

UNIVERSITÉ DE NANTES

UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE
D'ODONTOLOGIE

Année 2005

Thèse n°8

A LA RECHERCHE D'UNE
ORTHODONTIE INVISIBLE

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée
et soutenue publiquement par :*

Monsieur LEPELTIER Rémy

Né le 08 octobre 1979

Le 7 mars 2005, devant le jury ci-dessous :

Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX

Assesseur : Monsieur le Professeur Alain DANIEL

Directeurs de thèse : Monsieur le Docteur Jérôme MOUSSEAU
Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN (co-
directeur)

INTRODUCTION.....	7
I. LES BRACKETS ESTHETIQUES VESTIBULAIRES.....	10
1.1. Les brackets céramiques	10
1.1.1. Historique.....	10
1.1.2. Les céramiques utilisées en O.D.F.....	10
1.1.2.1. La forme monocristalline.....	10
1.1.2.2. La forme polycristalline.....	11
1.1.3. Les propriétés des attaches céramiques	11
1.1.3.1. Les propriétés mécaniques	11
1.1.3.1.1. La dureté.....	11
1.1.3.1.1.1. Généralités	11
1.1.3.1.1.2. Conséquences cliniques	11
1.1.3.1.2. La fragilité.....	13
1.1.3.1.2.1 Généralités	13
1.1.3.1.2.2. Conséquences cliniques	14
1.1.3.1.3. La friction.....	15
1.1.3.1.3.1. Généralités	15
1.1.3.1.3.2. Conséquences cliniques	17
1.1.3.2. Les propriétés chimiques	18
1.1.3.3. Les propriétés optiques	18
1.1.4. Le collage.....	19
1.1.4.1. Les artifices de collage.....	19
1.1.4.1.1. La rétention chimique	19
1.1.4.1.2. La rétention mécanique.....	20
1.1.5. Le problème de la dépose.....	20
1.1.6. Les éléments esthétiques associés aux brackets céramiques	23
1.1.6.1. Les arcs esthétiques.....	23
1.1.6.2. Les ligatures métalliques esthétiques.....	24
1.1.6.3. Les ligatures et les chaînettes élastomériques.....	24
1.1.7. Conclusion.....	24
1.2. Les brackets plastiques.....	26
1.2.1. Historique.....	26
1.2.2. Les plastiques en O.D.F.....	26
1.2.3. Les propriétés des attaches plastiques.....	26
1.2.3.1. Les propriétés mécaniques	26
1.2.3.1.1. La dureté.....	26
1.2.3.1.1.1. Généralités	26
1.2.3.1.1.2. Conséquences cliniques	27
1.2.3.1.2. La friction.....	27
1.2.3.2. Les propriétés chimiques	27
1.2.3.3. Les propriétés optiques	27
1.2.4. Le collage et la dépose	28

1.2.4.1. Le collage	28
1.2.4.2. La dépose	28
1.2.5. Nouvelle expérience	28
1.3. Les brackets hybrides	31
1.3.1. Définition	31
1.3.2. Les attaches à deux composants	31
1.3.2.1. Association plastique-métal	31
1.3.2.2. Association plastique-grains de céramique.....	31
1.3.2.3. Association plastique-fibre de verre	32
1.3.2.4. Association céramique-plastique	32
1.3.2.5. Association céramique-gorge métallique.....	32
1.3.3. Les attaches à trois composants	32
1.3.4. Conclusion.....	33
II. LES ATTACHES LINGUALES.....	35
2.1. Historique	35
2.2. Les spécificités de l'orthodontie linguale	36
2.2.1. Le matériel	36
2.2.1.1. Les attaches	36
2.2.1.2. Les bagues molaires	38
2.2.1.3. Les arcs.....	39
2.2.2. Le collage indirect.....	39
2.2.2.1. Particularité de l'anatomie des faces linguales	39
2.2.2.2. La prise d'empreinte	40
2.2.2.3. Les différents systèmes de positionnement des attaches linguales	40
2.2.2.3.1 Le TARG.....	40
2.2.2.3.2. Le TARG 2.....	42
2.2.2.3.3. Le CLASS	45
2.2.2.4. Réalisation d'une gouttière de transfert	47
2.2.2.4.1. La clé de transfert avec le TARG	47
2.2.2.4.1.1. La gouttière mixte étendue.....	47
2.2.2.4.1.2. La gouttière mixte unitaire.....	48
2.2.2.5. Le collage	49
2.2.2.5.1. Mise en place d'un champ opératoire	49
2.2.2.5.2. Le collage proprement dit	49
2.3. Les aspects cliniques du traitement lingual	50
2.3.1. La visibilité réduite	50
2.3.1.1. Le patient.....	50
2.3.1.2. Le praticien.....	50
2.3.1.3. L'éclairage.....	51
2.3.2. L'hygiène	51
2.3.3. La phase d'adaptation	52
2.3.4. Les phases du traitement	53

2.4. Indications et contre-indications	54
2.4.1. Indications	54
2.4.2. Contre-indications	54
2.5. Avantages et inconvénients.....	55
2.5.1. Avantages	55
2.5.2. Inconvénients	56
2.6 Les attaches linguales de Philippe	59
2.6.1. Définition	59
2.6.2. Description	59
2.6.3. Indications	60
III. LES GOUTTIERES	63
3.1. Le système Essix	63
3.1.1. Introduction	63
3.1.2. Historique	63
3.1.3. Méthode de réalisation	63
3.1.4. Indications et contre-indications	65
3.1.4.1. Indications	65
3.1.4.2. Contre-indications	66
3.1.5. Utilisation clinique	66
3.1.5.1. Réalisation d'un mouvement mineur d'alignement.....	66
3.1.5.2. Réalisation d'un mouvement d'ingression	67
3.1.5.3. Réalisation d'un ancrage antérieur.....	68
3.1.5.4. Réalisation d'une contention.....	69
3.1.5.5. Avantages	69
3.1.5.6. Inconvénients	69
3.2. Le système Invisalign.....	71
3.2.1. Introduction	71
3.2.2. Historique	71
3.2.3. Méthode de réalisation des aligneurs	71
3.2.4. Indications et contre-indications	74
3.2.4.1. Indications	74
3.2.4.2. Contre-indications	74
3.2.5. Utilisation clinique	75
3.2.5.1. Les avantages	75
3.2.5.2. Les inconvénients.....	76
3.3. Les gouttières thermoformées d'Amoric	78
3.3.1. Introduction	78
3.3.2. Les matériaux utilisés.....	78
3.3.3. Les différentes gouttières	78
3.3.3.1. Les gouttières orthopédiques	79
3.3.3.1.1. Les gouttières de protraction.....	79
3.3.3.1.2. Les gouttières de disjonction	79
3.3.3.1.3. Les gouttières de propulsion à bielles de Herbst	80

3.3.3.2. les gouttières orthodontiques pures.....	81
3.3.3.3. les gouttières de rééducation et de contention	81
3.3.4. Les principaux avantages	82
3.3.5. Inconvénient	82
IV. L'ELASTODONTIE.....	84
4.1. Introduction	84
4.2. Historique	84
4.3. Les différents types d'appareils	85
4.3.1. Le matériau.....	85
4.3.2. Les appareils.....	86
4.3.2.1. L'Elasto-osamu	86
4.3.2.2. L'Elasto-aligneur	86
4.3.2.3. L'Elasto-finiisseur.....	86
4.3.2.4. L'Elasto-positionneur.....	86
4.4. Ligne de conduite du plan de traitement.....	87
4.4.1. La démarche diagnostique	87
4.4.2. Constitution d'une documentation approfondie	87
4.4.3. Détermination des Objectifs Visualisés de Traitement (VTO)....	88
4.4.4. Travail du laboratoire.....	88
4.5. Indications	89
4.6. Les limites	89
4.7. Avantages	89
4.8. Inconvénients	90
V. SYNTHESE.....	92
CONCLUSION	95

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Aujourd'hui, la demande esthétique va croissante dans notre société, et devient même parfois une exigence esthétique.

Pour ce qui nous concerne, en orthodontie, cette demande concerne le résultat de nos traitements mais aussi, de plus en plus, les moyens thérapeutiques mis en œuvre.

Face à cette double demande, de moyens et de résultat, de quels systèmes le praticien dispose-t-il ?

Les appareils amovibles esthétiques en résine, comme la contention de Hawley modifiée ou l'aligneur amovible de Bloore ont tenté de répondre à cette demande. Cependant, leurs indications restent très limitées et l'aspect esthétique est médiocre.(16,22)

Après avoir détaillé les techniques « bracket-fils », esthétiques vestibulaires puis linguale, nous présenterons les systèmes de gouttières thermoformées ou vulcanisées.

Cette présentation, non exhaustive, a pour but d'aider le praticien, face aux contraintes du traitement et aux exigences de discrétion et de confort du patient, à choisir le moyen thérapeutique idéal ou à trouver le meilleur compromis résultat/moyens.

LES BRACKETS ESTHETIQUES
VESTIBULAIRES

LES BRACKETS CERAMIQUES

I. LES BRACKETS ESTHETIQUES VESTIBULAIRES

1.1. Les brackets céramiques

1.1.1. Historique

Les brackets céramiques ont fait leur apparition dans les années mille neuf cent soixante-dix mais n'ont été diffusés en France qu'à partir de l'année 1987.(35)

1.1.2. Les céramiques utilisées en O.D.F (3,31,35,36)

Les brackets céramiques peuvent être réalisés à partir de deux oxydes métalliques :

- soit un oxyde de zirconium ou zircone (ZrO_2)
- soit un oxyde d'aluminium ou alumine (Al_2O_3) qui est utilisé majoritairement et qui existe sous deux formes : la forme monocristalline et la forme polycristalline.



Bracket en céramique polycristalline.

1.1.2.1. La forme monocristalline

Comme le nom l'indique, les brackets céramiques sont sous cette forme composés d'un seul cristal.

Le procédé de fabrication s'avère par contre difficile et leur coût est élevé.

Cette forme est totalement transparente à la lumière, ce qui donne une légère brillance à ces attaches.

Les céramiques monocristallines sont plus solides que les polycristallines ; cependant Le Romain citant une étude de Flores affirme que si la surface de la céramique est rayée, la forme monocristalline résistera moins bien aux charges exercées que la forme polycristalline.(35)

1.1.2.2. La forme polycristalline

Réalisés à partir de la fusion de particules d'alumine, ces brackets sont d'un coût faible et leur usinage plus facile.

Cette forme présente des impuretés qui rendent l'attache un peu plus cassante et qui limitent les qualités optiques.

C'est la forme qui prédomine sur le marché car le rapport qualité/coût est le meilleur.

1.1.3. Les propriétés des attaches céramiques

1.1.3.1. Les propriétés mécaniques

1.1.3.1.1. La dureté (3,12,14,34,35)

1.1.3.1.1.1. Généralités

L'oxyde d'alumine est l'un des matériaux les plus durs qui existe.

Un bracket céramique est neuf fois plus dur que l'émail.

1.1.3.1.1.2. Conséquences cliniques

Du fait de l'extrême dureté de la céramique, **on observe des abrasions de l'émail lorsqu'une dent antagoniste interfère avec un bracket céramique** et ce, même si l'interférence est de courte durée. En revanche, les brackets métalliques ne provoquent que de faibles abrasions.

Il existe un lien direct entre la morphologie du bracket céramique et la forme de la surface amélaire abrasée.

Le Romain citant Viazis et al. affirme qu'une usure importante de l'émail peut être observée au cours d'un seul repas.(35)

Plusieurs solutions sont proposées afin de limiter ce problème.

- Les inversions d'occlusion transversales seront corrigées avant de mettre en place les brackets céramiques.
- Les brackets céramiques seront utilisés uniquement au maxillaire ; les dents mandibulaires étant peu souvent découvertes, donc moins visibles, on choisira alors d'y coller des brackets métalliques.
- Des ligatures élastiques de protection pourront être mise en place sur la partie occlusale des brackets mandibulaires. Cependant, ces ligatures seront rapidement cisailées et devront alors être remplacées.
- Un collage plus gingival sera réalisé sur les incisives, les canines voire les prémolaires dans les CL_{II} d'Angle à la mandibule et dans les CL_{III} d'Angle au maxillaire. Ceci n'est valable que si le recouvrement incisif initial n'est pas trop important, et si la hauteur de la couronne clinique est suffisante. Une marche de compensation verticale est alors incorporée à l'arc afin d'établir une hauteur cohérente entre les dents. **Le Romain recommande d'utiliser cette solution avec des brackets démunis d'informations.** Cependant un collage dentaire plus gingival nuit au maintien d'une bonne hygiène.(35)
- Il est nécessaire d'ouvrir l'occlusion en cas de supraclusion incisive avant de coller les brackets en céramique à l'arcade mandibulaire. On utilisera pour cela un plan de morsure rétro-incisif ou des cales de sur-occlusion pour limiter les contacts antagonistes.

1.1.3.1.2. La fragilité (1,3,14,35)

1.1.3.1.2.1 Généralités

La céramique est très cassante.

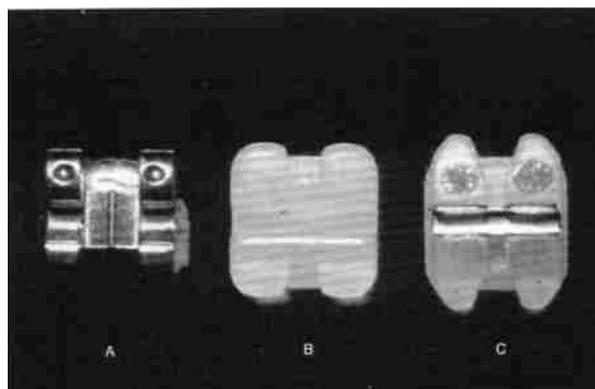
Il n'existe pas de phase plastique et la fracture est brutale.

Les brackets se cassent le plus souvent **au niveau des ailettes**. Ils sont plus fragiles :

- s'il existe une éraflure réalisée par un instrument métallique
- s'ils présentent des imperfections
- si leur taille diminue.

Du fait de la fragilité, les brackets étaient à l'origine volumineux et de forme arrondie.

Aujourd'hui, les brackets céramiques sont toujours plus volumineux que les brackets métalliques, donc plus gênants, et rendent le brossage plus difficile.



A : bracket métallique ;
B : bracket céramique ; C : bracket céramique + gorge métallique.
Noter les différences de volumes.(40)

1.1.3.1.2.2. Conséquences cliniques

Les fractures ont majoritairement lieu au niveau des ailettes.

Il en résulte des particules tranchantes qui peuvent être inhalées ou ingérées.

Les risques de fracture existent lors de la mise en place des ligatures métalliques, de l'activation des arcs, de l'application des forces d'occlusion ou de mastication, de la dépose des brackets et lors de mouvements de torque trop importants.

Il est important de noter que les brackets céramiques ne cessent de s'améliorer. Ainsi Akinin, en 1996, nous montre ces progrès dans une étude sur la résistance des brackets céramiques soumis à l'application d'une force de torsion exercée par un arc. Il reprend les nouvelles générations de brackets céramiques utilisés dans une étude comparable de Holt cinq ans plus tôt. Il en conclut que, dorénavant, l'ensemble des brackets céramiques présente une résistance suffisante pour les forces de torque utilisées communément. Il observe aussi une résistance accrue pour la seule céramique monocristalline étudiée (Starfire TMB®).⁽¹⁾

Quelques précautions permettent de réduire ces risques de fracture.

- Le Romain recommande de ne pas utiliser de ligatures métalliques ou de Kobayashi (préformés en fil .014inches) mais des anneaux élastomériques ou des ligatures métalliques (.010inches) recouvertes de téflon.⁽³⁵⁾
- Il faut utiliser des arcs de grande élasticité afin d'appliquer les forces progressivement.
- **Il ne faut pas faire d'éraflure avec des instruments métalliques** (comme les pinces à couper les ligatures.....) car le risque de fracture est alors fortement augmenté.
- La gorge métallique de certains brackets céramiques les renforce et diminue le risque de fracture dans les mouvements de torque.
- En fin de traitement, pour la dépose, il faut respecter les protocoles des fabricants.

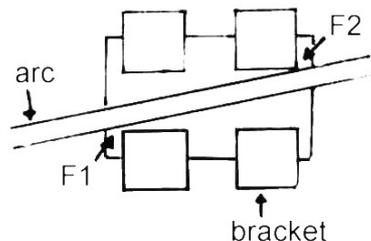
1.1.3.1.3. La friction (12,14,15,18,30,31,35,46)

1.1.3.1.3.1. Généralités

La friction est la résistance au glissement quand un objet se déplace tangentiellement contre un autre.

On distingue la **friction statique** d'une part, qui est la force nécessaire pour initier le mouvement, de la **friction dynamique** d'autre part qui est la force minimale pour garder un objet en mouvement.

Les forces de friction sont proportionnelles à l'angle formé entre l'arc et la gorge et augmentent avec la largeur de l'arc.



F1 et F2 : forces proportionnelles à l'angle formé entre le bracket et l'arc.
(D'après Nishio)(40)

Il faut noter aussi que les forces de friction dépendent de nombreux paramètres : de l'angle de contact, de la taille de la gorge, du type de ligature, du type d'arc, de la salive.....

La friction (statique ou dynamique), exercée entre la gorge du bracket céramique et l'arc, est supérieure à celle des brackets métalliques.

Ceci est lié à l'irrégularité de l'état de surface de la gorge.

Cela était un inconvénient majeur, il y a encore quelques années. Depuis, les brackets céramiques ont été améliorés mais le problème est toujours posé.

En janvier 2004, Nishio C et coll. montrent que les forces de friction sont plus importantes avec les brackets en céramique classique qu'avec ceux présentant une gorge métallique.

Dans cette étude, ils comparent la friction en confrontant trois arcs (en acier, en nickel-titane et en béta-titane) avec trois brackets (en métal (Victory Series®), en céramique (Clarity®) et en céramique avec une gorge métal (Transcend®).

	Arc en acier	Arc NiTi	Arc BétaTi
CM/M	15.4%	13.3%	38.9%
C/M	30.8%	46.7%	110%
C/CM	13.3%	29.4%	52%

Légende :

- C : bracket céramique
- CM : bracket céramique avec une gorge métallique
- M : bracket métallique

Il faut lire (2^{ème} ligne, 2^{ème} colonne) : pour les arcs acier, l'utilisation d'un bracket céramique avec une gorge métallique augmente de 15,4% les forces de friction par rapport à l'utilisation d'un bracket métallique.

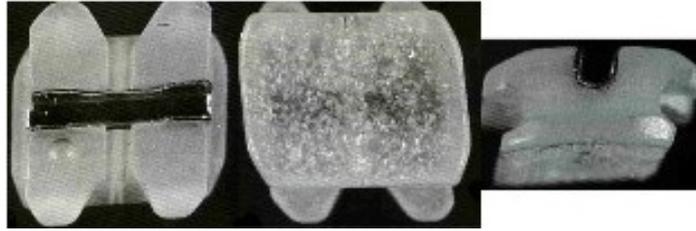
Ces chiffres sont confirmés dans de nombreuses études.(18,30,31,40)

A la même époque, Kapur Wadhwa et coll. n'observent pas de différences significatives entre les brackets céramiques (Clarity® qui possède une gorge métallique, et Contour® avec une gorge céramique mais de forme arrondie) et le bracket métallique (Miniature Twin®). En revanche, le bracket céramique (Transcend®) entraînait des phénomènes de friction supérieurs.(30)

D'après une étude du département d'orthodontie de Pavia (Italie) faite en novembre 2002, les brackets céramiques avec une gorge métallique généreraient des forces de friction significativement plus faibles que les brackets céramiques conventionnels, mais toujours supérieures aux brackets métalliques.(18)

Les arcs en béta-titane entraînent des forces de friction supérieures aux arcs en acier inoxydable et en nickel-titane, entre lesquels il n'existe pas de différence significative.

Pour pallier à cet inconvénient, les fabricants proposent différentes solutions : des attaches avec une gorge en verre (Mystic® de GAC©) ou métallique (Clarity®, 3M Unitek©....).



(Clarity®)(15)

Si l'ajout d'une gorge métallique a un effet significatif sur la diminution des phénomènes de friction, elle affecte l'esthétique car le métal donne un effet grisé au bracket.

En revanche, le bénéfice mécanique d'une gorge en verre a très peu été étudié.

1.1.3.1.3.2. Conséquences cliniques

La friction est un handicap en orthodontie. En effet, des forces légères sont optimales pour permettre le déplacement des dents. Or, l'augmentation de la friction nécessite une augmentation des forces orthodontiques et donc favorise le risque d'apparition de mouvements parasites au niveau des zones d'ancrage.

La friction engendrée par les brackets céramiques a pour conséquence directe l'augmentation de la durée du traitement si l'on utilise des forces équivalentes à celles utilisées avec des brackets métalliques.

Ainsi, en 2000, Bishara affirme que l'efficacité dans le recul canin est diminuée de 25 à 30% quand on compare les brackets en céramique avec ceux en acier inoxydable.(14)

Cependant, l'augmentation du temps de traitement est une contrainte mais ne contre-indique pas l'utilisation des brackets céramiques.

L'augmentation de la résistance à la friction peut devenir critique dans les cas nécessitant des phases de glissement important.

Le praticien doit garder à l'esprit ces phénomènes de friction pour concevoir son plan de traitement et en évaluer la durée.

1.1.3.2. Les propriétés chimiques (35,36)

La céramique est **inerte** par rapport au milieu buccal.

Elle est **biocompatible** et donc ne provoque pas d'allergie (ceci ne doit pas nous faire oublier les possibles réactions avec les produits de collage, surtout les monomères).

Contrairement aux attaches plastiques, **la céramique n'absorbe pas l'eau.**

1.1.3.3. Les propriétés optiques (3,35,36)

L'alumine monocristalline est transparente alors que la polycristalline est translucide, laquelle absorbe une partie des rayons lumineux.

Les attaches en alumine polycristalline sont d'une couleur proche de celle de la dent et sont plus ou moins opaques en fonction de la taille et de l'orientation des cristaux.

Le Romain, citant Swartz, affirme que **la translucidité et la transparence n'ont pas que des avantages car elles tendent à amplifier au niveau des ailettes la couleur des ligatures ou de l'arc.** Il faut ajouter aussi le problème esthétique des gorges métalliques qui grisent le bracket.(35)



Ligatures neuves mises en place.

De plus, il constate que les qualités optiques de la céramique ne sont pas totalement stables dans le temps. En effet, les brackets ont tendance à prendre une teinte gris-beige qui n'est choquante que dans le cas d'un bracket neuf collé à proximité d'anciens brackets. Ceci est lié au fait que **l'état de surface rugueux des brackets est propice à la rétention de plaque et aux colorations liées à l'alimentation.**

Il est donc nécessaire de réaliser un brossage soigneux des dents et des brackets après chaque repas pour éliminer tout débris alimentaire.

1.1.4. Le collage

Il n'existe pas de spécificité particulière. Comme pour le collage des boîtiers métalliques vestibulaires, il peut être direct ou indirect et suit le même protocole.

La mise en place des attaches céramiques est facilitée par la présence d'indicateurs colorés ou de jauges.

Les systèmes de collage photopolymérisable sont à préférer car ils nous donnent le temps nécessaire au positionnement des attaches, la possibilité d'éliminer les excès avant la polymérisation, et ces résines de collages ont des teintes très stables dans le temps par rapport aux systèmes autopolymérisants.

1.1.4.1. Les artifices de collage

Les brackets céramiques nécessitent des artifices de collage. En effet, la surface lisse de la céramique entraîne une très faible adhésion aux colles.

1.1.4.1.1. La rétention chimique (14,15,20,31,35,48)

Il est ajouté sur la base du bracket, du verre puis du silane qui joue le rôle d'agent couplant. La force de collage obtenue est très importante.

Même si cela permet de réduire la taille des brackets, il ne faut pas utiliser ce genre de bracket car la force de collage étant trop importante, **le risque de fracture au niveau de l'émail lors de la dépose est fortement accentué.**

En effet, les forces de collage entre l'adhésif et la céramique d'une part, et entre l'adhésif et l'émail d'autre part, sont plus importantes que les forces de cohésion entre les prismes d'émail (égales à 14,5Mpa d'après Bowen et Rodriquez, cités par Bishara).(14)

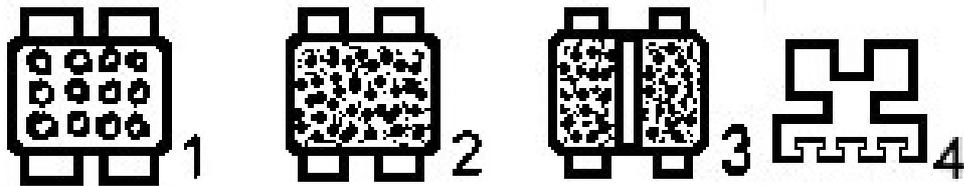
La force de collage se trouve plus importante que nécessaire.

Ce mode de rétention est donc à proscrire.

1.1.4.1.2. La rétention mécanique (3,20,35)

La rétention mécanique est assurée :

- soit par des cannelures, carrés, croix,....., taillés dans la base du bracket,
- soit des irrégularités.



Différents types de rétention mécanique.

1 : alvéoles. 2 : irrégularités. 3 : rainure verticale + irrégularités. 4 : contre-dépouilles.

Ce type de rétention offre des forces d'adhésion équivalentes à celles des brackets métalliques et est à préférer car :

- **il facilite la dépose, par rapport à la rétention chimique,**
- **il limite les effets iatrogènes en présentant un point de rupture au niveau de l'interface colle-bracket,**
- **il permet un collage suffisant pour éviter tout risque de décollement.**

1.1.5. Le problème de la dépose (3,11,14,15,23,31,33,36,56)

Azzeh et Feldon affirment qu'il y a **10 à 35% de fractures de brackets lors de la dépose** alors que les protocoles sont respectés.(11)

Quand les boîtiers sont cassés, ils ne peuvent plus être retirés avec des pinces et doivent être éliminés avec une fraise sur turbine. Ceci est long et fastidieux.

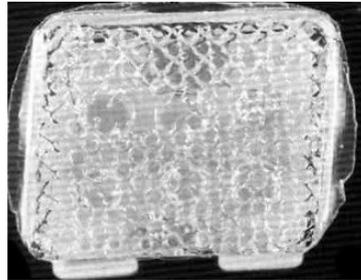
Nous avons vu précédemment que la rétention mécanique devait être préférée à la rétention chimique, afin de ne pas provoquer de lésions de l'émail.

Dans une étude menée par Fernandez L, les problèmes de lésions de l'émail semblent supprimés lorsqu'on utilise des attaches en céramique non silanisées, c'est à dire avec une rétention mécanique.(23)

La dépose des brackets céramiques sur des dents dévitalisées ou fissurées doit faire l'objet d'encore plus de précaution.

Différents artifices ont été employés sur les brackets pour faciliter la dépose :

- une base en plastique qui absorbe les contraintes et évite les fractures,



(MXI®; TP Orthodontics©)(15)

- une rainure verticale au niveau de la base (Clarity®),
- des encoches mésiales et distales permettant l'insertion des mors de la pince au plus près de l'interface colle-bracket.

Différents moyens sont proposés, dont le but est d'obtenir une rupture au sein du matériau de collage.

- L'électrothermie
(31)

Elle doit faciliter le décollage grâce à une augmentation de température au niveau de l'interface bracket-adhésif pendant qu'une force de dépose y est appliquée.

Bishara et Trulove cités par Karamousos et coll. sont favorables à cette technique qui leur semble rapide, efficace, et propice à une diminution des fractures de la céramique et de l'émail.(31)

Cependant, des études contradictoires posent le problème du risque de lésion pulpaire.

De plus, l'utilisation de ce matériel encombrant est difficile au niveau des secteurs postérieurs et le risque de faire tomber un bracket chaud dans la bouche du patient n'est pas exclu.

A-Company propose ce type de matériel (ETD instrument®) pour les brackets Starfire® ; ainsi que le fabricant Dentaaurum© (Ceramic Bracket Debonding Unit®) pour les brackets céramiques.

- Le laser

D'après Azzeh et Feldon (11), l'utilisation du laser diminuerait le temps de dépose, la force de dépose, le risque de fracture du bracket ou de l'émail.

Le laser CO₂ super-pulse serait le plus efficace.

Les brackets doivent être irradiés au niveau de leur face vestibulaire et déposés un par un.

Les risques de dommage pulpaire seraient minimales lorsque les laser sont utilisés selon les recommandations des fabricants (moins de quatre secondes à 2W pour le laser CO₂ super-pulse).

- Des agents chimiques

Dérivés de l'huile de menthe, ils ont été décrits dans la littérature comme facilitant la dépose lorsqu'ils sont appliqués autour de la base du bracket pendant une à deux minutes. GAC© et Oradent© commercialisent ces produits.(31)

L'efficacité de ces produits reste à démontrer.

- L'utilisation des ultrasons

Ce système ne semble **pas efficace**.

- Le bain d'eau chaude

Il s'agit pour le patient de faire un bain de bouche avec de l'eau chaude pendant une minute.(19)

D'après le docteur Richard qui emploie cette méthode depuis 1986, aucune fracture d'émail n'est survenue.(19)

Il s'agit ici d'une expérience très personnelle et non d'une étude scientifique.

1.1.6. Les éléments esthétiques associés aux brackets céramiques
(29,35,55)

1.1.6.1. Les arcs esthétiques

Ce sont, pour la plupart, des arcs recouverts de téflon ou de résine époxy.

Les arcs recouverts de téflon sont plus flexibles que les arcs de même nature sans téflon et donc la force restituée en est diminuée (Le Romain citant Lancer). Ceci est dû au fait que la section de l'arc métallique est diminuée de .0025inches.(35)

Il faut être précautionneux lors du façonnage de l'arc car la pince a tendance à mettre à nu le métal.

D'autres **arcs, en polycarbonate**, développés depuis peu de temps au Japon, renforcés ou non par des fibres de verre, constituent une nouvelle voie de recherche. Cependant ceux-ci **ont des propriétés mécaniques qui diminuent significativement dans le temps du fait de l'absorption d'eau**.

Dans une étude de Suwa N et coll., il a été démontré que les arcs en plastique renforcé par des fibres de verre avaient un coefficient de friction plus important utilisés avec les brackets en alumine polycristalline alors que ce coefficient était équivalent pour les brackets métalliques et les brackets monocristallins.(55)

1.1.6.2. Les ligatures métalliques esthétiques

Recouvertes de téflon, elles sont souvent trop blanches.(35)

1.1.6.3. Les ligatures et les chaînettes élastomériques

Elles sont esthétiques mais vieillissent rapidement.

Elles sont **sensibles aux attaques chimiques et aux colorations**. Elles se colorent plus ou moins vite en fonction des habitudes du patient. Celui-ci devra **éviter de fumer, de boire du thé, du café, du vin, de manger des fruits rouges et des épices, et devra avoir une très bonne hygiène**.

Ceci peut être très contraignant pour un patient adulte.



Ligatures après 3 semaines en bouche.

Elles sont **photo-sensibles**.

Il faut parfois faire le choix entre une ligature élastomérique initialement invisible mais qui devra être changée rapidement, et une ligature métallique fine, stable dans le temps mais légèrement visible.

1.1.7. Conclusion

Les brackets céramiques répondent en partie à la demande esthétique croissante des patients et sont d'une utilisation aisée pour les praticiens habitués à la technique vestibulaire.

Cependant, leur utilisation comporte certains risques qu'il faut savoir maîtriser, et ce, malgré des progrès notables. **Le patient doit en être informé**, surtout en ce qui concerne les risques liés à la dépose des brackets.

Aussi, le praticien adaptera la mécanique de traitement à l'utilisation des brackets céramiques. En effet, lors des phases de glissement, qui sont plus

longues (exemple : recul canin), une technique afriictionnelle avec un système de boucle permettra de contourner les problèmes de friction.

LES BRACKETS PLASTIQUES

1.2. Les brackets plastiques

(3,12,27,35)

1.2.1. Historique

Les attaches plastiques ont commencé à être diffusées au début des années soixante-dix, avant les attaches céramiques.

1.2.2. Les plastiques en O.D.F

Les brackets plastiques sont issus de la famille des polycarbonates ou des polyuréthanes.

1.2.3. Les propriétés des attaches plastiques

1.2.3.1. Les propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques se détériorent avec le temps.

1.2.3.1.1. La dureté

1.2.3.1.1.1. Généralités

Les attaches sont peu rigides et ne sont pas assez résistantes pour transmettre le torque.

Selon Swartz, cité par Le Romain, un bracket plastique est **5 fois moins dur** qu'un bracket métallique.(35)

Du fait du manque de rigidité, on observe à long terme une **déformation de la gorge.**

Les brackets ont tendance à s'user rapidement.

1.2.3.1.1.2. Conséquences cliniques

Ces brackets ne permettent que des mouvements de faible amplitude et qu'une utilisation de forces légères.

Il est recommandé de n'utiliser ces brackets que pour des traitements de courte durée.

Gmyrek H et coll. du fait de la perte de torque avec les brackets plastiques aimeraient que les fabricants indiquent les caractéristiques exactes de flexibilité de chacun de leurs brackets. Cela permettrait d'ajouter du torque pour compenser la perte ou de renoncer à l'utilisation de tel ou tel bracket. (27)

Mais pouvons-nous prévoir réellement le vieillissement ?

1.2.3.1.2. La friction

Elle est supérieure à celle engendrée par les boîtiers métalliques mais inférieure à celle des brackets céramiques.

Riley, cité par Bazakidou, a constaté que les ligatures métalliques ont tendance à comprimer la gorge (car il existe un manque de rigidité du plastique) et donc à augmenter les phénomènes de friction.(12)

1.2.3.2. Les propriétés chimiques

Une **absorption d'eau** est souvent constatée, et favorise la détérioration des propriétés mécaniques.

1.2.3.3. Les propriétés optiques

Elles sont initialement satisfaisantes mais sont rapidement altérées par l'apparition de colorations.

1.2.4. Le collage et la dépose

1.2.4.1. Le collage

Le protocole de collage est identique à celui des brackets métalliques. Cependant la force de collage des brackets plastiques est inférieure à celle des brackets métalliques.

1.2.4.2. La dépose

La dépose est facile et présente peu de risque pour l'émail.

1.2.5. Nouvelle expérience

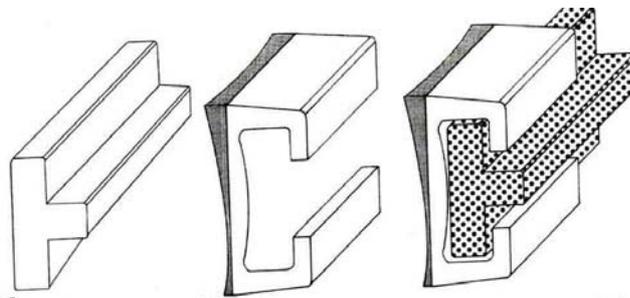
(39)

Dans un article publié en 2001 dans le JCO, Morishita Tadashi et coll., en 2001, nous exposent l'utilisation de brackets et d'arcs en polycarbonate.

Leur arc possède une section en « T » alors que le bracket présente une section en « C ».

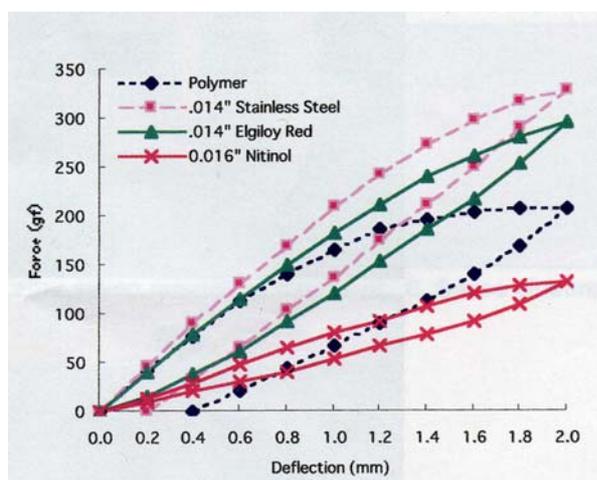
L'arc est inséré dans les brackets ,par leur face mésiale, à partir des canines vers les dents postérieures puis, clipé au niveau des brackets des incisives.

L'arc épouse la forme de la gorge du bracket et aucune ligature n'est nécessaire.



1 :L'arc en T. 2 :Le bracket plastique. 3 :Contact entre le bracket et l'arc.(39)

La force distribuée par l'arc est suffisante mais diminue plus rapidement qu'avec un arc métallique et donc celui-ci doit être changé toutes les deux ou trois semaines durant la phase de nivellement.

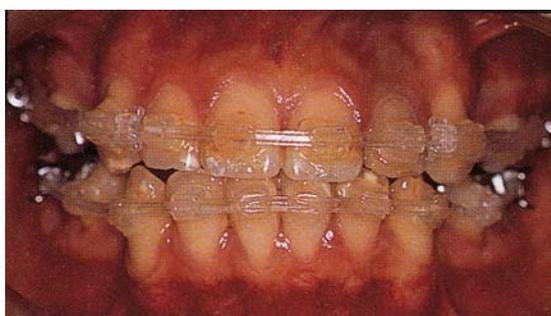


Déflexion en fonction de la force : comparaison entre différents types d'arcs.(39)

Pour les auteurs, en ce qui concerne le temps passé au fauteuil, le fait de changer l'arc plus souvent est compensé par le fait qu'aucune ligature n'est utilisée.

Ce traitement est esthétique et semble intéressant même si le système peut être amélioré. Ceci ouvre la porte à de bonnes perspectives esthétiques dans le futur.

Mais ne risquons nous pas de retrouver une partie des défauts des brackets plastiques ?



Vue des arcs et brackets en polymère en bouche.(39)

LES BRACKETS HYBRIDES

1.3. Les brackets hybrides

1.3.1. Définition

Afin d'associer les qualités des attaches céramiques à celles des brackets plastiques, et de minimiser leurs défauts, les fabricants ont conçu des attaches comportant plusieurs composants.

1.3.2. Les attaches à deux composants

1.3.2.1. Association plastique-métal (3,12)

Sur ces brackets est ajoutée une gorge métallique qui participe au renforcement de la structure du bracket.

Les mouvements de torque sont alors possibles. Cependant la souplesse de la base fait perdre de la précision.

Les phénomènes de friction sont diminués.

Les qualités mécaniques restent inférieures à celles des brackets métalliques.

1.3.2.2. Association plastique-grains de céramique (3,45)

Des particules de céramique sont adjointes à la structure plastique, les renforcent et améliorent leurs qualités optiques.

Cependant, d'après une étude, de 2004, du département d'orthodontie d'Hambourg, **l'ajout de grains de céramique ou de fibre de verre aux brackets plastiques n'amélioreraient pas la stabilité de ceux-ci lorsqu'ils sont soumis au torque.**(45)

1.3.2.3. Association plastique-fibre de verre

Comme précédemment avec les grains de céramique, des particules de fibres de verre sont adjointes à la structure plastique. **L'intérêt biomécanique reste très limité.**(45)

1.3.2.4. Association céramique-plastique (3)

Ce bracket céramique présente une base plastique qui permet de faciliter la dépose. Cependant, nous pouvons nous interroger sur la perte des informations absorbées par la base plastique, et notamment lors des mouvements de torque.

1.3.2.5. Association céramique-gorge métallique

Sur le bracket est adjointe une gorge métallique. Elle permet de diminuer les forces de friction mais altère l'esthétique du bracket.

1.3.3. Les attaches à trois composants (3)

Ce sont des attaches plastiques associées à des grains de céramique ou à des fibres de verre et présentant une gorge métallique.

En 1997, Bazakidou et coll. ont montré que les brackets plastiques chargés en grains de céramique, avec ou sans gorge métallique, présentaient des coefficients de friction semblables aux brackets métalliques et donc inférieurs aux céramiques polycristalline et monocristalline.(12)

Ceci ne concerne que les phénomènes de friction et ne doit pas nous faire oublier que les types de mouvements réalisables avec les brackets plastiques sont limités.

Il faut noter qu'en général, il est très difficile de comparer les différentes études publiées dans la littérature car les méthodes d'investigation sont presque toujours différentes.

1.3.4. Conclusion

D'après une étude réalisée par le département d'orthodontie d'Hambourg, qui compare les différents **brackets plastiques** possibles, **les seuls compatibles avec un utilisation clinique normale sont ceux présentant une gorge métallique.**(45)

LES ATTACHES LINGUALES

II. LES ATTACHES LINGUALES

2.1. Historique (3,4)

1973 : Kurz colle sur les faces linguales des dents des brackets vestibulaires modifiés.

1979 : Kurz met au point avec l'aide de la société Ormco les premières attaches à insertion horizontale.

1980 : la « Lingual Task force » est créée au Etats-unis. C'est un groupe de travail d'orthodontistes chargé de développer la technique linguale.

1981 : le TARG est construit par la firme Ormco.

1984 : le laboratoire Ormco met au point la septième génération du prototype de Kurz et le CLASS Système.

1986 :

- la société Unitek présente l'attache à insertion verticale de l'arc :le « Conceal ».

- le Groupe d'Etude d'Orthodontie Linguale (GEOL) est créée par Fillion et Altounian

1987 : Fillion met au point le TARG 2.

1989 : Fillion crée le programme DALI. Dès lors, ce programme associé au TARG 2 forme une chaîne cohérente et indissociable et se démarque du CLASS Système.

1991 : Fillion préside le premier congrès international d'orthodontie linguale à Paris.

1992 : la Société Européenne d'Orthodontie Linguale est créée (ESLO).

2.2. Les spécificités de l'orthodontie linguale

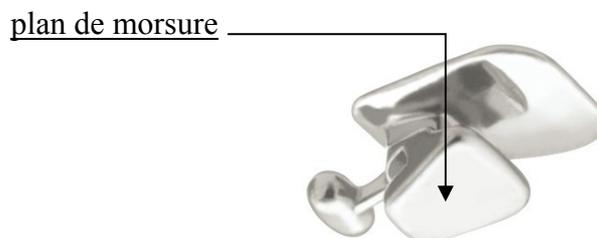
2.2.1. Le matériel

2.2.1.1. Les attaches (3)

Les attaches traditionnelles se présentent avec une insertion horizontale (Ormco©), verticale (Conceal® de chez Unitek©) ou les deux (manufacturé par le docteur Fujita). Les plus utilisées sont les attaches d'Ormco© de septième génération à insertion horizontale.

Au maxillaire :

- les attaches du groupe incisivo-canin présentent un plan de morsure,



Bracket incisivo-canin de chez Ormco©.

- les attaches des prémolaires sont des monoplots,



Bracket prémolaire (Ormco©)

- les attaches des premières molaires sont des biplots,



Bracket molaire (Ormco©).

- les deuxièmes molaires reçoivent des attaches équipées de tubes simples ou convertibles.



Bracket molaire avec fourreau transpalatin et crochet (Ormco©).



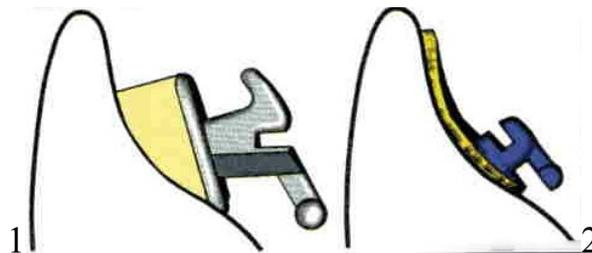
Bracket molaire avec charnière (Ormco©).

A la mandibule :

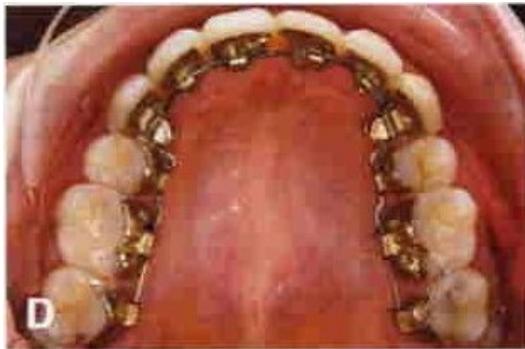
- les attaches des incisives et des canines sont des monoplots de même largeur mésio-distale,
- les attaches des prémolaires sont identiques à celles du maxillaire,
- les attaches des premières molaires sont des biplots,

- les attaches des secondes molaires sont identiques à celles du maxillaire.

De nouveaux prototypes d'attaches sont présentés régulièrement, notamment des attaches individualisées, réalisées sous assistance informatique et coulées. Wiechemann et coll. ont présenté ces nouveaux brackets qui seraient de taille plus petite et donc plus confortables, facilement repositionnables en cas de décollement et plus précis dans leur positionnement.(60)



Comparaison entre des attaches linguales standardisée(1) et individualisée(2).(60)



Vue des attaches linguales individualisées en bouche.(60)

2.2.1.2. Les bagues molaires (2,3)

Pour Altounian, l'idéal est de ne pas utiliser de bagues afin de conserver l'unité de montage du laboratoire, ceci en raison de la difficulté à reproduire fidèlement en bouche la position de la bague sur les molaires.

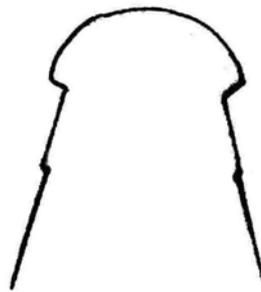
Cependant, certaines situations cliniques les rendent obligatoires.

C'est le cas, lorsque :

- il y a des décollements fréquents au niveau des premières et secondes molaires,
- la présence d'une prothèse fixée ou d'une restauration palatine ne permet pas de coller,
- un arc transpalatin ou une force extra orale est utilisé.(2)

2.2.1.3. Les arcs

Ils ont une **forme générale de champignon** avec des pliures de premier ordre en distal des canines et en mésial des premières molaires afin de compenser les différences des diamètres dentaires vestibulo-linguaux entre chaque groupe de dents. Les différences au sein d'un même groupe sont compensées au montage par le coussin de résine.



Arc lingual.

2.2.2. Le collage indirect

La précision de collage est très importante en orthodontie et en particulier, avec la technique linguale. **Seul le collage indirect nous donne la précision nécessaire.**

2.2.2.1. Particularité de l'anatomie des faces linguales (53)

La hauteur des faces linguales est inférieure de 30% à la hauteur des faces vestibulaires.

Une hauteur insuffisante est une contre-indication au collage des attaches linguales (exemple : sept millimètres sont nécessaires pour les incisives maxillaires).

Dans certains cas, il sera nécessaire de réaliser une élongation coronaire exposant plus la couronne anatomique.

Les cingulum excessifs devront être abrasés.

Les restaurations, qui ne respectent pas la forme originale de la dent et son diamètre vestibulo-lingual, doivent être refaites quand elles diffèrent de façon trop dysmorphique de la dent controlatérale.

2.2.2.2. La prise d’empreinte (2)

Le but est d’obtenir une empreinte la plus précise possible quelque soit la technique.

2.2.2.3. Les différents systèmes de positionnement des attaches linguales

2.2.2.3.1 Le TARG

- Définition : (24,25)

Le TARG (Torque Angulation Reference Guide) a été créé par la société Ormco en 1984.

Il permet le collage des attaches à une distance précise du bord occlusal de chaque dent.

Les dents sont préalablement orientées (une à une) dans l’espace par leur face vestibulaire, permettant ainsi de programmer le torque et l’angulation.

L’attache est fixée sur le plâtre par une résine chargée épousant parfaitement l’anatomie linguale de la dent.

Une fois toutes les attaches collées sur le modèle, une gouttière de transfert est confectionnée.

- Description :
(2)



Le TARG (Ormco©).

Le TARG présente un plan de travail sur lequel on a un porte-modèle monté sur une rotule qui lui permet de pivoter.

La limite gingivale de chaque dent est marquée au crayon noir.

L'axe coronaire est matérialisé sur la face vestibulaire et est prolongé jusqu'au bord libre ou la table occlusale.

Une seule couche de vernis est déposée le long des faces linguales concernées par le collage.

Une potence supporte un présentoir qui se déplace horizontalement.

Des jauges mesurent le degré d'inclinaison mésio-distale de la dent.

- Inconvénients du TARG :

Il y a une différence d'épaisseur vestibulo-linguale des dents antérieures. Ceci entraîne une distance fond de la gorge-face vestibulaire qui n'est pas identique pour les dents homologues (on peut avoir, par exemple, un cingulum plus marqué sur la 21 que sur la 11). **Afin d'obtenir un alignement correct des faces vestibulaires, de nombreuses pliures de premier ordre doivent être effectuées sur les arcs.**

2.2.2.3.2. Le TARG 2 (2,25)

- Définition :

Le TARG 2 est une amélioration du TARG réalisé par Fillion en 1987.



Le TARG 2 (Ormco©).

- Description :

Sur l'axe central du TARG est ajouté un pied à coulisse avec deux lames horizontales ; l'une s'engage dans la gorge, l'autre s'appuie sur la face vestibulaire.

A la hauteur de collage choisie, l'AME (Appareil de Mesure des Epaisseurs) indique les épaisseurs des six dents antérieures (supérieures et inférieures). L'épaisseur la plus grande est choisie comme épaisseur commune.

Une résine macrochargée est placée sur la base des attaches et compense le manque d'épaisseur. Les attaches sont véritablement posées sur des coussinets de résine d'épaisseur différente.

Pour les prémolaires et les molaires, les épaisseurs ne sont pas uniformisées mais relevées par le technicien lors du collage.

- Avantages :

Il n'y a pas de set-up. Le montage se fait directement sur le modèle de malocclusion, mais ceci est aussi un inconvénient (ex : dents en rotation extrême) dont nous parlerons plus loin.

Ce système est précis car il n'y a pas de transfert, ni de duplicata.

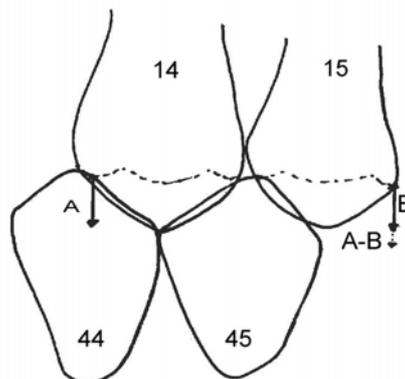
Le collage en bouche se fait avec des résines non chargées.

C'est un système qui est réalisable en continu par un seul technicien.

Compétence et minutie sont indispensables. Pour faciliter le positionnement de l'attache et augmenter sa précision, il faut employer une résine macrochargée photopolymérisable.

- Inconvénients :

Il est difficile d'obtenir un bon engrènement latéral des dents car la hauteur de positionnement des attaches n'est pas facile à apprécier. Pour obtenir une occlusion engrenante, le technicien devra aligner les crêtes marginales des prémolaires et molaires maxillaires. En effet, il est nécessaire de mesurer les distances cuspide-crête marginale A et B des prémolaires supérieures et d'ajouter la différence A-B à la hauteur de collage de la première prémolaire supérieure. Le niveau zéro est représenté par les cuspidés vestibulaires des prémolaires et molaires.(cf. schéma ci-après)



A : distance cuspidé-crête de la 14. B : distance cuspidé-crête de la 15.
(D'après ALTOUNIAN)(2).

Il ne permet pas de coller sur des faces palatines difficilement accessibles comme les canines vestibulaires hautes ou les latérales dans les CLII₂. Nous sommes alors obligé de refaire une empreinte une fois les faces palatines accessibles et dégagées.

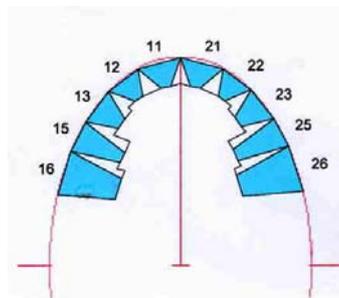
- Le TARG 2 et le programme DALI :

Le programme DALI (Dessin Arc Lingual Informatisé) permet le dessin précis de l'arc lingual et des pliures de premier ordre dans les secteurs canins, prémolaires et molaires.

La première étape consiste à photocopier l'arcade avant traitement. Un calque est posé sur la photocopie. Le dessin est réalisé sur le calque selon la forme d'arcade que l'on souhaite obtenir.

Sur le tracé de l'arcade, transféré sur l'écran, vient se positionner chaque dent et son attache, sous forme d'un trapèze dont la forme est schématisée par la largeur de la dent, la largeur de la gorge et par l'épaisseur fond de gorge/face vestibulaire.

Le programme trace l'arc tangent aux trapèzes.



Tracé de l'arc tangent aux trapèzes.

Cas avec extraction des premières prémolaires maxillaires (cf. photo ci-après).

Le tracé est très précis et permet de préformer tous les arcs sauf les arcs de début de traitement qui sont préparés à partir d'une photocopie des attaches collées sur le modèle de départ. On obtient progressivement, le bon positionnement des dents.



Photocopie des attaches collées.

2.2.2.3.3. Le CLASS

- Définition : (3)

C'est un protocole de collage indirect conçu à partir d'une maquette prévisionnelle ou set-up.

Le CLASS (Customized Lingual Appliance Set-up Service) a été élaboré par Newhart et les laboratoiresOrmco.

- Description : (25)

Un set-up de fin de traitement est réalisé à partir d'un duplicata des moulages envoyés par le praticien.

Le montage des dents du set-up est effectué à l'aide du TARG par le technicien selon la prescription du praticien en ce qui concerne l'angulation et le torque.

Chaque arcade est orientée de sorte que le plan d'occlusion soit horizontal.

Les attaches sont placées et collées de telle façon que toutes les gorges soient alignées et qu'un arc pleine taille puisse être engagé passivement.

Une fine plaque thermoformée est appliquée sur les attaches. Celle-ci est découpée entre chaque attache formant des mini-coques.

Le transfert des attaches s'effectue du set-up aux moulages d'avant traitement grâce aux mini-coques.

De petits pertuis sont creusés sur les faces linguales des dents des moulages pour faciliter le positionnement des attaches prises dans les mini-coques.

Ceci entraîne la formation d'un petit monticule de résine qui sera éliminé à la fraise après la confection de la gouttière de transfert.

L'engrènement idéal est obtenu sur le set-up.

Les attaches supérieures sont toujours positionnées au laboratoire à la distance la plus éloignée du bord incisif.

La compensation des différences d'épaisseur fond de gorge/face vestibulaire n'existe que pour les quatre incisives supérieures donc des pliures de premier ordre sont systématiques entre latérales et canines.

- Avantages :

Le technicien visualise l'effet de la programmation sur les couronnes des dents des deux arcades.

D'emblée un engrènement latéral est obtenu.

Ce système permet d'obtenir la forme finale d'arcade et par photographie permet d'avoir un dessin approximatif des arcs.

Il peut incorporer dans son protocole l'uniformisation des distances fond de gorge/face vestibulaire des quatre incisives maxillaires en

utilisant une lame qui maintient les attaches sur une courbe approximativement identique à celle du contour vestibulaire de la maquette prévisionnelle.

- Inconvénients :

En cas d'hypercorrection au niveau du torque antérieur, des rotations et des angulations (c'est à dire quand il y a des extractions de prémolaires), le set-up ne peut être utilisé pour préfigurer le résultat final.

L'élaboration est longue, pendant les semaines de réalisation du set-up et de la gouttière de transfert, il est recommandé de porter une plaque de contention thermoformée lorsque le risque de déplacement des dents, même minime, existe.

2.2.2.4. Réalisation d'une gouttière de transfert

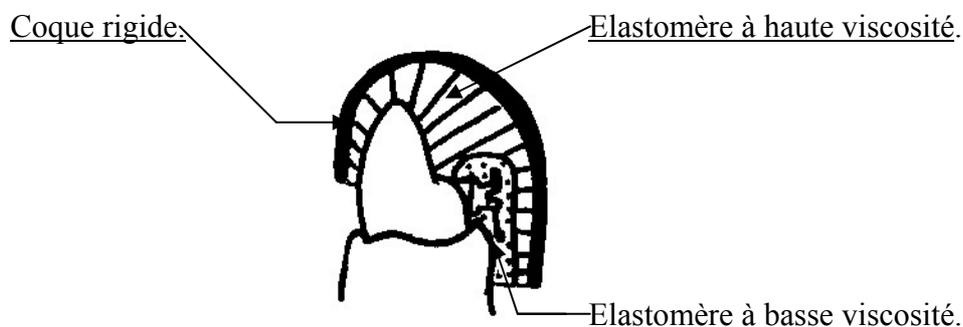
Cette gouttière permet le transfert en bouche des attaches selon le positionnement réalisé au laboratoire.

2.2.2.4.1. La clé de transfert avec le TARG (2)

2.2.2.4.1.1. La gouttière mixte étendue

Elle s'étend de la deuxième molaire d'un côté à la deuxième molaire de l'autre.

Elle est composée de trois étages.



Gouttière mixte étendue (d'après Altounian).(2)

Le premier étage est fait d'un élastomère à basse viscosité qui recouvre seulement l'attache et la zone concernée par le collage. Il fige la position

des attaches par rapport aux structures dentaires et facilite le retrait de la gouttière en un seul temps.

Le deuxième étage, après durcissement de la première couche, est composé d'un élastomère à haute viscosité qui est malaxé et mis en place sur les trois faces dentaires. Il limite l'enfoncement de la clé de transfert au moment de sa mise en place.

Cette clé est retirée et les excédents de matériaux sont découpés.

Cette clé est recouverte d'un troisième étage. Il s'agit d'une coque rigide de matériau thermoformé qui permet à l'orthodontiste d'exercer une pression importante répartie uniformément.

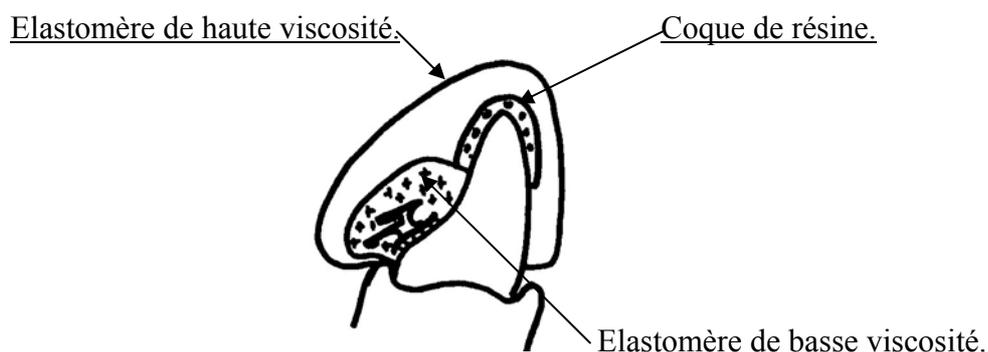
Une section de la clé en deux ou trois éléments est à privilégier en cas de champ opératoire difficile à mettre en place ou, si les malpositions entraînent un axe d'insertion incompatible avec l'axe général.

2.2.2.4.1.2. La gouttière mixte unitaire

Elle sert à recoller une attache.

Sur le modèle de départ, nous reprogrammons le TARG suivant la fiche du patient.

Elle est constituée de trois étages.



Gouttière mixte unitaire (d'après Altounian).(2)

Le premier étage est comme précédemment constitué d'un élastomère de basse viscosité.

Le deuxième étage est une coque de résine qui recouvre la partie dégagée de la face linguale, le bord libre et la face vestibulaire jusqu'à la ligne de plus grand contour.

Le troisième étage est un élastomère de haute viscosité qui recouvre l'élastomère de basse viscosité, la coque de résine et la face vestibulaire. Il réunit ainsi les deux premiers matériaux.

2.2.2.5. Le collage

2.2.2.5.1. Mise en place d'un champ opératoire

Des écarte-joues seront utilisés. Ils peuvent maintenir des écrans salivaires chargés d'absorber la sécrétion parotidienne.

A l'arcade supérieure, le patient positionne sa tête en extension.

Des moyens absorbants tels une aspiration puissante, des rouleaux de coton armés ou non et le rétracteur lingual de Kurz sont utilisés, surtout lors du collage mandibulaire.

2.2.2.5.2. Le collage proprement dit (25)

Le collage autopolymérisable :

Le jour du collage, les surfaces dentaires sont préparées avec une pâte abrasive grâce à une cupule ou mieux, par microabrasion..

Les surfaces de collage sont ensuite mordancées, puis rincées abondamment et séchées avec un air sec.

Une couche d'adhésif est mise en place sur l'émail et photopolymérisée, puis une résine autopolymérisable non chargée est déposée sur les bases préencollées.

La gouttière est mise en place sur les dents. Elle est appliquée fermement et de façon perpendiculaire aux surfaces mordancées.

Lors du maintien de la gouttière, une pression constante est exercée pendant quatre minutes.

Un collage simultané des attaches linguales est obtenu. Cependant, en cas de difficulté, la gouttière peut être sectionnée et le collage fait en plusieurs parties.

Toutes les modifications des restaurations ou de l'émail doivent être faites avant la prise d'empreinte. La mise en place des séparateurs pour préparer l'insertion des bagues et les extractions sont à faire après le collage.

Le collage photopolymérisable :

Aujourd'hui, il existe des gouttières en silicone transparent qui permettent un collage par photopolymérisation. Le temps de polymérisation est alors diminué.

2.3. Les aspects cliniques du traitement lingual (13)

2.3.1. La visibilité réduite

2.3.1.1. Le patient

Le patient est allongé, la tête en hyper extension. Cette position augmente le risque de déglutition de corps étranger et est peu confortable. De plus, les séances sont plus longues en technique linguale.

2.3.1.2. Le praticien

L'utilisation d'un fauteuil très mobile est recommandée.

Au maxillaire, en ce qui concerne le secteur antérieur, le praticien devra se mettre à midi par rapport au patient et utiliser un miroir pour une vision indirecte. Cependant, dans certains cas, il devra se pencher car l'utilisation de pinces nécessitera l'usage des deux mains empêchant la vision indirecte.

Pour le secteur latéral, le praticien se positionne à sept ou huit heures alors que le patient tourne la tête à droite ou à gauche.

A la mandibule, on a une vision directe sur les faces linguales des incisives quand on est au dessus du patient, celui-ci étant en position assise.

Pour le secteur latéral, comme au maxillaire, on fait tourner la tête du patient à droite et à gauche alors que l'on est au dessus de lui.

Quoi qu'il en soit, l'orthodontie linguale amène le praticien à prendre des positions peu ergonomiques.

2.3.1.3. L'éclairage

L'éclairage, de la cavité buccale, doit être mobile et peu encombrant. Les scialytiques sont peu adaptés.

Le faisceau lumineux est orienté à la verticale, de haut en bas, pour la mandibule, alors qu'au maxillaire le faisceau se situe de bas en haut presque à l'horizontale.

2.3.2. L'hygiène (25,47,53)

Le maintien d'une bonne hygiène est difficile.

L'accès n'est pas facile et la proximité des attaches avec la gencive marginale rend le nettoyage compliqué. Les attaches linguales sont placées près du bord gingival idéalement à 1,5 mm mais souvent cela n'est pas possible et l'écart est moindre.

L'hygiène ne doit faire l'objet d'aucun compromis.

Les patients doivent être éduqués et motivés. Une hygiène médiocre et des couronnes cliniques courtes sont des facteurs défavorables à la technique linguale voire des contre-indications.

Une préparation parodontale, quand elle est nécessaire, doit être réalisée au préalable.

Il faut savoir que les patients appareillés ont un taux de salivation qui augmente significativement. Ceci est favorable à la prévention des caries.

Il faut utiliser des attaches minutieusement préencollées sans débordement et ne coller en bouche qu'avec des résines liquides non chargées, dans le but de contrôler au maximum les débords de résine.

L'usage de brossettes interdentaires, d'un hydropulseur, de soie dentaire est recommandé.

Un régime fluoré, et une prophylaxie régulière sont souhaitables.

2.3.3. La phase d'adaptation(4,25,28,47,53)

Cette phase dépend de la tolérance du patient.

Le patient va être confronté à des **troubles de l'élocution, de la mastication et à des irritations de la langue.**

Les problèmes de mastication sont en rapport avec l'inclusion provoquée par les plans de morsure des attaches antérieures. La désocclusion postérieure perturbe la mastication et une alimentation dure est impossible pendant les premières semaines.

Des contacts prématurés sur les attaches antérieures maxillaires peuvent entraîner une forte gêne ou des décollements successifs. Une surélévation postérieure (cales en composite, par exemple) doit alors être maintenue jusqu'à ce que l'alignement antérieur soit obtenu et que les contacts incisifs soient repartis sur toutes les attaches supérieures.

Les difficultés de phonation apparaissent dès que l'arcade supérieure est équipée et sont d'autant plus importants que l'arcade est étroite. Les chuintements ou zézaiements durent de une à huit semaines.

Pour limiter ces inconvénients, certaines précautions sont à prendre.

- Il est parfois préférable de n'équiper qu'**une arcade à la fois.**
- Il faut préparer psychologiquement le patient. Il doit être informé de façon claire et détaillée. Ceci est rappelé par Hohoff, dans une étude sur le confort oral, l'hygiène et la fonction, chez des patients porteurs de brackets linguaux.(28)
- L'utilisation d'un premier arc peu actif est recommandée. Il faut éviter de laisser les brackets sans l'arc, car en cas de décollement, on risque de perdre le bracket.

- Une protection sur les attaches, tel un pansement parodontal photopolymérisable, est utilisable afin de diminuer les problèmes d'irritation et d'élocution.
- Le patient doit, au début, adopter une nourriture molle.

Chez l'adolescent, la phase d'adaptation est plus courte.

Cependant, une fois la phase d'adaptation finie, **l'orthodontie linguale s'oublie**, contrairement aux attaches vestibulaires.

2.3.4. Les phases du traitement

Nous présentons, ci-dessous, la chronologie d'un cas clinique avec extractions de prémolaires. (25,26)

- Phase d'alignement du secteur incisivo-canin :

Recul léger des canines et alignement des incisives

- Phase de torque :

Orientation des dents dans le sens vestibulo-palatin

- Phase de recul du bloc incisivo-canin :

L'arcade est sectionnée en trois parties : une partie antérieure composée des incisives et des canines, deux parties latérales composées d'une prémolaire et des deux molaires. Dans chaque partie, les dents sont solidarisées entre elles, par une ligature métallique en huit.

Le recul se fait en masse et l'ancrage est assuré par les secteurs latéraux. L'ancrage est amélioré par une angulation molaire de 6° programmée au laboratoire. La force de recul doit être idéalement continue et constante. Les ressorts ou boucles sont à ce niveau plus efficaces que les chaînettes élastiques. En effet, lors de l'utilisation de chaînettes élastiques, la direction de traction n'est souvent pas optimale, et la force délivrée décroît très rapidement avec le risque de devenir insuffisante.

- Phase de finition :

Il existe souvent de nombreuses imperfections et cette phase est souvent plus longue et fastidieuse qu'en technique vestibulaire.

2.4. Indications et contre-indications

2.4.1. Indications (26,47)

- Elles sont identiques à celles de l'orthodontie vestibulaire.
- Scuzzo et KyotoTakemoto (47) séparent les indications en deux séries de cas :
 - les cas idéaux :
 - les diastèmes,
 - les Cl_I avec encombrement mineur,
 - les Cl_{II} avec extractions de prémolaires supérieures,
 - les cas de supraclusion,
 - les cas difficiles :
 - les cas avec extractions de quatre prémolaires,
 - les articulés postérieurs inversés,
 - les cas chirurgicaux,
 - les cas avec béance,
 - les rotations postérieures mandibulaires.

2.4.2 Contre-indications (4,25,47,53)

La technique linguale est contre-indiquée :

- chez l'enfant, car la surface amélaire est limitée et l'adhérence est faible,
- **en cas de manque d'hygiène,**

- si la hauteur de la couronne clinique est faible, notamment lorsque les dents sont abrasées, (et quand l'élongation coronaire n'est pas envisageable),
- en présence de nombreux bridges, comme pour l'orthodontie vestibulaire.

2.5. Avantages et inconvénients

2.5.1. Avantages (3,4,25,47,53,54)

- **C'est la seule technique multibagues invisible.**



Patiente avec un traitement lingual en cours (bracket Ormco©).

- Lors des mouvements d'ingression, le fait d'avoir des coussinets de résine au niveau des attaches, éloigne la dent du fond de la gorge de l'attache, dans le sens vestibulo-lingual. Ainsi, **l'arc passe plus près du centre de résistance des incisives et des canines maxillaires et l'ingression est donc réalisée dans l'axe de la dent.**
- Le désengrènement postérieur provoqué par les plans de morsure des attaches est apprécié en cas de troubles dysfonctionnels de l'A.T.M d'origine musculaire.
- **La technique est très efficace dans les cas de supraclusion.** En effet, les plans de morsure provoquent une béance postérieure, ce qui est très favorable, chez les brachy-faciaux. On a ainsi, une ingression du secteur antérieur avec une légère égression des molaires mandibulaires.

- En présence de béances latérale ou antérieure, l'utilisation d'élastiques intermaxillaires empêche l'interposition linguale en faisant écran et donc facilite doublement l'égression dentaire et l'obtention de l'engrènement.
- En début de traitement, dans les cas de Cl_{II2} , où les incisives centrales maxillaires sont en version palatine, le plan de morsure provoque une correction rapide de la supraclusion concomitante à celle de l'alignement. Une fois la position atteinte, la force de version coronovestibulaire devient indésirable et doit être contrôlée. Le contrôle de la longueur d'arcade se fait par une pliure distale au niveau de la dernière dent appareillée ou par le blocage de la distance intercanine en ajustant la pliure de compensation de premier ordre, juste distalement à l'attache canine.

2.5.2. Inconvénients (4,24,25,38,41,47,53)

Les inconvénients, pour le patient, sont :

- la phase d'adaptation,
- le coût,
- l'hygiène, plus difficile à gérer.

Pour le praticien :

- Une formation supplémentaire est nécessaire.
- Une nouvelle gestuelle et de nouveaux repères nécessitent une phase d'adaptation.
- Le temps au fauteuil est plus long.
- La notion d'urgence apparaît : irritation de la langue, blessure, décollement...

- **Une chaîne prothétique adaptée est nécessaire** : il existe une dépendance entre le laboratoire et le cabinet d'orthodontie.
- Les cas avec extractions sont plus difficiles à traiter en technique linguale qu'en technique vestibulaire. On préférera alors, lorsque cela sera possible, la conservation des dents associée à des réductions amélaire.
- En pratique, le temps de traitement en orthodontie linguale est légèrement plus long. Ceci est lié au problème de positionnement des attaches, en cas de décollement, et à la compétence du praticien, aux difficultés biomécanique que nous allons aborder.

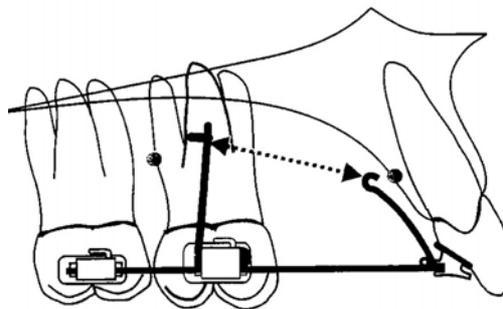
Sur le plan biomécanique :

- L'ouverture de l'articulé peut aggraver ou créer le décalage antéropostérieur que l'on devra maîtriser en utilisant des élastiques intermaxillaires.
- L'ouverture de l'articulé n'est pas toujours désirable. Si la valeur de l'angle du plan mandibulaire est élevée, l'ouverture peut compliquer le cas. Ainsi, dans une Cl_I avec un surplomb excessif ou un encombrement antérieur au maxillaire, la rotation mandibulaire peut produire une occlusion de Cl_{II} et il est parfois nécessaire d'extraire des prémolaires supérieures pour rétablir le guide antérieur.
- **Dans la correction des rotations avec les attaches linguales, les dents se déplacent du côté lingual. Elles réduisent donc l'espace interdentaire nécessaire pour effectuer leur rotation. On dit qu'elle se déplace en diminuant leur rayon de courbure. Il faut donc ouvrir l'espace avant de corriger les rotations.**
- **Pendant le recul du bloc incisivo canin, une difficulté réside dans le contrôle du « bowing effect ».** Cet effet provoque différents mouvements :
 - la lingualisation des incisives,
 - la mésialisation des molaires,
 - l'apparition d'un open-bite postérieur,
 - l'expansion au niveau des prémolaires.

Ceci est particulièrement visible à l'arcade maxillaire. A la mandibule, l'effet est mineur car l'ancrage est de meilleure qualité (corticales plus épaisses).

Pour limiter ces effets indésirables, certains impératifs sont à respecter :

- il faut cintrer l'arc .016'' - .022'' en acier, dans les sens horizontal et vertical, sinon il y a un risque d'apparition de récessions gingivales, surtout au niveau des prémolaires,
 - il faut établir le torque avant le recul des dents antérieures,
 - il ne faut pas utiliser d'arc rond pour le recul antérieur,
 - il faut réaliser un recul en masse du bloc incisivo-canin.
- **Le contrôle du torque des dents antérieures est difficile, notamment à cause de la diminution des distances interbrackets et des très légères variations possibles dans la hauteur de positionnement des attaches.**(38). Park et coll. ont décrit un système de bras de levier mécanique dont la force passe par le centre de résistance permettant un recul en parfaite translation des dents antérieures maxillaires.(41)



Bras de levier de Park et coll.(41)

- La **phase de finition est souvent un peu plus longue** qu'en vestibulaire. Ceci est lié directement à la qualité du positionnement des attaches. Sur ce point, le TARG 2 a amélioré la qualité du positionnement des brackets linguaux.

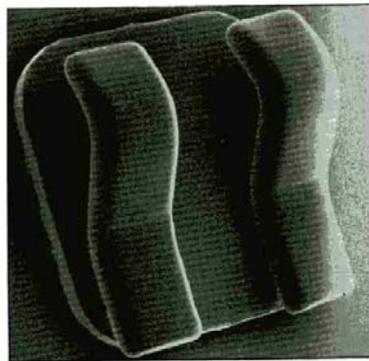
2.6 Les attaches linguales de Philippe (38)

2.6.1. Définition

Ce sont des brackets que l'on colle directement sur les surfaces linguales des dents.

Ils ne permettent que des mouvements de premier ou de second ordre. Quatre sortes de brackets sont disponibles.

2.6.2. Description



Bracket lingual de PHILIPPE.(38)

A la mandibule, le placement des brackets se fait à l'aide d'une jauge, tandis qu'au maxillaire un guide indiquant le grand axe des dents et la hauteur de positionnement est souvent nécessaire pour pallier le manque de visibilité et éviter les interférences occlusales.

Le plus souvent, ce type de brackets est utilisé de canine à canine, même si un collage total est théoriquement possible.



(38).

Les ailes des brackets sont écartées à l'aide d'une spatule à bouche afin de mettre en place l'arc. Les ailes sont facilement refermées à l'aide d'une pince. Un coton est mis dans le vestibule de telle sorte qu'il s'interpose entre l'un des mors de la pince d'une part et la face vestibulaire de la dent d'autre part.

Comme les brackets sont fixés sans set-up, l'arc doit être adapté à la denture du patient.

2.6.3. Indications

L'utilisation clinique doit être limitée à :

- la contention (attention, cela est un peu volumineux !),
- la fermeture d'espace mineur,
- l'intrusion mineure,
- la correction d'une dent mal alignée ou d'encombrement mineur et ce, spécifiquement à l'arcade mandibulaire.

LES GOUTTIERES

LE SYSTEME ESSIX

III. LES GOUTTIERES

3.1. Le système Essix

3.1.1. Introduction

Ce système de gouttières transparentes, amovibles, faciles à réaliser et thermoformées permet des mouvements dentaires mineurs.



Gouttières ESSIX en bouche.(50)

3.1.2. Historique (37,43)

Le système Essix a été développé par Sheridan et ses collaborateurs, et introduit en 1993 comme une alternative, peu coûteuse, aux traditionnelles contentions fixes et amovibles.

Depuis, les possibilités ne cessent de s'accroître.

3.1.3. Méthode de réalisation

Les méthodes divergent légèrement en fonction de la destination de la gouttière.

Le principe général repose sur le thermoformage sous vide d'une feuille plastique de la famille des copolyesters.

Différentes feuilles de plastique sont proposées en fonction de l'utilisation des gouttières(Essix C+ ; Essix A+ ; Essix Embrace ; Essix U-C-Me).

Elles ont des épaisseurs qui varient de 3 à 0,5mm.

Il faut savoir que le thermoformage entraîne une diminution de la moitié de l'épaisseur de la feuille plastique.

Le thermoformage se fait sur un modèle en plâtre pierre coulé à partir d'une empreinte précise réalisée avec la technique du double mélange (wash technique).

L'adaptation de la gouttière doit être parfaite au niveau des points de contacts afin d'assurer une stabilité optimale.



Gouttière Essix (laboratoire Rouvre).

Selon les déplacements à réaliser, différents artifices peuvent être adjoints :

- le collage de bouton pression,
- des encoches dans le plastique,
- des ergots réalisés à l'aide d'une des pinces Hilliard,



(10)

- des fenêtres(morceaux de plastique découpés),



(51)

- des fils métalliques,
- des renforts en résine acrylique...

3.1.4. Indications et contre-indications

3.1.4.1. Indications (10,42,43,50,51,52,57)

Les gouttières Essix sont indiquées pour:

- la contention de canine à canine haut et bas,
- la stabilisation des secteurs postérieurs maxillaires,
- la réalisation de mouvements dentaires de faible amplitude,
- la réalisation de mouvements de traction avec des élastiques de Cl_{II} ou de Cl_{III} situés entre deux gouttières recouvrant complètement les arcades, ou entre une gouttière et un appareillage fixe ou entre une gouttière et un masque facial,
- l'intrusion dentaire,
- guider l'éruption d'une dent,
- la réalisation d'un ancrage antérieur,
- la correction d'un cross-bite d'une dent,
- l'expansion palatine dans la correction d'un cross-bite bilatéral postérieur,

- la mise en place d'une canine ectopique,
- les corrections d'habitudes néfastes (barrières anti-pouce ou linguale),
- le maintien d'espace,
- l'obtention d'un plan de morsure.

Le système Essix doit être choisi en deuxième intention après le refus d'utilisation d'une technique fixe, quelle qu'en soit la raison (refus du patient...). En effet, la meilleure façon d'aligner les dents reste le système d'attaches fixes.

3.1.4.2. Contre-indications (51)

Le système est contre-indiqué lorsque :

- le patient n'est pas coopérant,
- l'hygiène n'est pas irréprochable,
- les **mouvements dentaires sont supérieurs à 3mm** (avec la méthode des fenêtres et des ergots).

3.1.5. Utilisation clinique

3.1.5.1. Réalisation d'un mouvement mineur d'alignement

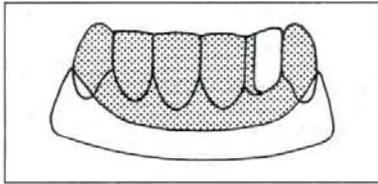
(51)

De tels mouvements s'observent dans le traitement de la récurrence d'une incisive mandibulaire, par exemple.

Une gouttière de canine à canine, à la mandibule, est réalisée.

La force nécessaire au repositionnement de la dent est obtenue grâce à un ergot qui, placé au bon endroit, exerce une pression.

Une fenêtre est réalisée dans la gouttière pour ménager l'espace nécessaire au déplacement de la dent.



Une fenêtre permet le déplacement de la dent dans sa partie distale.
Le côté mésial de la dent est retenu par la gouttière tandis qu'en disto-lingual une force est appliquée grâce à un ergot.(51)

L'ergot est réalisé avec un instrument spécial, le « divoter », qui possède une extrémité chauffante, avec un bout rond d'une section de 1,5mm.

Etant donné que l'ergot a une longueur de 1mm, la dent sera mobilisée d'une amplitude équivalente. Une fois la fin de ce mouvement, l'ergot doit être augmenté de longueur pour déplacer la dent à nouveau.

Le déplacement de la dent se fait donc de 1mm en 1mm mais doit se limiter à 3mm(au delà, c'est une contre-indication).

Si l'ergot est placé incisalemment, on aura plus de version (tipping).

S'il est placé gingivalemment on aura un mouvement de translation.

S'il est placé distalement par rapport à l'axe vertical de rotation, on aura une rotation mésiale, et inversement s'il est placé mésialement.

Un mouvement de torque peut être obtenu si deux ergots sont placés de part et d'autre de la dent, l'un incisalemment et l'autre gingivalemment.

Cette méthode peut être associée au stripping dans les cas présentant un encombrement.

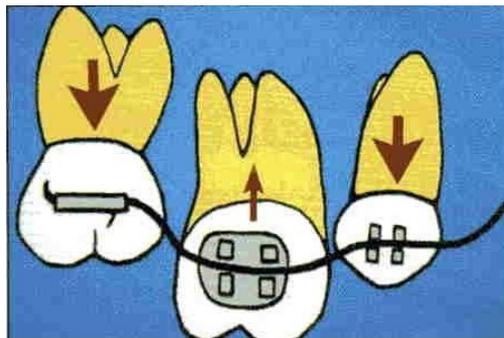
3.1.5.2. Réalisation d'un mouvement d'ingression (10)



Ingression de la 13.(10)

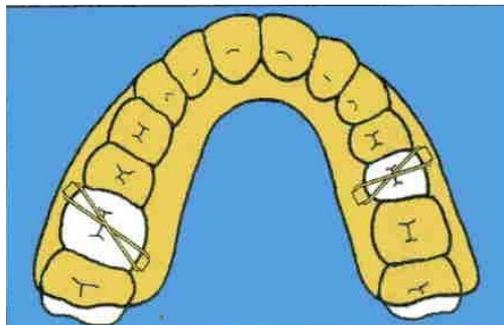
Il est intéressant d'utiliser ce type de gouttière pour l'intrusion d'une ou deux dents.

En effet, lors de l'utilisation de techniques fixes, les forces nécessaires à l'intrusion d'une dent ont tendance à extruder les dents adjacentes.



Extrusion des dents adjacentes.(10)

Une gouttière plus ou moins étendue, selon les cas, est réalisée. En regard des dents extrusées, une fenêtre est réalisée et de part et d'autre de la dent un élastique est fixé. Celui-ci passe par le centre de la face occlusale.



Gouttière ESSIX d'intrusion.(10)

La gouttière d'intrusion est portée 24h/24, sauf pendant les repas et le temps de son nettoyage.

3.1.5.3. Réalisation d'un ancrage antérieur

Au maxillaire, afin de renforcer l'ancrage antérieur dans les cas de recul des molaires, une gouttière est réalisée de première prémolaire à première prémolaire alors qu'en postérieur des brackets sont placées sur les dents.

3.1.5.4. Réalisation d'une contention (50)

La contention est réalisée de canine à canine.

Si la contention ne concerne que la mandibule, elle est portée, au début, 24h/24 pendant 2 semaines, puis uniquement la nuit.

Si elle concerne les deux arcades, pendant les quatre premières semaines, celle du bas est portée pendant la journée, alors que celle du haut est portée la nuit. Ensuite, elles sont portées, en même temps, la nuit (d'après Sheridan).

3.1.5.5. Avantages

Le système Essix :

- est **simple d'utilisation**,
- est peu coûteux (une fois le matériel amorti),
- est **esthétique**,
- permet un court temps de travail au fauteuil,
- donne la possibilité de maintenir facilement une hygiène satisfaisante (dispositif amovible).

3.1.5.6. Inconvénients (49)

- **Les mouvements sont limités**

- Il existe un risque d'apparition d'une béance antérieure dans le cas des contentions de canines à canines(même si les gouttières ne sont portées que la nuit)
- Un risque important de déminéralisation des dents est à craindre si le patient boit des boissons acides(du type des colas), la gouttière jouant le rôle de réservoir d'acide. Le patient doit être prévenu et doit rincer

gouttière et bouche, après chaque prise de boissons (voir ci dessous Invisalign).

- Un contact prématuré sur les dents postérieures peut provoquer une béance antérieure (voir ci dessous Invisalign). Ainsi dans le cas de gouttières à recouvrement total, celles-ci doivent être équilibrées.

LE SYSTEME INVISALIGN

3.2. Le système Invisalign

3.2.1. Introduction

Le système Invisalign repose sur une série de gouttières thermoformées permettant des déplacements dentaires. La réalisation de celles-ci est assistée par ordinateur.

3.2.2. Historique (62)

En 1945, Kesling décrit l'utilisation d'un tooth positioner permettant des mouvements dentaires sans arc, ni bague.

Peu après, des systèmes de gouttière assurant une contention non visible ont décrit.

Le système Essix quant à lui permet aussi des mouvements dentaires mineurs (2 à 3 mm). Il s'agit d'aligneurs fabriqués à partir de modèles en plâtre. Ces aligneurs sont modifiés en créant de petits ergots, qui exercent une force sur une dent à la fois. Ils présentent également une fenêtre, qui ménage un espace dans lequel la dent pourra bouger.

Le système Invisalign s'inspire de ces différentes techniques en y ajoutant une assistance informatique. Le système est commercialisé depuis 1997.

3.2.3. Méthode de réalisation des aligneurs (34,61,62)

Pour chaque patient, l'orthodontiste doit fournir :

- des empreintes en silicone,

- une cire d'occlusion en relation centrée,
- une radiographie panoramique,
- une téléradiographie de profil,
- des photographies endobuccales et exobuccales.

Ensuite, soit à partir de l'empreinte, soit à partir du modèle en plâtre issu de cette empreinte, un modèle virtuel est réalisé.

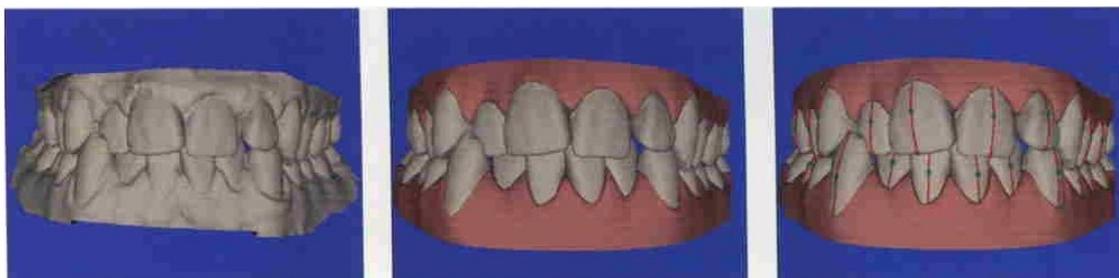
L'empreinte ou le modèle est mis en place sur une plate-forme qui tourne sur 360° en face d'un rayon X.

Des centaines de radiographies sont prises, grâce au (CT) scanner, puis converties en images appelées « sinogram ».

Ces images, après de nombreux calculs mathématiques, permettent la réalisation d'un modèle d'étude virtuel en 3D.

Le modèle maxillaire est mis en place sur le modèle mandibulaire en occlusion de relation centrée.

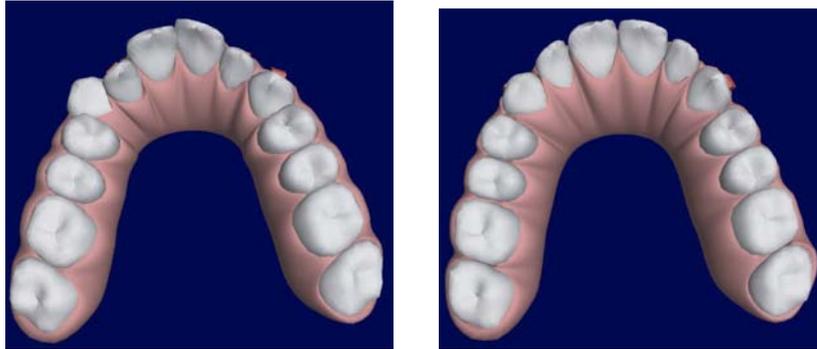
Les dents sont individualisées et la gencive est marquée grâce à des logiciels spécifiques.



Modèle en plâtre numérisé. Simulation de la gencive. Tracé des axes des couronnes.
(34)

A partir de ces modèles d'étude virtuels, un traitement virtuel, appelé « ClinCheck », est établi.

On visualise en 3D les mouvements dentaires nécessaires pour arriver à la situation finale, conforme à la prescription de l'orthodontiste.



Visualisation en 3D des mouvements dentaires (photos d'Invisalign©).

Les mouvements dentaires sont obtenus par étapes successives, et à chaque étape correspond une gouttière plastique (ou aligneur).

Ces mouvements sont programmés pour qu'il n'y ait aucune interférence occlusale ou interproximale.

A chaque étape, d'après le modèle virtuel correspondant, un modèle physique est réalisé en résine plastique (c'est un polymère photoactivé).



Découpage automatique des aligneurs.(34)

C'est à partir de ces modèles en résine que sont thermoformés les aligneurs.

Toute la chaîne de fabrication est automatisée et contrôlée par ordinateur.

Une fois les aligneurs fabriqués, ils sont polis, désinfectés et mis sous sachet.

Chaque aligneur est marqué au laser des initiales du patient, de son numéro, et du type d'arcade (mandibulaire ou maxillaire).



Mise en bouche de l'aligneur et aspect esthétique (photos d'Invisalign©).

3.2.4. Indications et contre-indications

3.2.4.1. Indications (59)

Les indications sont des recommandations issues de l'expérience de différents praticiens.

Le système Invisalign est indiqué pour :

- les finitions de traitement,
- la correction des rotations et encombrements légers,
- l'alignement des incisives,
- la correction des cross-bite antérieur et postérieur,
- l'ouverture de l'occlusion, en cas de supraclusion.

3.2.4.2. Contre-indications (17)

Le système Invisalign est contre indiqué :

- dans les cas chirurgicaux,
- chez les enfants en cours de croissance (de moins de 15 ans),

- en présence de parodontopathies accompagnées de perte d'attache importante,
- dans les cas de fentes labio-palatines,
- lors de béances trop importantes, antérieures ou latérales,
- dans les cas de versions supérieures à 45°,
- dans les cas avec extraction,
- s'il existe des dents incluses.

3.2.5. Utilisation clinique

Les aligneurs doivent être changés tous les 14 jours et portés 20 heures par jour. **Ils ne sont enlevés que pour manger et se brosser les dents.**

Entre chaque aligneur, on a des **mouvements de 0,25 à 0,33mm.**

Pour faciliter certains mouvements (rotation et extrusion), il est nécessaire de fixer sur les dents des attaches en composite.

Certains mouvements, comme les rotations sévères, sont difficiles à réaliser avec les aligneurs. Afin de limiter leur nombre, il est parfois préférable de modifier la position de ces dents avant de traiter avec les gouttières. Ceci est réalisé grâce à des attaches transparentes collées et des élastiques ou à une préparation multibagues de courte durée.

3.2.5.1. Les avantages

Le fait de pouvoir retirer les gouttières facilite l'hygiène.

De fait, on a une diminution du risque carieux, d'apparition de problèmes parodontaux, ou de décalcification.

Il peut être mis en place dans les gouttières des solutions de chlorexidine ou de fluor, pour des patients possédant un risque carieux ou de gingivite.

Il n'y a pas de restriction alimentaire au cours des repas.

Les gouttières sont assez confortables et le patient ne présente que très peu de problème d'élocution.

Les aligneurs sont esthétiques : il s'agit d'un plastique fin transparent.

Sur le plan de la technique de réalisation, il n'est pas utile de réaliser un set-up en plâtre avec les dents montées sur cire. Ceci permet donc diminuer le temps de réalisation des gouttières. De ce fait, si un aligneur est perdu ou cassé, il est facilement reconstruit.

Le temps de traitement est identique à une technique fixe classique, bien sûr si les indications sont respectées.

3.2.5.2. Les inconvénients

Le patient doit être coopérant à tout moment, aucun relâchement du patient n'est permis.

Le patient peut perdre ses gouttières.

Les indications restent limitées.

Certains mouvements sont difficiles à réaliser :

- les dérotations sévères,
- les extrusions complexes,
- les translations.

Dans les mouvements difficiles, au préalable, un traitement multibague est indispensable.

Cette technique est souvent couplée à des séances de stripping, ce qui n'est pas forcément compatible avec la philosophie du praticien et/ou l'anatomie dentaire.

Le coût n'est pas négligeable (pour information, le coût de laboratoire demandé par Invisalign pour la réalisation des aligneurs est de l'ordre de 2000 euros alors que pour la technique linguale il est d'environ 600 euros).

LES GOUTTIERES
THERMOFORMEES D'AMORIC

3.3. Les gouttières thermoformées d'Amoric

3.3.1. Introduction (9)

Si les premières gouttières à visée orthodontique datent du début du XIX^e siècle, leur essor s'est fait dans les années 1980 grâce à l'utilisation de matériaux thermoplastiques.

Depuis, le docteur Amoric a développé de nombreuses gouttières adaptées à des indications précises.

3.3.2. Les matériaux utilisés (9)

Les matériaux les plus aptes au thermoformage sont des polymères amorphes tels les chlorures de polyvinyle (PVC), les polycarbonates et les polyméthacrylates de méthyle (PMMA).

Ils se caractérisent par de fortes liaisons de Van der Waals, une structure désordonnée, leur transparence, un ramollissement progressif lors d'une augmentation de température, et un faible retrait lors du retour à température normale.

3.3.3. Les différentes gouttières

3.3.3.1. Les gouttières orthopédiques

3.3.3.1.1. Les gouttières de protraction (5,9)

Ce sont des gouttières qui permettent une avancée du maxillaire quand elles sont associées à une force extra-orale comme, par exemple le masque de Delaire.

Elles sont collées mais le port du masque est en général de quatorze heures par jour.

L'âge idéal se situe aux alentours de trois ou quatre ans ou à huit ans (c'est à dire quand les quatre incisives, soit lactéales, soit définitives sont suffisamment formées pour transmettre les forces orthopédiques). Une durée de six mois suffit à corriger le décalage (d'après Amoric).(9)

Une contention n'est pas utile dans les cas hypodivergents, du fait de l'engrènement incisif. En revanche, pour les cas hyperdivergents, il est préférable de maintenir les résultats par un appareil adéquat.

Amoric nous rappelle qu'il est important de meuler la partie de la gouttière en rapport avec les incisives définitives afin d'éviter de les fracturer.

Ces gouttières sont, par rapport aux dispositifs sur bagues, plus avantageux car elles permettent d'éviter les déplacements unitaires parasites et les contacts traumatiques interarcades.

3.3.3.1.2. Les gouttières de disjonction (5,9)

Elles sont utilisées pour ouvrir la suture maxillaire lorsqu'on a un articulé croisé uni ou bilatéral, ou un hypodéveloppement du maxillaire.



Disjoncteur monté sur gouttière thermoformée (laboratoire Rouvre).

Elles sont scellées.

Leur intérêt majeur est d'éviter les interférences occlusales traumatiques, lors du saut de l'articulé.

3.3.3.1.3. Les gouttières de propulsion à bielles de Herbst (8,9)



Gouttière de propulsion à bielles de Herbst de profil et de face.

Elles provoquent une avancée mandibulaire et un recul maxillaire.

Amoric nous conseille d'utiliser ce type de gouttière au moment du pic de croissance. Cependant, dans les cas sévères, il est préférable de le faire en deux temps : vers 8 ans puis vers 11 ans.

La gouttière est portée 22 heures par jour, pendant six mois. Elle n'est enlevée que pour manger et se brosser les dents.

C'est la relation de normalisation canine qui dicte la fin de la période active et non pas la classe I molaire.

L'activation se fait en sertissant, à l'aide d'une pince coupante, des petits tubes, de 1 à 2mm, sur l'axe de la bielle.

Si l'on recherche un effet orthodontique, l'activation sera moindre que pour un effet orthopédique.

Pour les classes II₂, le recul maxillaire risque d'aggraver la linguoposition des incisives maxillaires. Il est alors préférable de sectionner la partie antérieure de la gouttière maxillaire.

L'ajout de cales postérieures permet d'obtenir un développement plus important au niveau du ramus, ce qui est favorable dans les cas d'hyperdivergence.

Cet appareil est de premier choix pour les traitements des CLII₁ et CLII₂. Il peut être utilisé à tout les stades dentaires et est bien accepté par le patient.



Gouttière de propulsion à bielles de Herbst en bouche.

3.3.3.2. les gouttières orthodontiques pures

Elles sont diverses et sont associées à des dispositifs provoquant des mouvements dentaires spécifiques.

Associées à des vérins, à des crochets, à des forces extra-orales, elles permettent différents mouvements tels que des disto-versions, des vestibulo-versions...

3.3.3.3. les gouttières de rééducation et de contention (6,7,9)

Les gouttières de rééducation permettent une correction de la fonction linguale. Associées à un dispositif anti-pouce, elles éliminent la succion du pouce.

Les gouttières de contention correspondent au tooth-positioner, sauf que le mode de fabrication se fait par thermoformage et non par vulcanisation.

3.3.4. Les principaux avantages (5)

Les gouttières d'Amoric :

- **assurent un meilleur ancrage** dans la plupart des cas,
- permettent d'éliminer les interférences occlusales,
- sont **utilisables à n'importe quel stade de la denture**,
- contrairement aux arcs, permettent d'éviter les mouvements dentaires secondaires indésirables,
- entraînent une relaxation des muscles masticatoires,
- **sont transparentes**,
- sont bien acceptées par le patient et faciles d'utilisation pour le praticien.

3.3.5. Inconvénient

- Il est impossible de réaliser un traitement complet avec ce genre de gouttière. Elles ne permettent que la réalisation de certaines étapes.

L'ELASTODONTIE

IV. L'ELASTODONTIE

4.1. Introduction (44)

Bien qu'il s'agisse de gouttières, nous traitons ce chapitre séparément du précédent, du fait de sa spécificité.

Le principe de l'élastodontie réside dans l'utilisation de l'élasticité d'un matériau élastomérique, sous forme d'une gouttière bimaxillaire, pour déplacer des dents.

Cette gouttière est fabriquée à partir d'un set-up (maquette prévisionnelle), et intègre les objectifs de traitement et le schéma occlusal recherché.

4.2. Historique (32,44,58)

En 1945, Kesling, cité par Kleemann, introduit le tooth positioner, fait en caoutchouc naturel, dans le but de réaliser la finition fine de l'occlusion.

En 1946, il propose une série de tooth positioner, afin de réaliser des mouvements dentaires progressifs. Cependant, le caoutchouc utilisé à l'époque était trop dur et la méthode restait limitée aux finitions et à la contention.

En 1980, Yoshii, cité par Warunek, propose un appareil, l'Orthocon, fabriqué dans un matériau très élastique. Grâce à une série de 2 à 5 appareils de ce type, un traitement complet peut être envisagé.

En 1989, le laboratoire Great Lakes Orthodontics met au point le matériau élastomérique actuel, avec la participation de Gugino et Yoshii qui définissent le protocole thérapeutique à suivre.(44)

4.3. Les différents types d'appareils (32,44,58)

4.3.1. Le matériau

Les appareils sont fabriqués à partir d'un élastomère spécifique qui existe en trois consistances, selon l'effet recherché.

La consistance **souple** est utilisée pour les déplacements de grande amplitude, la fermeture des diastèmes, les mouvements d'ingression et d'égression.

La consistance **moyenne** s'applique lors des corrections de rotation, et lors de mouvements limités (inférieurs à 2 mm).

La consistance **dure** est réservée au zone d'ancrage.

Les différentes consistances sont combinables, en fonction de l'effet recherché.

4.3.2. Les appareils

4.3.2.1. L'Elasto-osamu

Cet appareil s'utilise, dans un but fonctionnel, par avancée mandibulaire. La programmation du degré d'avancement mandibulaire se fera grâce à une cire de construction.

L'appareil comporte un arc interne et/ou un arc externe, selon les besoins.

L'arc interne assure le maintien de la coordination transversale des arcades, au cours de la correction sagittale.

L'action orthopédique de l'appareil peut être renforcée par une force extra-orale qui s'insère sur l'arc externe et qui recule le maxillaire.

4.3.2.2. L'Elasto-aligneur

Son action est orthodontique et provoque le déplacement des dents grâce à l'élasticité propre du matériau.

On peut y ajouter une action fonctionnelle, en y intégrant une position mandibulaire corrigée.

4.3.2.3. L'Elasto-finisseur

Il s'agit d'un appareil d'idéalisation des arcades et de finition précise de l'intercuspidation.

Il s'utilise avec ou sans attache collée.

4.3.2.4. L'Elasto-positionneur

C'est un appareil de contention, s'utilisant sans attaches, et qui ne permet que des mouvements de très faible amplitude.



Elastopositionneur (Laboratoire Rouvre).

4.4. Ligne de conduite du plan de traitement

4.4.1. La démarche diagnostique

L'examen clinique doit mettre en avant les défauts de la matrice fonctionnelle et notamment, les troubles de la ventilation car **ce type d'appareil ne peut être utilisé qu'avec une ventilation nasale optimale.**

4.4.2. Constitution d'une documentation approfondie (44)

Un bilan radiologique traditionnel est réalisé (téléradiographie de profil, radiographie panoramique).

L'étude céphalométrique de la téléradiographie de profil doit comporter :

- une analyse simplifiée en 11 points de Ricketts,
- une évaluation esthétique (ligne E, proportions horizontales et verticales, le nombre d'or),

- une évaluation fonctionnelle (ligne de Mc Horris),
- une évaluation proportionnelle (triangle de Harvold).

Des moulages d'étude sont réalisés et montés sur articulateur SAM 2.

4.4.3. Détermination des Objectifs Visualisés de Traitement (VTO) (44)

La céphalométrie est mise en relation avec l'articulateur. Ainsi, les objectifs sont déterminés sous l'aspect tridimensionnel.

La mise en relation de la céphalométrie avec l'articulateur est faite par la correspondance du bras supérieur de l'articulateur avec l'axe orbital de Slavicek, qui est situé à $6,5^\circ$ sous le plan de Francfort (en bas et en avant).

Il faut prendre en compte les phénomènes de distorsions, du fait de l'utilisation du matériel téléradiographique. Il faut rectifier le taux d'agrandissement possible du cliché radiographique par rapport à l'articulateur.

Dès lors, la position de la denture est appréciée le plus esthétiquement possible et aussi de façon stable car elle est intégrée à l'équilibre fonctionnel du patient.

4.4.4. Travail du laboratoire (32,44,58)

Des empreintes précises des arcades sont prises. Elles sont réalisées après dépose des arcs. Les brackets sont conservés ou non.

Les modèles sont coulés en plâtre dur.

La position de l'arcade maxillaire est enregistrée avec l'arc facial.

Une cire de relation centrée est réalisée.

Si une étape d'avancée mandibulaire est prévue, il est nécessaire de réaliser une cire de construction.

Le technicien de laboratoire réalise le set-up, selon les objectifs de traitement et les directives précises du praticien.

Les appareils élastodontiques sont réalisés sur le set-up.

4.5. Indications (44)

L'élastodontie peut être utilisée lors :

- des phases d'interception,
- des phases orthodontiques et orthopédiques,
- de la phase de contention.

4.6. Les limites (32,44,58)

- On ne peut pas réaliser des déplacements dentaires supérieurs à 3 ou 4 mm avec un seul appareil.
- Le redressement des axes des molaires est difficile.
- Les mouvements d'ingression pure sont difficiles à réaliser.
- **Le patient doit avoir une ventilation nasale optimale.**

4.7. Avantages (32,44)

- Les systèmes élastodontiques réduisent, considérablement, la période anesthésique du port des appareils multibagues. De plus, ils ne sont portés que 12 heures par jour dont 8 heures la nuit.

- Ils intègrent, d'emblée, l'éducation fonctionnelle associée à l'action orthodontique et orthopédique
- **Ils permettent une finition occlusale de l'intercuspitation plus rapide et plus efficace qu'en technique multibagues**
- **Ils assurent une maintenance efficace en contention et en post-contention.**

4.8. Inconvénients (44,58)

- Le diagnostic doit être très précis et les objectifs fortement individualisés.
- **Le montage sur l'articulateur semi-adaptable SAM 2 est nécessaire.**
- **Le coût est élevé.**
- **La coopération du patient doit être importante.**
- **Le patient doit toujours avoir une bonne perméabilité nasale, un rhume empêche le port de l'appareil.**

SYNTHESE

V. SYNTHÈSE

Esthétique	Formation supplémentaire pour le praticien	Coopération du patient	Coût
moy			moy
moy			moy
moy			moy
+	oui		+
+		oui	+
moy		oui	-
-		oui	moy
-	oui	oui	+
-		oui	-

Légende :
+ : favorable ou élevé ; moy : moyen ; - : défavorable ou faible ; CI : contre-indiqué

	Amplitude des mouvements orthodontiques réalisables	Contrôle du torque	Cas avec extractions	Cas chirurgicaux
Brackets céramiques	+	+	+	+
Brackets en plastique	+	-	-	moy
Brackets en plastique avec une gorge métallique	+	+	+	+
Brackets linguaux	+	+	+	+
Invisalign	-	-	CI	CI
Essix	-	-	CI	CI
Gouttières d'Amoric	moy	-	CI	CI
Elastodontie	moy	+	-	CI
Appareils amovibles en résines	-	-	CI	CI

CONCLUSION

CONCLUSION

Pouvons nous réaliser tous les traitements de façon invisible ?

L'orthodontie invisible est un compromis entre les désirs du patient et les impératifs de la technique.

Les brackets esthétiques vestibulaires restent, tout de même, visibles et présentent quelques inconvénients.

Le système Essix, les gouttières d'Amoric, l'élastodontie et les appareils amovibles en résine, répondent à la demande esthétique mais présentent des indications limitées, défavorables à la mise en oeuvre d'un traitement complet.

Bien que la technique linguale évolue vers une simplification, elle reste, cependant, difficile à appréhender pour le praticien. Elle nécessite donc une formation supplémentaire et la réalisation technique est plus complexe qu'en technique vestibulaire.

Concernant le système Invisalign, le champ d'application est beaucoup plus restreint.

Ainsi, on peut dire, sans conteste, que l'orthodontie linguale et Invisalign, sont des techniques invisibles et donc, les plus adaptées à la demande du patient.

Enfin, les progrès de la technique ne cessent d'évoluer vers une amélioration de l'esthétique. Le praticien aura, alors, un éventail de techniques invisibles plus complet.

L'orthodontie invisible se généralisera, alors peut être, un jour.

BIBLIOGRAPHIE

1. **AKNIN PC, NANDA RS, DUNCANSON MG et coll.**
Fracture strength of ceramic brackets during arch wire torsion.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1996;**109**:22-27.
2. **ALTOUNIAN G.**
La thérapeutique à attaches linguales : une autre approche de l'orthodontie.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:319-362.
3. **ALTOUNIAN G.**
Evolution des appareils fixes vers l'esthétique.
Orthod Fr 1991;**62**(1):251-290.
4. **ALTOUNIAN G.**
L'orthodontie linguale existe, la connaissez vous ?
Inf Dent 1997;**39**:2849-2860.
5. **AMORIC M.**
Thermoformed orthodontic appliances.
J Clin Orthod 1990;**24**(6):351-359.
6. **AMORIC M.**
Gouttières de finition, d'expansion, de distalage et d'anti-pouce, thermoformées.
Rev Orthop Dento Faciale 1991a;**25**:235-239.
7. **AMORIC M.**
Gouttières thermoformées de finition.
Rev Orthop Dento Faciale 1991b;**25**:375-377.
8. **AMORIC M.**
Thermoformed Herbst appliance.
J Clin Orthod 1995;**29**(3):173.
9. **AMORIC M.**
Gouttières orthopédiques et orthodontiques thermoformées. 2^{ème} ed.
Paris : S.I.D ,2002.
10. **ARMBRUSTER P, SHERIDAN JJ et NGUYEN P.**
An Essix intrusion appliance.
J Clin Orthod 2003;**37**(8):412-416.

11. AZZEH E et FELDON PJ.

Laser debonding of ceramic brackets : A comprehensive review.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**123**:79-83.

12. BAZAKIDOU E, NANDA RS, DUNCANSON MG et SINHA PK.

Evaluation of frictional resistance in esthetic brackets.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;**112**:138-144.

13. BERY A et BARCELONNE H.

Ergonomie et technique à attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:363-367.

14. BISHARA SE.

Ceramic brackets and the need to develop national standards.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;**117**:595-597.

15. BISHARA SE, OLSEN ME et JAKOBSEN JR.

Comparison of the debonding characteristics of two innovative ceramic bracket designs.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;**116**:86-92.

16. BLOORE JA et BLOORE GE.

Correction of adult incisor crowding with a new removable appliance.
J Clin Orthod 1998;**32**(2):111-116.

17. BOUCHEZ R.

Trucs et astuces.
J Invisalign 2003;**2**:4-11.

18. CACCIAFESTA V, SFONDRINI MF, SCRIBANTE A et coll.

Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**:403-409.

19. CARTER RN.

Hot water bath facilitates ceramic debracketing.
J Clin Orthod 2003;**37**(11):620.

20. CHUNG CH, FRIEDMAN SD et MANTE FK.

Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2002;**122**:282-287.

21. CORBETT MC.

Class II treatment with elastodontics.
J Clin Orthod 1992;**26**(7):419-424.

22. CURETON SL.

Correcting malaligned mandibular incisors with removable retainers.
J Clin Orthod 1996;**30**(7):390-395.

23. FERNANDEZ L et CANUT JA.

In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets.
Eur J Orthod 1999;**21**(1):77-71.

24. FILLION D.

A la recherche de la précision en technique à attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:401-413.

25. FILLION D.

Orthodontie linguale : réflexions cliniques.
Rev Orthop Dento Faciale 1990;**24**:475-498.

26. FILLION D et LECLERC JF.

L'orthodontie invisible : l'orthodontie linguale.
Rev Odontostomatol 1989;**18**(2):133-143.

27. GMYREK H, BOURAUUEL C, RITCHER G et HARZER W.

Torque capacity of metal and plastic brackets with reference to materials, application, technology and biomechanics.
J Orofac Orthop 2002;**63**(2):113-128.

28. HOHOFF A, FILLION D, STAMM T et coll.

Oral comfort, function and hygiene in patients with lingual brackets. A prospective longitudinal study.
J Orofac Orthop 2003;**64**(5):359-371.

29. IMAI T, WATARI F, YAMAGATA S et coll.

Effects of water immersion on mechanical properties of new esthetic orthodontic wire.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;**116**:533-538.

30. KAPUR WADHWA R, KWON HK, SCIOTE JJ et CLOSE JM.

Frictional resistance in ceramic and metal brackets.
J Clin Orthod 2004;**38**(1):35-38.

- 31.KARAMOUZOS A, ATHANASIOU AE et PAPADOPOULOS MA.**
Clinical characteristics and properties of ceramic brackets : A comprehensive review.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;**112**:34-40.
- 32.KLEEMANN P et JANSSEN C.**
The speed positioner.
J Clin Orthod 1996;**30**(12):673-680.
- 33.KLOCKE A, KORBMACHER HM, HUCK LG et coll.**
Plasma arc curing of ceramic brackets : An evaluation of shear bond strength and debonding characteristics.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**:309-315.
- 34.KUO E et MILLER RJ.**
Automated custom-manufacturing technology in orthodontics.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**123**(5):578-581.
- 35.LE ROMAIN B.**
Trois ans d'utilisation des attaches en céramique.
Rev Orthop Dento Faciale 1990;**24**:341-357.
- 36.LEPETIT FX.**
A propos des attaches en céramique.
Rev Orthop Dento Faciale 1988;**22**:197-199.
- 37.LINDAUER SJ et SHOFF RC.**
Comparison of Essix and Hawley retainers.
J Clin Orthod 1998;**32**(2):95-97.
- 38.MACCHI A, TAGLIABUE A, LEVRINI L et TREZZI G.**
Philippe self-ligating lingual brackets.
J Clin Orthod 2002;**36**(1):42-45.
- 39.MORISHITA T, SA'DO B, NAKATA S et NAKASIMA A.**
An organic polymer orthodontic appliance.
J Clin Orthod 2001;**35**(10):632-635.
- 40.NISHIO C, DA MOTTA AFJ, ELIAS CN et MUCHA JN.**
In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**125**:56-64.

- 41. PARK YC, CHOY K, LEE JS et KIM TK.**
Lever-arm mechanics in lingual orthodontics.
J Clin Orthod 2000;**34**(10):601-605.
- 42. RINCHUSE DJ et RINCHUSE DJ.**
Active tooth movement with Essix-based appliances.
J Clin Orthod 1997;**31**(2):109-112.
- 43. RINCHUSE DJ, RINCHUSE DJ et DINSMORE C.**
Elastic traction with essix-based anchorage.
J Clin Orthod 2002;**36**(1):46-48.
- 44. ROLLET D, GRAINDORGE JC et GUEZENNEC P.**
Un concept nouveau : l'élastodontie.
Rev Orthop Dento Faciale 1991;**25**:149-167.
- 45. SADAT-KHONSARI R, MOSHTAQHY A, SCHEGEL V et coll.**
Torque deformation characteristics of plastic brackets : a comparative study.
J Orofac Orthop 2004;**65**(1):26-33.
- 46. SAUNDERS CR et KUSY RP.**
Surface topography and frictional characteristics of ceramic brackets.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1994;**106**:76-87.
- 47. SCUZZO G et KYOTO TAKEMOTO.**
Invisible orthodontics : current concepts and solutions in lingual orthodontics.
Chicago : Quintessence books, 2003.
- 48. SINHA PK et NANDA RS.**
The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;**112**:132-137.
- 49. SHERIDAN JJ, ARMBRUSTER P, MOSKOWWITZ E et NGUYEN P.**
Avoiding demineralisation and bite alteration from full-coverage plastic appliances.
J Clin Orthod 2001;**35**(7):444-448.

- 50.SHERIDAN JJ, LEDOUX W et MCMINN R.**
Essix retainers : fabrication and supervision for permanent retention.
J Clin Orthod 1993;**27**(1):37-45.
- 51.SHERIDAN JJ, LEDOUX W et MCMINN R.**
Essix appliances : minor tooth movement with divots and windows.
J Clin Orthod 1994;**28**(11):659-663.
- 52.SHERIDAN JJ, MCMINN R et LEDOUX W.**
Essix thermosealed appliances : various orthodontic uses.
J Clin Orthod 1995;**24**(2):108-113.
- 53.SMITH JR, GORMAN JC, KURZ C et DUNN RM.**
Les clés du succès en thérapeutique à attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:369-398.
- 54.SOREL O.**
Interferences occlusales des attaches linguales : avantages et inconvénients.
Orthod fr 1997;**68**(1):275-279.
- 55.SUWA N, WATARI F, YAMAGATA S et coll.**
Static-dynamic friction transition of FRP esthetic orthodontic wires on various brackets by suspension-type friction test.
J Biomed Mater Res 2003;**67B**(2):765-771.
- 56.THEODORAKOPOULOU LP, SADOWSKY PL, JACOBSON A et LACEFIELD W.**
Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets : An in vitro study.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**125**:329-336.
- 57.TOROGLU MS, KIRCELLI BH et KADIOGLU O.**
Essix plates for anterior anchorage reinforcement.
J Clin Orthod 2003;**37**(5):252-254.
- 58.WARUNEK SP, STRYCHALSKI ID et CUNAT JJ.**
Clinical use of silicone elastomer appliances.
J Clin Orthod 1989;**23**(10):694-700.
- 59.WHEELER TT.**
Invisalign material studies.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**125**:19A.

- 60. WIECHMANN D, RUMMEL V, THALHEIM A et coll.**
Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(5):593-599.
- 61. WOMACK WR, AHN JH, AMMARI Z et CASTILLO A.**
A new approach to correction of crowding.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2002;**122**(3):310-316.
- 62. WONG BH.**
Invisalign A to Z.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2002;**121**(5):540-541.

	N°
<p>LEPELTIER (Rémy).-A la recherche d'une orthodontie invisible.- 101f., ill., graph., 30 cm.- (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2005)</p>	
<p><u>Résumé de la thèse :</u> Dans le cadre d'un traitement orthodontique, le praticien, face à la demande esthétique du patient, est confronté à différents moyens thérapeutiques. L'analyse de leurs avantages et inconvénients permettra au praticien de répondre aux exigences du patient. Les évolutions, tant sur le plan des techniques que sur la nature des matériaux utilisés, permettent d'envisager de nouvelles perspectives intéressantes, dans la réalisation d'un traitement d'orthodontie le moins visible possible.</p>	
<p><u>Rubrique de classement</u> : Orthodopédie Dento-Faciale.</p>	
<p><u>Mots-clés</u> : - Orthodontie - Esthétique</p>	
<p><u>MeSH</u> : - Orthodontics - Esthetics</p>	
<p><u>Jury</u> : Président M. Le Professeur Olivier LABOUX Asseseurs M. Le Professeur Alain DANIEL <u>Directeurs</u> : <u>M. Le Docteur Jérôme MOUSSEAU</u> <u>M. Le Docteur Stéphane RENAUDIN</u> (co-directeur)</p>	
<p><u>Adresse de l'auteur</u> : LEPELTIER Rémy 3 rue Mirabeau 44000 NANTES</p>	