

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

Année : 2011

N° :

L'évolution de l'orthodontie linguale de 1975 à nos jours

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

Présentée et soutenue publiquement par

GERBER Romain

27/03/1986

Le XX/XX/2011 devant le jury ci-dessous

Président Mme le Professeur Brigitte LICHT

Assesseur Mr le Docteur Stéphane RENAUDIN

Assesseur Mr le Docteur Guillaume PAISANT

Directeur de Thèse : Mr le Docteur Marc-Henri NIVET

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

Table des matières

1. La naissance de l'orthodontie linguale : des débuts difficiles	2
1.1. Les difficultés de l'orthodontie linguale	2
1.1.1. La morphologie des faces linguales	2
1.1.1.1. Hauteur des couronnes cliniques et surface de collage	2
1.1.1.2. Variabilité de la topographie linguale	3
1.1.1.3. L'épaisseur des dents	3
1.1.1.4. La distance inter-gorge.....	4
1.1.2. Les difficultés pour le patient.....	5
1.1.2.1. Le confort.....	5
1.1.2.2. La phonation.....	5
1.1.2.3. Mastication et alimentation	6
1.1.2.4. L'hygiène	6
1.1.2.5. Le coût.....	7
1.1.3. Les difficultés pour le praticien.....	8
1.1.3.1. Accès, visibilité et ergonomie	8
1.1.3.2. Le temps	8
1.2. Les pionniers : KURZ et FUJITA.....	9
1.2.1. KURZ.....	9
1.2.2. FUJITA	10
1.3. Un succès éphémère.....	13
1.3.1. Création de la lingual TASK FORCE.....	13
1.3.2. Le TARG : 1 ^{er} système de positionnement	14
1.3.2.1. L'invention du TARG	14
1.3.2.2. Le TARG.....	15
1.3.2.2.1. Description de l'appareil.....	15
1.3.2.2.2. Exemple d'utilisation du TARG	16
1.3.2.2.3. Ses avantages et ses limites.....	18

1.3.3. Le succès fulgurant de l'orthodontie linguale	19
1.3.3.1. La technique de KELLY	20
1.3.3.2. La technique de PAIGE	22
1.3.3.3. Les brackets allemands de Forestadent	24
1.3.3.3.1. Le Pinless Begg bracket	24
1.3.3.3.2. Le bracket 2D de PHILIPPE	25
1.3.3.4. Les brackets American Orthodontic	27
1.4. Le déclin.....	28
2. L'évolution des techniques	30
2.1. Une reprise discrète aux États-Unis : les avancées de la TASK force.....	30
2.1.1. Le bracket lingual de Kurz 7 ^{ème} génération.....	30
2.1.1.1. Son évolution	30
2.1.1.2. Caractéristiques générales.....	33
2.1.1.3. Les différentes attaches	33
2.1.2. Le CLASS system.....	37
2.1.2.1. Le positionnement des attaches sur le set-up	37
2.1.2.2. La clé de transfert.....	39
2.1.2.3. Avantages et inconvénients du système CLASS	40
2.2. L'école Française	41
2.2.1. L'orthodontie linguale arrive en France.....	41
2.2.2. Le TARG 2 de FILLION (ou système BEST)	42
2.2.2.1. Description de l'appareil de mesure des épaisseurs (AME)	42
2.2.2.2. Le programme DALI (Dessin Arc Lingual Informatisé)	43
2.2.2.3. Avantages et inconvénients du TARG 2.....	45
2.3. De nouveaux concepts dans le monde à la fin des années 90	46
2.3.1. Le Système HIRO	47
2.3.1.1. Introduction	47
2.3.1.2. Le Ray-Set.....	47
2.3.1.3. Présentation de la technique.....	49

2.3.1.4. Avantages du système HIRO	52
2.3.2. La thérapie Eco-linguale	54
2.3.2.1. Le TOP System	54
2.3.2.2. La conception des arcs	56
2.3.3. La technique Lingual Straight Wire	57
2.3.3.1. Présentation	57
2.3.3.2. Le bracket LSW	59
2.3.3.3. Avantages de la technique linguale en arc droit.....	61
3. La nouvelle ère de l'orthodontie linguale	62
3.1. Les brackets individualisés : la technique Incognito	62
3.1.1. Introduction	62
3.1.2. Les étapes de la technique Incognito	63
3.1.2.1. La prescription	63
3.1.2.1.1. Indications pour la fabrication du set-up.....	64
3.1.2.1.2. Le choix des attaches	64
3.1.2.1.3. Le choix des fils	66
3.1.2.1.4. Choix du type de gouttière de transfert	67
3.1.2.2. La fabrication	67
3.1.2.2.1. Fabrication du set-up.....	67
3.1.2.2.2. Bases des attaches	68
3.1.2.2.3. Le corps des attaches.....	69
3.1.2.2.4. Fabrication des attaches en cire puis en or.....	71
3.1.2.2.5. Confection des arcs individualisés	73
3.1.2.3. Mise en place des attaches en bouche	75
3.1.3. Avantages de la technique Incognito	76
3.2. Le bracket STb	78
3.2.1. Le concept « Light lingual system »	78
3.2.1.1. Description de l'attache STb.....	79
3.2.1.2. Un positionnement simplifié.....	80

3.2.1.3. Des forces très légères.....	81
3.2.2. La nouvelle méthode LSW.....	81
3.3. Les attaches linguales auto-ligaturantes.....	84
3.3.1. L'attache In-ovation L (Dentsply GAC).....	84
3.3.2. L'attache auto-ligaturante ADENTA EVOLUTION SLT Lingual	86
3.4. Des systèmes de positionnement entièrement informatisés.....	87
3.4.1. Le système Orapix.....	87
3.4.1.1. Présentation du système	87
3.4.1.2. La confection du set-up virtuel	88
3.4.1.3. Le positionnement des attaches virtuelles sur le set-up	89
3.4.1.4. La fabrication des gouttières de transfert	91
3.4.1.5. Avantages du système Orapix.....	92
3.4.2. Le système SWL Ortho-concept.....	93
3.5. KommonBase : un système de collage direct précis en orthodontie linguale.....	94
3.5.1. Introduction.....	94
3.5.2. Description du système	95
3.5.3. Protocole	97

Introduction

Depuis quelques années, l'orthodontie doit faire face à une demande accrue de traitements esthétiques, notamment due à l'augmentation du nombre de patients adultes.

L'orthodontie linguale semble répondre à cette problématique. Cette technique apparait durant les années 70, lorsque FUJITA et KURZ inventent les premiers appareils multi-attaches positionnés sur les faces linguales des dents, en vue de corriger un sourire disgracieux, de manière « invisible » pour autrui.

Cependant, cette nouvelle technique est très exigeante et impose au praticien de faire face à de nombreuses difficultés propres à la zone linguale telles que l'accès, l'anatomie particulière qui complique le positionnement des attaches, la forme des arcs utilisés, ou encore la maîtrise de la mécanique linguale qui diffère de la mécanique vestibulaire.

Après une description détaillée de ces nombreuses difficultés, nous verrons comment, au fil du temps, de nombreux progrès ont été réalisés pour y remédier. Ces progrès portent principalement sur la forme des attaches et sur leur système de positionnement.

La technique linguale, longtemps pratiquée par une minorité de praticiens et de manière ponctuelle, semble depuis quelques années se démocratiser. Aujourd'hui, on peut affirmer que c'est une technique d'avenir car elle rivalise avec les techniques vestibulaires conventionnelles en terme de résultats pour un temps de traitement équivalent.

1. La naissance de l'orthodontie linguale : des débuts difficiles

1.1. Les difficultés de l'orthodontie linguale

Les difficultés et inconvénients concernant la technique linguale ont été la source de nombreuses critiques qui ont contribué à freiner son utilisation, sa diffusion et donc son développement.

Nous allons expliquer les difficultés et les problèmes soulevés par la mise en place d'un appareil multi-attaches sur la face linguale des dents. Nous verrons plus tard les solutions apportées au cours du temps.

1.1.1. La morphologie des faces linguales

1.1.1.1. Hauteur des couronnes cliniques et surface de collage (42) (51)

On sait que la hauteur de la couronne clinique des dents est moindre sur la face linguale que sur la face vestibulaire. Au maxillaire, la différence est de l'ordre de 20 à 30%. La surface dentaire disponible pour le collage est donc elle aussi diminuée.

De plus, afin de respecter le recouvrement incisif en fin de traitement, il est nécessaire de placer la partie occlusale de la base du bracket des dents maxillaires antérieures à au moins 2 mm du bord incisif. SCHOLZ et SWARTZ recommandent également de respecter une distance gencive-attache d'au moins 1,5 mm pour préserver la santé parodontale.

On peut noter une hauteur de couronne clinique particulièrement faible au niveau de la première prémolaire mandibulaire. Pour mettre en place une attache en technique linguale, on doit souvent étendre le pré-encollage à la surface occlusale.

Au vu de ces paramètres, on constate que la surface de collage disponible en orthodontie linguale est faible, et l'on comprend pourquoi la première contre-indication à l'orthodontie linguale est la faible hauteur de couronne clinique.

1.1.1.2. Variabilité de la topographie linguale (36) (42)

Contrairement aux faces vestibulaires, qui offrent une surface de collage relativement plane et régulière, les faces linguales ont quand à elles une morphologie complexe. Ceci s'applique en particulier au niveau du secteur antérieur, où l'on retrouve de nombreuses structures anatomiques : crêtes marginales, crêtes d'émail, fossettes cingulaires, cingulum et lobes.

Ces reliefs sur les faces linguales vont rendre le positionnement des attaches bien plus compliqué qu'en technique vestibulaire. Si le praticien souhaite travailler en arc droit, cette non-planéité des surfaces rend impossible un positionnement précis et cohérent des brackets au fauteuil. Il faudra donc passer par une étape de positionnement des brackets au laboratoire et donc procéder à un collage indirect.

1.1.1.3. L'épaisseur des dents (36)

La dimension vestibulo-linguale des dents varie d'une dent à l'autre. Cette différence est particulièrement marquée entre l'incisive latérale et la canine (4,6 mm pour l'incisive latérale maxillaire contre 9,2 mm pour la canine au maxillaire). Ces variations d'épaisseur posent problème pour le positionnement de l'arc dans les gorges des brackets.

Afin de s'adapter à ces variations, il y a 2 possibilités différentes :

- La première est d'utiliser des courbures de compensation de premier ordre (horizontal) sur l'arc. On les retrouve entre canine et prémolaire, et parfois aussi entre prémolaires et molaires. Ces pliures sont aussi appelées offsets.

- La deuxième consiste à combler cette différence par du composite ou de la résine lors du pré-encollage des brackets incisifs. Cela permet d'éviter les courbures de compensation, en revanche les brackets encollés devenus plus épais augmentent l'encombrement buccal et donc l'inconfort du patient.

1.1.1.4. La distance inter-gorge (41)

Au niveau lingual, le périmètre reliant les faces des dents est plus petit que celui reliant les faces vestibulaires. Or, le nombre d'attaches étant le même dans les deux techniques, on peut conclure que la distance entre chaque attache est plus courte, ce qui complique la mise en place de courbures de compensation.

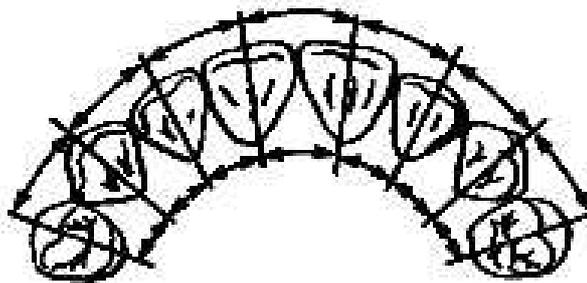


Fig 1 : Comparaison entre le périmètre interne et externe

La distance inter-gorge des brackets linguaux dépend de plusieurs facteurs :

- les dimensions du bracket (largeur et profondeur)
- de l'importance du rayon de courbure
- du diamètre vestibulo-lingual des couronnes du groupe antérieur
- de la hauteur à laquelle le montage lingual a été réalisé

1.1.2. Les difficultés pour le patient

1.1.2.1. Le confort (18) (50)

Après la pose d'un appareil lingual, le contact entre les brackets linguaux et la langue va inévitablement être source d'irritation, qui sera variable en fonction de l'anatomie buccale du patient. Normalement, lors de la phonation et de la mastication la pointe de la langue s'appuie contre la papille incisive. En orthodontie linguale, des attaches sont situées dans cette zone et la langue vient donc s'appuyer dessus, entraînant une irritation de la langue. Cette irritation est souvent aggravée par une tendance inconsciente à faire courir la pointe de la langue sur les nouveaux objets étrangers présents dans la bouche. Il est également fréquent pour les patients de voir l'empreinte des brackets sur les deux côtés de la langue quand ils se réveillent.

L'irritation de la langue disparaît presque toujours dans les deux ou trois semaines qui suivent la pose de l'appareil au niveau de l'arcade supérieure. Le temps d'adaptation peut être un peu plus long pour ce qui est de l'arcade inférieure, surtout si le patient a une langue assez large.

1.1.2.2. La phonation (18) (50)

La mise en place d'un appareil multi-attaches lingual va engendrer des difficultés d'élocution, pour lesquelles il y a peu de véritable solution. Heureusement ceux-ci tendent à disparaître progressivement. L'appareil se trouve en effet situé dans une zone qui est normalement destinée à l'action de la langue pour la prononciation de phonèmes.

La phonation est altérée seulement lorsque l'arcade supérieure est équipée. La disparition du zézaiement et/ou chuintement qui accompagne l'installation des attaches maxillaires peut prendre entre quelques jours et huit semaines. Mais bien souvent, les patients pensent que leur élocution est davantage dégradée qu'elle ne l'est en réalité. Si

nécessaire, une prise en charge de la phonation et de ses troubles éventuels, par un orthophoniste, est possible.

Il est nécessaire d'informer le patient le plus honnêtement possible, car la phase d'adaptation peut entraver les activités sociales et professionnelles pendant quelques jours voire quelques semaines.

1.1.2.3. Mastication et alimentation (18) (50)

Au niveau de l'alimentation, de nouvelles habitudes doivent être prises: il faut veiller à la diminution des boissons sucrées, des sucreries et des grignotages qui peuvent provoquer des caries, ainsi qu'à l'abandon des aliments collants (ex.: nougat, caramel, chewing-gum, barres de céréales, etc.), et des aliments trop durs qui peuvent déformer voire casser les appareils. Nous conseillons, dans les premiers jours, des aliments mous (poissons, légumes, laitages, purée,...).

En présence de supraclusion (recouvrement excessif des dents du bas par les dents du haut), des cales (surépaisseurs) peuvent être utilisées au niveau des incisives ou des molaires pour éviter de mordre sur les attaches. Ce dispositif utilisé en technique lingual et vestibulaire peut entraîner une gêne passagère à la mastication.

Il est essentiel d'informer le patient de ce problème avant le début du traitement. Le patient doit aussi être averti d'une perte légère de la sensation de goût qui peut durer quelques mois.

1.1.2.4. L'hygiène (18) (50)

La surface dentaire interne linguo-palatine est plus réduite que la surface externe vestibulaire. De ce fait, les attaches jouxtent la gencive. L'adulte doit être précautionneux pour éliminer la plaque dentaire qui stagne entre les attaches et la gencive. Ces zones sont

parfois difficiles à atteindre avec les poils de la brosse à dents. Aussi, l'usage de l'hydropropulseur est fortement conseillé.

Chez les patients atteints de maladies parodontales, un traitement chez un spécialiste en parodontologie sera réalisé préalablement au traitement orthodontique pour permettre la stabilisation de la maladie parodontale et maintenir une bonne qualité du brossage.

1.1.2.5. Le coût (18) (50)

La pratique de l'orthodontie linguale requiert une formation supplémentaire et spécifique. De même que l'on ne s'improvise pas, implantologiste, parodontologiste, ou orthodontiste, on ne peut prétendre faire de l'orthodontie linguale du jour au lendemain.

De plus, le traitement d'orthodontie (et particulièrement d'orthodontie linguale) doit préférablement être réalisé par un praticien spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale.

Également, la chaîne technologique est totalement différente aussi bien au niveau du matériel qu'au niveau de son utilisation. Si l'on compare le prix des attaches vestibulaires à celui des attaches linguales, on doit appliquer pour passer de l'une à l'autre catégorie un coefficient multiplicateur de 3. L'orthodontie linguale ne peut se concevoir sans chaîne prothétique. Le prix de revient d'un collage indirect en technique linguale est 5 fois plus élevé que celui d'un collage indirect vestibulaire.

Au niveau de la clinique, les séances sont plus longues qu'en orthodontie vestibulaire. De plus, lors d'incidents inhérents aux décollements, le temps passé au fauteuil augmente considérablement.

Aussi, les compétences du praticien, les procédures de laboratoire et le coût de matériel expliquent et justifient les coûts de l'orthodontie linguale, plus élevés qu'en orthodontie vestibulaire.

1.1.3. Les difficultés pour le praticien

1.1.3.1. Accès, visibilité et ergonomie (7) (9) (42)

En technique linguale, le praticien est amené à travailler dans l'aire interne dont la taille réduite et les limites rendent difficiles toute visualisation ou manipulation, ce qui sera source de postures nocives et de dorsalgies. La présence de la langue et de la salive sont les difficultés majeures (notamment pour le collage) auxquelles il faut s'adapter. L'orthodontiste, initialement formé pour travailler sur les faces vestibulaires, va devoir s'habituer à cette nouvelle aire et adopter une nouvelle gestuelle.

Le praticien doit travailler au fauteuil dans des positions respectant le confort visuel, manuel et vertébral. Il devra utiliser au maximum la vision indirecte, ce qui augmente la difficulté, et limiter le temps de travail en vision directe. De plus, le travail à quatre mains est nécessaire en technique linguale et requiert donc l'aide d'une assistante.

En outre, la technique linguale requiert un matériel spécifique et adapté au travail dans l'aire interne. Ainsi, de nombreux outils ont été conçus pour faciliter la pratique de cette discipline : la pince WEINGART modifiées ou encore le péri-réflexor qui est un miroir mis au point par DIAMOND.

1.1.3.2. Le temps (14) (28) (50)

Les rendez-vous en technique linguale sont plus longs qu'en technique vestibulaire, en moyenne le temps passé au fauteuil est supérieur de 30 à 50%. En outre, le risque de décollement de bracket est supérieur en technique linguale, ce qui augmente le nombre de consultations en urgence et donc le temps passé au fauteuil. Ainsi la gestion de l'emploi du temps du cabinet s'avère plus complexe lors de la pratique de cette discipline. On peut ajouter que le passage par une étape de collage indirect au laboratoire prend lui aussi du temps.

1.2. Les pionniers : KURZ et FUJITA

KURZ et FUJITA inventent en même temps, chacun de leur côté, l'orthodontie linguale par multi-attaches. Ils déposent tous deux en 1976 le brevet des attaches linguales, KURZ aux états unis, FUJITA au Japon.

1.2.1. KURZ (2) (11) (27) (35) (49)

C'est en 1973 que Craven KURZ, orthodontiste américain, commence à concevoir un appareil multi-attaches lingual. Au départ, il utilise des brackets vestibulaires qu'il modifie afin de les adapter à la morphologie des surfaces linguales des dents. Les attaches postérieures utilisées sont en acier inoxydable, alors qu'elles sont en plastique pour le groupe antérieur au maxillaire (Brackets LEE FISCHER).

Il réussit à obtenir des résultats corrects pour des cas simples mais est très vite confronté à de multiples problèmes tels que le décollement des brackets en plastique sous l'effet de la mastication. Le problème majeur reste celui de la morphologie particulière des faces linguales qui rend compliqué le positionnement des brackets.

A partir de 1979, KURZ collabore avec la société ORMCO. A cette époque, la société ORMCO occupe une place importante dans la fabrication de produits orthodontiques. Elle est, par exemple, la première à inventer les appareils collés en 1974, avec une base de treillis soudée à un bracket par brasure.

Ensemble ils conçoivent une attache spécifique à l'orthodontie linguale, attache utilisée en technique de type EDGEWISE. Le bracket ORMCO est né.

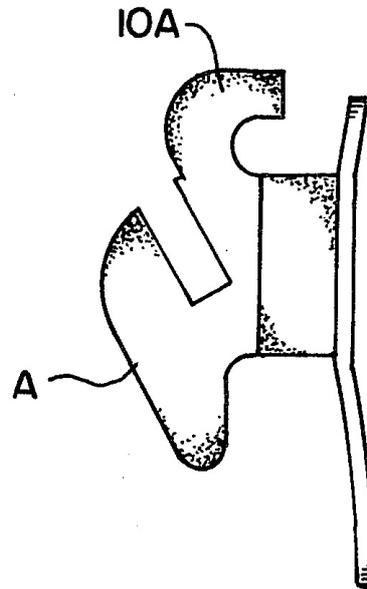


Fig 2 : Le bracket KURZ lingual appliance 1ere génération (bracket d'une incisive centrale maxillaire)

Ce Bracket subira de multiples modifications pour arriver à la 7eme génération, qui est de loin la version la plus connue. Nous la décrirons plus loin.

Durant cette même année 1979, KURZ va commencer une étude de cas cliniques comprenant 80 patients traités en technique linguale.

1.2.2. FUJITA (11) (25) (24) (26) (32)

A la même époque au Japon, Kinya FUJITA, professeur d'orthodontie à l'université de Kanagawa, invente lui aussi un dispositif multi-attaches linguale. Il dépose, lui aussi le brevet de ses attaches en 1976. En 1978, il publie deux articles au Japon sur les appareils orthodontiques multi-attaches en technique linguale et sur les résultats qu'il obtient.

En 1979, FUJITA publie un article, en anglais cette fois, sur son appareil lingual multi-attaches dans l'American Journal of Orthodontics. Il y décrit un appareil multi-attaches en technique EDGEWISE, composé de brackets linguaux et d'un arc qu'il appellera « mushroom arch ». L'arc se présente en effet sous la forme d'un champignon. Cette forme est due à la présence d'offsets canins sur l'arc, réalisés dans le but de compenser les différences d'épaisseur entre les canines et les prémolaires. L'arc est introduit dans une gorge à insertion occlusale et bloqué par un système de fermeture à insertion mésio-distale.

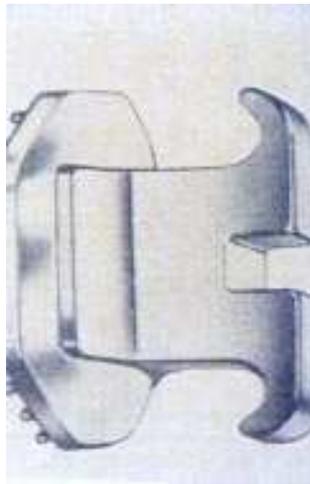


Fig 3 : Le 1^{er} bracket lingual de FUJITA



Fig 4 : Appareil multi-attaches lingual de FUJITA

Depuis 1978, le bracket de FUJITA a beaucoup évolué. Depuis 1999, il présente de multiples gorges d'insertion. Les brackets des incisives, canines et prémolaires présentent 3 gorges, alors que ceux des molaires en possèdent 5.

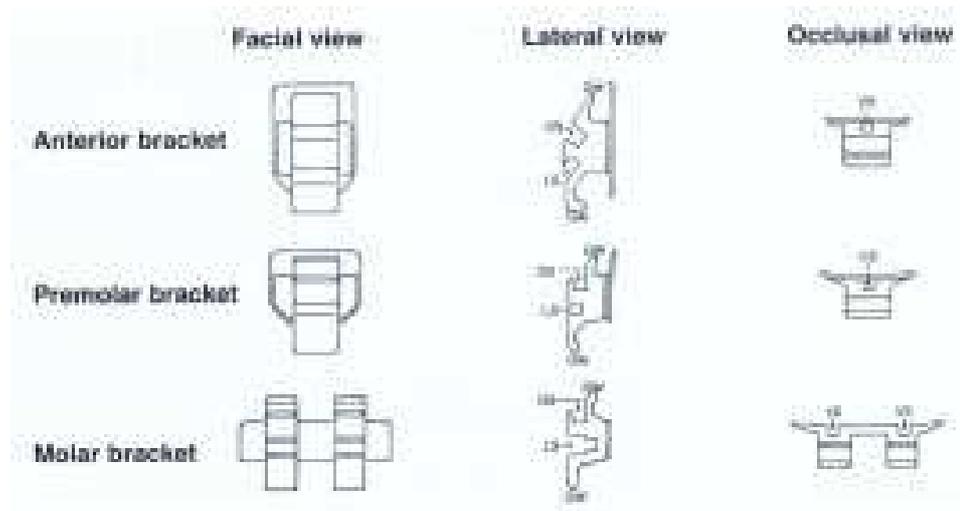


Fig 5 : les brackets de FUJITA en 1999

Ces brackets présentent 3 types de gorges différentes :

- Les gorges occlusales, qui sont très efficaces pour le contrôle des rotations et qui facilitent les insertions/désinsertions d'arcs.
- Les gorges linguales, qui sont principalement utilisées pour effectuer des rétractions partielles. On peut noter qu'au niveau du bracket molaire il y a 2 gorges, l'une étant dans l'autre. La gorge extérieure, plus large, permet de fixer un arc d'expansion au maxillaire.
- Les gorges verticales, qui vont permettre l'insertion d'auxiliaires (élastiques...)

Ce type de bracket est spécifique au concept de traitement lingual proposé par FUJITA et est essentiellement utilisé au Japon.

1.3. Un succès éphémère

1.3.1. Création de la lingual TASK FORCE (11) (22)

Dans les années 80, la société ORMCO encourage le développement de la technique linguale et constitue aux USA la « lingual Task Force », équipe composée de 7 ingénieurs et orthodontistes dont les frères ALEXANDER, GORMAN, HILGERS, KURZ, SCHOLZ et SMITH. Elle a pour objectifs de travailler, durant 2 ans, exclusivement au profit de l'orthodontie linguale multi-attaches, et en particulier sur :

- l'affinement de la conception du bracket lingual
- l'étude de la biomécanique linguale
- la conception des arcs
- les séquences de traitement
- les critères de sélection des cas

Cette équipe sera par la suite chargée d'évaluer cliniquement cette technique. Pour cela un programme d'évaluation de 2 ans devait suivre à compter du début 1983, mais l'enthousiasme général de la profession pour l'orthodontie linguale a précipité le cours des choses.

Ce groupe jouera un rôle très important dans le développement de la technique linguale.

Après quelques années, la lingual Task Force ne comptera plus que 3 membres (KURZ, GORMAN et SMITH) et sera souvent appelée la KGS.

1.3.2. Le TARG : 1^{er} système de positionnement (4) (5) (6) (21) (42)

La démarche classique pour positionner un bracket sur une dent, consiste à appliquer sa base sur la surface de la dent. Avec le lingual, si l'on applique cette démarche, cela revient à accepter que la surface linguale dicte les informations que le bracket transmet à la dent. Or, c'est justement ce que l'on veut éviter.

Le positionnement direct des attaches en bouche présentant de telles difficultés, il a fallu se tourner vers des techniques de collage indirect en 2 étapes : une étape de positionnement des brackets au laboratoire, et une étape de report en bouche.

Cependant, le collage indirect classique ne règle pas le problème et la lingual task force trouve la solution en créant le TARG en 1981.

1.3.2.1. L'invention du TARG

En 1981, la lingual Task Force invente une machine destinée à placer les attaches linguales au laboratoire dans le cadre du collage indirect : le TARG (Torque Angulation Reference Guide). Cette machine solutionne, en partie, les problèmes que posent la mise en place des brackets en lingual.

En 1982, la KGS vient présenter l'orthodontie linguale pour la première fois en Europe, en Suisse. Le TARG y est présenté comme la solution qui rend l'orthodontie linguale possible.

1.3.2.2. Le TARG

1.3.2.2.1. Description de l'appareil

Le TARG (Torque Angulation Reference Guide) est un outil permettant de positionner chaque dent dans les 3 plans de l'espace, et d'y placer l'attache, sans que sa base ne subisse la topographie de la surface linguale. Il utilise les mêmes principes que les paralléliseurs utilisés en prothèse. L'orientation des dents est unitaire et successive (une dent après l'autre) et ne nécessite pas la découpe du modèle.

Il est composé de 3 unités mobiles :

- La première (B) sert de support pour le modèle en plâtre, elle permet de l'orienter dans tous les plans de l'espace. Cette unité peut se déplacer sur le socle du TARG.
- La deuxième unité (C) sert à orienter chaque dent du modèle selon deux paramètres (le torque et l'angulation) à partir de leur face vestibulaire. Pour se faire, on adapte sur cette unité une jauge dentaire qui contient des informations de torque. Il y a 10 jauges dentaires différents pour les différents groupes de dents : 5 pour le maxillaire et 5 pour la mandibule. On peut noter que l'orientation des dents se fait à partir du contour vestibulaire sans tenir compte de l'anatomie linguale.
- La troisième unité (D) permet la programmation de la hauteur de collage de l'attache, elle est constituée d'un bras articulé se déplaçant horizontalement, et qui se termine par une lame porte attache qui reçoit la gorge du bracket.

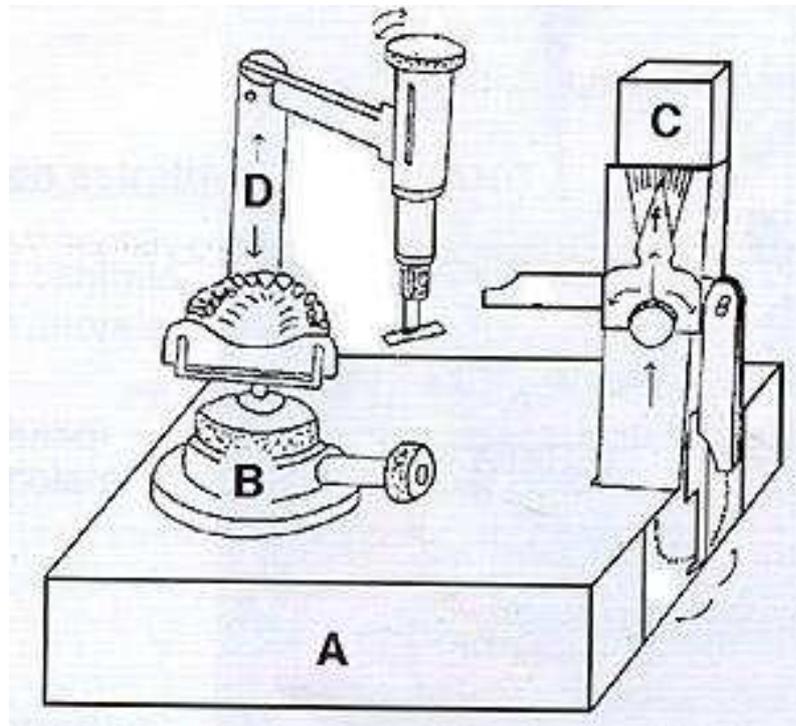


Fig 6 : Schéma du TARG

1.3.2.2.2. Exemple d'utilisation du TARG

Afin d'obtenir un modèle de travail en plâtre fiable, il faut s'assurer de réaliser des empreintes de qualité. Une fois le modèle coulé, voici les différentes étapes pour positionner un bracket lingual avec le TARG :

- La préparation du modèle de travail : on trace au crayon noir le bord gingival des de chaque dent, on trace l'axe coronaire de chaque dent jusqu'au bord libre, on applique une couche de vernis d'espacement sur les faces linguales destinées au collage. Le vernis permettra le retrait des attaches après leur positionnement. On fixe le modèle sur la première unité.

- On place sur la deuxième unité la jauge correspondant au galbe du tiers moyen de la face vestibulaire de la dent.

- La jauge est positionnée selon une orientation mésio-distale (angulation) et vestibulo-linguale (torque) en référence à des valeurs standards proposées par KURZ, GORMAN et SMITH.

- On déplace la première unité avec le modèle, afin que le galbe du tiers moyen de la face vestibulaire de la dent vienne s'emboîter dans la jauge (placée sur la deuxième unité). On fixe ensuite la position en verrouillant l'axe de rotation du support pivotant.



Fig 7 : Schéma de la jauge du TARG appliquée contre la face vestibulaire d'une incisive

- On place l'attache correspondant à la dent sur le porte attache situé sur la troisième unité. On l'approche de la dent grâce au bras articulé de la troisième unité. On note que le porte-attache ne se déplaçant que dans le plan horizontal, la gorge de l'attache reste toujours horizontale.

- On amène le bracket à une hauteur donnée jusqu'au premier contact avec la face linguale de la dent. (La hauteur est choisie par le technicien de façon à obtenir en fin de traitement une occlusion engrenante respectant les rapports cuspides-fosses, cuspides-embrasures et le parodonte marginal). On fixe alors cette hauteur sur la troisième unité.

- On place sur l'intrados de l'attache un matériau de collage (composite ou résine) en faible quantité, puis l'on rapproche l'attache de la dent jusqu'au premier contact avec la face linguale. Le vide entre la base du bracket et la face linguale de la dent est ainsi comblé par le matériau, on obtient alors un bracket préencollé. Le bracket préencollé obtenu ne subit pas les variations anatomiques de la face linguale de la dent puisqu'on interpose un matériau de collage entre le bracket et la dent.

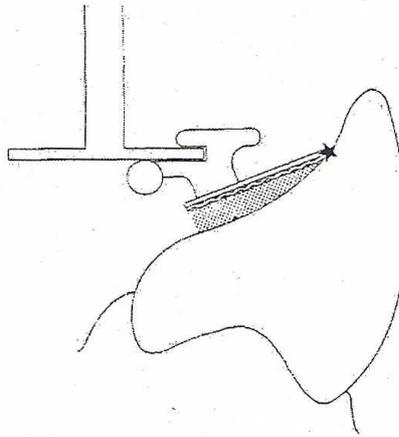


Fig 8 : Attache préencollée encore placée dans son porte attache

- Une fois le matériau pris, on écarte le porte attache et le bracket reste collé sur le modèle en plâtre.

1.3.2.2.3. Ses avantages et ses limites

Le montage des attaches à l'aide du TARG 1 apporte une solution face aux difficultés de positionnement rencontrées jusqu'alors. Cette méthode possède de nombreux avantages par rapport au collage direct qui était encore utilisé à l'époque :

- Le TARG permet de positionner les attaches linguales précisément dans deux dimensions de l'espace, sans tenir compte de l'anatomie linguale.

- Cette méthode est basée sur des références de torque et d'angulations rapportées dans des tableaux de valeurs standards. L'opérateur peut les modifier s'il le souhaite, il peut par exemple programmer des hyper-corrrections de torque ou d'angulation.

- Le montage est reproductible puisque toutes les informations sont notées.

La principale limite du TARG 1, est qu'il ne tient pas compte des épaisseurs vestibulo-linguales. En effet il ne prend pas en compte la distance entre le fond de la gorge des attaches et la surface de la face vestibulaire de la dent. Cette distance sera donc variable et différente pour chaque dent, ce qui obligera le praticien à effectuer des déformations de premier ordre sur l'arc afin de compenser ces inégalités.

1.3.3. Le succès fulgurant de l'orthodontie linguale

Quelques mois seulement après le début des essais cliniques de KURZ, les médias firent beaucoup de publicité dans le monde pour cette nouvelle orthodontie « invisible ». Suite à la médiatisation massive autour de cette technique, la demande des patients ne tarda pas à augmenter, surtout aux Etats-Unis.

Pour faire face à cette demande, de nombreux praticiens se précipitèrent dans les séminaires de formation à l'orthodontie linguale. Le séminaire organisé par la KGS en Suisse en 1982 regroupa de nombreux praticiens de différents pays. Par la suite, KURZ et GORMAN, donnèrent de nombreux cours en Europe.

A cette époque, de nombreux dispositifs linguaux virent le jour.

1.3.3.1. La technique de KELLY (33) (40) (43)

Vincent KELLY s'intéresse à l'orthodontie linguale à partir de 1978. Il crée alors ses premiers prototypes d'attaches linguales. Ses premières attaches sont de petite taille avec des ailettes courtes, ce qui entraîne des décollements fréquents et des difficultés pour le ligaturage.

En 1980, il crée la 3^{ème} génération de ses attaches en technique EDGEWISE, avec la société UNITEK.

En 1982, KELLY publie la conception d'un appareil multi-attaches lingual qu'il a utilisé dans plus de 55 cas. En réalité il n'a pas vraiment inventé une nouvelle technique, mais il a établi une liste de considérations à propos de la technique linguale.

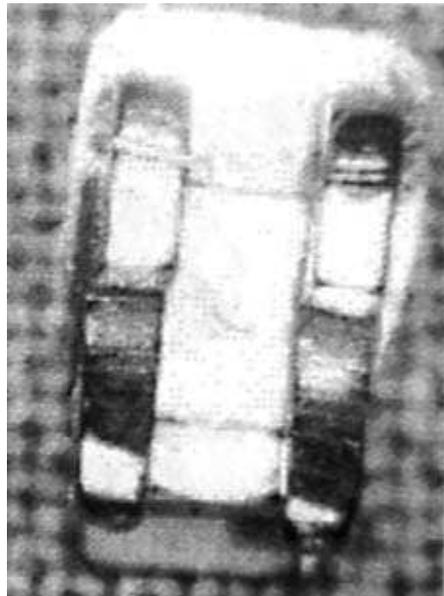


Fig 9 : Le bracket de KELLY

Les principales considérations de KELLY à propos de la technique linguale sont les suivantes :

- La forme d'arc proposée par FUJITA est la meilleure
- Certaines formes anatomiques, comme le tubercule de Carabelli par exemple, qui peuvent empêcher l'application de l'appareil, doivent être supprimées pour permettre une meilleure adaptation du bracket à la dent.
- Les problèmes de phonation ne sont pas importants, ou en tout cas disparaissent relativement rapidement.
- Les problèmes d'hygiène bucco-dentaire ne sont pas supérieurs à ceux rencontrés en technique vestibulaire
- Les élastiques de Classe II sont trois fois plus efficaces qu'avec les techniques conventionnelles, offrant la possibilité d'utiliser des forces extra-orales avec des crochets « en J » (forces directionnelles).
- L'ailette gingivale doit suivre la courbure des dents. Devant, la résine doit combler la différence entre l'anatomie de la dent et la base du bracket.
- Pour confectionner un arc avec cette technique, il faut un modèle.
- L'émail lingual est différent de l'émail vestibulaire.
- Les jeunes présentent une faible hauteur coronaire clinique, ce qui peut représenter une contre-indication en technique linguale.
- Certaines procédures, comme la mise en place et la suppression de l'arc, peuvent être déléguées au personnel auxiliaire.
- Sont utiles dans ces cas là les miroirs intra-buccaux pour travailler en vision indirecte.

- Les zones de décalcifications, qui peuvent être présentes en fin de traitement, ne sont pas visibles car situées sur les faces linguales.

Certaines de ces affirmations ne sont plus soutenues actuellement, cependant elles ont permis de fournir une base solide sur laquelle travailler.

Selon KELLY, l'attache UNITEK qu'il utilise répond favorablement à tous ces critères.

1.3.3.2. La technique de PAIGE (2) (35) (40) (41)

A la même époque, S. PAIGE pratique lui aussi l'orthodontie linguale, mais il utilise des appareils en technique de BEGG. Avec cette technique, le positionnement des brackets est facilité car seule la hauteur de positionnement du bracket est prise en compte, car l'angulation et le torque sont appliqués à l'aide d'auxiliaires. Par conséquent, le collage indirect peut être utilisé, mais n'est pas nécessaire.

Il utilise d'abord le bracket TP 256-500 de BEGG, puis en 1982 il présente un bracket nommé « unipoint combination bracket », développé avec la firme Unitek. Sa gorge est orientée en direction occluso-incisive, pour faciliter l'insertion et la dépose des arcs. Le bracket comporte aussi une gorge horizontale, utilisée lors des premières phases de traitement en cas d'encombrements antérieurs importants. Le bracket est doté d'une ailette gingivale pour y accrocher les modules et chainettes élastiques. Au niveau molaire, il utilise une bague munie d'un tube ovale classique, avec un crochet mésio-gingival.

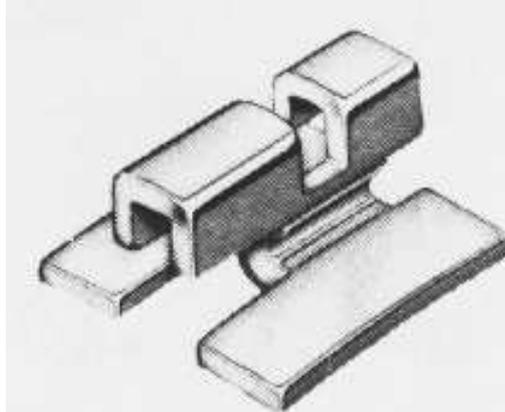


Fig 10 : Unipoint combination bracket

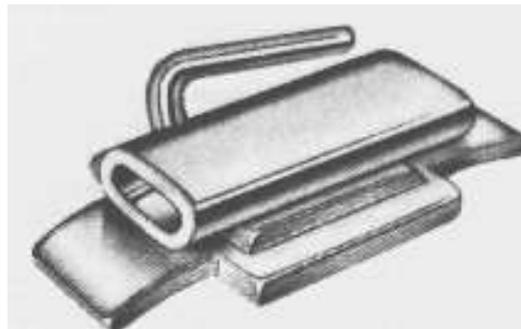


Fig 11 : Tube ovale pour molaire avec crochet mésio-gingival

PAIGE utilise des arcs en fil rond, mais dont la forme se rapproche de ceux de FUJITA (forme de champignon). Dans les cas où l'utilisation d'élastiques sur l'arc est nécessaire, il rajoute une boucle horizontale en distal de la canine.

Pour contrôler l'angulation et le torque, il utilise des arcs auxiliaires et des ressorts de redressement.

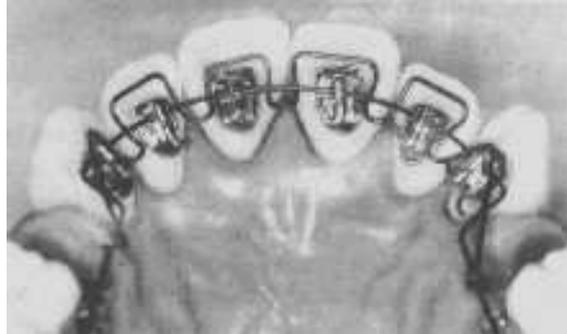


Fig 12 : exemple d'utilisation d'un auxiliaire de torque

Ce bracket de faibles dimensions (vestibulo-linguales et mésio-distales) offre au patient un meilleur confort et diminue les problèmes d'élocution rencontrés avec d'autres systèmes.

1.3.3.3. Les brackets allemands de Forestadent

1.3.3.3.1. Le Pinless Begg bracket (40) (43)

A la même période, une autre technique plus utilisée que la technique de PAIGE, elle aussi dérivée de la technique de BEGG, fait son apparition. Elle est proposée par la société allemande Forestadent qui présente son « pinless BEGG bracket ». Ce bracket présente un système de verrouillage « quick lock » pour maintenir l'arc dans la gorge. Ce bracket de petite taille est bien supporté par les patients, mais le contrôle des rotations et du torque est impossible. Pour contrôler ces deux facteurs, le praticien peut utiliser des auxiliaires, ou bien transformer le système en EDGEWISE grâce à des « adaptateurs EDGEWISE » prévus à cet effet.



Fig 13 : le « pinless BEGG bracket » de Forestadent

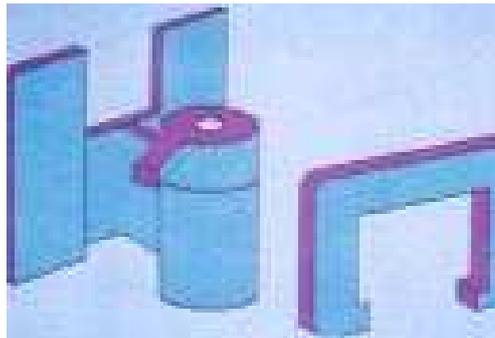


Fig 14 : « Edgewise adaptator » de Forestadent

1.3.3.3.2. Le bracket 2D de PHILIPPE (29) (37) (38)

Durant cette époque, J. PHILIPPE invente une attache, au design très plat, le bracket auto-ligaturant 2D. Ce bracket est dit « en deux dimensions » car il ne prend pas en charge les mouvements de troisième ordre, le torque. Le bracket d'origine est constitué d'une base, et de deux languettes que l'on soulève pour insérer l'arc, et que l'on rabat ensuite. Ce bracket à insertion verticale n'a pas de gorge.

Il existe 4 types d'attaches : une petite avec 1 languette (pour les incisives mandibulaires), une moyenne avec 2 languettes simples, une moyenne avec 2 languettes et un éperon (pour l'attachement d'élastiques intermaxillaires), et une large avec 2 languettes.



Fig 15 : le bracket 2D de PHILIPPE : les 4 différents types de bracket disponibles

Ce système est simple, et d'une mise en œuvre facile, ne nécessitant pas de phase de laboratoire complexe et coûteuse. En effet, ce système permet le collage des attaches directement en bouche. Le principal avantage de cette attache, est sa très faible épaisseur (1,4 mm au total) qui limite la gêne occasionnée et améliore grandement le confort du patient. Son inconvénient majeur, est qu'il ne permet pas le contrôle du torque. Il sera donc indiqué pour traiter des cas simples d'alignement, où le contrôle du torque n'est pas nécessaire.

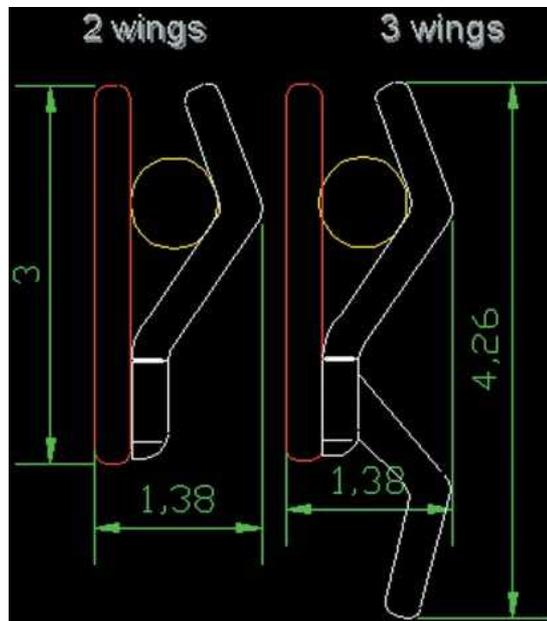


Fig 16 : Dimensions des brackets linguaux 2D (en mm)

1.3.3.4. Les brackets American Orthodontic (10) (43)

Un autre bracket américain fait son apparition sur le marché, il est inventé par ROSEVEAR J., et produit par la société American Orthodontic. Ce système, nommé « The American Orthodontic Simple System Bracket » est en technique EDGEWISE et à insertion horizontale. Sa gorge assez courte rend le contrôle des rotations difficile. Il est composé d'une base et de deux ailettes pour y fixer les ligatures. Il présente également une gorge horizontale pour y insérer des auxiliaires de redressement afin de compenser ce contrôle inadéquat des rotations. Ce bracket de petite taille et arrondi est bien supporté et facile à nettoyer. C'est un bracket simple et efficace, il est conseillé dans les cas où le contrôle du torque et des rotations n'est pas nécessaire.



Fig 17 : The American Orthodontic simple system bracket

1.4. Le déclin (8) (22) (27)

Malgré l'enthousiasme collectif dans la profession à l'arrivée de la technique linguale, le succès ne durera que peu de temps. En effet l'augmentation du nombre du nombre de patients traités en lingual s'accompagne de nombreux problèmes et échecs. Les praticiens sont très vite confrontés aux difficultés de cette technique, à savoir le positionnement complexe des attaches, la technique de collage, l'ergonomie... Ils comprennent alors que cette technique nécessite une grande rigueur et une formation spécifique.

De plus, le succès précoce de la technique linguale entraîne la multiplication rapide des appareillages linguaux sur le marché. Ces nouveaux dispositifs sont souvent insuffisamment testés en laboratoire avant leur mise en vente, et conduisent à des échecs cliniques.

Tous ces échecs et ces difficultés conduisent un grand nombre de praticiens, après quelques mois seulement, à abandonner la technique linguale. C'est ainsi qu'en 1983, après deux années de succès, les cours et séminaires de formation à l'orthodontie linguale sont désertés. A cette époque, beaucoup d'orthodontistes concluent que les dents ne peuvent être alignées correctement par un appareil lingual.

En parallèle, on peut noter l'arrivée sur le marché d'attaches vestibulaires moins visibles durant les années 80 : les attaches translucides en céramique et les attaches transparentes en saphir synthétique. Ces nouveaux traitements vestibulaires plus esthétiques contribuent à faire chuter le nombre de cas traités en orthodontie linguale aux États-Unis.

2. L'évolution des techniques

Malgré le désintéressement que connaît la technique linguale à partir de 1983, quelques praticiens passionnés continuent à croire en l'avenir de cette technique et vont la développer. Grâce aux efforts de ces cliniciens, de nombreuses difficultés responsables du déclin passé ont pu être surmontées.

2.1. Une reprise discrète aux États-Unis : les avancées de la TASK force

La TASK force ne compte, à l'époque, plus que trois membres : KURZ, GORMAN et SMITH. Ils continuent à travailler en collaboration avec les laboratoires de la firme ORMCO. Ces praticiens vont mettre au point un appareillage et une technique capable de fournir une qualité de résultats presque analogue à la technique vestibulaire.

2.1.1. Le bracket lingual de Kurz 7^{ème} génération

C'est le bracket qui connaîtra le plus grand succès dans le monde. Il est encore utilisé aujourd'hui.

2.1.1.1. Son évolution (11) (40)

La TASK force travaille sur le bracket initial de KURZ et lui apporte de multiples modifications au fil des années. Le bracket connaîtra au total 7 versions différentes.

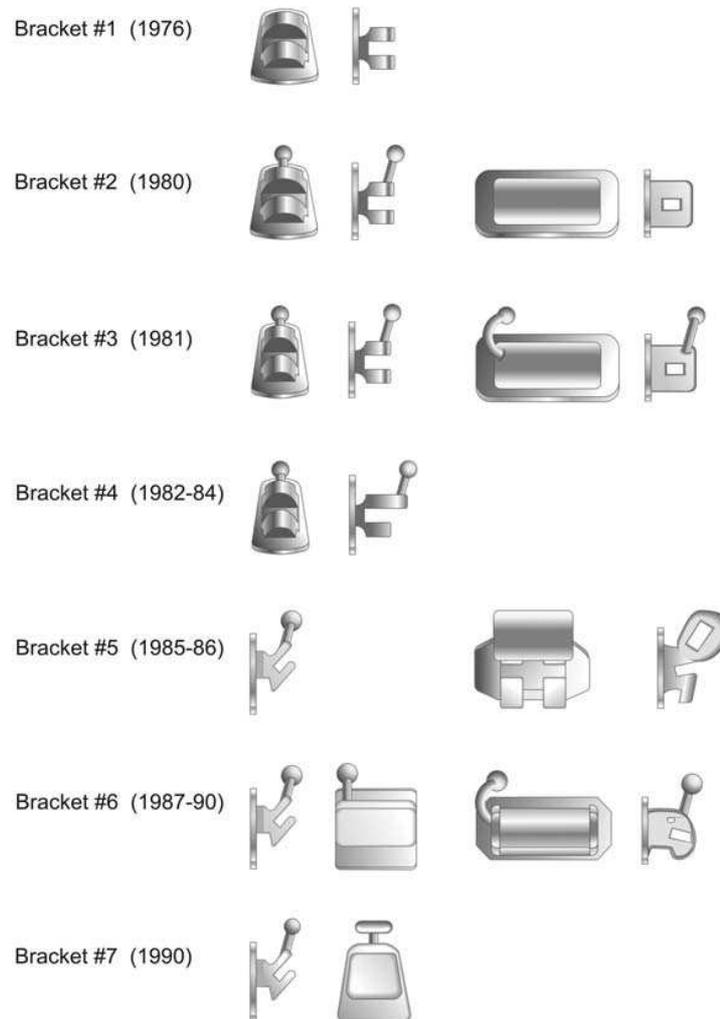


Fig 18 : L'évolution du bracket lingual de KURZ

- 1^{ère} génération (1976) : le bracket a une base large, il comporte un plan de morsure au niveau maxillaire de canine à canine, et des bords arrondis. Les crochets sont absents.
- 2^{ème} génération (1980) : des crochets sont ajoutés sur les brackets des canines.

- 3^{ème} génération (1981) : des crochets sont ajoutés à tous les brackets, ainsi que sur les tubes des molaires.
- 4^{ème} génération (1982-1984) : cette génération a vu l'ajout d'un plan incliné antérieur sur les brackets des incisives centrales et latérales. Les brackets ont un profil plus bas facilitant l'insertion de l'arc. Les crochets sont facultatifs, en fonction des besoins individuels de chaque cas.
- 5^{ème} génération (1985-1986) : le plan incliné antérieur est devenu plus prononcé, le torque a été augmenté dans la région antérieure maxillaire. Le bracket de la canine maxillaire a aussi un plan incliné, cependant il est biseauté pour permettre l'intercuspidation entre la canine maxillaire avec la canine et la prémolaire mandibulaire. Les crochets sont facultatifs. Le bracket molaire inclus un tube accessoire pour une barre transpalatine.
- 6^{ème} génération (1987-1990) : le plan incliné des brackets maxillaires antérieurs est devenu de forme carrée. Les crochets des dents antérieures et des prémolaires sont allongés. L'attachement au niveau molaire pour la barre transpalatine devient optionnel. L'option s'offre également de mettre un « hinge cap » (bracket auto-ligaturant) au niveau des deuxièmes molaires, pour faciliter la manipulation du fil au niveau des brackets molaires.
- 7^{ème} génération (1990) : le plan incliné antérieur prend une forme de losange, augmentant la distance inter-brackets. Tous les crochets ont un meilleur accès pour pouvoir les lier plus facilement. Les brackets prémolaires sont élargis dans le sens mésio-distal pour permettre un meilleur contrôle des rotations. Sur les molaires on peut avoir un tube terminal ou un hinge cap.

2.1.1.2. Caractéristiques générales (10) (38) (42) (43) (46)

C'est un bracket de type EDGEWISE, avec une gorge à insertion horizontale. Il est disponible en deux tailles de gorge, .018 x .025 inch et .022 x .028 inch, mais est essentiellement utilisé en .018. Il est pré-informé : pré-torqué et pré-angulé.

Sa particularité est de posséder un plan de morsure au niveau du secteur antérieur maxillaire. Ce plan est plat au niveau des incisives et concave au niveau des canines. Ce plan permet, grâce à la pression des incisives mandibulaires lors de la mastication, de prévenir le décollement des brackets.

La 7^{ème} génération a subi des modifications de forme et de taille, afin d'augmenter la distance inter-gorge de 22%. Il a une gorge plus profonde pour avoir un meilleur contrôle, mais cela augmente la difficulté d'insertion de l'arc. Cette difficulté a été partiellement réduite en inclinant légèrement la partie cervicale de la gorge.

L'attache dispose d'un crochet en forme de « T » qui est éloigné de la base métallique pour éviter de léser la gencive marginale. Leur forme arrondie améliore le confort du patient en minimisant les irritations linguales. Ce crochet a pour rôle de permettre le maintien des ligatures, ainsi que la fixation d'élastiques inter et intra-maxillaires, ou de chaînettes élastomériques.

2.1.1.3. Les différentes attaches (10) (38) (42) (43) (46)

A – Incisive maxillaire centrale

Ce bracket, comme ceux des 6 autres dents antérieures maxillaires, se compose des parties suivantes : une base avec une grille de rétention pour l'adhésif, un crochet en forme de « T » espacé de la gencive marginale, et un plan et morsure. Le corps est centré sur la base de l'attache.



Fig 19 : Bracket de l'incisive centrale maxillaire

B – Incisive maxillaire latérale

L'attache est très similaire à celle de l'incisive centrale, mais de taille inférieure. L'attache est cependant plus épaisse (distance fond de la gorge / base) pour compenser les différences d'épaisseur vestibulo-linguales entre les centrales et les latérales.

C – Canine maxillaire

L'attache ressemble encore beaucoup à celle de la centrale. Cette fois l'épaisseur est fortement diminuée. Le plan de morsure est plus incliné que pour les incisives, et le bord mésial de la base est plus incliné. Le crochet est aussi en forme de « T », mais le bras mésial est beaucoup plus long que le bras distal.

D – Prémolaires maxillaires et mandibulaires

Au niveau des prémolaires, le bracket est universel, il est identique pour les 8 prémolaires. Son corps est large ce qui permet un meilleur contrôle axial dans les secteurs latéraux.

E – Incisives mandibulaires

Les attaches sont les mêmes pour les 4 incisives. Ils ne présentent pas de plan de morsure comme les brackets maxillaires. Les crochets sont courts et en forme de « T ». Le côté mésial et le côté distal de la base sont symétriques.

F – Canine mandibulaire

Le bracket ressemble beaucoup à celui des incisives mandibulaires, il fait la même largeur. Il ne présente pas de plan de morsure comme ceux des canines maxillaires. Le crochet est en forme de « T », mais son bras mésial est plus long que le bras distal. Le bord mésial de la base est plus incliné que le bord distal.

G – Molaires maxillaires et mandibulaires

Ce sont les mêmes brackets utilisés au maxillaire et à la mandibule, seules les valeurs de torque et d'angulation varient. Ils peuvent être soit collés directement sur la dent, soit soudés sur une bague.

Il existe plusieurs types d'attaches pour les molaires :

- **Le bracket bi-plot** : Il porte un crochet boule mésio-gingival. Il ne peut donc pas être interchangeable entre deux hémi-arcades afin de respecter cette position mésiale du crochet. Cette configuration bi-plot du bracket améliore le contrôle des rotations et de l'angulation.



Fig 20 : Bracket bi-plot

- **Le bracket bi-plot avec un tube auxiliaire** : Il ne dispose pas de crochet et peut donc être installé à droite comme à gauche. Le tube auxiliaire est utilisé pour l'installation de dispositifs auxiliaires comme un arc transpalatin ou des boutons de Nance.



Fig 21 : Bracket bi-plot avec un tube auxiliaire

- **Le tube avec fermoir (ou hinge cap)** : Il a un loquet qui peut s'ouvrir et se fermer pour insérer l'arc. Cela facilite la mise en place de l'arc, mais nécessite l'utilisation d'un outil spécifique pour ouvrir le fermoir. Il possède un crochet boule en position mésiale pour y accrocher les ligatures métalliques ou élastomériques. C'est le bracket terminal de choix car il facilite l'insertion de l'arc.



Fig 22 : Le tube avec fermoir

- **Le tube terminal** : C'est un tube très petit qui est principalement utilisé lorsque la hauteur occluso-gingivale des molaires ne permet pas de positionner un tube avec fermoir. Il augmente la difficulté de mise en place de l'arc. Il est lui aussi équipé d'un crochet boule en mésial.

Pour les 1ères molaires on peut utiliser les 4, on a le choix.

Pour les deuxièmes molaires, on utilise uniquement le tube avec fermoir ou le tube terminal.

2.1.2. Le CLASS system (3) (5) (12) (17) (21) (30) (42) (48)

Le CLASS (Custom Lingual Appliance Set-up Service) est un système de positionnement des attaches linguales qui a pour principale caractéristique de positionner les brackets sur un « set-up ». Sur ce set-up les dents en plâtre sont placées dans la position idéale à atteindre en fin de traitement.

Ce système est mis au point en 1984, par la société ORMCO (avec les membres de la Task force) et la société NEWHART, afin de pallier les inconvénients du TARG 1.

Cette nouvelle technique utilise encore le TARG, pas uniquement pour positionner les brackets mais aussi pour effectuer des mesures. La deuxième unité du TARG servant à orienter les dents n'est plus utilisée avec ce système.

2.1.2.1. Le positionnement des attaches sur le set-up

Il se fait en plusieurs étapes :

- La première étape consiste à effectuer des mesures sur le modèle en malocclusion. On mesure le torque et l'angulation de chaque dent à l'aide du TARG. On mesure également le recouvrement, le surplomb incisif, les

largeurs inter-canines et inter-molaires mandibulaires, et enfin la distance entre les milieux incisifs.

- Puis on effectue une duplication des modèles en plâtre et on les monte sur articulateur.
- Chaque dent des modèles sur articulateur est sectionnée (avec sa racine) et repositionnée dans de la cire. Les dents sont placées dans la cire selon les prescriptions du praticien (torque, angulation, rotation...). On obtient un set-up, ou maquette prévisionnelle de la situation à atteindre en fin de traitement.

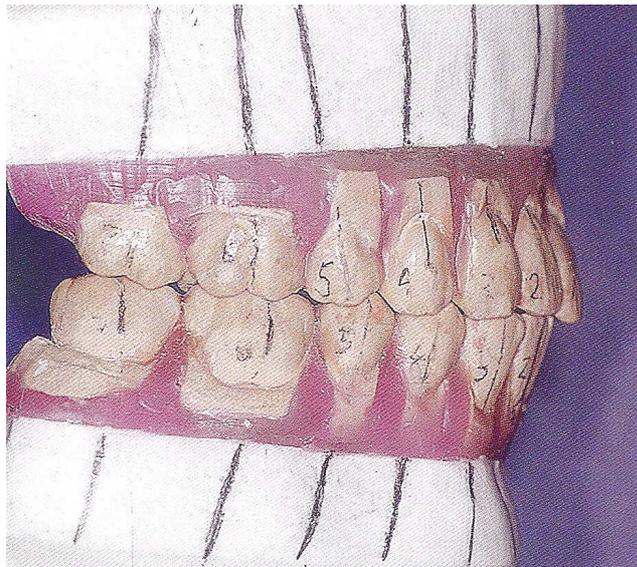


Fig 22 : Photo d'un set-up

- On compare les valeurs de torque et d'angulation du set-up avec celles des modèles en malocclusion, afin de connaître l'ampleur des mouvements à réaliser.
- On prend une empreinte de ce set-up que l'on coule en plâtre. C'est sur cette 3^{ème} série de modèles que l'on va positionner les attaches.

- Le TARG (uniquement 1^{ère} et 3^{ème} unités) est utilisé pour positionner les brackets, mais avec des lames porte-attaches qui regroupent plusieurs attaches. En effet les attaches sont préencollées par groupe, et seuls 7 porte-attaches sont nécessaires pour mettre en place tous les brackets d'une arcade. Au niveau antérieur, les quatre attaches incisives sont placées en même temps avec une lame curviligne choisie en fonction du rayon de courbure palatin. Ce procédé permet de ne pas tenir compte de l'anatomie linguale et évite les courbures de compensation antérieures de 1^{er} ordre. Les canines ont une lame de positionnement unitaire. Au niveau postérieur, une lame rectiligne positionne les deux attaches prémolaires, une autre les deux attaches molaires.
- Il ne reste alors plus qu'à pré-encoller les attaches à l'aide d'une résine photo puis thermo-polymérisée.

On obtient le montage que l'on souhaite obtenir en fin de traitement avec les brackets préencollés positionnés dessus.

On prend une photo à l'échelle 1 de ce modèle, elle permettra de dessiner l'arc idéal.

2.1.2.2. La clé de transfert

Le transfert des attaches en bouche nécessite deux étapes : d'abord sur le modèle en malocclusion, puis en bouche.

Sur le set-up en plâtre on applique une plaque thermo-formable. Elle emporte les attaches lorsqu'on la retire. On découpe la plaque au niveau de chaque dent de façon à obtenir des mini-chapes unitaires transparentes. Ensuite, on met en place ces mini-chapes (contenant les attaches) sur les premiers moulages en malocclusion.

Une fois toutes les mini-chapes sur le modèle en malocclusion, on applique une seconde plaque thermo-formable par dessus qui solidarise les chapes entre elles. On recouvre le tout d'un matériau silicone lourd. On obtient une gouttière de transfert que l'on peut découper si l'on souhaite sectoriser le collage.

2.1.2.3. Avantages et inconvénients du système CLASS

- **Avantages :**

- Faciliter la réalisation des arcs, en supprimant les courbures antérieures de premier ordre.
- Le set-up permet de visualiser et valider le résultat final (interférences occlusales avec l'appareil, recouvrement...).
- Le set-up facilite la communication avec le patient en permettant de lui montrer le résultat souhaité.
- Il permet de pré-encoller les brackets par groupe.
- Il permet un meilleur positionnement des brackets les uns par rapport aux autres en hauteur.

- **Inconvénients :**

- Le protocole de laboratoire est plus long et plus lourd que celui du TARG.
- Comme avec le TARG, l'épaisseur de collage prend de la place en bouche ce qui augmente l'inconfort du patient.
- Les étapes sont nombreuses ce qui augmente le risque d'imprécision.
- On ne peut pas toujours ajuster les hauteurs entre le secteur antérieur et les secteurs latéraux, ce qui oblige à effectuer des pliures de second ordre.

- Un seul laboratoire aux États-Unis (à Atlanta) réalise le montage des attaches avec ce système. Les délais d'attente sont donc très longs.

En 1986, KURZ, GORMAN et SMITH élaborent une démarche thérapeutique commune qu'ils vont publier.

Remarque : On peut noter que parallèlement à la TASK Force, Thomas CREEKMORE (un autre praticien américain), met au point en 1989 un bracket auto-ligaturant à insertion verticale : le « conceal occlusal-slot lingual system ». Cependant, ce bracket ne sera jamais commercialisé. CREEKMORE a mis au point un système de positionnement pour ce bracket, la « slot machine ».

2.2. L'école Française

2.2.1. L'orthodontie linguale arrive en France (11) (15)

La technique linguale arrive en France en 1986, lorsque le professeur Pierre CANAL introduit cette technique dans le service d'adultes qu'il dirige à Garancière.

La même année, D. FILLION et G. ALTOUNIAN vont créer le GEOL ou groupe d'étude d'orthodontie linguale. Ce groupe va rassembler tous les adeptes de la technique linguale et aura pour but :

- l'étude et la diffusion des techniques linguales
- le perfectionnement des membres dans la pratique de ces techniques

Six années plus tard, ce groupe de travail changera de nom pour devenir la société française d'orthodontie linguale (SFOL).

2.2.2. Le TARG 2 de FILLION (ou système BEST) (6) (16) (17) (23) (42) (44)

En 1986, FILLION constate certaines limites du TARG 1 et propose des améliorations. En effet, FILLION, pour résoudre le problème posé par la gestion de la distance face vestibulaire/fond de gorge de l'attache, ajoute un système de mesure d'épaisseur fixé sur l'axe central du TARG pour mesurer l'épaisseur attache-dent. FILLION présente le TARG 2, aussi appelé système BEST (Bonding Equal Specific Thickness), aux membres du GEOL en 1987.

2.2.2.1. Description de l'appareil de mesure des épaisseurs (AME)

Cet appareil est un pied à coulisse à comparateur numérique situé au niveau du bras articulé de la 3^{ème} unité du TARG. Cet outil a pour but de faire concorder les distances entre le fond de la gorge du bracket et la face vestibulaire de chaque dent entre elles. Il se compose de :

- 2 lames horizontales, l'une s'engageant dans la gorge de l'attache et l'autre s'appuyant sur la face vestibulaire à la hauteur choisie par le technicien.
- D'un écran d'affichage sur lequel la mesure de l'épaisseur est quantifiée en 1/10^{ème} de millimètre.

De cette façon, on peut positionner sagittalement une attache à une distance précise de la face vestibulaire.

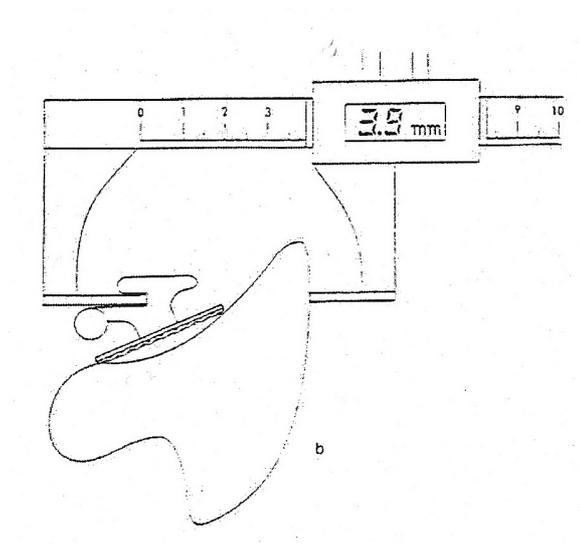


Fig 23 : Schéma de l'AME

Comme avec le TARG, le vide existant entre l'attache et le modèle de travail est comblé par le matériau de collage.

L'uniformisation des épaisseurs « dent-attache » conduit à ce que les attaches reposent sur des coussins de résine d'épaisseur différente ce qui permet de compenser les variations d'épaisseur des dents du secteur antérieur, d'obtenir un alignement dentaire harmonieux et de réduire le nombre des courbures de compensation de premier ordre.

2.2.2.2. Le programme DALI (Dessin Arc Lingual Informatisé)

En 1988, FILLION complète le TARG 2 à l'aide d'un programme informatique, le DALI (Dessin Arc Lingual Informatisé). C'est un logiciel consistant à l'obtention par la micro-informatique du dessin de l'arc de chaque arcade à l'échelle réelle.

A partir de la photocopie du moulage initial et du pochoir transparent « Penta Morphic Arches Ricketts » présentant cinq formes d'arcades, on choisit parmi ces formes celle qui conviendra le mieux au patient. Le logiciel affiche à l'écran la forme sélectionnée.

Chaque dent est représentée par un trapèze dont le grand côté représente la largeur de la dent, le petit côté la largeur de la gorge de l'attache, et la hauteur la distance face vestibulaire/fond de la gorge. On saisit dans l'ordinateur les données suivantes : hauteur de montage de l'attache, angulation, torque, épaisseur avant et après collage, largeur des dents, largeur de la gorge, pliures de premier ordre entre canine et prémolaire, et entre prémolaire et molaire. Les trapèzes sont alignés l'un à côté de l'autre à partir de la ligne médiane.

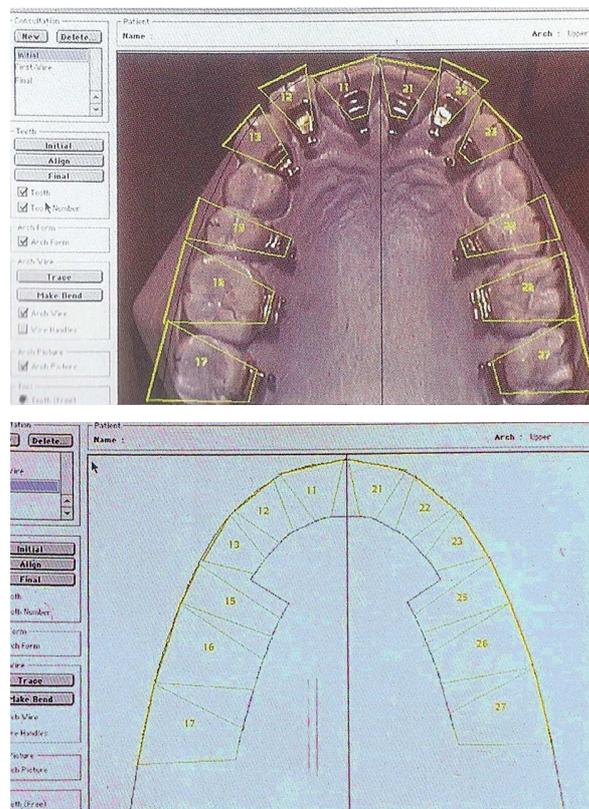


Fig 24 : Le DALI

Le programme trace l'arc tangent aux petits cotés des différents trapèzes, en tenant compte des pliures de premier ordre. Le logiciel donne au praticien le tracé extrêmement précis de la forme d'arcade finale individualisée. Les arcs construits sur cette charte guideront les dents au fil des étapes du traitement vers la position finale.

En 1996 FILLION propose le DALI 2 qui permet d'obtenir les tracés des différents arcs nécessaires pour les différentes étapes du traitement.

2.2.2.3. Avantages et inconvénients du TARG 2

Cette amélioration du TARG présente de nouveaux avantages, il permet :

- Une diminution du nombre de courbures de compensation, grâce à l'AME
- D'obtenir les bosses canines plus facilement et précisément
- D'obtenir une forme d'arc idéale et de préparer les séquences d'arc en fonction des étapes du traitement grâce au logiciel DALI
- De réduire le nombre d'étapes de laboratoire, et donc les risques d'erreur (en comparaison avec le système CLASS).
- De monter directement les attaches sur le modèle en malocclusion, sans élaborer de set-up.

Cependant, ce système a aussi des inconvénients :

- Les pliures de premier ordre sont encore nécessaires entre canine et première prémolaire, ainsi qu'entre deuxième prémolaire et première molaire.
- L'épaisseur parfois importante des attaches préencollées est source d'inconfort chez le patient
- Il ne permet pas de visualiser la fin du traitement car il n'utilise pas de set-up idéal
- Il requiert compétence et minutie pour surmonter les pièges dus aux malpositions dentaires.

2.3. De nouveaux concepts dans le monde à la fin des années 90

A partir du début des années 90, le nombre de cas traités en technique linguale multi-attaches dans le monde commence à fortement augmenter, tout particulièrement en Europe et au Japon

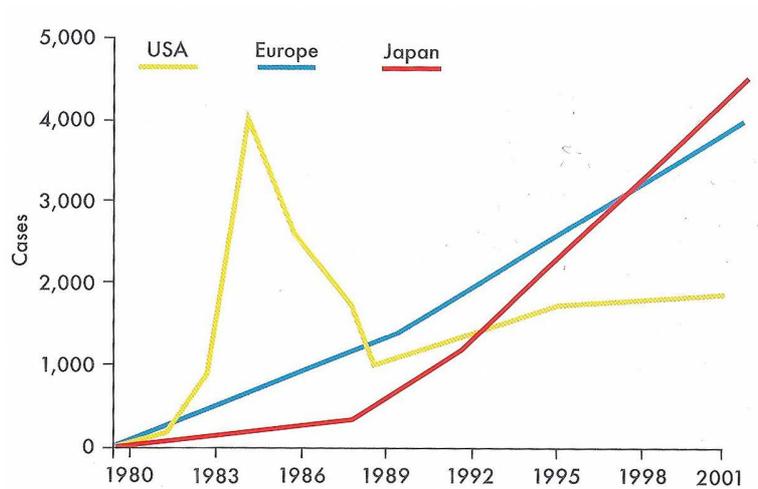


Fig 25: Graphique représentant le nombre de cas traités en technique linguale dans le monde

En 1991, le 1^{er} congrès international d'orthodontie à lieu à Paris sous la présidence du Dr FILLION.

L'année suivante, trois français (ALTOUNIAN, FILLION, LECLERC) et trois italiens (RONCHIN, NIDOLI, GARINO) créent la société européenne d'orthodontie linguale (ESLO).

Durant ces années 90, le succès de l'orthodontie linguale dans le monde devient une réalité. On peut noter cependant que cette période ne sera pas marquée par des améliorations majeures de la technique.

Il faudra attendre la fin des années 90 pour voir émerger de nouveaux concepts tels que le système HIRO, le TOP-system et la thérapeutique éco linguale, ou encore la technique en arc droit.

2.3.1. Le Système HIRO (21) (31) (44) (52)

2.3.1.1. Introduction

Au début des années 90, le Dr HIRO développe au Japon une nouvelle technique de collage indirect des attaches. Il publie ses travaux en 1998. Cette technique a très vite un fort impact dans le monde de l'orthodontie linguale, elle est baptisée le « HIRO system ». Quelques années plus tard, TAKEMOTO et SCUZZO apportent quelques améliorations au système.

Le HIRO system utilise un set-up, tout comme le CLASS system, et il fait appel à un système de mini-chapes individuelles pour transférer les attaches en bouche. La chape est confectionnée sur chaque dent et est solidarisée au bracket.

Le set-up idéal est réalisé au laboratoire à l'aide d'un nouvel appareil : le Ray-Set.

2.3.1.2. Le Ray-Set (44)

C'est un appareil qui sert à positionner chaque dent sur le set-up selon les prescriptions du praticien. Son principe est de considérer chaque dent comme une unité individuelle, virtuellement isolée de l'arcade et de la placer au centre d'un système de contrôle 3D dans lequel ses valeurs respectives de premier, deuxième et troisième ordre sont déterminées.

Le dispositif est composé d'un goniomètre tridimensionnel, aussi appelé RTT pour rotation, tip and torque. Il permet d'évaluer la quantité du mouvement orthodontique sur le set-up, d'enregistrer l'inclinaison couronne/racine et de comparer le modèle de malocclusion avec le set-up.

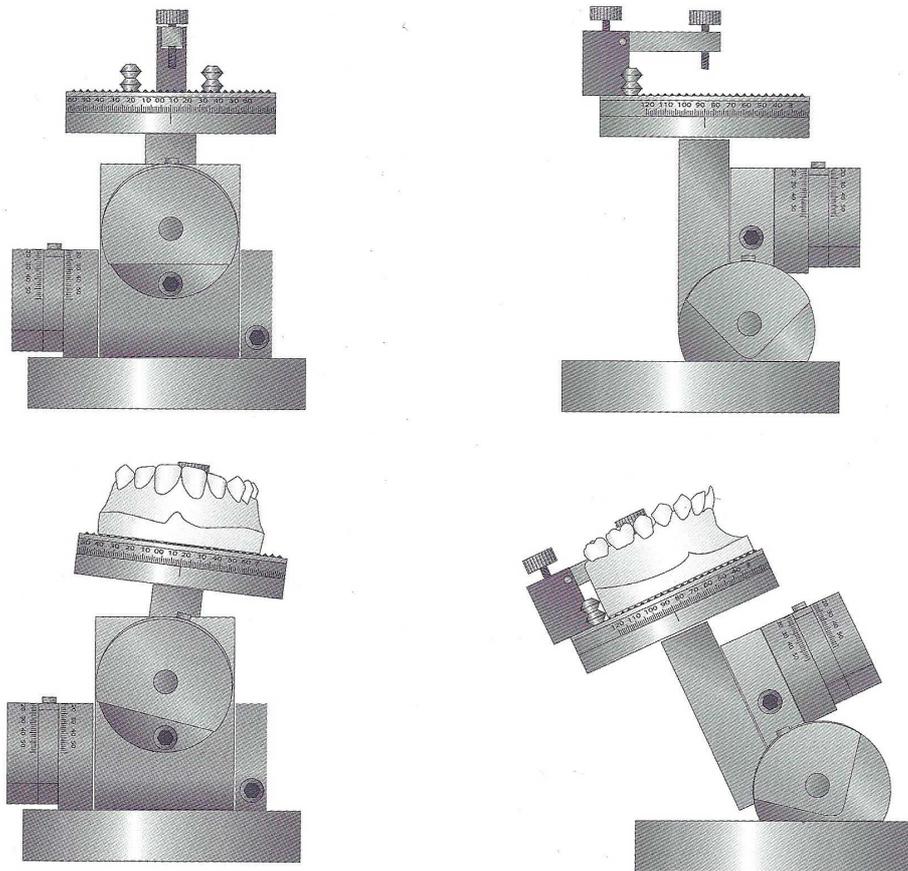


Fig 26 : Le Ray-Set, goniomètre tridimensionnel

Le Ray-Set évalue les rotations, l'angulation, le torque et les mouvements dentaires en fonction des objectifs de traitement et des critères d'occlusion idéals. Tout peut être contrôlé et optimisé, de la phase initiale jusqu'à la phase terminale.

Le set-up est réalisé avec toutes les données d'hypercorrection nécessaires pour éviter au maximum les courbures de compensation et pour fournir à l'orthodontiste un appareillage incluant les informations des second et troisième ordres les plus précises possibles.

Le Ray-Set permet également de déterminer la situation idéale de l'arc par rapport aux dents.

2.3.1.3. Présentation de la technique (31) (44) (52)

Une fois le set-up réalisé avec le Ray-Set, il faut plier l'arc idéal en respectant la forme d'arcade et en étant aussi symétrique que possible. La platitude de l'arc et l'absence de torque sont contrôlés. Les arcs maxillaire et mandibulaire préparés séparément sont coordonnés puis vérifiés à nouveau sur le set-up. Ces arcs idéaux ne sont pas utilisés pour le traitement.

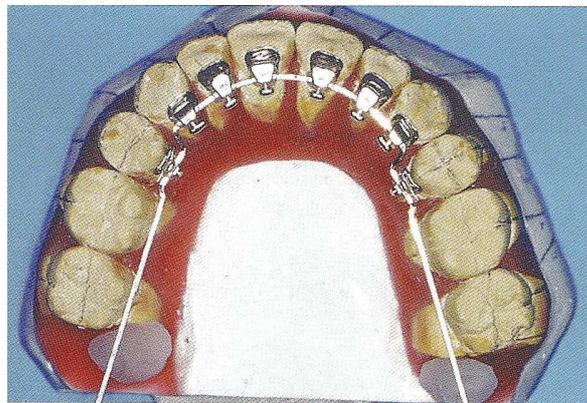


Fig 27 : positionnement des attaches sur l'arc idéal

Les six attaches antérieures sont ligaturées sur l'arc avec des ligatures élastomériques. L'arc est ensuite placé sur le set-up et le centrage des brackets est vérifié. L'espace entre la base des attaches et la surface linguale doit être le plus petit possible. A ce stade, la base est ajustée par meulage ou façonnage. Les secteurs latéraux sont positionnés de la même façon que les secteurs antérieurs, l'arc est fixé au modèle avec de la cire orthodontique.

Une fois l'arc fixé, il faut confectionner les mini-chapes individuelles de transfert. Elles sont réalisées en verre ionomère photopolymérisable de type Ultra Band-Lok bleu ou blanc (Reliance Orthodontics Products Inc.) que l'on identifie aisément sur les surfaces dentaires, qui est facile à désinsérer et qui réduit le temps de travail. On peut également utiliser une résine autopolymérisable comme la Pattern Resin (GC Co Ltd Japan). Au

niveau antérieur, on applique le matériau de façon à recouvrir le bord incisif ainsi que quelques millimètres de la surface vestibulaire, il englobe également l'extrémité occlusale de l'attache. Dans les secteurs postérieurs, seules les faces occlusales sont recouvertes.



Fig 28 : Confection des chapes individuelles (ici avec de l'Ultra Band-Lok)

On photopolymérise le matériau pendant 20 secondes à l'aide d'une lampe à photopolymériser. Les chapes sont ensuite numérotées du numéro de la dent correspondante.

L'arc avec les attaches est désolidarisé du modèle, puis les ligatures élastomériques sont retirées afin de récupérer les attaches. Les attaches avec leur mini-chape sont repositionnées sur le modèle.

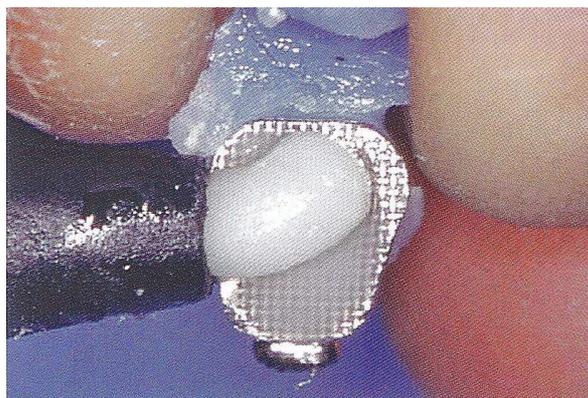


Fig 29 : Préencollage des bases

L'intrados de la base de chaque bracket est ensuite recouvert d'un matériau de collage, puis l'attache est remise en place sur le modèle. Après élimination des excès on photopolymérise chaque base durant 20 secondes. On obtient après polymérisation des attaches préencollées adaptées aux faces linguales et solidarisées à leur mini-chape, prêtes pour effectuer le transfert en bouche.



Fig 30 : Attache préencollée avec sa chape de transfert

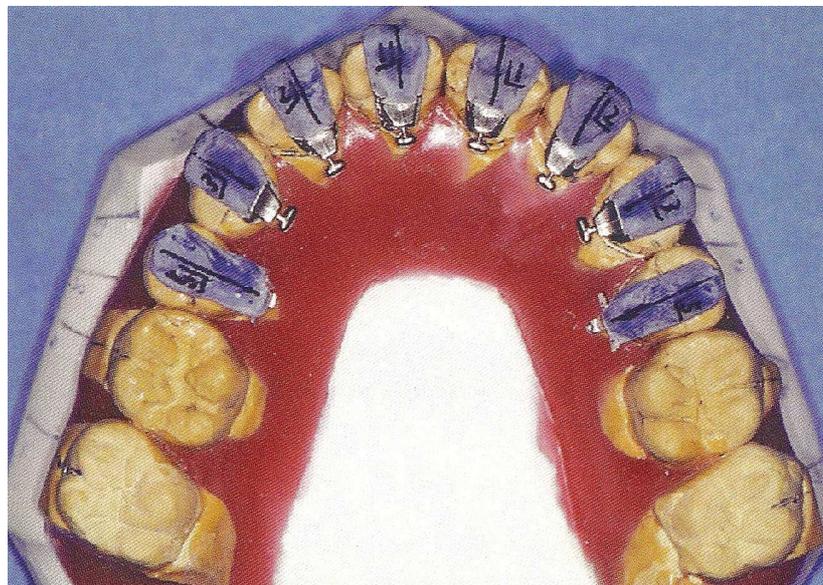


Fig 31 : Attaches en places sur le modèle, prêtes à être transférées en bouche

Les surfaces linguales dentaires sont nettoyées puis mordancées. On applique sur celles-ci un primaire adhésif, comme le Transbond XT de 3M, ou encore le Enlight Fluorobond XM de Ormco. Les bases sont enduites d'une fine couche de composite photopolymérisant, tel que le Ormco Enlight composite ou le Transbond LR de 3M. Les attaches sont positionnées correctement une à une à l'aide de leur mini-chape, puis photopolymérisées durant 20 secondes. La mini-chape est ensuite sectionnée de l'attache à l'aide d'une fraise montée sur turbine ou à l'aide d'un détartreur.

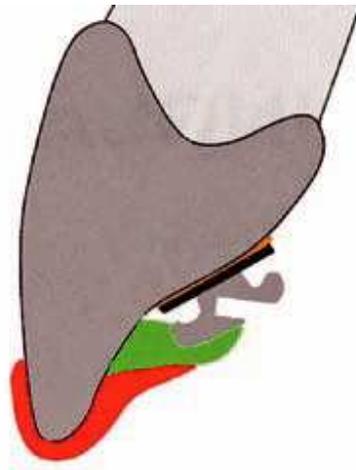


Fig 32 : Schéma d'une attache positionnée avec sa mini-chape

2.3.1.4. Avantages du système HIRO (21) (31) (44)

Le système HIRO a de nombreux avantages en comparaison avec les autres systèmes de collage indirect :

- Aucun équipement électronique n'est requis pour le positionnement des attaches ou le recollage, par conséquent il n'y a pas nécessité de relation commerciale avec une entreprise.

- Il n'y a pas besoin de passer par une étape de transfert des brackets du set-up au modèle de malocclusion
- Les chapes individuelles sont très petites et rigides, de sorte que le collage soit plus précis. Cela permet d'éviter des déformations et une faible adhésion causée par une flexibilité excessive. Dans d'autres techniques de collage indirect le transfert est réalisé à l'aide de clés en silicone, et le collage est moins précis car la position du bracket varie en fonction de la pression appliquée sur la clé.
- L'épaisseur de composite de collage est très limitée ce qui permet de faciliter l'hygiène et d'améliorer le confort du patient.
- Dans les cas d'encombrements sévères, le collage séquentiel est plus facile à utiliser que d'autres techniques de collage indirect.
- Le recollage est rapide, simple et précis à l'aide du set-up et de l'arc idéal.
- C'est un système simple, économique et précis.
- Le temps au fauteuil est plus ou moins identique à celui passé avec une autre technique.

Un inconvénient de ce système est la possibilité d'avoir un jeu de l'arc dans la gorge des attaches au moment du positionnement sur le set-up, créant une source d'imprécision. Pour éviter cela il faut bien utiliser des arcs pleine taille (arc de même largeur que la largeur de la gorge de l'attache) pour positionner les attaches.

2.3.2. La thérapeutique Eco-linguale (54) (55) (56) (57)

En 1997, WIECHMANN met au point une nouvelle procédure de laboratoire, le système TOP (Transfert Optimised Positionning). Ce système s'inscrit dans un nouveau concept de traitement proposé par WIECHMANN : « la thérapeutique éco-linguale ».

2.3.2.1. Le TOP System (54) (56)

Le TOP system repose sur 4 caractéristiques majeures :

- **Les attaches sont positionnées sur le modèle en malocclusion** : Un avantage de cette méthode est la simplicité du collage indirect avec seulement une gouttière de transfert. En effet il n'y a pas de transfert des attaches du set-up au modèle de malocclusion. En cas de décollement d'un bracket, la gouttière peut être sectionnée et réutilisée comme gouttière unitaire.

- **Le positionnement des brackets est effectué à l'aide d'un TARG professionnel**. C'est un TARG modifié avec le dispositif de mesure mis au point par FILLION, mais également des modifications au niveau du bras de référence et du porte-attache, permettant d'améliorer les performances du TARG.



Fig 33 : Le TARG professionnel

- **L'orientation tridimensionnelle du modèle en malocclusion** : un set-up idéal est utilisé pour orienter chaque dent dans les trois dimensions. Cela permet non seulement de déterminer la hauteur idéale des attaches et la forme de l'arcade, mais aussi de garantir un positionnement individuel des attaches selon l'axe dentaire, et non plus selon la morphologie vestibulaire. Pour orienter le set-up de façon optimale un faisceau laser (OMEGALINER) est utilisé. Il permet de déterminer la hauteur idéale du collage et de placer les brackets le plus gingivalemment possible.

- **Toutes les attaches sont collées le plus près possible de la face linguale des dents** : L'épaisseur de collage est la plus fine possible, ce qui permet d'améliorer grandement le confort des patients. Chaque bracket a au moins un point de contact avec la dent. Cette faible distance entre la gorge du bracket et la dent permet également, au niveau biomécanique, un meilleur rapprochement du centre de résistance de la dent. La réduction de l'épaisseur de collage permet également un recollage optimal et facilite l'hygiène.

2.3.2.2. La conception des arcs (55)

La thérapie éco-linguale a la particularité d'utiliser des arcs très personnalisés. En effet, la non compensation des épaisseurs avec le TOP system implique d'effectuer une multitude de déformations de 1^{er} ordre sur l'arc. Pour cela, WIECHMANN fait appel à la technologie CAD/CAM (Computer-Aided Design / Computer Aided Manufacturing). A l'aide du set-up, la forme d'arcade est choisie et les arcs sont confectionnés sur ordinateur à l'aide d'un logiciel spécifique (Module lingual). Les arcs sont ensuite fabriqués par un robot (Orthomate) assisté par ordinateur. L'utilisation d'arc Copper en Ni-Ti « customisés » est possible.

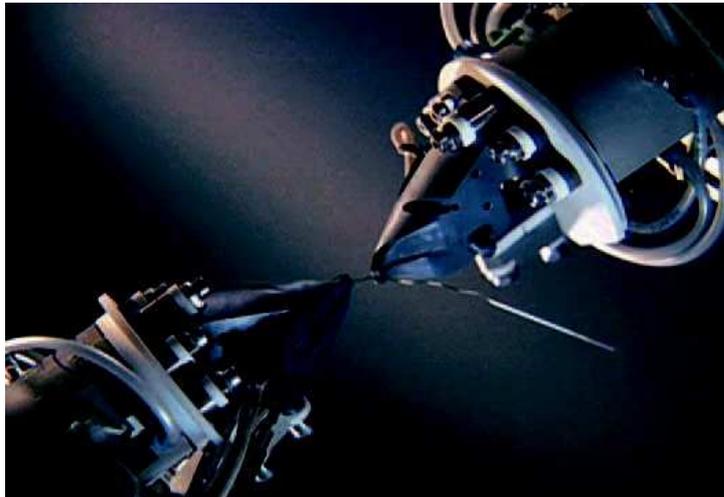


Fig 34 : Robot à plier les fils (Orthomate). Il est utilisable pour tous les alliages et dans toutes les sections utilisées pour la technique

L'utilisation d'arcs individualisés permet d'optimiser le nombre de séquences d'arcs : seulement un ou deux arcs sont nécessaires pour un cas sans extraction, deux ou trois arcs pour un cas avec extraction.

La thérapie éco-linguale permet au praticien de réaliser des économies du fait de l'utilisation d'arcs préfabriqués et facilite le collage/recollage.

En revanche, un seul laboratoire situé en Allemagne propose le TOP system, et le praticien est totalement dépendant du laboratoire pour le montage et la conception des arcs.

2.3.3. La technique Lingual Straight Wire

2.3.3.1. Présentation (44) (52)

A partir de 1995, TAKEMOTO et SCUZZO vont mettre au point une nouvelle technique linguale : la technique Lingual Straight Wire (LSW). La grande nouveauté de cette technique est l'utilisation d'un arc réellement droit, sans courbure de compensation horizontale entre canine et prémolaire ou entre prémolaire et molaire, et sans courbure verticale entre les dents antérieures et postérieures. L'arc n'a donc plus une forme de champignon si caractéristique de la technique linguale, arc qui avait été mis au point par FUJITA dans les années 70.

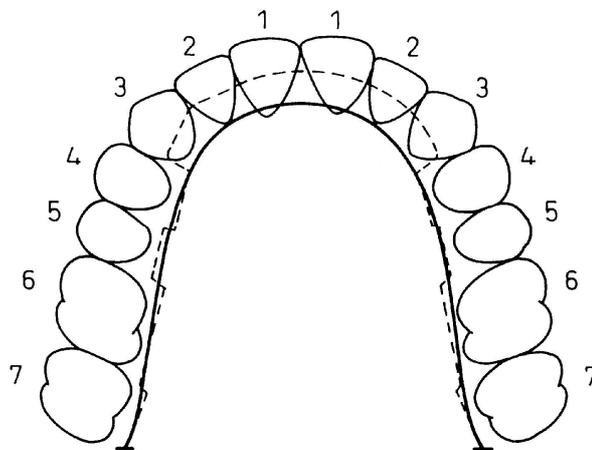


Fig 35 : Comparaison entre la forme de l'arc maxillaire en technique LSW et l'arc en champignon de FUJITA

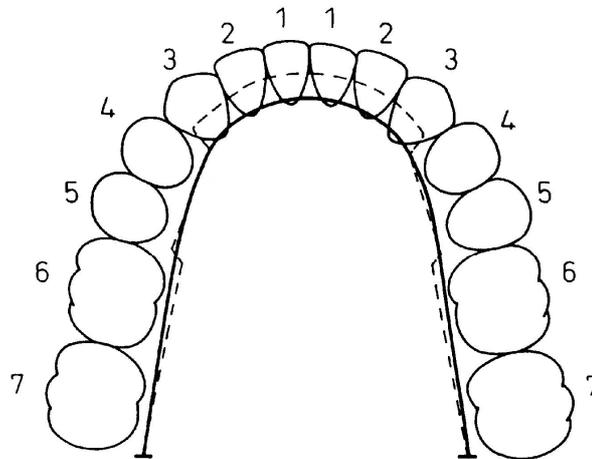


Fig 36 : Comparaison entre la forme de l'arc mandibulaire en technique LSW et l'arc en champignon de FUJITA

Cette technique facilite la coordination des arcades et permet l'utilisation d'une mécanique plus simple telle que la mécanique de glissement. Par ailleurs, la simplification de la mécanique et la réduction du nombre de pliures permettent de réduire les difficultés techniques pour les praticiens et d'écourter le temps passé au fauteuil.

Les compensations, n'étant pas réalisées sur l'arc, sont répercutées au niveau de la distance entre la gorge de chaque bracket par rapport à chacune des dents. Ceci entraîne une augmentation de l'épaisseur des brackets qui va favoriser la situation d'inconfort chez le patient.

L'utilisation d'un arc droit implique de respecter quelques particularités quant à la position des attaches et de leur gorge :

- dans les secteurs antérieurs, les gorges sont situées plus gingivalemment
- dans les secteurs antérieurs, les gorges sont situées plus lingualemment

- dans les secteurs postérieurs, l'épaisseur vestibulo-linguale au niveau des prémolaires est augmentée

SCUZZO et TAKEMOTO utilisent le système HIRO avec un set-up vu précédemment pour le positionnement des attaches.

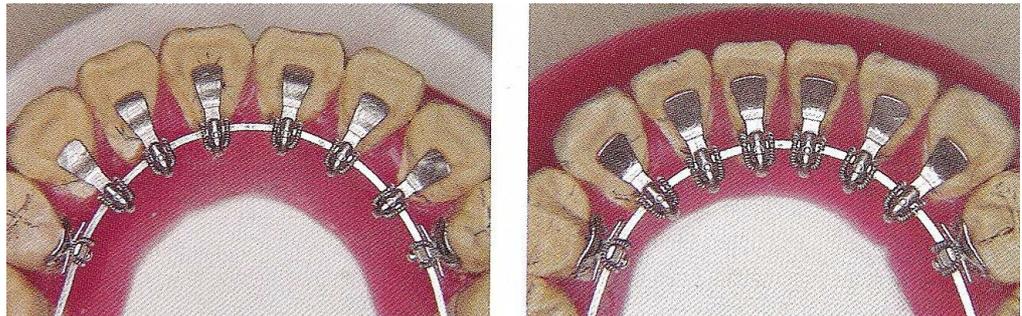


Fig 37 : attaches LSW positionnées sur les set-up maxillaire et mandibulaire

2.3.3.2. Le bracket LSW (44) (52)

Pour décrire les attaches LSW, on les compare aux attaches ORMCO-KURZ de 7^{ème} génération :

- La principale différence est le sens d'insertion de l'arc. Avec les attaches LSW, l'arc est mis en place dans la gorge de vestibulaire en lingual, soit le sens inverse par rapport aux attaches ORMCO-KURZ.

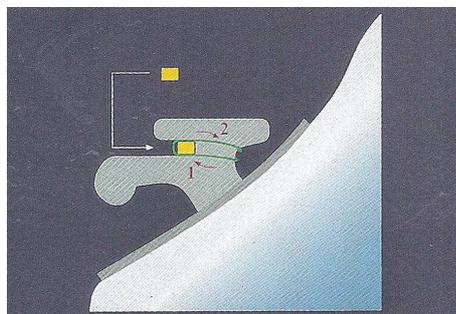


Fig 38 : Insertion de l'arc avec une attache ORMCO-KURZ 7^{ème} génération

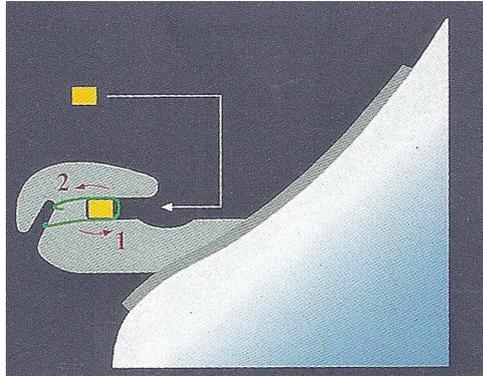


Fig 39 : Insertion de l'arc avec une attache LSW

- Le corps des attaches LSW est situé plus gingivalemment sur la base de l'attache. Ce corps est plus petit en hauteur, et plus long dans le sens vestibulo-lingual que sur les attaches ORMCO-KURZ.

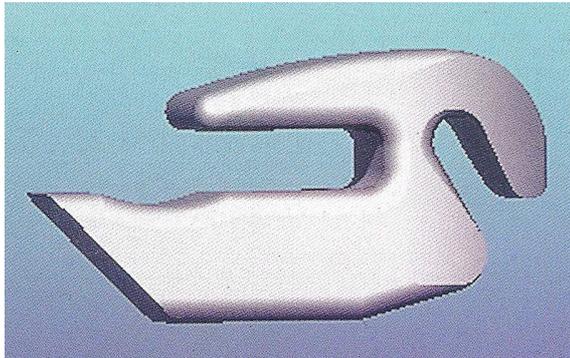


Fig 40 : Schéma du corps d'une attache LSW

- Les attaches LSW antérieures ne possèdent pas de plan de morsure.
- Les attaches LSW sont moins larges que les attaches ORMCO-KURZ, ce qui augmente la distance inter-bracket.

2.3.3.3. Avantages de la technique linguale en arc droit (44) (52)

- L'utilisation d'un arc droit facilite le travail du praticien, lui évitant de réaliser des courbures de compensation.
- Le recollage d'une attache est simple et n'impose pas de déposer l'arc
- La position très gingivale de l'arc permet de faciliter l'hygiène au niveau des points de contact, en permettant le passage de brossettes interdentaires ou de fil dentaire.
- Les attaches sont à distance du point de contact, ce qui permet de réaliser un stripping sans avoir à déposer l'arc.
- La position gingivale des attaches diminue les risques de décollement, et prévient les contacts prématurés dans les régions postérieures.
- Du fait de l'absence de plan de morsure et de la position des brackets, l'épaisseur des cales au niveau des molaires inférieures est diminuée, ce qui permet un meilleur recouvrement.
- La correction des rotations est facilitée, car la force est appliquée plus loin du centre de rotation de la dent.
- Lors d'une phase de rétraction, les forces sont appliquées dans la même direction que celle de l'insertion de l'arc dans la gorge, ce qui facilite le contrôle du torque.
- L'expansion antérieure est plus efficace.

3. La nouvelle ère de l'orthodontie linguale

3.1. Les brackets individualisés : la technique Incognito

3.1.1. Introduction

La technique linguale en orthodontie soulève une triple problématique : en effet le praticien doit tenir compte de l'existence d'une phase d'adaptation de l'élocution de son patient qui est plus ou moins longue, d'une étape de finition qui peut s'avérer difficile et enfin de la nécessité dans certains cas d'un recollage complexe et parfois imprécis.

La thérapeutique ECO linguale mise au point par WIECHMANN a permis de positionner les attaches beaucoup plus près des dents, et ainsi d'améliorer grandement le confort des patients.

L'attache en elle-même, peu précise, constituait le dernier point faible de cette technique. Elle engendrait des mouvements quelquefois non désirés ce qui compliquait l'étape de finition. Les progrès technologique actuels (biomatériaux, informatique, robotique) et leurs champs d'application en orthodontie linguale ont permis aux concepteurs de la thérapeutique ECO linguale d'imaginer un nouveau système d'attache répondant aux exigences de l'orthodontie linguale.

En 2001, WIECHMANN et le laboratoire Top Service mettent au point une attache individualisée d'une précision alors inégalée. Cette attache « sur mesure » a donné naissance à la technique Incognito.

Cette technique fait appel à un nouveau concept en orthodontie linguale, puisque les étapes de fabrication des attaches et les étapes de leur positionnement sont fondues en une seule.

3.1.2.1.1. Indications pour la fabrication du set-up

Nous indiquerons ici le type de traitement envisagé : extractions ou pas, stripping, repositionnement incisif, mécanique de classe II, etc. Les modèles seront montés sur articulateurs. Le technicien cherchera à obtenir la meilleure occlusion possible tout en suivant scrupuleusement les indications du praticien. Ce dernier garde le contrôle total du plan de traitement et des options choisies pour le réaliser.

3.1.2.1.2. Le choix des attaches

Le praticien a le choix entre plusieurs types d'attaches :

- Des attaches Ribbonwise (Ribbon VH) dans lesquelles on insère le fil :
 - Verticalement dans la partie antérieure, ce qui offre une grande facilité pour corriger les rotations et améliore le contrôle du torque.

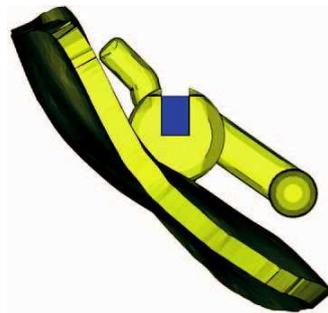


Fig 42 : Attache Ribbon VH antérieure, insertion verticale du fil

- Horizontalement dans la zone postérieure, ce qui augmente le contrôle du tip, notamment dans les cas d'extractions. Ces attaches de type Ribbonwise sont utilisées dans 90% des cas.

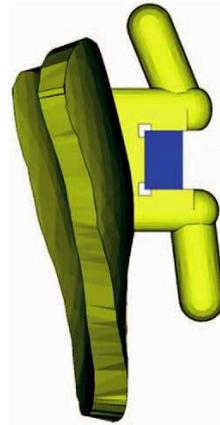


Fig 43 : Attache Ribbon VH postérieure, insertion horizontale du fil

- Des attaches Edgewise (Edge) qui reprennent la forme des attaches classiques et qui sont utilisées seulement dans trois types de malocclusions :
 - A la mandibule, lorsque l'on veut pratiquer une expansion antéropostérieure. En effet, dans ces cas, on insère des fils qui sont artificiellement rallongés par des stops d'avancement. Cette opération entraîne une déflexion dans le fil. La déflexion s'exprime dans le sens où le fil est le plus fin. Si le fil est Edgewise, la déflexion part en direction du plancher buccal, le long de la face palatine, ce qui est peu gênant pour le patient. Si le fil était Ribbonwise, la courbure s'exprimerait horizontalement vers la langue du patient, ce qui serait beaucoup plus inconfortable.
 - A la mandibule, dans les cas d'extraction d'une incisive. En effet, la fermeture d'espace d'extraction d'une incisive demande plus de contrôle de tip que de torque, l'attache Edgewise avec son « toit » pour le fil est donc indiquée.
 - Au maxillaire, dans les cas de classe II.1 avec un overjet important afin de bénéficier des plateaux de canine à canine proposés dans cette série. La

présence des plateaux permet de garder un contact occlusal jusqu'à la phase de rétraction.

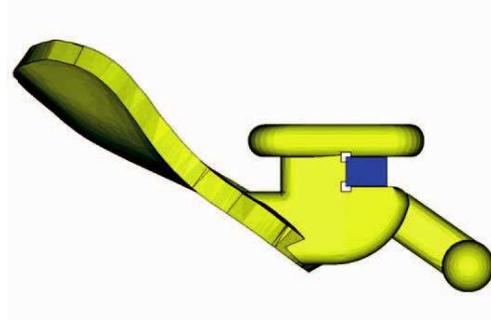


Fig 44 : Attache Edgewise

- Des attaches recouvrantes en forme d'onlay peuvent être utilisées dans des cas spécifiques comme les molaires peu évoluées ou fortement mésioversées, dans ce cas l'attache recouvre une partie de la face occlusale.

Remarque : Actuellement, la série d'attache de type Edgewise n'est plus utilisée.

3.1.2.1.3. Le choix des fils

Différents matériaux sont proposés :

- Les fils de nivellement en Copper-Niti .014 ou .016 puis .016 x .022 dans les cas sans extraction, .016 x .022 directement dans les cas avec extractions afin de débiter immédiatement le désencombrement incisif en distalant les canines pendant la phase d'alignement
- Les fils en acier permettant les mécaniques de glissement. Le .016 x .022 ou le .016 x .024 avec ou sans extra-torque antérieur.
- Les fils de finitions en TMA. Le .0175 x .0175 pour les corrections de premier et de deuxième ordre, le .0182 x 0.182 pour les corrections de torque.

Il faut noter que, pendant les phases de glissement des cas avec extractions, les fils sont construits strictement droits dans les secteurs latéraux. Dans ces cas, le premier ordre sera présent uniquement dans les fils de finitions.

3.1.2.1.4. *Choix du type de gouttière de transfert*

Les gouttières peuvent être réalisées à l'aide de trois matériaux au choix.

- Silicone dur en Lutésil (Bisico, Bielefeld, Germany) indice shore 96 : C'est le matériau de choix pour sa précision et sa facilité d'utilisation. Son seul inconvénient est son opacité qui interdit l'utilisation de colles photopolymérisables.
- Mémosil : Matériau historique pour l'utilisation de colles photopolymérisables, il est beaucoup plus souple que le Lutésil et, de ce fait, beaucoup moins précis dans son utilisation. Il est devenu peu à peu obsolète face au matériau suivant.
- Double gouttière Bioplast : C'est l'association d'une gouttière molle Bioplast 1,5mm et d'une gouttière rigide Duran 0,75mm. Elle est insérée en deux temps : d'abord la gouttière molle puis la dure par-dessus. La souplesse de la première gouttière permet une insertion facile quelle que soit la malocclusion. La partie dure permet d'obtenir un appui satisfaisant des attaches sur les faces linguales des dents. C'est la gouttière de choix pour les collages avec des matériaux photopolymérisables.

3.1.2.2. **La fabrication (1) (47) (58)**

3.1.2.2.1. *Fabrication du set-up*

Après la prise d'empreinte à l'aide de silicones (lourd + léger), deux paires de moulages sont coulés en plâtre au laboratoire. La première paire permet d'obtenir les

modèles de travail, ou modèles de malocclusion. La deuxième paire permet la réalisation du set-up suivant les indications du praticien telles que la vestibulo-version, l'expansion, le stripping, les extractions et le repositionnement incisif.

Le set-up est ensuite scanné avec un scanner 3-D de haute résolution optique (GOM, Braunschweig, Allemagne) qui traduit les volumes au moyen de milliers de triangles avec une précision supérieure à 20 micromètres (Standart Triangulation Language, STL surface). Ainsi représenté, le set-up apparaît en 3D pour l'œil humain. On obtient un set-up informatique virtuel.

Une fois le set-up virtuel obtenu, il faut déterminer un plan horizontal sur lequel seront positionnées les gorges des attaches. C'est le long de ce plan que vont glisser les arcs qui sont tous plats.

3.1.2.2.2. Bases des attaches

Les bases des attaches sont dessinées par le technicien à l'aide d'un logiciel, directement à l'écran sur l'image des faces linguales du set-up virtuel. Celui-ci a pour mission de créer la base la plus grande possible en évitant toute prématurité avec les arcades antagonistes. Il doit englober les éléments anatomiques remarquables des faces linguales afin de n'autoriser au bracket qu'une seule position. L'épaisseur des bases varie entre 0,3 et 0,5 mm en fonction de l'alliage utilisé.

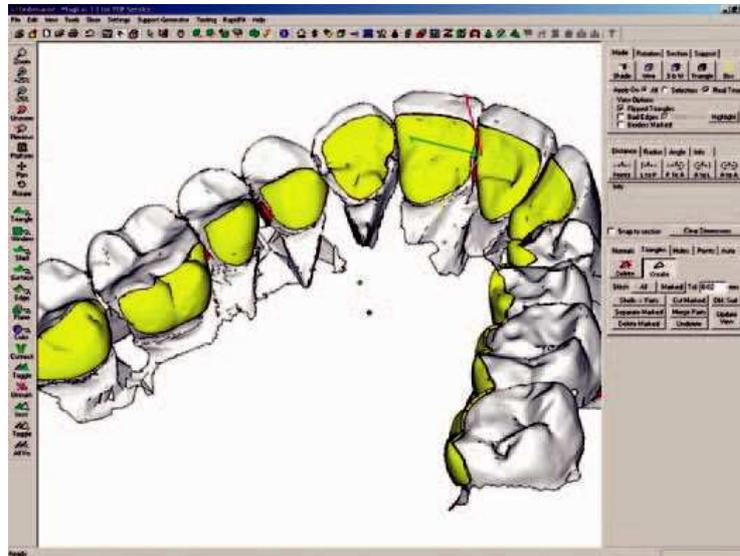


Fig 45 : Dessin des bases sur le set-up virtuel

Les bases des attaches peuvent être reliées entre elles sous forme d'attelle, généralement de trois éléments. Ce système permet de bloquer certains secteurs pour lesquels nous ne souhaitons pas modifier l'occlusion.

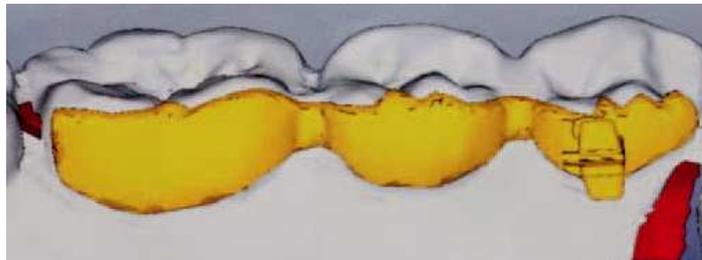


Fig 46 : Dessin de trois bases d'attaches reliées sous forme d'attelle sur un set-up virtuel

3.1.2.2.3. Le corps des attaches

Le corps de l'attache, dont la dimension de la gorge est toujours de $.018 \times .025$, est conçu indépendamment de sa base et des auxiliaires qu'il peut comporter à l'aide d'un logiciel dédié.

L'adaptation optimale du premier ordre est faite par le technicien qui peut déplacer les corps des attaches, toujours selon ce même plan. Dans ce contexte, aucune erreur de positionnement de deuxième et de troisième ordre n'est possible.

Sur chaque bracket numérique, le technicien ajoute une tige de coulée, également virtuelle.



Fig 48 : Positionnement de tiges de coulée sur les attaches

3.1.2.2.4. Fabrication des attaches en cire puis en or

Les données informatiques sont transmises à une machine-outil (Rapid Prototyping Machine), qui réalise la maquette en cire de chaque bracket, par ajout successif de cire de 0,02 mm.

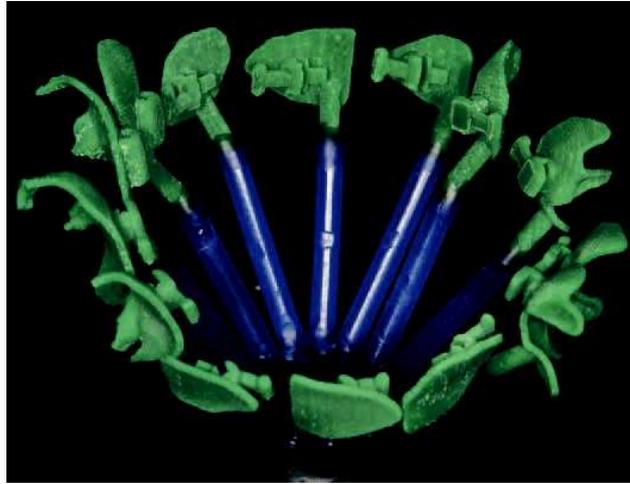


Fig 49 : Les attaches en cire reliées à leur tige de coulée

Ces brackets en cire vont ensuite être transposés en un alliage précieux riche en or par la technique de la cire perdue. Cet alliage confère aux attaches Incognito une dureté deux fois plus importante que celle des brackets traditionnels. De plus, sa richesse en or évite les risques d'allergies pour les patients sensibles au nickel.



Fig 50 : Les attaches en or après le procédé de cire perdue

Les dimensions des gorges sont ensuite vérifiées avec une jauge de haute précision. On tolère une faible variation de ces dimensions à savoir une taille de gorge comprise entre .0180 et .0183 (en comparaison, la lumière des gorges des brackets ORMCO 7^{ème} génération peut varier entre .0180 et .0197). Les brackets ne rentrant pas dans les normes sont détruits ou ré-usinés.

L'usinage et le contrôle des gorges font que le jeu, entre l'arc et l'attache, est très réduit. Ces éléments permettent un meilleur contrôle tridimensionnel pendant la phase de finition, avec des temps de traitements équivalents à ceux des techniques vestibulaires.

Les bases en or sont ensuite sablées, silanisées puis préencollées avec du composite phase II (Reliance Orthodontic Product Inc., IL, Etats-Unis). La parfaite adaptation des attaches permet une très faible épaisseur de la couche de préencollage.

3.1.2.2.5. Confection des arcs individualisés

A partir de la situation tridimensionnelle de chaque gorge, la géométrie des arcs peut être établie sur ordinateur. Les informations sont transmises à un robot qui est un développement de celui d'Orthomate System (Orametrix, Dallas, TX, Etats-Unis), et qui assure la fabrication des arcs.

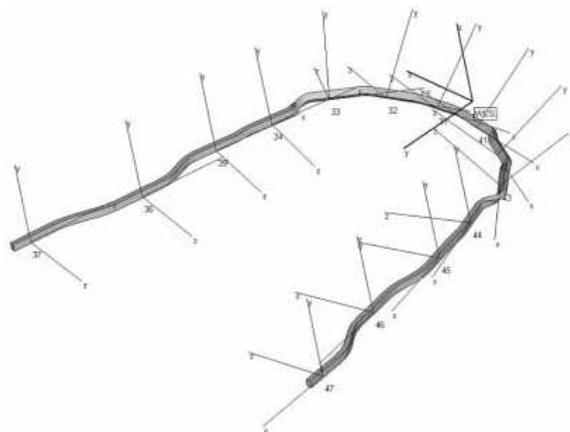


Fig 51 : La géométrie de l'arc individualisé est définie sur ordinateur

Par l'intermédiaire du logiciel de fabrication des attaches, le robot connaît exactement la position des gorges sur le set-up. Il a besoin de connaître le plan horizontal, la position antéro-postérieure de chaque gorge et sa position dans le premier ordre par rapport à la gorge qui la précède.

Le robot est capable de plier les fils en Copper-NiTi, en acier et en TMA. Il est aussi capable, à la demande, d'incorporer des corrections de torque sur les fils en acier utilisés pour la rétraction antérieure dans les cas avec extractions de prémolaires. Lors des phases de finitions, il est possible de commander des arcs en TMA de deuxième intention avec des déformations supplémentaires de premier, deuxième ou troisième ordre. L'utilisation d'alliages adaptés à chaque situation clinique permet de travailler dans le respect maximum du parodonte.

L'utilisation de ces arcs individualisés a de nombreux avantages, cela permet :

- d'effectuer des pliures délicates dans des zones où la distance inter-bracket est très réduite.
- de réaliser des arcs parfaitement reproductibles à travers toutes les séquences d'arc. Cela évite de modifier la forme d'arcade, ce qui facilite leur insertion et diminue le risque de décollement des brackets lors de leur changement.
- d'utiliser des arcs super élastiques en NiTi, ce qui permet de réduire le nombre d'arcs nécessaires au traitement.
- l'intégration d'hyper correction de torque incisif et de courbe de Spee dès les premiers arcs, ce qui accélère le rythme du traitement.
- l'intégration dans l'arc de finition de toutes les corrections nécessaires, ce qui permet d'obtenir des finitions précises dans les trois ordres.

3.1.2.3. Mise en place des attaches en bouche (47) (58) (59)

Le collage direct des brackets en bouche peut s'envisager étant donnée la conception large et moulée des bases, qui donne une sensation d'emboîtement. Cependant, l'utilisation d'une gouttière de transfert permet un gain de temps au fauteuil.

Les attaches sont positionnées sur le modèle en malocclusion. La gouttière prescrite par le praticien est réalisée au laboratoire sur ce modèle et emporte avec elle les attaches.

Les surfaces palatines sont sablées à l'oxyde d'alumine 50 micromètres. Cette opération est indispensable si l'on désire obtenir un collage de qualité. L'émail est ensuite mordancé sur l'ensemble des surfaces à coller à l'acide orthophosphorique à 37% pendant 30 secondes puis rincé et séché (une illustration papier de chaque attache est fournie et aide à repérer la surface à mordancer).

Après essayage en bouche, les intrados des attaches sont dégraissés avec des boulettes de coton imbibé d'acétone.

Il existe ensuite deux techniques différentes pour coller les attaches en bouche. La première fait appel à un matériau chémozpolymérisable (Maximum Cure) et à une gouttière en Luthésil. La seconde fait appel à un matériau photopolymérisable et à une double gouttière Bioplast. Le praticien est libre de choisir la technique qui lui convient.

Une fois les attaches collées, le praticien élimine les éventuels excès de colle, puis il vérifie l'absence de prématurités occlusales à l'aide de papier à articuler. Toute prématurité sur les attaches postérieures doit être meulée avec une fraise diamantée sur contre angle bague rouge afin d'éviter leur décollement.

Lors d'un éventuel décollement, le bracket peut être repositionné directement en bouche, sans passer par des gouttières de transfert unitaire. L'adaptation individuelle des bases et les photos faites du positionnement des brackets sur les dents autorisent un recollage direct optimal et rapide.

3.1.3. Avantages de la technique Incognito (38) (47) (59)

- L'encombrement se veut réduit au maximum, tout en conservant des surfaces de collage importantes, ce qui améliore le confort du patient et réduit ses problèmes d'élocution. L'hygiène bucco-dentaire du patient est également facilitée.
- La faible épaisseur de collage diminue nettement le risque de décollement des attaches.
- L'adaptation parfaite des bases aux faces linguales des dents permet de les coller en méthode directe. Le recollage des attaches se fait également par méthode directe, permettant ainsi un gain de temps.
- La distance inter-bracket est augmentée
- Le praticien a une grande possibilité de choix dans ses prescriptions (plans de morsure, crochets...), afin de s'adapter à chaque cas clinique.
- C'est un système évolutif, en effet des améliorations au niveau des attaches sont fréquentes. Il suffit pour cela de modifier le programme informatique.
- La faible distance gorge/dent améliore le contrôle du torque et diminue les effets parasites, optimisant ainsi les étapes de finition.
- L'adaptation optimale de l'arc dans les gorges des attaches facilite également les étapes de finition, avec un jeu minime de l'arc dans la gorge.
- La fabrication sur mesure des bases permet d'exploiter au mieux l'aire linguale disponible, notamment dans les cas de malpositions sévères ou de couronnes cliniques courtes. Les bases sont également conçues afin d'éviter toute interférence occlusale en fin de traitement.

- La base et le corps de l'attache sont fabriqués indépendamment ce qui permet de positionner au mieux le corps du bracket.
- Les attaches, fabriquées en alliage à base d'or, peuvent être utilisées chez des patients allergiques au nickel.

Actuellement, c'est le système le plus abouti techniquement. La technique Incognito développée par WIECHMANN est facile à mettre en œuvre et rend l'orthodontie linguale plus accessible et plus fiable.

Remarque :

Deux systèmes, de conception française, faisant également appel à des brackets individualisés sont apparus très récemment sur le marché de l'orthodontie linguale.

Le premier est le système LingualJet, développé par les Dr BARON, GUALANO et SEMPE, et commercialisé par la société RMO (Rocky Mountain Orthodontics). Il associe :

- L'utilisation d'un set-up numérique.
- La fabrication d'attaches individualisées par un procédé de CAO (conception assistée par ordinateur). Les attaches peuvent être en or, en Nickel-chrome, en titane, ou encore en autre alliage précieux selon les cas.
- L'utilisation d'arcs droits (principale différence avec la technique incognito).

Le second est le système Harmony, mis au point par le Dr CURIEL et présenté à la Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale en avril 2010. Celui-ci permet :

- D'utiliser un set-up numérique.
- La fabrication d'attaches individualisées par un procédé de CAO.
- L'utilisation d'attaches auto-ligaturantes.
- La possibilité de travailler en technique « straight wire » ou avec des arcs individualisés fabriqués par un robot de pliage selon les cas et les choix du praticien.

3.2. Le bracket STb

A l'heure actuelle, les exigences des patients pour les traitements d'orthodontie en technique linguale sont très importantes. En effet, il faut qu'ils soient invisibles, mais aussi très confortables et qu'ils ne nécessitent que peu d'efforts durant le traitement. Pour répondre à ces exigences, SCUZZO et TAKEMOTO ont mis au point en 2003 un nouveau bracket appelé bracket STb (pour Scuzzo Takemoto bracket), s'appuyant sur une nouvelle philosophie de traitement : le « light lingual system ».

3.2.1. Le concept « Light lingual system » (19) (45)

La technique STb Light Lingual system a été développée afin d'améliorer trois points majeurs :

- Confort accru du bracket
- Réduction du temps de traitement
- Fiabilisation des résultats de traitement

Elle est basée sur des procédures simplifiées, des forces légères et des frictions mécaniques faibles. La plupart de ces capacités résident dans la forme et la taille des brackets, dans le positionnement des attaches et dans l'utilisation de forces orthodontiques très légères.

3.2.1.1. Description de l'attache STb

Sa principale caractéristique est son profil réduit. En effet leur encombrement est diminué de moitié par rapport aux attaches ORMCO-KURZ de 7^{ème} génération. Ses faibles dimensions en taille et en épaisseur, ainsi que ses contours très arrondis permettent une nette amélioration du confort et de la phonation.

L'attache dispose d'une gorge de .018 x .025 et de trois ailettes, 2 occlusales et une gingivale afin de permettre la pose de ligature.

Elle ne dispose pas de plan de morsure, ni de crochet. L'absence de crochet oblige la pose de ligatures spéciales dites de Kobayashi pour permettre l'utilisation d'élastiques intermaxillaires.



Fig 52 : Bracket STb

L'attache dispose de deux marches de ligature passive, une située en mésial, l'autre en distal. Cela permet aux arcs de taille .012 ou .013 d'être libres dans la gorge, sans subir la pression de la ligature. Le système fait que l'arc est libéré de toute friction. Dès le

premier arc de nivellement, les dents ne sont pas contraintes par le fil métallique de la ligature ainsi l'encombrement est corrigé plus rapidement grâce à un mouvement sans friction importante.

3.2.1.2. Un positionnement simplifié

Avec cette technique, les cas simples sans extractions ne nécessitent pas la conception de set-up et la position des attaches peut être déterminée directement sur le modèle. Les brackets peuvent être placés très près du bord incisif, la zone la plus plate de la surface linguale où l'effet de torque est considérablement réduit. Cette procédure simplifiée évite d'avoir recours à un laboratoire extérieur et permet une réduction des coûts.

Cependant, dans les cas avec extractions qui demandent un parfait contrôle du torque et de l'angulation, l'utilisation d'une procédure avec set-up est recommandée, ce qui permet de maîtriser les informations voire d'incorporer des sur-corrrections. Dans ce cas, le transfert se fait à l'aide du système Hiro.

Pour les patients présentant des encombrements modérés dans le secteur antérieur et avec une forte demande esthétique, et ne nécessitant pas un traitement complet des deux arcades, l'appareillage du bloc antérieur seul est possible. Ce type de traitement est appelé « social six », en référence aux six dents antérieures et à l'aspect relationnel souhaitant des dents alignées.



Fig 53 : « Social six » mis en place à la mandibule

3.2.1.3. Des forces très légères

Le système Light Lingual fait appel à des forces très légères. En utilisant des fils 0.010 ou 0.012 NiTi, les attaches STb génèrent pendant l'étape d'alignement peu de friction car les ligatures ne bloquent pas le fil. Les forces exprimées, très légères, réduisent le stress des tissus et l'inconfort généré par le mouvement dentaire.

Ces deux points favorables, friction et forces légères, permettent un alignement plus rapide qu'en technique linguale conventionnelle, tout en réduisant les effets négatifs sur le parodonte.

3.2.2. La nouvelle méthode LSW (53)

La méthode LSW (Lingual Straight Wire), ou méthode en arc droit, mise au point dans les années 90 comportait encore des difficultés telles que la distance inter-bracket trop courte ou l'inconfort ressenti par les patients.

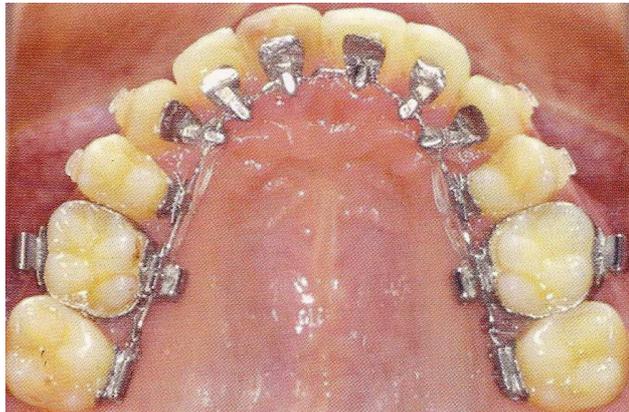


Fig 54 : exemple de la méthode LSW initiale datant des années 90

En 2009, SCUZZO et TAKEMOTO développent une nouvelle méthode LSW qui permet d'éliminer ces défauts. Cette nouvelle méthode s'appuie sur un nouveau bracket STb.



Fig 55 : Exemple de la nouvelle méthode LSW

Le bracket STb traditionnel a été amélioré afin de l'adapter à la méthode LSW (méthode qui exige que le bracket soit positionné beaucoup plus près du bord gingival et de la face linguale de la dent) pour donner le nouvel STb avec crochet et offset gingival.



Fig 56 : comparaison entre l'ancien bracket STb et le nouveau

Ce nouveau bracket a une gorge à insertion horizontale, plus étroite qu'avec le STb traditionnel afin d'agrandir la distance inter-bracket.

La gorge est déportée en gingival ce qui diminue l'épaisseur in-out et permet un collage des brackets le plus près possible des faces linguales. Cela permet de réduire l'épaisseur composite-base, de réduire le taux de décollement, de diminuer la hauteur des brackets, et surtout d'améliorer le confort des patients.

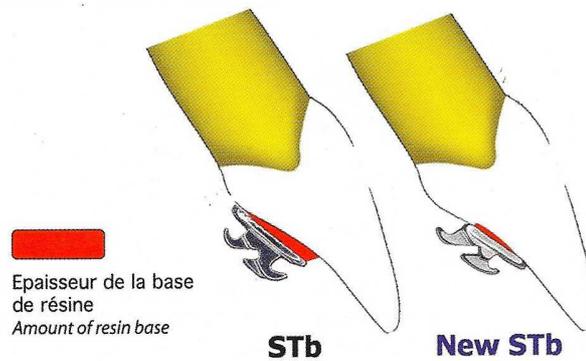


Fig 57 : La nouvelle position de la gorge avec offset gingival réduit l'épaisseur in-out

Dans cette nouvelle méthode LSW, le dessin de l'arc lingual a été modifié afin d'être le plus proche possible de la surface linguale des dents. Il a désormais une forme un peu plus rectangulaire en comparaison avec celui de la méthode des années 90.

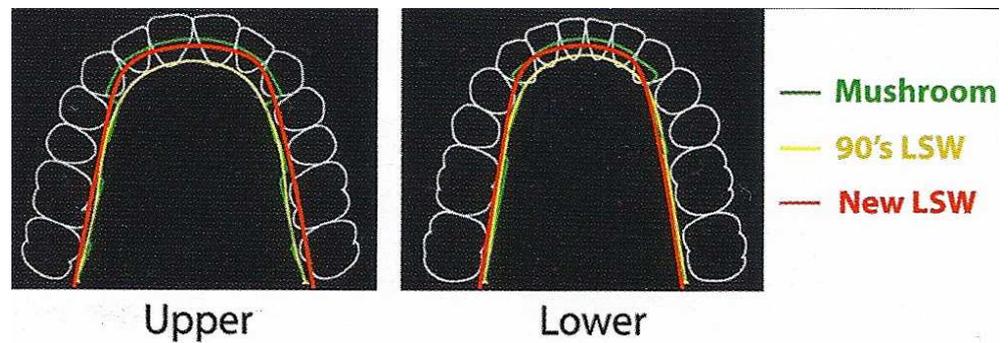


Fig 58 : comparaison entre les arcades « en champignon », les LSW des années 90 et les nouvelles formes LSW

3.3. Les attaches linguales auto-ligaturantes

Durant ces dernières années, des attaches linguales auto-ligaturantes linguales ont été développées, nous allons voir quels sont leurs avantages.

3.3.1. L'attache In-ovation L (Dentsply GAC) (38)

Le bracket lingual In-ovation L a été développé en 2007 par Dentsply GAC International et Tomy Inc. Au Japon. C'est une attache auto-ligaturante à clapet actif en nickel-titane. Le clapet remplace la ligature conventionnelle, il ferme le boîtier et empêche l'arc de s'échapper de la gorge. Le clapet peut également, quand on le décide, forcer le fil à exprimer les informations contenues dans la gorge.



Fig 59 : Attache In-Ovation L (Dentsply GAC)

Dans les phases initiales de nivellement et d'alignement, le boîtier est passif et la friction est très basse, l'arc glisse librement dans la gorge.



Fig 60 : Phase passive

Dans les phases de programmation du torque et de correction des rotations, le clip devient interactif en plaçant un arc de plus grosse section dans la gorge.



Fig 61 : Phase interactive

Dans les phases de finitions, la section de l'arc augmente encore et le clip devient actif. Le clip ne se contente plus de fermer la gorge pour empêcher que l'arc ne s'échappe, il exerce une pression sur l'arc pour permettre d'exprimer précisément les informations du boîtier.



Fig 62 : Phase active

Le corps de l'attache comporte deux ailettes gingivales et deux ailettes occlusales, permettant de fixer des ligatures conventionnelles. L'attache est de faible dimension (1.7mm d'épaisseur), malgré la présence du clip. On peut noter l'absence de crochet.

Avantages de l'attache auto-ligaturante In-ovation L :

- Moins de temps passé au fauteuil : moins de changement d'arc, pas de rendez-vous pour changer les ligatures
- Forces ultra légères dans les phases d'alignement
- Confort pour le patient : faibles dimensions de l'attache et profil doux
- Ouverture et fermeture du clip aisée
- Changement d'arc très rapide
- Meilleure hygiène car pas de ligatures qui retiennent la nourriture et la salive

3.3.2. L'attache auto-ligaturante ADENTA EVOLUTION SLT Lingual (29)

Le bracket ADENTA EVOLUTION SLT Lingual est un bracket lingual auto-ligaturant à insertion horizontale. Il comporte un système de fermeture à clapet actif à ressort. Le clapet, de configuration plane, peut être utilisé comme plan de morsure au niveau des attaches des incisives supérieures. Ces attaches ont un système de sécurité intégré : une force supérieure à 600 grammes exercée sur le clip entraîne son ouverture et la libération de l'arc hors de la gorge.



Fig 63 : bracket ADENTA EVOLUTION SLT Lingual

3.4. Des systèmes de positionnement entièrement informatisés

3.4.1. Le système Orapix (13) (20) (21)

3.4.1.1. Présentation du système

Orapix est un système de positionnement virtuel d'attaches linguales, entièrement individualisé, et de fabrication de gouttières de transfert par la technologie CAD/CAM, permettant l'utilisation d'arcs droits sans pliure. Il a été développé par la société sud-coréenne Korea Computer Information (KCI) et lancé sur le marché en 2003.

Ce système s'organise en trois étapes :

- La confection du set-up virtuel
- Le positionnement des attaches virtuelles sur ce set-up
- La fabrication de jigs de transfert customisés

3.4.1.2. La confection du set-up virtuel

A partir d'une empreinte, les modèles de malocclusion en plâtre sont numérisés en 3D à l'aide d'un scanner de type « Slit system » d'une précision de +/- 20 microns. Ces scanners sont disponibles à la vente et adaptables dans un cabinet dentaire. Les modèles ainsi numérisés sont visualisés et analysés sur le logiciel informatique (3Dxer). Ce logiciel permet d'analyser de nombreux paramètres : il permet d'effectuer des mesures de distances et d'angles, d'observer les contacts occlusaux à l'aide de coupes transversales et longitudinales, d'étudier la symétrie et la forme des arcades.

Les modèles virtuels sont ensuite segmentés manuellement afin d'individualiser chaque élément dentaire. Cette étape est plus complexe dans les zones d'encombrement.

A l'aide d'un second logiciel (3Txer), on rentre les valeurs de prescriptions de torque, d'angulation et de hauteur choisies pour chaque dent. Ces valeurs déterminent la position de chaque dent dans le set-up virtuel. Plusieurs prescriptions peuvent être préparées en fonction des plans de traitement et mémorisées.

Les informations concernant le plan de traitement sont ensuite rajoutées : sélection des dents à extraire, zones de stripping et sa quantité (de 0,1 à 2 mm), position de l'incisive mandibulaire, quantité de mésialisation des molaires, etc...

La forme d'arcade est choisie parmi une liste de courbes standard, puis superposée sur l'arcade mandibulaire. Cette forme standard peut être modifiée et individualisée en tenant compte de tous les aspects du plan de traitement.

Une fois toutes ces informations recueillies, les dents sont positionnées automatiquement en contact selon la forme de l'arcade et orientées selon la prescription sélectionnée. La relation entre les deux arcades est ensuite déterminée manuellement en les déplaçant dans les trois plans de l'espace.

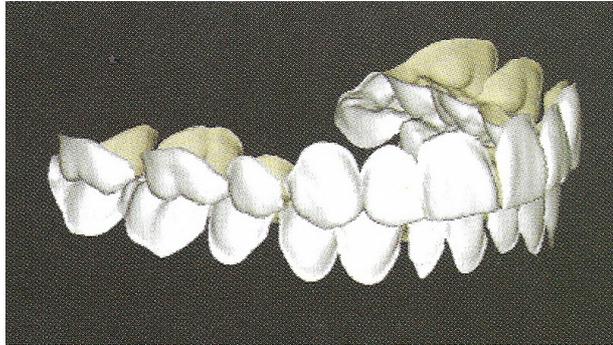


Fig 64 : Visualisation du Set-up

On observe ensuite les contacts occlusaux afin de rechercher l'occlusion idéale. Les points de contacts apparaissent en blancs alors que les dents sont colorées. On peut également mettre les arcades en mouvements et effectuer un test de collision pour affiner les points de contact.

3.4.1.3. Le positionnement des attaches virtuelles sur le set-up

L'opérateur choisit le type de bracket qu'il souhaite utiliser parmi la bibliothèque d'attaches virtuelles, toutes les attaches linguales commercialisées peuvent être numérisées. Il choisit également le type d'arc qu'il souhaite utiliser : arc droit ou arc champignon. Les attaches apparaissent toutes dans un même plan horizontal parallèle au plan d'occlusion et centrées sur chaque dent.



Fig 65 : Positionnement des attaches virtuelles sur le set-up virtuel

Les gorges des dents antérieures sont positionnées sur une courbe parallèle à la courbe vestibulaire choisie pour le positionnement des dents pour l'élaboration du set-up. Les six attaches antérieures sont avancées ensemble vers les faces linguales des dents jusqu'au premier contact visualisé par un contraste de couleur. Les attaches sont ensuite centrées sur le milieu de chaque dent.

Le même procédé de positionnement à distance minimale est utilisé pour positionner les attaches des groupes prémolaires et molaires. A ce moment, des hypercorrections peuvent être appliquées à chaque attache (angulation, torque, hauteur, rotation).

Une fois toutes les attaches positionnées, l'arc virtuel est mis en place dans les gorges des attaches.



Fig 66 : Mise en place de l'arc virtuel idéal

Si l'option arc champignon a été choisie, une fonction « offset » permet de positionner les zones des pliures de compensation entre canine et prémolaire, et entre prémolaire et molaire.

Le dessin de l'arc lingual réalisé en 3D est ensuite imprimé sur papier à la taille réelle, ce qui permet une confection rapide et précise des arcs.

3.4.1.4. La fabrication des gouttières de transfert

Le logiciel 3Txer permet la conception de clés de transfert individuelles à l'aide de la fonction « Jig ». Ces jigs sont utilisés pour coller les attaches sur les modèles dans la même position que sur le set-up virtuel. Ils sont construits virtuellement en deux parties, une partie « attache » qui s'engage dans la gorge de l'attache, et l'autre partie « dent » qui recouvre partiellement les faces vestibulaires et occlusales des dents. La partie « attache » coulisse dans la partie « dent ». La partie dent est fabriquée en résine à l'aide d'une machine de type Rapid-Prototype-Machine utilisant la technologie CAD/CAM, alors que la partie « attache » est standard et fabriquée en méta.

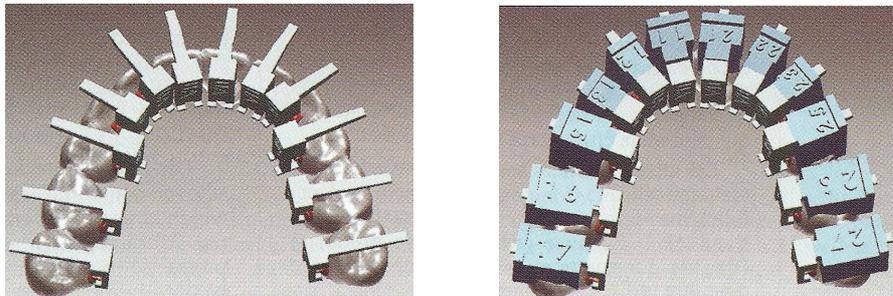


Fig 67 : Construction virtuelle des jigs de transfert

A l'aide de ces Jigs individuels, les attaches réelles sont replacées sur le modèle en plâtre et leurs bases sont précollées à l'aide d'un matériau composite.

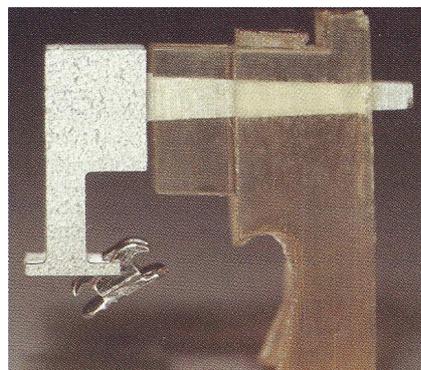


Fig 68 : Jig de transfert

Une fois toutes les attaches en place sur le modèle en malocclusion, elles sont recouvertes d'un matériau silicone (Mémossil), lui-même renforcé par un matériau dur (Ultra Band-lok). La gouttière est maintenant prête pour être utilisée en clinique.

3.4.1.5. Avantages du système Orapix

- **Parfait contrôle par le praticien de toutes les étapes du système** : Le système Orapix permet à l'orthodontiste de créer lui-même le set-up virtuel et de positionner les attaches sur celui-ci. Cependant, le praticien peut choisir de déléguer ces opérations à un centre Orapix et recevoir par internet le set-up virtuel réalisé. Il peut alors le vérifier et le modifier.
- **Outil de communication avec les patients** : Les logiciels 3Dxer et 3Txer permettent au praticien de montrer au patient une « maquette virtuelle » possible de leur traitement.
- **Positionnement extrêmement précis des attaches** : La position de chaque attache n'est plus effectuée selon une prescription standard, mais dépend directement de la position de chaque dent dans le set-up virtuel.
- **Aide dans le choix thérapeutique** : Le système Orapix permet de visualiser le résultat final de plusieurs plans de traitement possibles chez un même patient, aidant ainsi le praticien dans sa décision thérapeutique.
- **Diminution du risque d'erreur** : La réalisation du set-up et le positionnement des attaches se faisant par informatique, la procédure réalisée par un technicien au laboratoire est minime, réduisant ainsi le risque d'erreur.

3.4.2. Le système SWL Ortho-concept (39)

Le laboratoire Ortho-concept a lui aussi mis au point un système de positionnement virtuel des attaches basé sur la technologie CAD – CAM assurant une grande précision : le système SWL (Straight Wire Lingual) Ortho-concept.

Protocole :

Après réception des empreintes et de la feuille de prescriptions, le laboratoire réalise un set-up selon les prescriptions du praticien (set-up classique avec les dents en plâtre dans de la cire). Ce set-up est ensuite numérisé à l'aide d'un scanner 3D. Le praticien a la possibilité de demander à vérifier le set-up avant le collage des attaches. Pour se faire, le laboratoire envoie le set-up par informatique au praticien qui peut le visualiser à l'aide du logiciel « Model Viewer ».

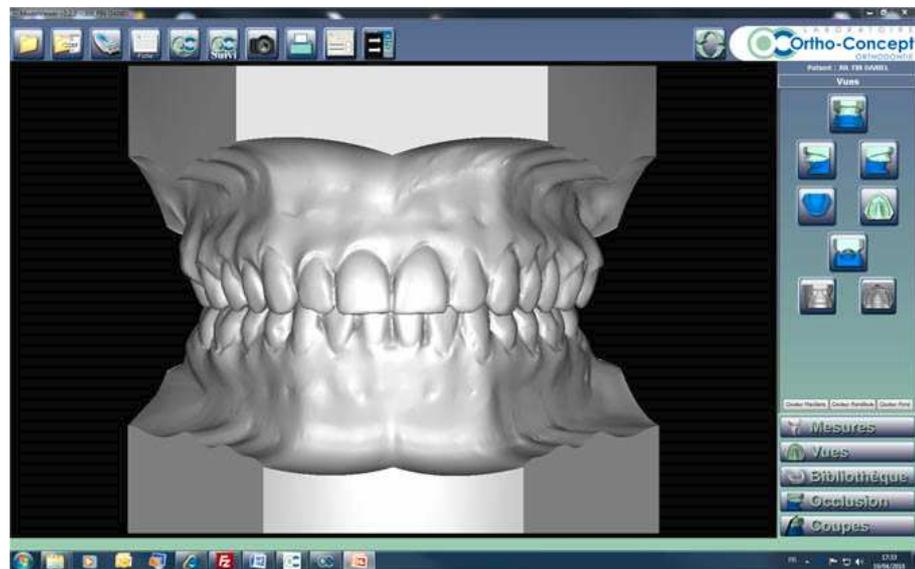


Fig 69 : Set-up virtuel visualisé sur « Model Viewer »

Après validation du set-up, les attaches virtuelles sont positionnées sur les dents. Ce système permet d'utiliser toutes les attaches disponibles sur le marché. Les gorges des attaches sont positionnées dans le même plan horizontal, de façon à travailler avec des arcs

plats. Des jauges individuelles de positionnement sont ensuite virtuellement conçues (une pour le secteur antérieur, une pour chaque secteur prémolaire, et une pour chaque secteur molaire). Ces jauges sont ensuite fabriquées automatiquement à l'aide d'une machine qui les matérialise en plastique. Les jauges sont utilisées au laboratoire pour le pré-encollage des attaches. Les attaches sont ensuite transférées sur le modèle en malocclusion, puis une gouttière de transfert est réalisée.

Le laboratoire confectionne également les arcs virtuels et fournit au praticien la charte des arcs de début et de fin de traitement.

Des arcs de traitement individualisés réalisés au laboratoire pour chaque patient sont également disponibles et livrés avec les gouttières (arcs champignons ou véritables arcs droits selon la philosophie de chacun).

Un logiciel est actuellement en développement chez Ortho-concept pour réaliser des set-up 3D directement à partir des modèles en malocclusion.

3.5. KommonBase : un système de collage direct précis en orthodontie linguale

3.5.1. Introduction

En orthodontie linguale, le système de collage indirect s'est imposé en raison des variations anatomiques qui caractérisent les surfaces dentaires linguales.

Cependant, un système de collage direct précis a été mis au point en 2008 par le Dr KOMORI au Japon : le système KommonBase. C'est actuellement le système de transfert des attaches le plus récent en orthodontie linguale.

3.5.2. Description du système (34) (53)

Le système KommonBase permet de personnaliser les brackets linguaux en augmentant la surface de la base en résine. On obtient une base de collage large qui permet de positionner et d'ajuster les brackets avec précision tout en améliorant la force de liaison. La superficie de la base est désormais plusieurs fois plus grande que celle de la base du bracket originelle garantissant une excellente force de liaison tout en évitant les décollements.

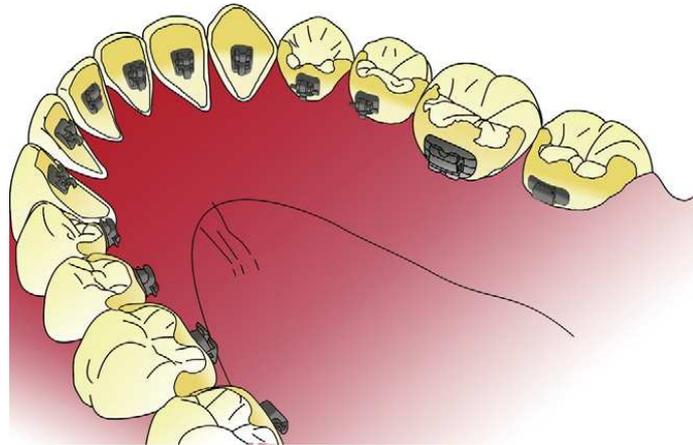


Fig 70 : Schéma du système KommonBase

Dans le système KommonBase, la complexité morphologique de la face linguale est très avantageuse. La surface dentaire linguale possède de nombreux repères tels que le cingulum, la crête marginale, le bord linguo-incisif et le sillon lingual. Avec KommonBase, ces repères permettent de positionner les brackets avec précision et sans difficulté en appuyant sur les brackets avec la sonde. Les gouttières de transfert ne sont donc pas nécessaires en raison de la forme auto-positionnante des bases.



Fig 71 : Attache molaire avec sa KommonBase

Le système est basé sur le développement de trois éléments :

- Le nouveau bracket lingual STB : grâce à son profil bas, les interférences occlusales sont diminuées, ce qui réduit le nombre de décollements.
- La résine fluide : trois types de résine fluide sont utilisées dans le système :
 - La résine fluide « high flow » chargée : sa fluidité et sa flexibilité permettent d'obtenir une liaison sûre à l'interface base de l'attache/résine.
 - La résine fluide « low flow » chargée, qui est utilisée pour poser le fil de référence et les brackets sur le set-up. Sa texture collante empêche le déplacement du fil et des brackets pendant le processus de laboratoire.
 - La résine fluide « high flow » non chargée pour recouvrir la surface linguale des dents. Cette résine étalée est très mince et prend l'aspect d'un film. En cas d'interférence occlusale, elle peut être meulée sans difficulté car elle est plus molle que la résine chargée.
- Le CVIR (ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine) pour le collage des attaches : Fuji ORTHO LC (GC Corp., Japon). La force de liaison de

ce CVIR n'est pas modifiée par l'eau et la salive, le collage peut donc être effectué en milieu humide. Sa liaison à l'émail se fait par adhésion ionique.

3.5.3. Protocole (34)

Au laboratoire :

- Une fois le set-up terminé au laboratoire, l'enduire d'un savon liquide afin de pouvoir séparer le KommonBase du modèle.
- Les arcs de référence sont fabriqués, et les brackets sont attachés dessus. Les bases des attaches sont abrasées à l'oxyde d'aluminium et traitées avec un primer métal.
- On applique la résine fluide « high flow » chargée à l'aide d'un pinceau à tête en mousse sur les bases des attaches.
- On étale ensuite de la résine fluide « low flow » non chargée sur les bases enduites. La résine « low flow » permet de coller les brackets et l'arc sur le set-up. On contrôle la position de chaque attache puis on photopolymérise. Les brackets sont attachés provisoirement au modèle.
- Avec la sonde, on étale de la résine « high flow » sans charge sur la base et jusqu'au repère prédéterminé. Étendre la base en résine dans les sens vertical et antéropostérieur, puis photopolymériser.
- On retire les attaches du set-up avec des précelles. La KommonBase ne cassera pas car la résine fluide est souple.
- On retire chaque attache de l'arc et on les positionne sur le modèle initial. Les interférences occlusales peuvent être directement meulées au laboratoire à l'aide d'une turbine, permettant ainsi de réduire le temps passé au fauteuil.



Fig 72 : KommonBase repositionnés sur le modèle initial

Au fauteuil :

- Une fois les surfaces linguales dentaires nettoyées, elles sont mordancées à l'aide d'un gel d'acide polyacrylique à 20% pendant 20 secondes, puis rincées.
- On étale ensuite le CVIR (Fuji ORTHO LC) sur la surface interne du KommonBase.
- Le bracket est positionné délicatement sur la dent. On appuie ensuite dessus avec la sonde afin d'obtenir un ajustement optimal.
- On élimine les excès à la sonde puis on photopolymérise. Les bords proximaux sont contrôlés avec du fil dentaire pour éviter que le CVIR dépasse le point de contact.

Conclusion

L'évolution des brackets linguaux, au travers de nombreux prototypes, reflète plusieurs années d'essais cliniques et de difficultés surmontées.

La variété des appareils mis au point, depuis les années 80, témoigne que l'orthodontie linguale est maintenant devenue une discipline à part entière, avec un large champ thérapeutique.

Actuellement, le praticien a le choix entre différents systèmes ayant chacun leur spécificité (utilisation d'arcs droits, brackets individualisés, attaches auto-ligaturantes...). Dans le choix du système, le praticien doit prendre en compte certains aspects tels que le confort du patient et du praticien, la durée du traitement, la qualité des finitions, la gestion des effets parasites, mais aussi le coût et la souplesse du système. Quelque soit le système choisi, l'important est de bien le maîtriser afin d'obtenir de bons résultats.

En outre, il semble que les perspectives de recherche aillent dans la direction de dispositifs peu encombrants, au volume réduit et confortables, ainsi que dans le sens d'une technique utilisant un arc droit.

Au début du XXI^{ème} siècle, l'orthodontie linguale ne peut que séduire : elle allie esthétique, précision et performance, n'en déplaise à ses détracteurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. 3M UNITEK
Le système Incognito.
<http://www.lingualtechnik.de>
2. ALEXANDER CM, ALEXANDER RG, GORMAN JC et coll.
Lingual orthodontics : A status report.
J Clin Orthod 1982;**16**(4):255-262.
3. ALTOUNIAN G.
Les attaches linguales à insertion horizontale.
In : PHILIPPE J, ed. L'orthodontie de l'adulte.
Vannes : SID,1981:115-180.
4. ALTOUNIAN G.
Etude critique de la mise en place des attaches.
Orthod Fr 1985;**56**:491-502.
5. ALTOUNIAN G.
La thérapeutique à attaches linguales : une autre approche de l'orthodontie.
Rev Orthop Dento Faciale 1989;**20**:319-361.
6. ALTOUNIAN G et FILLION D.
Le TARG et son évolution.
Rev Orthop Dento Faciale 1997;**31**:495-511.
7. BERY A et BARCELONNE H.
Ergonomie et technique à attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**(3):363-367.
8. CREEKMORE T.
Lingual Orthodontics : its renaissance.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1989;**96**(2):120-137.
9. DIAMOND M.
Critical aspects of lingual bracket placement.
J Clin Orthod 1983;**17**(10):689-691.

10. ECHARRI P.
Ortodoncia lingual. Parte VIII-b. Materiales e instrumental utilizados y confort del paciente.
Ortodoncia Clinica 2001;**4**(2):95-102.
11. ECHARRI P.
Revisiting the history of lingual orthodontics : a basis for the future.
Semin Orthod 2006;**12**(3):153-159.
12. ETO LF et TINANO M.
Técnica lingual : um « up grade » em ortodontia estética.
<http://www.ortoeto.com.br>.
13. EURAPIX
Le système Orapix.
<http://www.eurapix.net>
14. FAUQUET-ROURE C, SIMON JS, WIECHMANN D et GARCIA R.
Individualizing lingual orthodontic treatment.
Rev Orthop Dento Faciale 2005;**39**(2):237-255.
15. FILLION D.
A la recherche de la précision en attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**(3):401-413.
16. FILLION D.
Orthodontie linguale : systèmes de positionnement des attaches au laboratoire.
Orthod Fr 1989;**20**:695-704.
17. FILLION D.
Orthodontie linguale : réflexions cliniques.
Rev Orthop Dento Faciale 1990;**24**(4):475-498.
18. FILLION D.
Improving patient comfort with lingual brackets.
J Clin Orthod 1997;**31**(10):689-694.
19. FILLION D.
Orthodontie linguale : la révolution du confort.
Inf Dent 2005;**87**(12):689-693.

20. FILLION D.
Conception et fabrication par ordinateur de gouttières de transfert pour le collage indirect des attaches linguales : le système Orapix.
Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**(1):61-75.
21. FILLION D et FROST LB.
An overall view of the different laboratory procedures used in conjunction with lingual orthodontics.
Semin Orthod 2006;**12**(3):203-210.
22. FILLION D et LECLERC JF.
L'orthodontie invisible : l'orthodontie linguale.
Rev Odontostomatol 1989;**18**(2):133-152.
23. FILLION D et LECLERC JF.
L'orthodontie linguale : pourquoi est-elle en progrès ?
Orthod Fr 1991;**62**(3):793-801.
24. FUJITA K.
Development of lingual-bracket technique (Esthetic and hygienic approach to orthodontic treatment).
J Jap Soc Dent App Mat 1978;**19**(46):81-94.
25. FUJITA K.
New orthodontic treatment with lingual bracket and mushroom arch wire appliance.
Am J Orthod 1979;**76**(6):657-675.
26. FUJITA K.
Multilingual bracket and mushroom arch appliance technique : a clinical report.
Am J Orthod 1982;**82**(2):120-140.
27. GALLETI-SCHWEITZ C et GARCIA R.
Orthodontie linguale : une technique d'avenir.
Inf Dent 2004;**86**(32):2043-2051.
28. GERKHARDT K.
Labial versus lingual orthodontics : a 20 year retrospective time, cost, and clinical outcome comparison.
<http://www.lingualnews.com> 2003.

29. GERON S.
Self-Ligating Brackets in lingual orthodontics.
Semin Orthod 2008;**14**(1):64-72.
30. GORMAN J.
L'orthodontie à attaches linguales : données actuelles.
Orthod Fr 1986;**57**:531-540.
31. HIRO T, DE LA IGLESIA F et PUIGDOLLERS A.
Indirect bonding technique in lingual orthodontics : the HIRO system.
Prog Orthod 2008;**9**(2):34-55.
32. HONG RK et SOHN HW.
Update on the Fujita lingual bracket.
J Clin Orthod 1999; **33**(3):136-142.
33. KELLY V.
On lingual orthodontics.
J Clin Orthod 1982;**16**(7):461-473.
34. KOMORI A, FUJISAWA M et IGUCHI S.
KommonBase for precise direct bonding of lingual orthodontic brackets.
Int Orthod 2010;**8**(1):14-27.
35. KURZ C et ROMANO R.
Lingual orthodontics : Historical perspective.
In : ROMANO R, ed. Lingual Orthodontics.
Ontario: BC Decker, 1998:3-19.
36. LAUTROU.
Abrégé d'anatomie dentaire.
Paris : Masson, 1980.
37. MACCHI A.
The use of bidimensional brackets in lingual orthodontics : new horizons in the
treatment of adult patients.
Orthodontics 2004;**1**(1):21-32.
38. NICOLAS S, JOSEPH G.
Orthodontie linguale : le choix du système.
Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**(1):9-24.

39. ORTHO-CONCEPT
Le système Ortho-concept
<http://www.ortho-concept.com>
40. PADROS SERRAT E.
Orthodoncia lingual : de donde venimos ? a donde vamos ?
Ortodoncia Clinica 2001;**4**(3):166-174.
41. PAIGE SF.
A lingual light-wire technique.
J Clin Orthod 1982;**16**(8):534-544.
42. PHILIPPE J, ALTOUNIAN G et CHABRE C.
L'orthodontie de l'adulte.
Paris : S.I.D, 1989.
43. QUADRELLI C.
The stealth in comparison with other lingual brackets : properties and procedures for indirect bonding.
Progress Orthod 2007;**8**(1):156-172.
44. SCUZZO G et TAKEMOTO K.
Invisible orthodontics : current concepts and solutions in lingual orthodontics.
Berlin : Quintessenz, 2003.
45. SCUZZO G, TAKEMOTO K et MOSTARDI G.
Approche simplifiée de l'orthodontie linguale – attache STb Light Lingual System.
Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**(1):27-36.
46. SHUM L, WONG R et HÄGG U.
Lingual Orthodontics – A review.
Hong Kong Dental J 2004;**1**:13-20.
47. SIMON JS, GALLETTI C et WIECHMANN D.
Système d'orthodontie linguale individualisé.
Encycl Med Chir (Paris), Odontologie/Orthopédie dentofaciale, 23-490-A-09, 2007.
48. SMITH JR, GORMAN JC, KURZ C et DUNN RM.
Les clés du succès en thérapeutique à attaches linguales.
Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**(3):369-398.

49. SMITH JR, GORMAN JC, KURZ C et DUNN RM.
Keys to success in lingual therapy. Part 1.
J Clin Orthod 1986;**20**(4):252-261.
50. SOCIETE FRANÇAISE D'ORTHODONTIE LINGUALE
Historique
<http://www.sfol.org>
51. SWARTZ M et SCHOLZ R.
Lingual orthodontics : a status report (Part 3 indirect bonding laboratory and clinical procedures).
J Clin Orthod 1982;**16**(12):812-820.
52. TAKEMOTO K et SCUZZO G.
The straight-wire concept in lingual orthodontics.
J Clin Orthod 2001;**35**(1):46-52.
53. TAKEMOTO K, SCUZZO G, LOMBARDO L et TAKEMOTO Y.
Lingual straight wire method.
Int Orthod 2009;**7**(4):335-353.
54. WIECHMANN D.
Lingual orthodontics (part 1) : Laboratory procedure.
J Orofac Orthop 1999a;**60**(5):371-379.
55. WIECHMANN D.
Lingual orthodontics (part 2) : Archwire fabrication.
J Orofac Orthop 1999b;**60**(6):416-426.
56. WIECHMANN D.
Lingual orthodontics (part 3) : Intraoral sandblasting.
J Orofac Orthop 2000a;**61**(4):280-291.
57. WIECHMANN D.
Lingual orthodontics (part 4) : ECO-lingual therapy.
J Orofac Orthop 2000b;**61**(5):359-370.
58. WIECHMANN D.
A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 1 : Theoretical background and development.
J Orofac Orthop 2002;**63**(3):234-245.

59. WIECHMANN D.

A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 2 : First clinical experiences and further development.
J Orofac Orthop 2003;**64**(5):372-388.

GERBER Romain. – L'évolution de l'orthodontie linguale de 1975 à nos jours.

- 118p.; ill.; tabl.; 59 réf.; 30 cm. (Thèse : Chir.Dent; Nantes; 2011).

RESUME

Le concept de l'orthodontie linguale a été mis au point au Japon et aux Etats-Unis en 1975, respectivement par Fujita et Kurz. Cette nouvelle approche de l'orthodontie a confronté le praticien aux nombreux problèmes que pose le collage des attaches sur les faces linguales des dents.

Au fil des années, l'amélioration de la technique et le développement des matériaux ont permis aux praticiens de faire face à ces difficultés.

Actuellement, l'orthodontie linguale ne peut que séduire : elle allie esthétique, précision et performance, n'en déplaise à ses détracteurs.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Orthopédie dento-faciale

MOTS CLES MESH

Orthodontie – Evolution – Esthétique – Thérapeutique.

Orthodontics – Evolution – Esthetics – Therapeutics.
