et BERGER (2000) (11). Ils justifient leurs propos en rapportant que, l'absence de ligatures élastomériques qui se colorent avec le temps, entrave moins l'esthétisme du patient. D'autre part certains boîtiers auto-ligaturants sont plus petits que les boîtiers conventionnels et donc moins visibles. Enfin certains n'ont pas d'aillettes d'attache, ce qui améliore leur design. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces affirmations sont à relativiser car même si le boîtier semble plus esthétique, il n'en demeure pas moins visible.

## **1.7. Un gain financier**

Pour BERGER (2000) (11) et DAMON (1998) (14) ce gain financier, qui se traduit plutôt par une économie financière, s'explique par le fait que le patient revient moins au cabinet et lors des rendez-vous, ceux-ci sont écourtés, ce qui peut permettre au praticien de prendre plus de patients et donc améliorer sa rentabilité. Cependant, ces affirmations sont à pondérer, car comme nous l'expliquerons ultérieurement, il faut savoir que le coût du boîtier auto-ligaturant est bien supérieur à celui d'un boîtier conventionnel.

## **2. les inconvénients**

### **2.1. Le coût du boîtier**

En effet, il faut savoir que les boîtiers auto-ligaturants peuvent être deux à dix fois plus chers que les boîtiers conventionnels. Ceci est dû au fait que la fabrication du boîtier associé à son clip auto-ligaturant est beaucoup plus complexe et minutieuse, elle nécessite donc des machines plus perfectionnées ce qui augmente le coût de la production et donc de la vente. Cet inconvénient est confirmé par les travaux de FORTINI et coll. (2005) (21).

### **2.2. Les problèmes techniques**

Pour FORTINI et coll. (2005) (21), la fragilité du clip rend plus difficile le management clinique, car il faut pouvoir gérer l'urgence et pouvoir ainsi modifier son planning quotidien en cas de fracture du clip.

D'autre part, HARRADINE (1996-2001) (29,31) explique dans son étude qui compare trente patients traités avec des boîtiers auto-ligaturants et trente autres traités avec des boîtiers conventionnels, qu'il a rencontré beaucoup plus de problèmes techniques avec les boîtiers auto-ligaturants qu'avec les boîtiers conventionnels. Ces problèmes sont les suivants : fracture du clip, ouverture spontanée entre les rendez-vous, le clip qui reste coincé et ne peut plus s'ouvrir. Dans une autre étude, il indique que la fracture du clip peut être due à l'emploi de forces excessives exercées par l'insertion en force de l'arc dans la gorge du boîtier. Mais il assure aussi que ce clip peut-être changé sans avoir besoin de décoller le boîtier, ce qui limite le désagrément causé par la fracture du clip.

Enfin, tous les fabricants insistent sur le protocole de collage du bracket auto-ligaturant car si celui-ci est collé avec son clip fermé, il se peut qu'un

surplus de colle vienne gêner l'ouverture du clip. Le praticien doit alors suivre scrupuleusement les consignes du fabricant.

### **2.3. La nécessité d'une certaine habilité du praticien**

Les études de VOUDOURIS (1997) (61,62), HARRADINE (1996) (29) et WEINBERGER (2006) (63) nous indiquent que la réussite du traitement avec des boîtiers auto-ligaturants est avant tout conditionnée par le bon positionnement du bracket sur la dent, qui constitue un préalable indispensable. En effet, un mauvais placement du bracket peut engendrer des problèmes d'interférences en occlusion directe ou des forces trop importantes exercées. Ainsi, le manque de familiarité avec le système peut aboutir à ces erreurs, qui seront corrigées avec l'expérience grandissante du praticien.

3. Tableau comparatif entre un boîtier auto-ligaturant et un boîtier conventionnel. (11)

| <b>CRITERES DE COMPARAISONS</b>                 | <b>BOITIER AUTO-LIGATURANT</b>               | <b>BOITIER CONVENTIONNEL</b>  |
|---|--|---|
| <i>Esthétique</i>                               | Miniaturisation significative                | Miniaturisation limitée   |
| <i>Niveau de force</i>                          | Permet d'utiliser des forces légères         | Requiert un niveau élevé de forces  |
| <i>Force délivrée</i>                           | Force initiale légère                        | Force initiale légère   |
| <i>Friction</i>                                 | Très faible                                  | Elevée avec une ligature acier, très élevée avec une ligature élastomérique |
| <i>Instrumentation pour le changement d'arc</i> | Nécessité de peu d'instruments               | Nécessité de beaucoup d'instruments   |
| <i>Ligature</i>                                 | Mobile, élément créant un quatrième mur      | Ligature métallique ou élastomérique  |
| <i>Stabilité de la ligature</i>                 | Pas de variation de forme lors du traitement | Perte de la forme et de la tension initiale                                 |
| <i>Caractéristique des rendez-vous</i>          | Courts, peu fréquents                        | Longs, beaucoup plus fréquents  |
| <i>Hygiène</i>                                  | Faciles à nettoyer                           | Difficiles à nettoyer, retient les aliments                                 |
| <i>Confort du patient</i>                       | Léger inconfort lors du changement d'arc     | Après la pose de ligature les dents sont douloureuses                       |
| <i>Mécanisme de glissement</i>                  | Idéal pour le mécanisme de translation       | Lent à cause du maintien de l'arc par les ligatures                         |
| <i>Temps de traitement</i>                      | Réduction de quatre mois                     | Long en particulier après extractions                                       |

**Figure 75: Tableau comparatif entre un boîtier auto-ligaturant et un boîtier conventionnel.  
D'après BERGER (2000) (11)**

## V. ENQUETE EN REGION DES PAYS DE LA LOIRE

Afin de recueillir l'avis des principaux intéressés par ce concept nous avons mené une enquête auprès des orthodontistes des Pays de la Loire, qui comptabilise 90 spécialistes en orthopédie dento-faciale.

### 1. Le questionnaire

Voici un exemplaire du questionnaire qui leur a été envoyé :

#### 1) Utilisez vous des brackets auto-ligaturants au cabinet ?

- OUI
- NON

#### 2) Si OUI, depuis combien de temps ?

- Moins de 2 ans.
- Entre 2 et 5 ans.
- Plus de 5 ans

#### 3) Quels sont les avantages pour vous et votre patient ?

- Réduction du temps de traitement.
- Réduction du temps passé au fauteuil.
- Espacement des rendez-vous.
- Meilleure efficacité du traitement.
- Plus de confort pour le patient (moins d'irritation, moins de douleur).
- Meilleur contrôle de l'hygiène par le patient.
- Meilleure esthétique pour le patient.
- Autre : .....

#### 4) Quels sont les inconvénients pour vous et votre patient ?

- Moins bon contrôle.
- Problèmes techniques (fragilité) plus important qu'avec des brackets conventionnels (ex : fracture des clips).
- Trop onéreux.

- Moins bon contrôle de l'hygiène par le patient.
- Autre : .....

**5) Quelle(s) marque(s) utilisez-vous ?**

.....  
 .....  
 .....

**6) Si NON, pour quelles raisons ?**

- Vous n'êtes pas convaincu de l'efficacité des brackets auto-ligaturants comparé aux brackets conventionnels.
- Leur coût.
- Autre : .....

**REMARQUES :**

.....  
 .....

**2. Les réponses**

**2.1. Le nombre total de réponses**

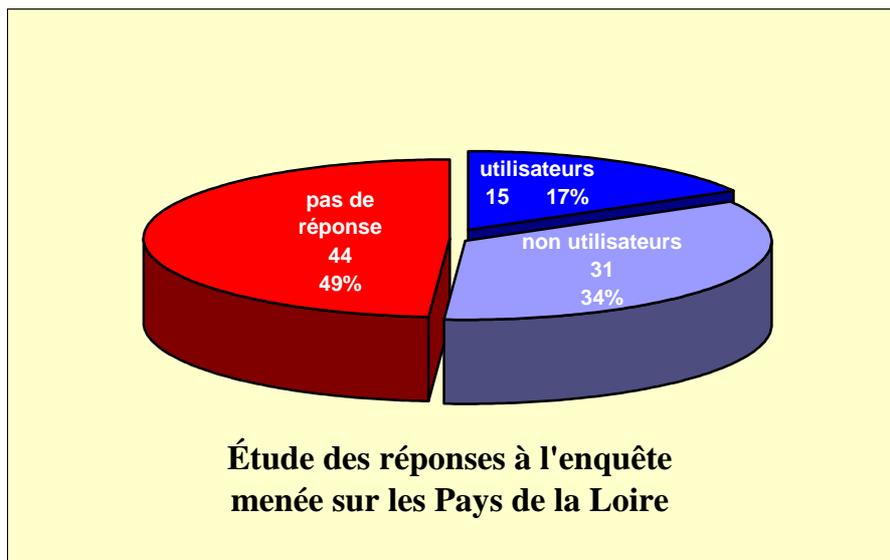
Sur 90 questionnaires adressés par courriers postaux, nous avons reçu 46 réponses ce qui représente environ la moitié des orthodontistes des Pays de la Loire. Le nombre de résultats peut alors être considéré comme suffisant pour avoir un échantillon représentatif et des résultats intéressants.

**2.2. Les types de boîtiers utilisés**

Le nombre d'orthodontistes utilisant les boîtiers auto-ligaturants est de 15 ce qui représente 34 % des praticiens qui ont répondu.

Le nombre d'orthodontistes utilisant les boîtiers conventionnels est de 31 ce qui représente 67 % des praticiens qui ont répondu.

D'autre part, il faut savoir que pour 5 praticiens ayant répondu « NON » à la question sur l'utilisation des boîtiers auto-ligaturants, certains en ont acheté mais n'ont pas encore eut l'occasion de mettre en place des cas, d'autre ont mis en route des cas d'essais et d'autre sont convaincus de leur efficacité mais attendent que le coût diminue.

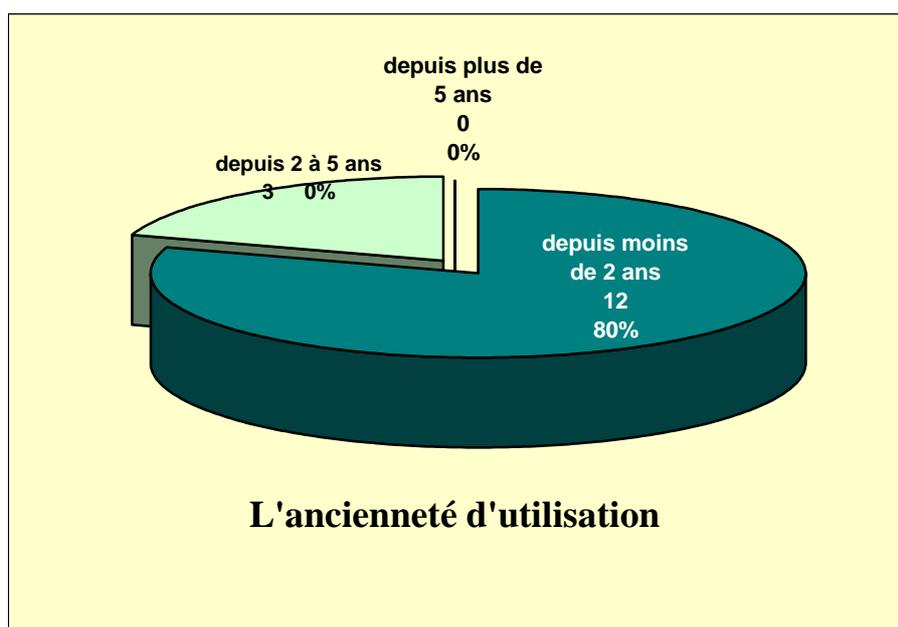


### 2.3. Les utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants

#### 2.3.1. L'ancienneté d'utilisation

Sur les 15 utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants :

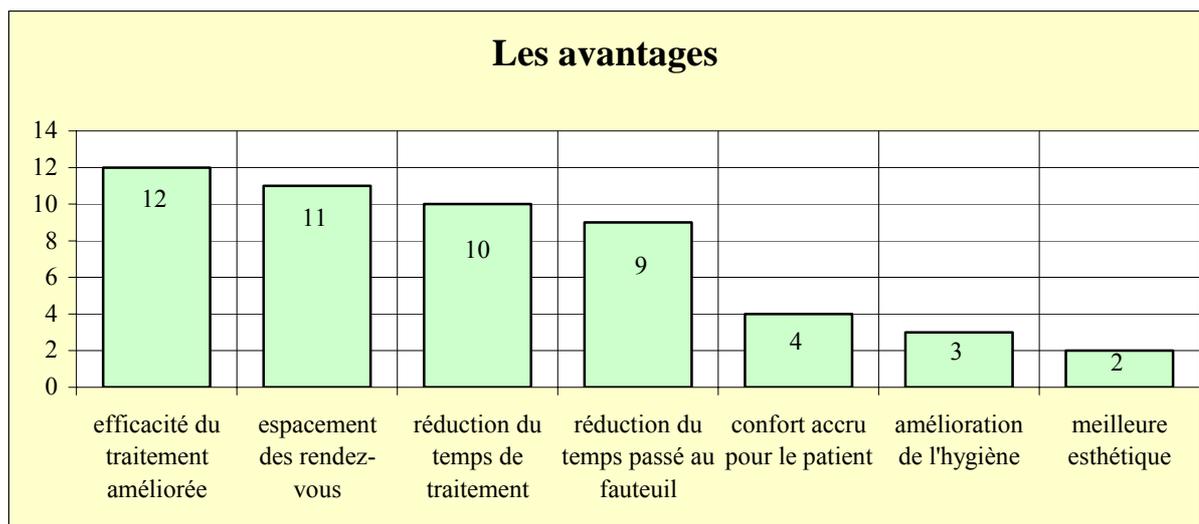
- 12 praticiens les utilisent depuis moins de 2 ans soit 80 %.
- 3 praticiens les utilisent depuis 2 à 5 ans soit 20 %.
- 0 praticiens les utilisent depuis plus de 5 ans.



### 2.3.2. Les avantages

Sur les 15 utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants :

- 12 pensent qu'ils permettent d'obtenir une meilleure efficacité du traitement soit 80 %.
- 11 pensent qu'ils permettent d'espacer les rendez-vous soit 73 %.
- 10 pensent qu'ils contribuent à réduire le temps de traitement soit 66 %.
- 9 pensent qu'ils réduisent le temps passé au fauteuil soit 60 %.
- 4 pensent qu'ils procurent un meilleur confort au patient soit 26 %.
- 3 pensent qu'ils assurent un meilleur contrôle de l'hygiène par le patient soit 20 %.
- 2 pensent qu'ils sont plus esthétiques pour le patient soit 13 %.



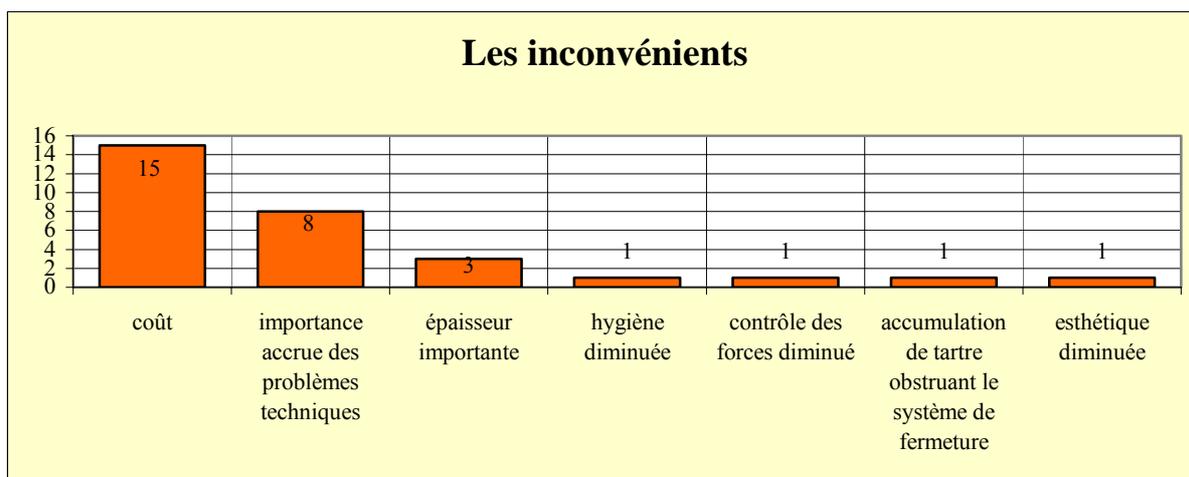
D'autre part il faut ajouter, qu'un praticien, convaincu de l'efficacité des boîtiers auto-ligaturants ajoute que le traitement avec des boîtiers auto-ligaturant permet :

- de limiter le nombre d'extractions.
- de réduire le nombre d'interventions chirurgicales.
- de réduire le risque de rhizalyse.
- de réduire le risque de récive.
- de réduire le risque de récession.

### 2.3.3. Les inconvénients

Sur les 15 utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants :

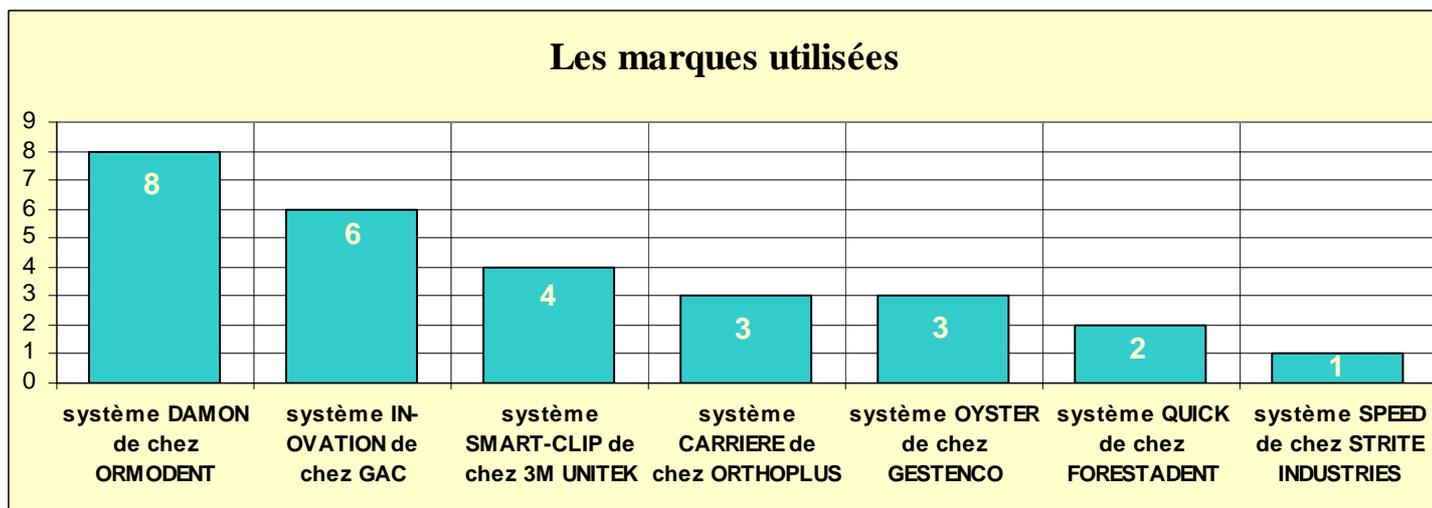
- 15 praticiens assurent que ces boîtiers sont trop onéreux soit 100 %.
- 8 d'entre eux soulignent qu'ils sont confrontés à des problèmes techniques plus importants soit 53 %.
- 1 utilisateur précise que le contrôle du mouvement est moins bon soit 6 %.
- 1 autre indique que le contrôle d'hygiène est moins bon pour le patient soit 6 %.
- Il faut ajouter que trois praticiens pensent que les boîtiers sont trop épais et trop volumineux.
- De plus un praticien évoque le problème du tartre qui s'accumule et qui vient bloquer le système d'ouverture et de fermeture.
- Enfin un praticien trouve que l'esthétique des boîtiers auto-ligaturants est un inconvénient.



### 2.3.4. Les marques utilisées

Sur les 15 utilisateurs de boîtiers auto-ligaturants :

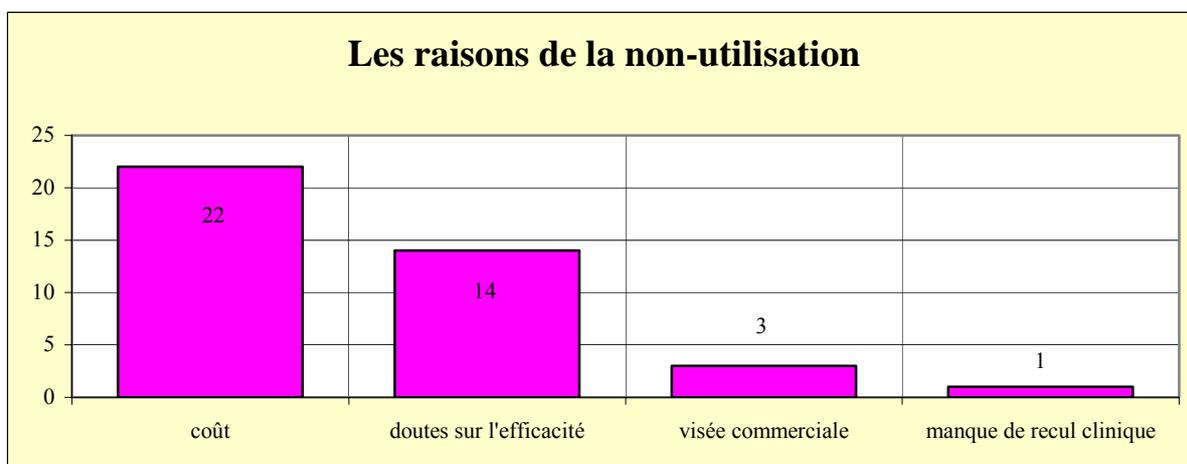
- 8 praticiens utilisent le système DAMON de chez ORMODENT soit 53%.
- 6 praticiens utilisent le système IN-OVATION de chez GAC soit 40 %.
- 4 praticiens utilisent le SMART-CLIP de chez 3M UNITEK soit 26 %.
- 3 praticiens utilisent le CARRIERE de chez ORTHOPLUS soit 20 %.
- 3 praticiens utilisent le OYSTER de chez GESTENCO soit 20 %.
- 2 praticiens utilisent le QUICK de chez FORESTADENT soit 13 %.
- 1 praticien utilise le SPEED de chez STRITE INDUSTRIES soit 6 %.



#### 2.4. Les différentes raisons pour lesquelles les autres n'utilisent pas les boîtiers auto-ligaturants.

Sur les 31 praticiens qui n'utilisent pas les boîtiers auto-ligaturants :

- 22 praticiens estiment que ce boîtier est trop cher, soit 73 %.
- 14 praticiens ne sont pas convaincus de l'efficacité des boîtiers, soit 46 %.



Les praticiens ayant par ailleurs coché la case « AUTRES » font les remarques suivantes :

- 3 praticiens pensent que les boîtiers auto-ligaturants sont uniquement à visée commerciale.
- 3 praticiens veulent attendre qu'il y ait plus de recul.
- 1 praticien ne voit pas l'intérêt de changer de boîtier car il est très satisfait de son boîtier conventionnel.
- 1 praticien pense c'est un dispositif dont les mécanismes ne sont pas encore tout à fait au point.

- 1 praticien pense que l'intérêt est limité mais qu'un avantage certain est une meilleure facilité pour le brossage.
- 1 praticien pense que les premiers produits d'une technologie sont parfois de qualité insuffisante.
- 1 praticien n'est pas intéressé par le système car le boîtier coûte six fois plus cher que le boîtier conventionnel, il n'est pas recyclable, il n'y a pas assez de recul technique et enfin, il pense que l'on peut diminuer la friction d'un bracket conventionnel en ne ligaturant pas tous les plots.
- 1 praticien ne voit pas l'intérêt compte tenu de la différence de prix.
- 1 praticien pense que c'est le fil (Nickel-titane) qui fait le travail et non le boîtier.

### **2.5. Les remarques**

Les remarques faites par les praticiens, utilisant ou non des boîtiers auto-ligaturants sont les suivantes :

- Il est difficile de demander au patient des honoraires plus élevés alors qu'il y aura moins de rendez-vous.
- Certains n'utilisent que les brackets auto-ligaturants pour des cas à traiter sans extractions, avec une D.D.M. (Dysharmonie Dento Maxillaire) et un profil déjà très plat. Cela permet un gain de place par expansion.
- Une mécanique basse friction ne se fait pas nécessairement qu'avec des brackets auto-ligaturants.
- Ces boîtiers ne sont pratiques que si les dents sont parfaitement alignées.

### **3. Conclusion**

Pour conclure, on ne peut pas savoir si notre étude est réellement représentative de ce qu'utilisent et pensent les praticiens compte tenu de la taille de l'échantillon et du nombre de résultats obtenus. Cependant, il est intéressant de noter que d'une manière générale les utilisateurs de brackets auto-ligaturants sont satisfaits de leur efficacité (même si en général ils n'ont pas trop de recul clinique car la majorité l'utilisent depuis moins de deux ans) et parmi les non utilisateurs, certains sont catégoriques et ne souhaitent même pas en entendre parler, alors que les autres sont plus mitigés et attendent plus de recul clinique ; ceux-là ont d'ailleurs exprimé leur intérêt concernant l'étude et même cette thèse.

Par conséquent, on peut comprendre à travers cette enquête que « le phénomène auto-ligurant » reste encore un peu dans l'ombre mais suscite de plus en plus d'intérêt, il serait alors intéressant de refaire l'enquête dans quelques années pour vérifier ces propos.

## VI. ILLUSTRATIONS CLINIQUES

### 1. Cas 1 : Patient traité avec des boîtiers QUICK



Boîtiers fermés



A J0

A J+ 7 mois

**Photos du Dr RUNGER S.**

2. Cas 2 : Patient traité avec des boîtiers DAMON 3



Boîtier fermé



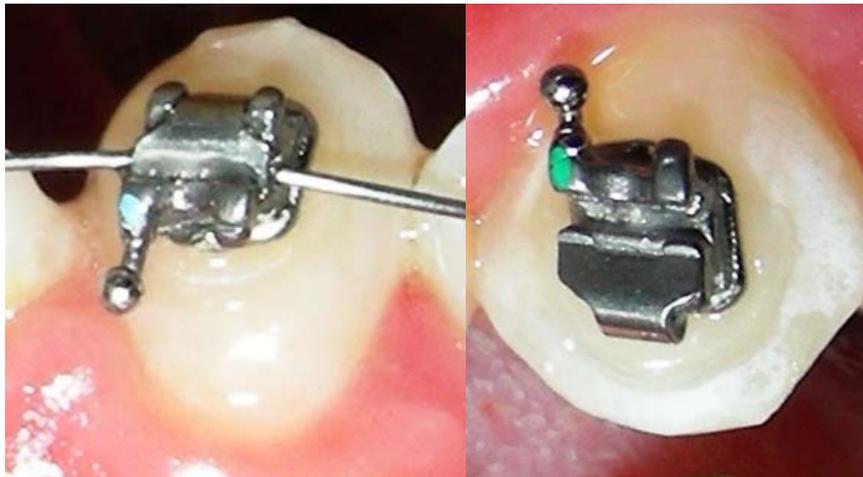
A J0



A J+ 10 semaines

**Photos du Dr NOURRY B.**

3. Cas 3 : Patient traité avec des boîtiers IN-OVATION R



Boîtier fermé

Boîtier ouvert



A J0

A J+ 2 mois

**Photos du Dr NIVET M-H.**

4. Cas 4 : Patient traité avec des boîtiers SPEED



Boîtiers fermés



A J0

**Photos du Dr NIVET M-H.**

5. Cas 5 : Patient traité avec des boîtiers IN-OVATION L



Boîtier fermé



A J0



A J+ 4mois

**Photos du Dr NIVET M-H.**

6. Cas 6 : Patient traité avec des boîtiers INNOVATION L



Boîtiers fermés



A J0

A J+ 3 mois

**Photos du Dr NIVET M-H.**

7. Cas 7 : Patient traité avec des boîtiers PERDENTAL



Boîtiers fermés



A J0

A J+ 1 mois

**Photos du Dr NIVET M-H.**

8. Cas 8 : Patient traité avec des boîtiers GESTENCO



Boîtier fermé



A J0

**Photos du Dr NIVET M-H.**

## CONCLUSION

Comme nous l'avons vu, l'attache auto-ligaturante est une évolution du dispositif multibagues de type Edgewise mis au point par le Dr Angle il y a bientôt 80 ans.

Cette modification de l'attache originale d'Angle est apparue très tôt puisque Stolzenberg présente la première attache autoligaturante en 1930, à peine 2 ans après celle d'Angle.

Depuis, de nombreuses attaches de ce type ont vu le jour, parallèlement au développement de l'orthodontie fixe, sans réellement connaître de succès commercial.

Ce n'est que lors des dernières années que sont apparues des attaches plus perfectionnées, plus solides et plus fiables, utilisables en orthodontie vestibulaire puis plus récemment en orthodontie linguale.

Le principe de ces attaches repose sur un clapet solidaire de l'attache qui vient se refermer sous la pression du doigt ou d'un instrument pour bloquer l'arc au fond de la rainure. La forme et le mode de fermeture de ce clapet détermine le type d'attache auto-ligaturante : passive, active ou interactive.

Les études menées sur ces attaches semblent montrer un certain nombre d'avantages par rapport aux attaches conventionnelles :

- une moindre friction lors des mouvements de translation,
- un gain de temps au fauteuil lors des rendez-vous d'activation (fermeture des clapets au doigt),
- une hygiène facilitée (absence de ligature élastomérique retenant la plaque dentaire),
- une diminution du temps de traitement actif global de l'ordre de quelques mois.

Des inconvénients apparaissent cependant :

- Coût de l'attache (jusqu'à 10 fois plus chère qu'une attache conventionnelle),
- fragilité du clapet,
- pour la plupart aspect non esthétique rendant difficile un surcoût sur le devis (à la différence des attaches esthétiques).

Notre enquête menée dans la région Pays de Loire auprès de spécialistes qualifiés en ODF a montré qu'environ 1 tiers des praticiens ayant répondu était convaincu de l'efficacité de ces attaches, qu'il les utilisait largement, et ceci depuis moins de 2 ans. Les 2 tiers restant restent dubitatifs quant à leur efficacité supposée, ils les trouvent trop chers, trop fragiles et les considèrent principalement comme un produit marketing.

Cette dernière remarque appelle quelques précisions : tout d'abord la plupart des auteurs ayant publié sur ces attaches, sont liés commercialement aux fournisseurs qui les fabriquent (détention de licences, rétribution pour des cours de « formation »...). D'autre part, le développement du commerce sur Internet permet aujourd'hui à de petites sociétés de proposer des attaches conventionnelles à des prix défiant toute concurrence ce qui expliquerait le repositionnement sur le créneau « haut de gamme » des attaches auto-ligaturantes des fournisseurs ayant pignon sur rue car elles perdent des parts de marché sur les attaches dites classiques.

Au total, ces attaches nous semblent présenter un intérêt certain au cabinet d'orthodontie, cependant, leur développement ne pourra se faire pleinement qu'après validation de leur efficacité par des études indépendantes et par une diminution du prix facturé au praticien. D'autre part, il nous faut rappeler que l'attache n'est que l'un des éléments du couple qu'elle forme avec l'arc orthodontique (importance du choix de l'arc) ; que le bon positionnement de l'attache est plus important que l'attache elle-même (intérêt du collage indirect) et enfin que le dispositif mécanique mis en place pour le traitement (et dont l'attache n'est qu'un des éléments) doit avoir été prescrit (choisi) par le praticien au terme d'une réflexion diagnostique et thérapeutique .

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ADENTA (Laboratoire)**  
Le Evolution.  
<http://www.adentausa.com>
2. **AMERICAN ORTHODONTICS (Laboratoire)**  
Time 2 la génération d'avance, plaquette de présentation 2006.  
Grigny : American Orthodontics, 2006.
3. **ANDREWS LF.**  
The six keys to normal occlusion.  
Am J Orthod 1972;**62**(3):296-309.
4. **ANDREWS LF.**  
The straight-wire appliance.  
Br J Orthod 1979;**6**(3):125-143.
5. **BASSIGNY F.**  
Les nouveaux procédés diagnostiques et thérapeutiques.  
In : BASSIGNY F, Manuel d'orthopédie dento-faciale, 2<sup>e</sup> ed.  
Paris : Masson, 1991:205-211.
6. **BEDNAR JR et GRUENDEMAN GW.**  
The influence of bracket design on moment production during axial rotation.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;**104**(3):254-261.
7. **BERGER JL.**  
(Up)righting misconceptions concerning the SPEED bracket system.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1990a ;**102**(6):17A-21A.
8. **BERGER JL.**  
The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;**97**(3):219-228.
9. **BERGER JL.**  
The SPEED appliance: a 14-year update on this unique self-ligating orthodontic mechanism.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994a ;**105**(3):217-223.
10. **BERGER JL.**  
Replacement of the spring clip in the SPEED appliance.  
J Clin Orthod 1994b ;**28**(10):583-586.

- 11. BERGER JL.**  
Self ligation in the year 2000.  
J Clin Orthod 2000;**34**(2):74-81.
- 12. CACCIAFESTA V, SFONDRINI MF, SCRIBANTE A et coll.**  
Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(4):394-402.
- 13. CLARK JR.**  
Self-ligation – The future of orthodontics.  
<http://www.gacintl.com>
- 14. DAMON DH.**  
The Damon low-friction bracket : a biologically compatible straight-wire system.  
J Clin Orthod 1998a;**32**(11):670-680.
- 15. DAMON DH.**  
The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket.  
Clin Orthod Res 1998b;**1**(1):52-61.
- 16. DAMON SYSTEM BY ORMCO (Laboratoire).**  
Passive self ligation.  
<http://www.ormco.com>
- 17. DAMON SYSTEM BY ORMCO (Laboratoire).**  
Le Damon 2.  
<http://www.ormco.com>
- 18. DAMON SYSTEM BY ORMCO (Laboratoire).**  
Le Damon 3.  
<http://www.ormco.com>
- 19. EBERTING JJ, STRAJA SR et TUNCAY OC.**  
Treatment time, outcome and patient satisfaction on comparisons of Damon and conventional brackets.  
Clin Orthod Res 2001;**4**(4):228-234.
- 20. FORESTADENT (Laboratoire)**  
Les brackets QUICK, plaquette de présentation et catalogue 2006.  
Strasbourg : Forestadent, 2006.
- 21. FORTINI A, LUPOLI M et CACCIAFESTA V.**  
A new friction ligation system.  
J Clin Orthod 2005;**39**(8):464-470.
- 22. GAC DENTSPLY (Laboratoire).**  
L' In-ovation L: le premier système lingual auto-ligaturant interactif, utilisant des brackets Twin, plaquette de présentation 2006.  
Rochechouart : Gac Dentsply, 2006a.

- 23. GAC DENTSPLY (Laboratoire)**  
3 possibilités, 1 seul système : l'auto-ligaturant, plaquette de présentation 2006.  
Roche carbon : Gac Dentsply, 2006b.
- 24. GAC DENTSPLY (Laboratoire)**  
L'In-ovation R: 1 bracket, 6 prescriptions, plaquette de présentation 2006.  
Roche carbon : Gac Dentsply, 2006c.
- 25. GAC DENTSPLY (Laboratoire)**  
L'In-ovation C: le premier bracket céramique auto-ligaturant, plaquette de présentation 2006.  
Roche carbon : Gac Dentsply, 2006d.
- 26. GAC DENTSPLY (Laboratoire)**  
Le système R : un système performant, plaquette de présentation 2006.  
Roche carbon : Gac Dentsply, 2006e.
- 27. GESTENCO (Laboratoire)**  
Le OYSTER  
<http://www.gestenco.com>
- 28. HANSON GH.**  
The SPEED bracket auxiliary slot.  
J Clin Orthod 1999 ;**33**(6):318-321.
- 29. HARRADINE NW et BIRNIE DJ.**  
The clinical use of Activa self-ligating brackets.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1996;**109**(3):319-328.
- 30. HARRADINE NW.**  
Self-ligating brackets: where are we now ?  
J Orthod 2003;**30**(3):262-273.
- 31. HARRADINE NW.**  
Self ligating brackets and treatment efficiency.  
Clin Orthod Res 2001;**4**(4):220-227.
- 32. HENAO SP et KUSY RP.**  
Evaluation of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental typodonts.  
Angle Orthod 2004;**74**(2):202-211.
- 33. HENAO SP et KUSY RP.**  
Frictional evaluations of dental typodont models using four self-ligating designs and a conventional design.  
Angle Orthod 2005;**75**(1):75-85.

- 34. HENRY W et FIELDS JR.**  
Contemporary fixed appliances.  
In: PROFFIT WR, Contemporary Orthodontics.  
St Louis: Mosby, 2000:385-391.
- 35. HERO.**  
L'auto-ligaturant en question : la vision du docteur HERO.  
Document powerpoint fourni par American Orthodontics.  
Grigny: American Orthodontics, 2006.
- 36. KHAMBAY B, MILLETT D et MCHUGH S.**  
Evaluation of methodes of archwire ligation on frictional resistance.  
Eur J Orthod 2004;**26**(3):327-332.
- 37. LAMBERTINI P et JANVIER G.**  
La technique Edgewise aujourd'hui.  
In : CHATEAU M, Orthopédie dento-faciale : clinique. Tome 2.  
Paris : CDP, 1993:259-278.
- 38. LANCER ORTHODONTICS (Laboratoire)**  
Le Praxis Glide, plaquette de présentation 2006.  
San Marcos : Lancer Orthodontics, 2006.
- 39. LEJOYEUX E.**  
La technique bioprogressive (Ricketts).  
In : CHATEAU M, Orthopédie dento-faciale : clinique. Tome 2.  
Paris : CDP, 1993:279-297.
- 40. LOFTUS BP, ARTUM J.**  
A model for evaluating friction during orthodontic tooth movement.  
Eur J Orthod 2001;**23**(3):253-261.
- 41. LOFTUS BP, ARTUM J, NICHOLLS JL et coll.**  
Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;**116**(3):336-345.
- 42. MAIJER R et SMITH DC.**  
Time savings with self-ligating brackets.  
J Clin Orthod 1990;**24**(1):29-31.
- 43. OPAL ORTHODONTICS (Laboratoire).**  
Le Opal.  
<http://www.opalorthodontics.com>
- 44. ORMODENT (Laboratoire).**  
Le système Damon. Plaquette de présentation des actualités Ormodent fin 2006 / début 2007.  
Montreuil : Ormodent, 2006.

- 45. ORTHOPLUS (Laboratoire)**  
Le Carriere LX.  
<http://www.orthoplus.com>
- 46. PIZZONI L, RAVNHOLT G et MELSEN B.**  
Frictional forces related to self-ligating brackets.  
Eur J Orthod 1998;**20**(3):283-291.
- 47. READ-WARD GE, JONES SP et DAVIS EH.**  
A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket system.  
Br J Orthod 1997;**24**(4):309-317.
- 48. REDLICH M, MAYER Y, HARARI D et LEWINSTEIN I.**  
In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of “reduced-friction” brackets.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(1):69-73.
- 49. SIMS AP, WATERS NE, BIRNIE DJ et PETHYBRIDGE RJ.**  
A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation.  
Eur J Orthod 1993;**15**(5):377-385.
- 50. SPEED SYSTEM ORTHODONTICS (Laboratoire)**  
Commonly asked questions about self ligation and the SPEED appliance.  
Ontario: Strite industries, Q&A Book, 2005.
- 51. STOLZENBERG J.**  
The Russel attachment and its improved advantages.  
Int J Orthod 1933;**19**:837-840.
- 52. TABAKMAN V.**  
Evaluation of frictional resistance in resin self-ligating bracket, stainless steel self-ligating bracket and ceramic brackets.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;**128**(2):263-264.
- 53. TAYLOR NG et ISON K.**  
Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments.  
Angle Orthod 1996;**66**(3):215-222.
- 54. TECCO S, FESTA F, CAPUTI S et coll.**  
Friction of conventional and self-ligating brackets using a 10 bracket model.  
Angle Orthod 2005;**75**(6):1041-1045.
- 55. THOMAS S, SHERRIFF M et BIRNIE D.**  
A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures.  
Eur J Orthod 1998;**20**(5):589-596.

**56. THORSTENSON GA.**

Etude sur la friction des brackets SmartClip auto-ligaturants.  
Orthodontic Perspectives, Volume XII n°1, par les laboratoires 3M Unitek.  
Cergy Pontoise : 3M Unitek, 2006.

**57. THORSTENSON GA et KUSY RP.**

Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second-order angulation in the dry and wet (saliva) states.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2001;**120**(4):361-370.

**58. THORSTENSON GA, KUSY RP.**

Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2002;**121**(5):472-482.

**59. TREVIS H.**

SmartClip appliance system technique guide.  
<http://www.3munitek.com>

**60. VADEN JL, DALE JG et KLONTZ HA.**

The Tweed –Merriemfield Edgewise appliance : philosophy, Diagnosis, and treatment.  
In: GRABER TM, VANARSDALLRJ. Orthodontics : Curent principles and technics.  
2° ed.  
St Louis: Mosby-year book, 1994:627-684.

**61. VOUDOURIS JC.**

Interactive edgewise mechanisms: form and function comparison with conventional edgewise brackets.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1997a;**111**(2):119-140.

**62. VOUDOURIS JC.**

Seven clinical principles of interactive twin mechanisms.  
J Clin Orthod 1997b;**31**(1):55-65.

**63. WEINBERGER GL.**

Utilisation du SmartClip bracket auto-ligaturant.  
Orthodontic Perspectives, volume XII, n°1, par les laboratoires 3M UNITEK.  
Cergy Pontoise : 3M Unitek, 2006.

**64. WEINBERGER GL.**

What you should know about passive self-ligation.  
<http://www.3munitek.com>

**65. ZACHRISSON BU.**

Bonding in orthodontics.  
In: GRABER TM, VANARSDALLRJ, Orthodontics : Curent principles and technics.  
2° ed.  
St Louis: Mosby-year book, 1994:627-684.

**66. 3M UNITEK (Laboratoire)**

Smart-clip: excellence has evolved.  
<http://www.3munitek.com>

**67. 3M UNITEK (Laboratoire)**

SmartClip : the intelligent choice, plaquette de présentation 2006.  
Cergy Pontoise : 3M Unitek, 2006.

## REFERENCES DES ILLUSTRATIONS

- Figure 1 :** L'appareil orthodontique de Pierre FAUCHARD (1728) (60)
- Figure 2 :** La visse de rétraction d'ANGLE (1887) (60)
- Figure 3 :** La force extra-orale d'ANGLE (60)
- Figure 4 :** L'appareil d'ANGLE (1887) (60)
- Figure 5 :** Les composants de base du système standard d'ANGLE (60)
- Figure 6 :** L'arc E d'ANGLE (60)
- Figure 7 :** L'arc E strié d'ANGLE (60)
- Figure 8 :** L'utilisation de l'arc E strié d'ANGLE (60)
- Figure 9 :** L'appareil Pin and Tube d'ANGLE (60)
- Figure 10 :** L'arc à ruban d'ANGLE (60)
- Figure 11 :** L'appareil d'Edgewise D'ANGLE (60)
- Figure 12 :** ATTIA Y.  
Le boîtier et l'arc Edgewise.  
Stomato II, 23490 D10,1-1985,16p.  
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1985
- Figure 13 :** PLANCHE P.  
En technique d'arc droit, chaque boîtier a une épaisseur différente adaptée à l'anatomie de chaque dent.  
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1985
- Figure 14 :** PLANCHE P.  
L'appareil en Straight wire permet l'alignement correct de l'arcade sans déformation de premier ordre sur l'arc.  
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995
- Figure 15 :** PLANCHE P.  
La base du tube des molaires supérieures est angulée pour s'adapter à la forme particulière de la face vestibulaire.  
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995
- Figure 16 :** PLANCHE P.  
Angulation moyenne définie par ANDREWS dans le boîtier.  
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995

- Figure 17 :** **PLANCHE P.**  
**Le boîtier original d'ANDREWS.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 18 :** **PLANCHE P.**  
**Respect de l'angulation moyenne des incisives supérieures.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 19 :** **PLANCHE P.**  
**Forme plus actuelle des boîtiers.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 20 :** **PLANCHE P.**  
**Principe du torque selon ANDREWS.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 21 :** **PLANCHE P.**  
**Mouvements parasites provoqués par l'absence de torque dans la base selon ANDREWS.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 22 :** **L'axe longitudinal de la couronne clinique et le L.A. point. (4)**
- Figure 23 :** **Positionnement du L.A. point en fonction du type de Bracket. (4)**
- Figure 24 :** **La courbure de 1<sup>er</sup> ordre en Edgewise classique et l'absence de déformation en technique d'arc droit. (37)**
- Figure 25 :** **La courbure de 2<sup>ème</sup> ordre en Edgewise classique et l'absence de déformation en technique d'arc droit. (37)**
- Figure 26 :** **Types de consoles de «Ribbon arch» utilisées dans la technique de BEGG. (60)**
- Figure 27 :** **BOLENDER C.J.**  
**L'attache Tip-Edge.**  
**EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Orthopédie dento-faciale, 1995**
- Figure 28 :** **Le boîtier TIP-EDGE. (34)**
- Figure 29 :** **La technique linguale (1)**
- Figure 30 :** **Les attaches céramiques (5)**
- Figure 31 :** **Photos représentant l'évolution des attaches. D'après HANSON (1996)**
- Figure 32 :** **Présentation d'un boîtier Edgewise conventionnel. (1)**
- Figure 33 :** **Présentation du boîtier auto-ligaturant (Le DAMON 2) (16)**

- Figure 34 :** Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du contrôle de torque de la dent. (50)
- Figure 35 :** Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du contrôle de rotation de la dent. (50)
- Figure 36 :** Action progressive du clip sur l'arc pour l'emmener au fond de la gorge lors du mouvement de version de la dent. (50)
- Figure 37 :** Le bras du DAMON n'exerce aucune force continue, il transforme la gouttière en un tube. (16)
- Figure 38 :** Le clip est passif pour un arc de faible diamètre. (20)
- Figure 39 :** Le clip est actif pour un arc de moyen diamètre. (20)
- Figure 40 :** Le clip est pleinement actif avec un arc de gros diamètre. (20)
- Figure 41 :** The RUSSEL attachment. (11)
- Figure 42 :** Le bracket BOYD (50)
- Figure 43 :** Le bracket FORD (50)
- Figure 44 :** L'EDGELOCK (50)
- Figure 45 :** Le MOBIL-LOCK (50)
- Figure 46 :** Le SPEED (50)
- Figure 47 :** L'ACTIVA (50)
- Figure 48 :** Le TIME (50)
- Figure 49 :** Le DAMON SL (11)
- Figure 50 :** Le TWINLOCK (11)
- Figure 51 :** Le INNOVATION (50)
- Figure 52 :** Schéma d'ensemble des résistances au glissement en fonction de l'angle existant entre l'arc et le bracket. (56)
- Figure 53 :** Le SMART CLIP (66)
- Figure 54 :** Schéma de l'engagement de l'arc dans la gouttière du SMART CLIP (66)

- Figure 55 :** Schéma de désinsertion de l'arc du SMART CLIP grâce à des instruments spécifiques. (66)
- Figure 56 :** Schémas du boîtier DAMON 2. (17)
- Figure 57 :** Le DAMON 3. (17)
- Figure 58 :** Le TIME 2. (2)
- Figure 59 :** Schéma de l'insertion progressive de l'arc dans la gorge, de l'ouverture du boîtier et l'instrument spécifique le permettant. (2)
- Figure 60 :** Schéma de l'IN-OVATION R. (24)
- Figure 61 :** Le QUICK. (20)
- Figure 62 :** L'ouverture du boîtier Quick avec un instrument. (20)
- Figure 63 :** Le SPEED. (50)
- Figure 64 :** Le clip du SPEED en position ouvert puis fermé et l'ouverture du clip par un accès frontal ou supérieur. (50)
- Figure 65 :** Le clip du SPEED flexible vient se mouler contre le corps du bracket lors de la fermeture du boîtier. (50)
- Figure 66 :** Le GLIDE. (38)
- Figure 67 :** La fermeture, l'ouverture du GLIDE et le bras amovible. (38)
- Figure 68 :** Le CARRIERE LX. (45)
- Figure 69 :** Le IN-OVATION C. (25)
- Figure 70 :** Le OYSTER. (27)
- Figure 71 :** L'instrument spécial pour ouvrir le OYSTER. (27)
- Figure 72 :** Le OPAL. (43)
- Figure 73 :** Le DAMON 3. (18)
- Figure 74 :** Le EVOLUTION. (1)
- Figure 75 :** L'ouverture du boîtier EVOLUTION, l'insertion d'un arc puis la fermeture du clip. (1)
- Figure 76 :** Le IN-OVATION L. (22)

|  |          |
|--|----------|
|  | Thèse N° |
| <p><b>GAGNA Fanny.</b> – Les boîtiers auto-ligaturants en O.D.F.<br/>149 f. ; ill. ; 67 ref. ; 30 cm.- (Thèse : Chir.Dent.; NANTES ; 2007). N°</p>   |          |
| <p><u>Résumé de thèse :</u><br/> Depuis les débuts de l'orthodontie, de nombreux auteurs se sont intéressés au perfectionnement des attaches orthodontiques. Parmi les pistes et améliorations, l'affranchissement de la ligature permettant de solidariser le couple attache/arc, a donné lieu à de nombreux prototypes d'attaches auto-ligaturantes et ceci depuis les années 1930.<br/> Après un rappel historique, nous présentons les principaux boîtiers auto-ligaturants sur le marché, puis nous examinons à travers des études expérimentales, les avantages et inconvénients de ceux-ci notamment en terme de friction.<br/> Enfin, nous présentons les résultats de notre enquête menée dans la région des Pays de Loire sur les habitudes de travail des orthodontistes dans ce domaine, suivis de quelques illustrations cliniques.</p> |          |
| <p><u>Rubrique de classement :</u> ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE</p>  |          |
| <p><u>Mots clés Bibliodent :</u> Bracket – Orthopédie Dento-Faciale – Friction – Ligature</p>  |          |
| <p><u>Mots clés :</u> Boîtier auto-ligaturant – Orthodontie – Friction</p>   |          |
| <p><u>MeSH :</u> Orthodontie (Orthodontics) – Ligature (Ligation) – Appareil Orthodontique (Orthodontic Appliance)</p>   |          |
| <p><u>Jury :</u> Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX<br/> Assesseurs : Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN<br/> Monsieur le Docteur Michel ROUVRE</p> <p>Directeur de thèse : <u>Monsieur le Docteur Marc-Henri NIVET</u></p>  |          |
| <p><u>Adresse de l'auteur :</u> Melle GAGNA Fanny – 12 rue Marivaux – 72000 LE MANS.<br/> Fygana@hotmail.com</p>   |          |