

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

Année : 2008

N° : 18

**LE COLLAGE INDIRECT EN ORTHODONTIE**

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

Présentée  
Et soutenue publiquement par

**Monsieur PASQUIER Wilfried**

**Né le 29 juillet 1984**

Le 19 Juin devant le jury ci-dessous

Président M. Olivier LABOUX  
Assesseur M. Stéphane RENAUDIN  
Assesseur M. Stéphane CARBONNELLE

Directeur de thèse : M. Marc-Henri NIVET

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	
<b>1. Principes fondamentaux relatifs au collage.....</b>	<b>6</b>
1.1. <u>Les matériaux de collage</u> .....	<b>8</b>
1.1.1. Les résines composites.....	8
1.1.1.1.Composition et structure chimique.....	8
1.1.1.2.Classification des différents composites.....	8
1.1.1.3.Propriétés des composites.....	10
1.1.2. L'adhésif.....	10
1.1.2.1.Composition et structure chimique.....	12
1.1.2.2.Propriétés requises en orthodontie.....	13
1.1.3. Les ciments verres ionomères.....	14
1.1.3.1.Les ciments verres ionomères traditionnels.....	14
1.1.3.2.Les ciments verres ionomères modifiés en résine.....	14
1.1.4. Les compomères.....	16
1.2. <u>Principes généraux de l'adhésion</u> .....	18
1.2.1. Facteurs déterminant l'adhésion.....	18
1.2.1.1.Phénomènes de surface.....	18
1.2.1.2.Notion d'état de surface.....	18
1.2.1.3.Matériaux de collage.....	19
1.2.2. Les différents modes d'adhésion à l'émail.....	19
1.2.2.1.Composition et structure de l'émail.....	19
1.2.2.2.Les mécanismes d'adhésion.....	19
1.3. <u>L'adhésion fonction du matériau de collage utilisé</u> .....	20
1.3.1. Collage avec une résine composite.....	21
1.3.1.1.La composante micromécanique.....	21
1.3.1.2.La composante physico-chimique.....	21
1.3.2. Collage avec un ciment verre ionomère.....	23
1.4. <u>L'adhésion fonction d'un substrat non amélaire</u> .....	24
1.4.1. La céramique.....	

	.....25
	.....25
1.4.2. Le métal.....	26
1.5. <u>Conséquence du collage sur l'émail et le complexe dentino-pulpaire</u> .....	28
1.5.1. La perte d'émail.....	28
1.5.2. La pénétration de résine à l'intérieur de l'émail.....	28
1.5.3. Coloration amélaire.....	28
1.5.4. L'obtention d'une surface plus rugueuse.....	28
1.5.5. L'accumulation de plaque dentaire.....	29
1.5.6. Apparition de zones de déminéralisation.....	29
<b>2. Le collage indirect en orthodontie vestibulaire.....</b>	<b>31</b>
2.1. <u>Indications</u> .....	31
2.2. <u>Étape clinique préliminaire</u> .....	31
2.3. <u>Étapes de laboratoire : Différents matériels nécessaires au collage</u> .....	32
2.3.1. Les attaches orthodontiques.....	32
2.3.1.1. Différents types d'attaches.....	32
2.3.1.2. Choix du niveau de collage.....	35
2.3.1.3. Comment placer les attaches orthodontiques.....	37
2.3.1.4. Le collage proprement dit des attaches orthodontiques sur le modèle.....	42
2.3.2. La gouttière de transfert.....	47
2.3.2.1. Rôle de la gouttière.....	47
2.3.2.2. Les différents systèmes.....	48
2.3.2.2.1. Gouttière réalisée en silicone.....	48
2.3.2.2.2. Gouttière réalisée en matériau thermoplastique.....	50
2.3.2.2.3. Gouttière mixte étendue.....	52
2.3.2.2.4. Gouttière de Moskowitz.....	53
2.3.2.2.5. Gouttière de Béry.....	54
2.3.2.2.6. Gouttière Triad® décrit par KASROVI, TIMMINS, SHEN. ....	55
2.3.2.2.7. Gouttière unitaire décrit par TRICOT-BLESTEL et PHILIPPE.....	56
2.3.2.2.8. Gouttière virtuelle : RTP (Rapid Prototyping Trays).....	57
2.3.2.2.9. Gouttière mixte décrite par ECHARRI et KIM .....	58
2.3.2.2.10. Gouttière APTUS inventée par GERRIT IPENBURG.....	

2.4. <u>Étape clinique : Différents systèmes pour le collage en bouche</u> .....	<b>x</b>
2.4.1. Avantages et inconvénient des différentes colles orthodontiques.....	<b>Syste</b>
2.4.2. Exemple de produits commercialisés.....	<b>m.....</b>
2.4.3. Quels systèmes en fonction de la situation clinique.....	
2.4.4. Le problème de l'interface.....	
2.4.5. Cahier des charges d'un système de collage.....	
2.4.6. Quels systèmes pour le collage en bouche.....	
2.4.6.1. Nettoyage des surfaces de collage.....	
2.4.6.2. Contrôle de la siccité du champ opératoire.....	
2.4.6.3. Préparation du substrat.....	
2.4.6.4. Mise en place de l'agent de liaison.....	
2.5. <u>Avantages et inconvénients du collage indirect</u> .....	
2.5.1. Avantages.....	
2.5.2. Inconvénients.....	<b>63</b>
<b>3. Le collage indirect en orthodontie linguale</b> .....	<b>63</b>
3.1. <u>Indications et contre-indications</u> .....	<b>64</b>
3.2. <u>Avantages et inconvénients</u> .....	<b>66</b>
3.3. <u>Étapes de laboratoire : Différents matériels nécessaires au collage</u> .....	<b>66</b>
3.3.1. Les attaches orthodontiques.....	<b>67</b>
3.3.1.1. Différents types d'attaches : choix du système.....	<b>68</b>
3.3.1.2. Avantages et inconvénients des différents systèmes.....	<b>68</b>
<b>3.3.1.3. Classification des différentes techniques de laboratoire qui</b>	<b>68</b>
permettent le positionnement des attaches orthodontiques sur le	<b>69</b>
modèle.....	<b>69</b>
- <b>Torque Angulation Référence Guide (T.A.R.G System)</b> .....	<b>74</b>
- <b>Custom Lingual Appliance Set-up Service (C.L.A.S.S System)</b> .....	<b>74</b>
- <b>Bond With Equal Specific Thickness (BEST system)</b> .....	<b>74</b>
- <b>SLOT machine</b> .....	<b>77</b>
- <b>Lingual Bracket Jig (L.B.J System)</b> .....	<b>77</b>
- <b>Korean Indirect Bonding Set-up (K.I.S System)</b> .....	<b>78</b>
- <b>HIRO System</b> .....	<b>78</b>
- <b>Transfer Optimized Positioning (T.O.P System)</b> .....	

	.....78.....	<b>92</b>
	.....79	
	.....80	
	.....81	
	.....81	
	.....84	
	.....85	
	.....88	
	.....88	
	.....89	
	.....90	
	.....91	
3.3.1.4. Avantages et inconvénients des différentes techniques de laboratoire.....		<b>REFE</b> <b>RENC</b>
3.3.2. La gouttière de transfert.....		<b>ES</b>
3.3.2.1. Les différents systèmes.....		<b>BIBLI</b>
3.3.2.2. Les problèmes éventuels.....		<b>OGRA</b>
3.4. <u>Étape clinique : Différents systèmes pour le collage en bouche</u> .....		<b>PHIQ</b>
3.4.1. Essayage de la gouttière et dégraissage à l'acétone après vérification.....		<b>UES...</b>
3.4.2. Nettoyage des surfaces de collage.....		
3.4.3. Pose du champ opératoire et préparation des surfaces de collage.....		
3.4.4. Mise en place de l'agent de liaison.....		
3.4.5. Finition.....		
3.5. <u>Le collage d'une contention linguale</u> .....		
3.5.1. Protocole.....		
3.5.1.1. Phases de laboratoire.....		
3.5.1.2. Collage en bouche.....		
3.5.2. Avantages.....		
3.5.3. Inconvénients.....		
<b>CONCLUSION</b> .....		
<b>REFERENCES DES ILLUSTRATIONS</b> .....		

	.....94
	.....95
	.....95
	.....97
	.....99
	.....99
	.....99
	.....99
.....100.....101.....101.....102.....102.....103.....104.....104..... <b>105.....106.....108</b>	

# **LE COLLAGE INDIRECT EN ORTHODONTIE**

## **INTRODUCTION**

Le collage des attaches en orthodontie est un acte quotidien dont la bonne maîtrise influence directement le bon déroulement du traitement et améliore le confort du patient.

Les découvertes de BUONOCORE et de BOWEN respectivement sur le mordantage de l'émail et sur les résines chargées permettent à NEWMAN de faire énormément progresser l'orthodontie en remplaçant le scellement des bagues par le collage des attaches orthodontiques en méthode directe. Dans un souci d'amélioration de la précision et de la

qualité du collage SILVERMAN et COHEN proposent en 1972 de placer les attaches orthodontiques sur le modèle lors d'une étape de laboratoire, enregistrer leur position à l'aide d'une clef pour pouvoir les coller en bouche en un temps : le collage indirect est né.

Nous verrons tout d'abord la mise en œuvre de ce procédé en orthodontie vestibulaire où l'utilisation de celui-ci est facultative. Puis nous aborderons le collage indirect en orthodontie linguale où son utilisation devient quasi obligatoire.

# PRINCIPES FONDAMENTAUX RELATIFS AU COLLAGE

## **1. Principes fondamentaux relatifs au collage**

### 1.1. Les matériaux de collage

Les matériaux employés pour le collage orthodontique sont appelés communément « Colles ». Les colles sont composées d'un adhésif et d'un composite, sauf pour les ciments verres ionomères où l'adhésif n'est pas nécessaire. (25)

#### 1.1.1. Les résines composites (75)

#### 1.1.1.1.Composition et structure chimique

Elles sont apparues dans le milieu des années soixante, présentant une composition complexe où nous pouvons distinguer deux phases, un agent de couplage et des adjuvants.

- Phase organique (résine, matrice)

C'est une résine constituée d'un réseau de monomères diméthacrylates relativement hydrophobes et d'un initiateur de polymérisation. Une des plus répandue actuellement sur le marché est la résine « BIS-GMA » inventée par BOWEN, elle s'obtient à partir de trois molécules de base (bisphénol A, alcool glycidique et l'acide méthacrylique). Le produit est obtenu de deux façons

- Directement : par condensation de la résine epoxyde + acide méthacrylique
- Indirectement : polycondensation (alcool glycidique + acide méthacrylique = méthacrylate de glycidique) puis polyaddition (méthacrylate de glycidique + bisphénol A = bisphénol – glycidyl – diméthacrylate)

Il existe aussi d'autres matrices comme les résines epoxydes, les résines Bis Gma + uréthane, les résines de Mashura-Fisher.

- Phase inorganique (agents renforçants)

Elle est constituée de particules de verre, quartz et/ou silice vitreuse améliorant les propriétés mécaniques et physiques de la résine. Elles diminuent le coefficient d'expansion thermique de la résine polymère en le ramenant à celui de la dent, ce qui améliore la cohésion du produit.

Les charges augmentent la viscosité.

- Agent de couplage (interface, facteur de couplage)

Il permet de lier chimiquement les charges à la matrice de résine. Une liaison étroite entre ces deux phases apportera une meilleure cohésion au matériau. La phase organique est plus ductile, elle va transmettre les contraintes à la phase minérale, qui elle peut résister à la déformation. Le couplage est donc fondamental, il évite la concentration des contraintes reçues et permet un comportement physique et mécanique correct. Cette liaison interfaciale

assure donc la longévité et la résistance de la résine.

- Les adjuvants
  - o Initiateurs (amorces, catalyseurs)

Ils permettent de réticuler le matériau en ouvrant les doubles liaisons terminales de la matrice, par l'action des radicaux libres produits. Cet amorçage est chimique ou photochimique :

- Chimique :

Peroxydes, hydroperoxydes et les composants contenant de l'azote.

- Photochimique :

Les photos-initiateurs, sous l'effet d'un rayonnement vont engendrer des radicaux libres. La Camphroquinone est la dicétone la plus utilisée comme photo-initiateur.

- o Accélérateurs

Ils permettent d'activer la décomposition des initiateurs et donc d'obtenir des radicaux libres, à température ambiante. C'est pourquoi la Camphroquinone est ajoutée à la matrice avec une amine organique.

- o Inhibiteurs

Ils permettent le contrôle des périodes d'induction et assurent ainsi une meilleure conservation. Les quinones et dérivés phénol en font parties.

- o Stabilisants

Le vieillissement des polymères est dû à la dégradation oxydante du matériau, qui est accentuée par la lumière et la température.

- o Opacifiants et pigments

#### 1.1.1.2. Classification des différents composites

Différentes classifications ont été proposées :

- Fonction du polymère utilisé

BIS-GMA, BIS-GMA + uréthane, époxy, comonomères, mélange d'oligomères.

- Fonction du mode de polymérisation

autopolymérisable, photopolymérisable, thermopolymérisable

- Fonction de la granulométrie

Un pourcentage de charge élevé augmente le module d'élasticité et la résistance à l'usure, diminue le coefficient d'expansion thermique donc la rétraction de prise.

- Fonction de la nature et diversité des charges

Cependant, la classification des composites la plus répandue est basée sur les dimensions des charges. Successivement se sont développés les macrochargés (10 à 100 $\mu\text{m}$ ), les microchargés (0,04 $\mu\text{m}$ ), les hybrides combinant plusieurs types de charges et enfin les nanochargés grâce au développement de la nanotechnologie. (75)

#### 1.1.1.3. Propriétés des composites

Les propriétés mécaniques et physico-chimiques des matériaux sont influencées par la quantité de charge inorganique présente.

- Mécaniques

Elles rendent compte de leurs comportements lorsqu'ils sont soumis à des contraintes extérieures (traction, flexion, compression).

- o La dureté

C'est la résistance du matériau à la déformation plastique. Elle est améliorée par une augmentation du pourcentage de charges, une matrice BIS-GMA et une photopolymérisation

- o Le module de Young

C'est le rapport entre la contrainte et la déformation, il caractérise la rigidité du matériau. Plus la déformation est faible pour une contrainte donnée, plus la valeur du module est importante et plus le matériau est rigide.

- o La résistance à l'abrasion

Il intervient en orthodontie lors du polissage des surfaces amélaire après décollage des attaches. La faible résistance à l'abrasion facilite l'élimination en fin de traitement de la colle résiduelle.

- o La résistance à la compression

La répartition favorable des tensions lors de la contrainte permet d'avoir des valeurs relativement importantes.

- o La résistance à la traction

Sous ce type de contraintes, les particules vont avoir tendance à se désolidariser les unes des autres, mais ce mouvement sera limité par la phase résineuse.

- La résistance au cisaillement

Elle est présente lors des mouvements d'égression et d'ingression.

- La résistance en flexion

Elle montre le comportement du matériau sous les sollicitations occlusales, avec la possibilité d'une déformation élastique par rapport à la déformation du substrat.

Résistance	Traction MPa	Compression Mpa	Flexion MPa	Élasticité GPa
Valeurs	35 – 60	250 – 480	100 – 145	10 – 25

- Physico-chimiques

- Le coefficient de dilatation thermique

On recherche des produits stables sur le plan volumétrique. Ce coefficient d'expansion, pour assurer l'étanchéité, devrait être voisin de celui de l'émail, mais en réalité il est de 2 à 6 fois supérieur, donc le matériau aura tendance à s'écarter des parois. Ce coefficient est corrélé avec le rapport volumétrique matrice/charge dans le composite. Cette dilatation non compensée, entraîne la formation d'un hiatus périphérique.

- La rétraction de polymérisation

Lors de leur prise, tous les matériaux se contractent. La rétraction est liée au nombre de charges. Ce retrait engendre des contraintes au niveau du substrat, diminue l'adhésion et l'herméticité.

- Adhérence

Elle est naturellement nulle, donc une association avec une technique adhésive est indispensable pour supporter les contraintes.

- Le temps de prise

Ce temps est fonction de la composition du composite, de la technique de polymérisation, du liant ainsi que des conditions de collage.

- L'absorption hydrique

Elle diminue quand le taux de conversion augmente. Elle est fonction du pourcentage de charges, favorisée par les porosités, fissures. Elle constitue un facteur de dégradation du composite dans les fluides buccaux et entraîne une perte des propriétés mécaniques.

- Biologiques (43)

○ Cytotoxique

Les composites présentent une cytotoxicité certaine, due à la persistance dans le matériau de monomères non polymérisés. Toutefois en orthodontie, on peut exclure la possibilité de lésions pulpaires du fait de l'éloignement.

○ Santé parodontale

L'augmentation de l'accumulation de plaque dentaire en périphérie de l'attache a été prouvée. Toutefois le risque gingival peut être contrôlé par l'éviction des surplus de colles

○ Effet cariogènes

Les monomères non polymérisés constituent un substrat pour les bactéries cariogènes.

### 1.1.2. L'adhésif

Pendant de nombreuses années, les agents de liaison utilisés étaient des résines non chargées, donc de basse viscosité et de composition similaire à celle de la phase organique des composites. Pourvus d'une tension superficielle basse, ils permettaient de mouiller l'émail qui lui, possède une énergie libre de surface importante. Ils réalisaient donc la jonction entre l'émail mordancé et le composite. (59)

À ce jour, on compte sept générations différentes et présentées sous différentes formes. C'est pourquoi il est nécessaire de revenir sur la classification actuelle des adhésifs afin de montrer que chaque produit a une mise en oeuvre spécifique pour obtenir des résultats optimaux. Cette classification qui fait référence a été proposée par DEGRANGE. Elle classe le nombre d'étapes de collage ainsi que ceux ayant subi un mordantage préalable ou non. On va ainsi discerner les adhésifs en 2 ou 3 étapes avec mordantage préalable et ceux en 1 ou 2 étapes sans mordantage préalable. (16)

#### 1.1.2.1. Composition et structure chimique

Le rôle d'adhésif est d'être un intermédiaire d'interface, dont les groupements actifs réagiront sur un substrat bien déterminé tandis qu'une autre partie est susceptible de copolymériser avec la phase résineuse du composite. La réaction permettant la liaison avec le substrat diffère

selon la nature de ce dernier.

- Les esters phosphorés
  - o Résine
    - Esters halophosphorés de BIS-GMA
    - Triéthylène glycols di-méthacrylate
    - Péroxyde de benzoyle (catalyseur)
  - o Solvant
    - Solution alcoolique d'acryl sulfinate

Ces molécules possèdent d'un côté un radical acryl assurant la fluidité et l'activation du catalyseur, et de l'autre une fonction phosphate qui peut se lier à l'hydroxyapatite. Le Scotchbond® est un des produits commercialisés.

- Les résines BIS-GMA

Il s'agit d'un mélange d'esters méthacrylate sur base BIS-GMA non chargé. Ce produit peut, grâce au carboxyle qu'il contient, réagir avec le calcium de l'émail pour donner une liaison chimique.

- Les adhésifs de type 4-Méta (4-méthacryoxyéthyle trimetillate anhydride)

Le développement le plus intéressant de cette famille est le Superbond®. Ce produit associe le Tri-NBB (tri n butyl borane) à une résine de type 4- meta douée de propriétés réactives vis à vis de l'apatite. Ils assurent une liaison puissante avec les tissus minéralisés ou les matériaux prétraités.

#### 1.1.2.2. Propriétés requises en orthodontie (25)

- Une cohésion et une adhésion durables
- Résistance aux forces masticatoires et orthodontiques appliquées sur le bracket
- Élasticité du joint pour prévenir les fractures
- Bonne intégration marginale
- Manipulation et préparation facile
- Viscosité adaptée
- Respect de l'intégrité dentaire (pas de réaction exothermique, absence de coloration)

- Lésion amélaire minimale après dépose du bracket : il faut donc une résistance au cisaillement suffisante, mais située loin de la résistance de l'émail pour éviter de l'endommager.
- Éviction facile des excès

### 1.1.3. Les ciments verres ionomères

#### 1.1.3.1. Les ciments verres ionomères traditionnels (CVI)

Ils sont apparus vers la fin des années soixante. Au contraire des composites, les charges de verre ne sont pas liées à la matrice par un agent de couplage, mais sont directement au contact avec l'hydrogel siliceux. Les verres forment un complexe tridimensionnel et la matrice constitue un réseau réticulé de macromolécules, on peut ainsi voir la structure macroscopique du ciment verre ionomère comme une éponge. Sa structure à micro-canaux rend possible le déplacement des ions et des molécules à travers le matériau. Ainsi les ions fluor peuvent migrer vers la surface et s'échapper pour jouer leur effet prophylactique. (60)

- Composition et structure chimique (59)

- Liquide

Il constitue l'acide, composé d'un mélange de 9% acide tartrique qui est l'accélérateur, 37% de copolymère avec la moitié d'acide acrylique et l'autre moitié d'acide maléïque et 54% eau.

- Poudre

Elle constitue la base, composée d'un verre complexe de d'alumino –silicate de calcium renfermant des fluorures et des métaux lourds de façon à accroître la radio-opacité mais engendrant une détérioration des propriétés mécaniques.

- La réaction de prise (60)

Elle est de type acide / base. Le vecteur de cette réaction est l'eau, son absorption initiale ainsi que la configuration lacunaire et poreuse, permet de compenser la rétraction de prise.

Le mélange acide-base réagit pour former une matrice de poly-sels. Les ions hydrogènes issus

de la solution aqueuse d'acide polyacrylique réagissent avec la surface des particules de verre. Il en résulte la dissolution et la diffusion d'ions métalliques ( $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) qui vont opérer sous forme de liaison interchaînes ou intrachaîne et d'ions fluorures ( $F^-$ ). La réaction aboutit à la création d'un polysel de nature métallique hydraté entourant des particules de verre d'un gel de silice.

- Propriétés (59)

o Mécaniques

Résistance	Traction MPa	Compression MPa	Flexion MPa	Dureté Knoop	Élasticité GPa
Valeurs	15 – 17	100 – 150	20 – 30	100	8 – 13

Le rapport liquide / poudre influence les propriétés d'où l'intérêt des ciments verres ionomères prédosés.

o Physico-chimiques

▪ Adhésion vraie aux tissus dentaires

Il y a naissance d'une liaison polaire avec les apatites dentaires, puis on note l'apparition de pont hydrogène et enfin de liaisons ioniques avec le calcium. Cette adhésion a une valeur de 6 – 10 MPa. Les ciments verres ionomères peuvent se lier à toutes surfaces qui leur fourniront des cations.

▪ Dégradation hydrique

Ils sont sensibles à la déshydratation et l'absorption hydrique secondaire, engendrant dans le temps une diminution des propriétés mécaniques.

o Biologiques

- En 2000, LAVERNHE et coll (43) ont montré dans une étude que la migration d'ions fluor vers l'émail était un phénomène superficiel. Un émail intact semble plus apte à capter les ions fluors qu'un émail mordancé.

- Avantages (43)
  - Qualité et pérennité de leur adhésion
  - Adhésion aux surfaces lisses et non rétentives. Le non mordantage de la surface dentaire au cours du collage est un avantage certain, car il ne diminue pas le potentiel et la force d'adhésion, mais diminue les conséquences délétères sur l'émail.
  - Pouvoir cariostatique par une libération continue mais limitée d'ion fluor
  - Biocompatible
  
- Inconvénients (43)
  - Faible performance mécanique
  - Temps de prise long
  - Matériau poreux donc poli de surface difficile à obtenir

#### 1.1.3.2. Les ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVI-MAR) (60)

- Composition et structure chimique

On a rajouté aux ciments verres ionomères traditionnels une phase résineuse composée, de monomères photopolymérisables : HEMA (hydroxy éthyl méthacrylate) greffée sur les chaînes de polyacide, un activateur et un amorceur.

- La réaction de prise

Au cours du mélange, le polyacide modifié copolymérise avec le monomère photopolymérisable (HEMA) par une photoactivation. Donc dans le ciment verre ionomère modifié en résine, s'ajoute à la réaction classique acide-base, une réaction radicalaire libre due à la lumière.

- Propriétés

- Mécaniques

Résistance	Traction MPa	Compression MPa	Flexion MPa	Dureté Knoop	Élasticité GPa
Valeurs	20 – 40	100 – 200	30 – 60	100	5 – 20

Les propriétés mécaniques du matériau sont augmentées, dues au plus grand nombre de liaisons croisées.

Les propriétés physico-chimiques et biologiques sont similaires, sauf une meilleure résistance à l'humidité donc une stabilité dimensionnelle accrue.

- Avantages

- Manipulation aisée
- Maîtrise du durcissement
- Meilleure stabilité dimensionnelle

- Inconvénients

- Conditionnement de la dent parfois nécessaire.

#### 1.1.4. Les compomères (60)

Ils peuvent être définis comme des résines composites chargées avec des particules de verres de fluoro-aluminosilicate.

Les compomères ont la capacité d'absorber l'eau et la salive, cette réaction provoque une répercussion : l'eau initie la réaction acide/base des groupes acides du polymère modifié avec le verre alumino-silicate de calcium. Après polymérisation, on a une résine composite polyacide modifiée.

Ils sont peu utilisés et présentent peu d'intérêt clinique.

## 1.2. Principes généraux de l'adhésion

### 1.2.1. Facteurs déterminant l'adhésion (60)

L'adhésivité traduit l'affinité des différents joints d'adhésifs pour les divers matériaux à assembler.

#### 1.2.1.1. Phénomènes de surface

##### - Énergie de surface

Les molécules et les atomes de surface possèdent plus d'énergie que ceux qui sont situés à l'intérieur. Pour les liquides, les molécules de surface sont éloignées les unes des autres du fait de la perte de molécules par évaporation. Elles subissent une attraction vers l'intérieur, il en résulte une force de contraction de surface ou tension superficielle.

##### - Angle de contact et mouillage

Cela correspond au degré d'étalement d'une goutte de liquide à la surface d'un solide. On mesure le degré de mouillage par l'angle de contact  $\theta$  formé par la surface du liquide et l'interface liquide-solide. Un angle de contact  $\theta$  de  $0^\circ$  dénote un mouillage complet. En règle générale, la mouillabilité sera d'autant plus importante que le liquide possédera une faible tension superficielle et le solide une énergie de surface élevée

##### - Pénétration capillaire

L'énergie de surface crée une pression qui pousse le liquide dans les capillaires.

#### 1.2.1.2. Notion d'état de surface

La surface doit être chimiquement propre, la rugosité joue un rôle prépondérant dans le développement de l'adhésivité, la rugosité engendre un meilleur étalement.

#### 1.2.1.3. Matériaux de collage

Les propriétés physico chimiques des matériaux (le retrait de polymérisation, la dilatation thermique, le coefficient d'absorption hydrique)

### 1.2.2. Les différents modes d'adhésion à l'émail

L'adhésion est l'union d'une surface à une autre avec laquelle elle est en contact intime. En orthodontie, l'adhésion résulte de l'interaction des matériaux de collage d'une part et d'autre part de l'émail dénommé substrat. L'adhésion diffère de la cohésion qui est l'attraction entre atomes ou molécules d'une même substance. (60)

#### 1.2.2.1. Composition et structure de l'émail (60)

##### - Microstructure

Le tissu amélaire est un tissu calcifié composé de trois phases distinctes :

- Phase minérale 95% (hydroxyapatite,  $\beta$  tricalcique, phosphate diectocalcique et des ions magnésium, sodium , fluor.)
- Phase organique 1% (protéines : énamélines, phosphoprotéines, glycoprotéines ; glucides : complexes protéines-polysaccharides ; lipides : phospholipides, phospholipoprotéines)
- Eau 4%

##### - Histologie (1)

L'émail est constitué d'unités élémentaires que sont les prismes. Ce sont des cordons minéralisés qui le parcourent de la jonction amélo-dentinaire à la surface. Ils sont composés de cristaux d'hydroxyapatite alignés parallèlement entre eux et à l'axe du prisme, cette juxtaposition de prismes est séparée par une substance interprismatique intégrant les mêmes cristaux mais d'orientation différente. L'interface est appelée la gaine du prisme. La dernière couche de l'émail est composée sur plusieurs microns d'un émail aprismatique pourvu de substance prismatique qui lui confère une forte minéralisation et une résistance accrue.

#### 1.2.2.2. Les mécanismes d'adhésion (59)

##### - Adhérence physique

Elle dépend des forces de Van Der Waals. Les composites et l'émail sont dits « hydrophiles » car l'angle formé par une goutte d'eau à leur surface est inférieur à 90°. Afin d'obtenir une bonne mouillabilité, l'énergie de surface doit être élevée au niveau de la dent et la tension superficielle du liant résineux devra être basse. En cas de rupture d'adhérence, la fracture se fera plus au niveau du matériau le plus faible (cohésive) qu'au niveau du joint (adhésive). C'est pour cette raison que la couche d'agent de liaison doit être la plus fine possible et limitée au maximum, puisque c'est un élément faible de la chaîne de collage. Les forces de Van der Waals n'existent que pour des distances intermoléculaires très faibles, d'où la nécessité d'une excellente mouillabilité. Mais, ces liaisons physiques sont incapables à elles seules d'assurer une liaison de longue durée, elles sont dégradées par l'infiltration d'eau à l'interface. Il est donc indispensable de rechercher des liaisons primaires ou un accrochage mécanique.

##### - Adhérence mécanique

Cette adhérence est obtenue par l'effet d'un mordantage acide de l'émail (BUONOCORE (1955), cité par ROULET et DEGRANGE (2000) (60), créant des anfractuosités de 20µm de profondeur et engendrant ainsi un micro clavetage de surface. Après la polymérisation, la force d'adhésion obtenue est de l'ordre de 15 à 20 MPa. Le coefficient de pénétration de la résine dans l'émail et donc la longueur des digitations est fonction de la tension superficielle, du degré de mouillage et de la viscosité de la résine.

##### - Adhérence chimique

C'est l'adhérence idéale, elle est de type primaire et passe par les liaisons ioniques ou covalentes. De telles liaisons peuvent exister avec les sites réactifs de l'élément minéralisé ou de la trame organique, c'est le cas avec la chélation du calcium

##### - Liaisons hydrogène

Elles sont intermédiaires entre les liaisons chimiques et physiques.

### 1.3. L'adhésion fonction du matériau de collage utilisé

#### 1.3.1. Le collage avec une résine composite

Le mécanisme d'adhésion pour obtenir celle d'un composite à l'émail résulte de deux composantes, l'une micromécanique, l'autre physico-chimique. (5)

##### 1.3.1.1. La composante micromécanique (5)

Elle est la composante essentielle de l'adhésion à l'émail. L'application localisée sur l'émail d'un agent mordant comme l'acide orthophosphorique ( $H_3PO_4$ ) à 37% provoque :

- **Une déminéralisation sélective des prismes de l'émail**, créant ainsi des microrétentions de 10 à 20  $\mu m$  de longueur et 4  $\mu m$  de largeur.

Pour SYLVERSTONE et coll. (1975) cité par ALTOUNIAN (2000) (5), on aura, suite au mordantage, 3 types d'état de surface qui ne sont pas spécifiques de l'acide utilisé :

- Type I : nid d'abeille

Elle correspond à l'attaque intraprismatique, le cœur du prisme est atteint.

- Type II : doigt de gant

Elle correspond à l'attaque interprismatique, l'émail au pourtour du prisme a disparu,

- Type III : combinaison

Les prismes ne sont plus identifiables.

Ces microrétentions amélares ont pour conséquences directes une augmentation de l'adhérence, comme le montre une étude expérimentale de HOGERVORSTET et coll présentant des tests de cisaillement sur de l'émail bovin.

- Surface amélaire mordancée à l'acide orthophosphorique (37% pendant 30 secondes). L'adhérence s'élève à 21MPa.

- Surface amélaire sablé avec des particules d'oxyde d'aluminium (50  $\mu\text{m}$  pendant 15 secondes avec une pression de 0,1 MPa). L'adhérence s'élève à 4,6 MPa.
- Surface amélaire non préparée. La perte d'adhérence est 78%.

- **L'énergie de surface amélaire est augmentée**

L'énergie de surface détermine la réactivité de la surface. Cette dernière doit être la plus grande possible pour que le substrat soit disposé à régir avec le milieu extérieur.

Plus l'angle de contact  $\theta^\circ$  entre la surface du liquide et la surface de l'émail sera faible, meilleur sera le potentiel d'adhésion. Donc il est nécessaire que la tension de surface du liquide soit inférieure à l'énergie de surface de l'émail.

L'étude de HITMI et coll montre l'influence du traitement de surface de l'émail sur ses caractéristiques énergétiques.

Angle de contact	Émail non préparé	Émail poncé	H3PO4 (30 secondes)	Email poncé + H3PO4	Email conditionné avec PAA (acide polyacrylique)	Email poncé + PAA
$\theta^\circ$	73° - 77°	35°	15° - 20°	15° - 20°	63°	40°

- **La surface de contact de l'adhésif sur l'émail est augmentée**

1.3.1.2. La composante physico-chimique (5)

La composante micromécanique est indispensable mais pas suffisante pour engendrer des liaisons adhésives. Il existe une composante physico-chimique de l'adhésion au niveau intermoléculaire et correspondant à la création de liaisons hydrogènes et de forces de Van Der Waals.

- **Différents types de liaisons**

- Liaison chimique

- Liaison ionique

Les forces d'attraction électrostatiques entre les ions de charges contraires constituent une liaison ionique forte

- Liaison covalente

La liaison covalente résulte de la mise en commun d'électrons entre les atomes afin de compléter la couche externe de chaque atome, l'ensemble formant ainsi une molécule.

- Liaison métallique

Lorsqu'il n'y a que quelques électrons de valence sur la couche externe d'un atome, ils peuvent être retirés facilement. Le reste des électrons et le noyau forment alors une masse positive.

- Liaison physique

- Les forces de Van Der Waals

Il s'agit de forces intermoléculaires d'ordre électrostatique entre les pôles de charges opposées. Elles naissent des interactions créées par la formation de moments dipolaires au sein d'un atome ou d'une molécule. Ce sont des forces faibles qui peuvent être divisées en forces polaires et forces de dispersion.

- Les forces polaires

Les forces de Debye résultent de l'existence de dipôles induits.

Les forces de Keesom correspondent à l'interaction de moments dipolaires permanents.

- Les forces de dispersion

Les forces de London : le moment dipolaire moyen d'une molécule est nul, cependant on trouve toujours une polarisation momentanée à cause du mouvement des électrons. Ce moment transitoire peut alors induire un moment dipolaire dans une molécule voisine. Il se crée alors une force d'attraction intermoléculaire

- Liaison hydrogène

Elle repose sur le caractère dipolaire de l'atome d'hydrogène qui peut contracter une liaison avec un autre atome dipolaire pour former un pont hydrogène. Elle est soit covalente par l'intermédiaire de l'électron unique de l'hydrogène, soit physique au niveau du proton

## - Le rôle de l'adhésif

L'application directe d'un composite sur un email mordancé n'engendre aucune adhésion. Il

faut appliquer un agent de couplage pour que l'adhésion puisse se produire.

L'adhésif possède une extrémité qui copolymérise avec la matrice hydrophobe du composite et une autre extrémité qui échange des liaisons avec le substrat amélaire qui est devenu par notre action hydrophile.

### 1.3.2. Collage à l'aide d'un ciment verre ionomère (5)

SILVERMAN et coll (1995) cité par ALTOUNIAN (2000) (5) suggèrent l'utilisation du ciment verre ionomère pour le collage des attaches orthodontiques.

Le mécanisme d'adhésion à l'émail est différent de celui du composite puisque avec les ciments verre ionomères le mordantage n'est pas nécessaire, et la diffusion ionique au cours de la première phase de réaction de prise provoque une adhésion vraie à l'émail.

La réaction de prise des ciments verre ionomères est en trois phases et c'est au cours de la première phase que l'adhésion à la dent se crée. La première phase est celle de la dissolution et du largage ionique. Dès que le mélange commence, la solution aqueuse de polyacide attaque les particules d'aluminosilicate de calcium fluoré et dissout la surface du verre. C'est à ce moment que les groupements carboxy du polyacide  $\text{COO}^-$  sont libres et qu'ils pourraient réagir avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$  de l'hydroxyapatite.

## 1.4. L'adhésion fonction d'un substrat non amélaire

### 1.4.1. La céramique

Les traitements d'orthodontie chez l'adulte sont de plus en plus fréquents et obligent souvent le praticien à coller les brackets sur des surfaces en céramique (facettes, inlay-onlay, couronnes prothétiques)

- La rétention micromécanique (60)

En 1995, ROULET a publié un article montrant les différents traitements de surface de la céramique permettant d'obtenir une rétention micromécanique lors du collage.

- Mordançage à l'acide fluorhydrique par l'application d'un gel acide à 9,6%, appliqué pendant 2 à 4 minutes avec une isolation minutieuse de l'aire de travail et un rinçage abondant.
- Suppression de la couche glacée avec une fraise à gros grains.
- Sablage avec des particules d'oxydes d'aluminium (50µm)

Cette étape facilite l'interaction entre un agent silane et la céramique.

- L'adhésion chimique

ZACHRISSON, cité par ROULET et DEGRANGE (2000) (60), conseille l'utilisation d'un agent de collage silanique pour favoriser une adhésion à la fois chimique et mécanique. Le silane va réagir avec la silice contenue dans la céramique et avec les composés organiques de la résine de collage pour former des liaisons covalentes et hydrogène.

Au cours du processus de collage, les molécules de silane s'orientent parallèlement à la surface de la céramique et la rendent hydrophobe et organophile. L'hydrophobie protège les surfaces de céramique de la dégradation hydrique, alors que l'organophilie facilite le mouillage de la résine.

L'application du silane sur la surface de la céramique doit être effectuée par l'apposition successive de plusieurs couches, afin d'obtenir des orientations moléculaires différentes, augmentant la rétention.

- Protocoles (5, 32, 60)

- Nettoyage du substrat à la ponce pendant 10 secondes
- Rinçage
- Mordançage à l'acide fluorhydrique pendant 2 à 4 minutes Porc-Etch® (32)
- Aspiration et rinçage
- Application successive de plusieurs couches de silane Porcelain

Conditionner TP® avec un temps de latence de 1 minute pour permettre son évaporation (32)

- Séchage pendant 30 secondes
- Collage au composite
- Appliquer une couche de liquide orthodontique
- Séchage 5 secondes
- Photopolymériser avec une lampe halogène pendant 20 secondes
- Placer le bracket chargé de composite
- Éliminer les excès et photopolymériser 45 secondes
- Collage au CVI-MAR
- Placer le bracket chargé de CVI-MAR
- Éliminer les excès et photopolymériser le temps imparti

CHUNG et coll (1999) cité par ALTOUNIAN (2000) (5) effectuent dans une étude des tests de cisaillement, en collant des attaches orthodontiques avec le Concise® (3M unitek) et le Fuji Ortho LC® (GC) sur des disques en céramique. Le protocole de collage est celui que nous venons de décrire. Les résultats obtenus montrent une résistance de 15,79 MPa pour le concise et de 18,47 MPa pour le Fuji Ortho LC. Nous pouvons en conclure que l'adhésion au CVI-MAR est plus performante qu'avec le concise®.

#### 1.4.2. Le métal

- La rétention micromécanique (60)
  - Le mordantage du métal par voies électrolytique ou chimique.
  - Le sablage intra-oral avec de l'alumine de granularité de 50 à 250 µm est la méthode de choix. Il provoque un microclavetage de la surface qui augmente l'aire de collage et favorise la rétention micromécanique, renforce l'adhésion chimique entre l'agent de couplage et la couche d'oxyde rétentions micro-mécaniques.
- L'adhésion chimique (60)

- L'étamage consiste à déposer des cristaux d'étain sur la surface métallique. L'étain oxydé forme des sites favorables à la formation de liaisons polaires avec les groupes réactifs des adhésifs.
  - Les résines intermédiaires utilisent un dispositif de revêtement en silicate ou en étain auquel les silanes ou les résines à base de phosphates peuvent adhérer.
  - Les primers sont utilisés pour optimiser le mouillage de la surface métallique par l'adhésif. Les monomères des primers (d'acides carboxylique, phosphorique ou thiophosphorique) et des résines de collage peuvent se combiner et influencer la résistance du collage.
- Protocole (5, 32, 60)
- Nettoyage du substrat à la ponce pendant 10 secondes
  - Rinçage
  - Microsablage par projection de particules d'oxyde d'alumine de 50 µm
  - Rinçage et séchage
  - Application du primer A et primer B All Bond 2® (Bisco) (60)
  - Séchage pendant 5 secondes
  - Appliquer une couche de résine All Bond 2® (60)
  - Photopolymériser avec une lampe halogène pendant 20 secondes
  - Collage au composite
  - Placer le bracket chargé de composite
  - Éliminer les excès et photopolymériser 45 secondes
  - Collage au CVI-MAR
  - Placer le bracket chargé de CVI-MAR
  - Photopolymériser le temps imparti et éliminer les excès.

## 1.5. Conséquence du collage sur l'émail (1)

### 1.5.1. La perte d'émail

Lors de la pose des attaches orthodontiques, 10 à 20  $\mu\text{m}$  d'émail sont perdus par le mordantage (DIEDRICH, 1981, GWINNETT, 1971)

Lors de la dépose de celle-ci, 6 à 50  $\mu\text{m}$  d'émail sont perdus en fonction de la technique utilisée et en fonction de l'opérateur (FITZPATRICK et WAY, 1977, THOMPSON et WAY, 1977).

#### 1.5.2. La pénétration de résine à l'intérieur de l'émail

Selon DIEDRICH cité par AKNIN (1), il y a une rétention de résine à l'intérieur de l'émail sur 80  $\mu\text{m}$  de profondeur. De petits manques de résine à l'interface émail - résine permettent à des sels de chrome provenant de la corrosion de l'acier inoxydable de certains brackets de pénétrer dans la résine et l'émail, véhiculé par la salive, et ainsi de colorer l'émail.

#### 1.5.3. Coloration amélaire

La présence d'un hiatus à l'interface émail / résine peut engendrer une coloration de l'émail par infiltration de celui-ci par des sels métalliques. Modification de la porosité de l'émail de surface qui serait plus prédisposé aux décalcifications et aux colorations après la dépose (CEEN et GWINNETT, 1980).

#### 1.5.4. L'obtention d'une surface plus rugueuse

Au cours de la dépose, l'utilisation d'une pince à décoller les brackets est préconisé afin de réduire le risque de rayures, fêlures, fractures amélaire. La persistance de résine composite doit être enlevé par un polissage minutieux avec une fraise à polir comme le préconise ZACHRISSON, cité par AKNIN (1). BURAPAVONG, cité par AKNIN (1) mentionne l'emploi des ultrasons.

#### 1.5.5. L'accumulation de plaque dentaire

Les appareils fixes, tout en augmentant le risque de rétention alimentaire, empêchent l'élimination de la plaque dentaire en diminuant l'action bénéfique du brossage, de la mastication et du flux salivaire. C'est pourquoi un enseignement et une motivation à

l'hygiène doit être effectuée à la phase initiale du traitement et contrôlée tout au long de celui-ci, afin de prévenir le risque de maladies parodontales.

#### 1.5.6. Apparition de zones de déminéralisation

La dissolution de l'émail superficiel semble être la caractéristique majeure durant le développement des lésions carieuses associées aux appareils orthodontiques. Les variations de ce processus de dissolution paraissent être liées à l'arrangement structural de la surface.

Il est évident que devant les effets iatrogènes possibles du collage sur l'émail, le patient doit être informé des risques éventuels d'une part, et signer une feuille de consentement éclairé d'autre part. Un bilan photographique initial sera réalisé afin de signaler les tâches existantes avant le traitement.

# LE COLLAGE INDIRECT EN ORTHODONTIE VESTIBULAIRE

## **2. Le collage indirect en orthodontie vestibulaire**

SILVERMAN et COHEN cité par SHIAU et coll (1993) (64), ont introduit en 1972 la méthode de collage indirect, qui consiste à positionner les attaches sur un moulage lors d'une étape de laboratoire, puis d'enregistrer leur position à l'aide d'une gouttière de transfert et de les reporter en bouche par un collage en une seule manœuvre.

Nous allons décrire dans cette partie les différentes étapes cliniques et de laboratoire du collage indirect ainsi que les matériaux nécessaires pour chacune d'elles. Les questions que nous devons nous poser et auxquelles nous allons tenter de répondre dans cette partie sont :

- Comment est choisie la position du bracket sur le modèle en plâtre ?
- Les moyens de collage du bracket sur le moulage ?
- Comment la clé de transfert est-elle conçue et confectionnée ?
- Comment s'effectue un collage en bouche ?
- Comment combler le hiatus entre l'émail mordancé et la base des attaches pré-encollées ?

### 2.1. Indications.

- Quand le contrôle de la siccité est difficile, il est conseillé de s'orienter vers une technique qui diminuera le temps de collage en bouche. (4)
- Quand la surface de collage n'est pas visible par vision directe. (34)

### 2.2. Étape clinique préliminaire. (3)

Ce temps buccal a pour objectif l'obtention d'une empreinte précise et fidèle.

- La précision de l'empreinte

On utilise comme matériau à empreinte l'alginate avec un porte empreinte non perforé type RIM-LOCK préconisé par ALTOUNIAN (1979) (2), CHABRE et BASSIGNY(1985) (12), ou perforés. Ces derniers favorisent la déformation du matériau lors de la désinsertion et leurs perforations augmentent la rigidité de l'empreinte.

La finesse de l'empreinte peut être augmentée, en plaçant au doigt de l'alginate sur les faces concernées par le collage avant l'insertion du porte empreinte, celui-ci est maintenu par les deux index au niveau postérieur sans exercer une pression trop excessive.

L'empreinte devra être la plus profonde possible pour visualiser les reliefs radiculaires, qui permettent d'apprécier l'axe dentaire.

Lors de la dépose, nous décollons le porte empreinte par un mouvement de rotation antéro-postérieure, avec nos index dans le fond du vestibule entre la muqueuse jugale et le matériau.

KALANGE (2007) (32) préconise de meuler le bord incisif de l'incisive supérieure et inférieure, quand il y a trois minicuspides.

- La fidélité de l'empreinte

Les dents en plâtre doivent représenter exactement, l'arcade de notre patient. Donc il est nécessaire d'enlever le jour de la prise d'empreinte tout appareillage intra-orale susceptible d'interférer.

Prendre l'empreinte après la cicatrisation quand il y a eu des extractions ce qui assure une plus grande précision.

### 2.3. Étapes de laboratoire : Différents matériels nécessaires au collage.

#### 2.3.1. Les attaches orthodontiques

##### 2.3.1.1. Différents types d'attaches (77)

- **Métalliques**

Malgré l'avancée des attaches en céramique, la grande majorité des attaches utilisées sont métalliques.

Les matériaux de collage sont dans la majorité des cas, incapables de se lier chimiquement à la base métallique des brackets. Il a donc fallu concevoir des moyens de rétention dans l'intrados du bracket.

- Grille simple soudée
  - Externe (Mesh)

La partie externe est une feuille d'acier inoxydable pleine sur laquelle est rattaché le bracket.

La partie interne est un grillage obtenu à partir d'une feuille d'acier perforé. La surface de

collage est ainsi augmentée.

- Interne (usiné / monoblocs)

Le bracket et la base sont coulés d'un seul bloc, les rétentions seront coulées dans la partie interne ou usinées par une machine pour créer des encoches, des rainures horizontales et verticales.

- Base mordancée et poreuse

Les rétentions microscopiques au sein de l'intrados du bracket sont créées par un procédé de photomordantage. En ce qui concerne les bases poreuses, la rétention est due aux micropores de surface créée par l'application sur l'intrados de la base d'une poudre inoxydale.

- Base sculptée au laser

En 2000, SOREL et coll (70) ont effectué une étude montrant la résistance au décollement des attaches à base sculptée au laser et collées avec des ciments verres ionomères. Ils ont localisé le site de fracture et observé les conséquences sur l'émail. Les résultats ont été comparés avec des attaches à grille simple soudée et collée au composite.

## RESULTATS

Résistance à l'arrachement mis en évidence par des tests de traction :

- LCVIM (laser + CVI) : 7,9 MPa +/- 1,4
- GCC (grille + composite) : 8,6 MPa +/- 1,5
- LCC (laser + composite) : 17,0 MPa +/- 0,8

La résistance à l'arrachement des attaches à rétention sculptées au laser et collées au ciment verre ionomère modifié sur un émail non mordancé, est similaire à celle des attaches à grille simple soudée et collées avec une résine composite sur de l'émail mordancé.

Le mordantage de l'émail, la rétention sculptée au laser et la surface de collage sont des facteurs favorables à l'augmentation de l'adhésion.

CHUNG cité par SOREL et coll (2000) (70) montre que l'adjonction de silane augmente significativement l'adhésion, quel que soit le type de colle testé.

La localisation du site de fracture et conséquences sur l'émail :

- LCVIM : 50% de colle sur la base et 50% sur la dent
- GCC : 95% entre la colle et la base
- LCC : 95% entre la colle et l'émail

La rétention des grilles sculptées au laser présente une grande adhésion quel que soit le type de colle utilisé. Une fracture entre la colle et la dent augmente le risque d'altération de l'émail. Le groupe LCVIM ne présente pas d'altérations amélaire.

Il est connu que l'interface bracket métallique-adhésif constitue la zone de faiblesse dans le collage. Ainsi, une résine capable de se lier chimiquement au métal serait intéressante puisqu'elle réduirait les coûts et diminuerait le risque de fracture amélaire à la dépose. L'objectif serait donc d'obtenir une fracture cohésive au sein de l'adhésif.

#### - **Plastiques**

Les attaches plastiques sont en polycarbonate, ils ont une indication purement esthétique car ils présentent de nombreux inconvénients notamment une usure rapide et une mauvaise réponse mécanique.

#### - **Céramiques**

Les attaches céramiques sont composées, soit d'oxyde de zirconium (zircone), soit d'oxyde d'aluminium (alumine). Parmi les oxydes d'alumine, on distingue deux groupes :

- Les céramiques monocristallines (complexes et coûteuses)
- Les céramiques bicristalline (moins coûteuses, reproductibles mais avec des impuretés et des imperfections diminuant ses qualités optiques et mécaniques).

Les moyens de rétention sur les brackets céramiques sont :

- Mécanique :
  - Soit par des artifices de rétention taillés dans la base du bracket.
  - Soit par des irrégularités en pointes de diamant qui donnent à l'intrados de la base un aspect similaire à la fraise diamantée.
- Chimique : il y a sur la base du bracket un ajout de silane, qui joue le rôle d'agent de couplage, mais il augmente considérablement le risque de fracture amélaire lors

de la dépose.

### 2.3.1.2.Choix du niveau de collage (31, 32)

Après l'invention de l'Edgewise par ANGLE, ANDREWS a proposé le « Straight Wire Appliance » qui inverse le rapport entre l'arc et le bracket, puisque, dans cette technique l'information nécessaire au mouvement orthodontique est incorporée directement dans le bracket (inclinaison, épaisseur, torque), à partir de valeurs mesurées par ANDREWS et non dans l'arc. Cette solution thérapeutique limite considérablement les courbures d'arcs de première, seconde et troisième ordre, mais impose une grande précision dans le placement des attaches orthodontiques.

L'apport d'ANDREWS a pour objectif de standardiser et optimiser le traitement, en réalisant si possible un appareil adapté à des normes moyennes de morphologie, position. En définissant une technique de positionnement des attaches pour chaque dent.

ANDREWS établit six clefs de l'occlusion à partir de 120 moulages idéaux. L'absence d'une des six clefs ne permettrait pas une finition idéale. (7)

- Clefs N°1 : Précise la relation interarcades
  - Position de la cuspide mésiovestibulaire de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire.
  - Position du rebord marginal distal de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire.
  - Position de la cuspide mésiolinguale de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire.
  - Position des cuspidés vestibulaires des prémolaires maxillaires par rapport aux prémolaires mandibulaires.
  - Position des cuspidés linguales des prémolaires maxillaires par rapport aux prémolaires mandibulaires.
  - Rapport de la pointe canine maxillaire par rapport à la canine et à la prémolaire antagoniste.
  - Position des incisives maxillaires par rapport à leurs antagonistes et concordance de leurs milieux.

- Clefs N°2 : Détermine l'angulation des couronnes, elle est similaire pour chaque type de dents et mésiale.
- Clefs N°3 : Détermine l'inclinaison des couronnes
  - o Au maxillaire, elle est positive pour les incisives donc torque coronovestibulaire et négative pour les secteurs latéraux et postérieurs. L'inclinaison s'accroît en distal.
  - o À la mandibule, l'inclinaison est légèrement négative sur les incisives et devient de plus en plus négative lorsqu'on arrive aux molaires.
- Clefs N°4 : Absences de rotation
- Clefs N°5 : Absences de diastèmes
- Clefs N°6 : Courbe de Spee plate ou légèrement concave

ANDREWS a donc établi le point « FA », qui représente le point médian de l'axe coronaire. Cet axe est tracé sur la couronne clinique vestibulaire en partant du milieu du bord libre pour les incisives, des pointes cuspidiennes pour les secteurs latéraux et du sillon vestibulaire pour les molaires, il se termine au niveau du collet dentaire.

Si nous relierons les points « FA », nous obtenons le plan d'occlusion d'ANDREWS.

Donc dans la technique d'arc droit, il y a un bracket pour chaque dent avec une position extrêmement précise sur la dent qui est le point « FA ».

Toutefois cette technique présente beaucoup d'insuffisances, notamment l'absence d'optimisation du traitement en fonction de la typologie, des fonctions et des inégalités entre les dents. Ces insuffisances peuvent engendrer des résultats inesthétiques et non fonctionnels avec des décalages gingivaux, des extrusions, des intrusions.

ROTH fit évoluer la technique d'ANDREWS, en proposant un système d'attaches préprogrammées qui anticiperaient les phénomènes de récurrence rencontrés, grâce à une surcorrection (surangulation, surinclinaison et contro-rotation).

Donc le positionnement des attaches doit être déterminé avec la plus grande précision, car toute erreur va fausser les informations des attaches et engendrer un résultat thérapeutique non désiré.

### 2.3.1.3. Comment placer les attaches orthodontiques

Le collage indirect en orthodontie vestibulaire est réalisé suivant les mêmes critères qu'en collage direct. Toutefois, afin d'optimiser le collage, nous réalisons sur les modèles des marqueurs verticaux et horizontaux dans le but de mieux visualiser le point spécifique « FA » et augmenter ainsi la précision. (32)

- Pendant le collage, nous devons toujours avoir à l'esprit les trois critères dont dépend le positionnement des attaches, qui sont
  - La valeur de l'angulation qui dépend du respect de l'axe de la dent.
  - La valeur de l'inclinaison qui dépend du choix de la hauteur.
  - Le centrage mésio-distal qui conditionne la position du bombé de chaque dent.

### MANUELLEMENT (32)

- Marqueurs verticaux (noir)
  - Matériel : crayon graphite mine noir 0,03mm
  - Technique : On trace sur les faces vestibulaires et si nécessaire sur les faces linguales l'axe de chaque dent, en partant du milieu du bord libre ou du sommet de la cuspide. Nous pouvons nous aider de l'anatomie radiculaire pour accroître la précision, voire d'un bilan radiographique dans les cas litigieux.
  - Signification : la longueur axiale
- Marqueurs horizontaux (rouge)
  - Matériel : crayon graphite mine rouge 0,05mm, une règle millimétrée, un compas, un stylomine jauge avec une pointe fine pas trop dure 7/10<sup>ième</sup>

d'épaisseur.

○ Technique : 1<sup>er</sup> méthode

Relier le point de contact mésial et distal de chaque dent sur la face vestibulaire créant ainsi « la ligne marginale d'arête ». Puis avec le compas écarté de 2mm, ayant la pointe située à l'intersection des deux lignes reporter les 2mm apicalement, sur la longueur axiale.

Utiliser cette marque pour tracer un deuxième trait horizontal parallèle au premier et plus apicale nommé « ligne de fente ». Cette ligne peut être surévaluée à 2,5mm si les dents sont grandes, car elle symbolise la rainure du bracket et la gorge du fil, donc une fois le fil engagé, il alignera les arêtes marginales en fonction du placement initiale. Sur la 2<sup>ième</sup> prémolaire, diminuer 0,5 mm le compas donc un écartement de 1,5mm.

Puis il faut mesurer la distance entre le sommet de la cuspide de la 1<sup>er</sup> prémolaire et la ligne de fente. Nous supposons que cette distance soit égale à 4,5mm, alors nous reportons cette distance à l'incisive centrale, on soustrait 0,5mm à l'incisive latérale et on ajoute 0,5mm à la canine. Bilan, la ligne de fente en antérieure se trouve en moyenne à 4,5mm=IC, 4mm=IL, 5mm=C (Figure 1)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 1 : Marqueurs horizontaux et verticaux d'après KALANGE (2007) (32)**

○ Techniques : 2<sup>ème</sup> méthode

Nous utilisons un stylomine jauge avec les calibres prédéfinis pour les secteurs antérieurs et postérieurs. (12,14, 35,77) (Figure 2)

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 2 : Jauge (35)**

- Signification :
  - Le bord occlusal du bracket
  - OU
  - La gorge ou fente du bracket

Cette position varie suivant le type de dysmorphose (dans le cas d'une classe II.division I le bracket peut se rapprocher du bord occlusal) et des objectifs de traitements établis.

## **INFORMATIQUE**

Dans l'ère médico-légale « du dossier informatique du patient et de la traçabilité », les systèmes de numérisation 3D des modèles comme ORTHO CAD Tm constituent une évolution majeure et un nouvel outil diagnostique pour le praticien. (Figure 3)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 3 : Logiciel Ortho CAD (30)**

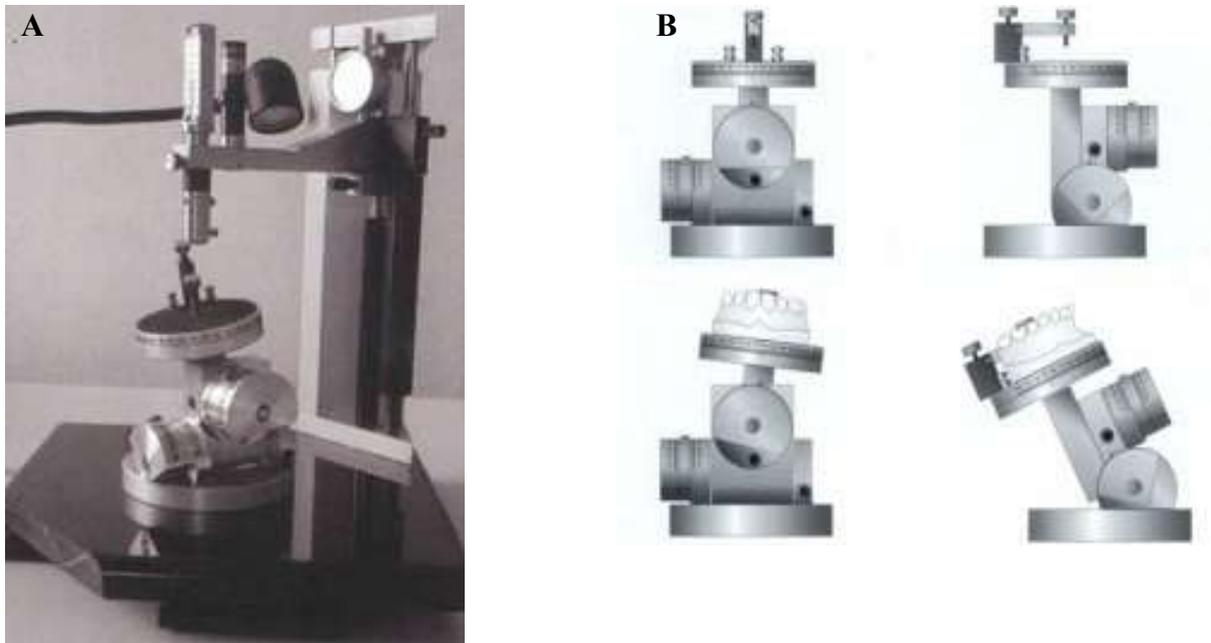
- Avantages (30)
  - Une méthode plus simple et plus efficace pour mesurer les données.
  - Un stockage plus simple et une intégration dans les dossiers numériques du patient (photographies numériques, notes cliniques, modèles numériques..)
  - Une récupération plus simple des données.
  - Un visionnage des données avec les patients (outil de communication).
  - Transfert des données plus facile entre confrères.
  
- Inconvénients (30)
  - Absence de montage sur articulateur.
  - Absence de manipulation manuelle.

ORTHO CAD Tm pourrait révolutionner la manière dont des modèles d'étude sont utilisés, stockés, regardés et contrôlés. La capacité de visionner les modèles en 3D et les autres services qu'offrent ORTHO CAD Tm comme la possibilité de réalisation d'un Set-Up virtuelle, le placement informatique des brackets et la fabrication d'une gouttière de transfert, montrent à quel point ORTHO CAD Tm peut devenir un outil de travail incontournable.  
(30,45,74)

## **RAY System** (47)

Le « RAY Set System », décrit par MELSEN et BIAGGINI en 2002, propose de déterminer avec précision l'emplacement des brackets sans utiliser de Set-Up. Il est considéré comme une amélioration du T.A.R.G System, par le fait que le support du modèle peut subir une orientation contrôlée dans les trois sens de l'espace, afin de définir individuellement la position de chaque brackets.

Donc, une fois un arc droit inséré, les surfaces vestibulaires seront orientées et alignées selon les prescriptions de 1<sup>er</sup>, 2<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> ordre désirées, l'ajustement final ne nécessitera pas de corrections de l'arc. (Figure 4A et 4B)



**Figure 4A et 4B : RAY Set System (47)**

### 2.3.1.4. Le collage proprement dit des attaches orthodontique sur le modèle

#### - **Objectifs du collage sur le modèle en plâtre (2)**

Il a pour but de solidariser le bracket au modèle en plâtre, dans la position prédéfinie que l'on souhaite reporter avec la plus grande exactitude en bouche par l'intermédiaire d'une gouttière de transfert.

Ce matériau doit être

- Facile d'emploi, économique.
- Coller tous types de brackets.
- Bonne mouillabilité, bon pouvoir d'étalement afin de n'avoir que l'épaisseur minimum.
- Être réversible ou irréversible selon la technique employée (colle hydrosoluble ou colle non soluble).

- **Vérifications avant de coller**

Pour améliorer le collage, la courbure de base du bracket peut être : diminuée avec une pince à mors larges et parallèles ou augmentée avec une pince à trois becs, afin d'augmenter l'adaptation de la base du bracket à l'anatomie de la face concernée. (62)

Les modèles en plâtre sont recouverts par une fine couche d'isolant dilué, puis les brackets sont situés en fonction des lignes de référence. Une sonde millimétrique mesure la distance entre le bord libre ou le sommet cuspidien et le bord occlusal du bracket, celui-ci doit impérativement être égale de part et d'autre de l'arcade. (32) (Figure 5)

Une fois toutes les vérifications effectuées, les attaches peuvent être solidarisés aux modèles avec une colle hydrosoluble, une colle biocompatible non hydrosoluble ou une attache préencollée. (32)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 5 : Les brackets collés aux modèles (32)**

- **Moyens de collage :**

- Colle hydrosoluble.

CHABRE et BASSIGNY (1985) (12) utilisent la colle Unitek, qui a un temps de prise de 15 minutes, ce qui laisse un temps suffisant pour déplacer le bracket sans inconvénient. La colle étant hydrosoluble, elle s'élimine à l'eau froide, mais les excès de colle devront être éliminés au scalpel. Il faudra attendre 30 minutes avant de réaliser la gouttière.

Dans la technique de RAJAGOPAL et coll (2004) (58), les brackets sont déposés sur une bande de micropore adhésif, la partie adhésive est adhérente à la base du bracket et la partie non adhésive est enduite de cyanoacrylate puis collée au modèle. Les avantages de cette technique sont :

- Adhésif du micropore n'obstrue pas la base « MESH » du bracket.
- Le nettoyage de la base du bracket n'est pas nécessaire donc gain de temps, diminution des risques de décollement, les forces de collage ne sont pas compromises.

COLLINS (2000) (14) propose une nouvelle technique de collage avec un adhésif hydrosoluble JC Endirect®. À la différence des autres techniques, le modèle n'est pas isolé avec un isolant dilué mais avec un stylo fluorescent.

Le collage sur le modèle est effectué avec le JC Endirect®, puis la gouttière est réalisée, soit avec un matériau thermoplastique, soit avec un vinyl polysiloxane.

- Avantages :

- La viscosité et la force de collage de l'adhésif permettent d'éviter les déplacements du bracket.
- L'adhésif étant hydrosoluble, la gouttière peut se désolidariser du modèle facilement par une simple immersion de celui-ci dans l'eau chaude pendant 15 minutes.
- Absence de contamination de la base du bracket, car on peut contrôler la présence éventuelle de résidus d'adhésif dans l'intrados du bracket. En passant sous une lumière ultra-violette la gouttière, les résidus imbibés de particules fluorescentes vont réfléchir.

Après la confection de la clé de transfert, celle-ci est séparée du modèle et le technicien doit nettoyer mécaniquement et chimiquement la face interne de l'attache de façon à retrouver l'aspect original. Le collage indirect s'effectue à l'aide « d'attaches nues ». (4)

- Colle non soluble, biocompatible

### **AUTOPOLYMERISABLE :**

MAUCHAMP et GIRARD (1977) cité par ALTOUNIAN (1987) (4), SEDENNES (1991) (62) préconise l'emploi du Concise® (3M), comme composite orthodontique chémostomopolymérisable pour le collage des attaches sur le modèle en plâtre.

THOMAS cité par KALANGE (2007) (33) décrit en 1979 son protocole de collage où il prescrit l'utilisation du Concise® ou le Dyna-Bond® pour le collage au plâtre.

KALANGE (2007) (32) propose l'utilisation du Phase II® (Reliance) comme système pâte/pâte chémostomopolymérisable. (Figure 6)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 6 : Phase II® (Reliance)**

### **PHOTOPOLYMERISABLE :**

MCCROSTIE (2003) (46) préconise, par un protocole simple l'emploi d'un composite photopolymérisable comme le Enlight LV® (Ormco).

- Après avoir isolé le modèle avec un séparateur, laisser sécher 2H.
- Nettoyer l'intrados de chaque brackets
- Peigner la base du bracket avec une fine couche de résine photopolymérisable Enlight LV® (Ormco).
- Photopolymériser sur les modèles 10 secondes en occlusal et 10 secondes en gingival avec le Demetron Optilux 301 (Ormco).

KALANGE (2007) (32) propose l'utilisation du Light Bond® (Ormco) ou du Transbond XT® (3M) comme résine photopolymérisable. La polymérisation des colles photopolymérisables est déclenchée par une lumière de longueur d'onde (390 nm – 490nm) située dans la zone de sensibilité de camphoroquinones. L'idéal est d'avoir le maximum d'intensité dans une zone située entre 400nm – 500nm. Les lumières halogènes, lasers, plasmiques et LED possèdent cette propriété. (Figure 7)

La photopolymérisation est effectuée par une lampe classique halogénée ou placée dans une unité à photopolymériser comme la Triade 2000® (Dentsply). (Figure 8)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 7 : Transbond XT® (3M) (32)**

**Figure 8 : Unité à photopolymériser (42)**

### **THERMOPOLYMERISABLE :**

MOSKOWITZ (2007) (51) utilise le Therma cure® (Reliance) comme composite thermopolymérisable pour le collage des brackets sur le modèle. Son utilisation est préconisée du fait de ses avantages :

- Le temps de travail est « vraiment » illimité, comparé au composite photopolymérisable où la lumière ambiante peut amorcer la polymérisation et diminuer le temps de travail.
- Les excès sont faciles à enlever.

KALANGE (2007) (32) préconise l'utilisation d'un composite thermopolymérisable qui durcit en 15 minutes à 325° comme le Therma Cure® (Reliance). (Figure 9)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 9 : Four de cuisson (32)**

- APC Bracket (Figure 10)

L'utilisation de brackets préchargés par le laboratoire avec une résine liquide photopolymérisable (APC Bracket) reste la technique de choix de KALANGE (2007) (32), KOGA et WATANABE (2007) (42).

Cette technique présente de nombreux avantages, notamment une meilleure précision et homogénéité dans le collage, la traçabilité est respectée puisque chaque bracket est dans son emballage individuel, mais le coût de ces brackets est un inconvénient certain. (32)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 10 : APC Bracket (32)**

Lorsque le technicien désolidarise la clé de transfert, il se trouve en présence d'attaches ayant gardé leur semelle en composite. Le collage indirect se fait à l'aide « d'attaches préencollées ». La rétention obtenue en appliquant le composite dans les mailles du treillis de la face interne de l'attache est mécanique. En revanche, la liaison entre l'attache préencollée et l'émail est chimique.

Il est donc impératif que le composite adhérent à l'attache soit chimiquement propre c'est pourquoi il doit y avoir un nettoyage de cette surface :

- Par le technicien, à l'aide d'une brosse à dents pour enlever les résidus de vernis.

- Par l'orthodontiste, à l'aide d'un solvant organique volatil type chloroforme.(4, 32)

Toutefois pour éviter que le matériau fuse, il est souhaitable de placer sur le bracket des gardiens de ciment Unitek® qui ont de nombreux avantages :

- Augmenter la capacité d'enlever la gouttière de transfert sans fragiliser le collage effectué.
- Diminuer le risque de décollement.
- Utile comme porteur pour la gouttière de transfert.

### 2.3.2. La gouttière de transfert

Une fois toutes les attaches collées au modèle, on réalise une gouttière ou clef de transfert pour le collage en bouche.

#### 2.3.2.1. Rôle de la gouttière

La gouttière doit avoir un ajustage très précis au moulage dentaire, pour exercer une pression horizontale à la surface dentaire malgré un axe d'insertion vertical, qui est différent de la pression perpendiculaire exercée lors d'un collage direct.

Il faut en effet que l'épaisseur du matériau de collage placé sur l'intrados du bracket (avant insertion de la gouttière), soit supérieure à l'espace séparant le substrat de la face interne du bracket, afin que le matériau de collage soit comprimé à la fin de l'insertion de la gouttière.

(4)

#### 2.3.2.2. Les différents systèmes

##### 2.3.2.2.1. Gouttière réalisée en silicone

- **Matériel** : un silicone opaque (Xantopren®, Optosil®), un silicone translucide (Memosil®), un silicone fluide type (Coltex®, Emiluna®, Odontosil®, Silaplast®).

- **Techniques** :

○ CHABRE et BASSIGNY (1985) (12)

Un enrobage des attaches est effectué avec un silicone fluide, placé dans un pistolet avec embout de précision. Les attaches doivent être entièrement recouverte (ailettes, crochets compris), mais le silicone ne doit pas fuser en gingival et dans les espaces interdentaires.

Nous disposons en même temps le rondin de silicone lourd en forme de fer à cheval perpendiculairement aux faces vestibulaires, puis nous plaquons le silicone sur les faces occlusales et linguales avec le doigt, en prenant soin d'avoir une répartition homogène de l'épaisseur du matériau.

Laisser durcir, puis retirer les excès jusqu'à la limite gingivale en linguale et jusqu'au 1/3 moyen de la surface vestibulaire.

Dégager au niveau des freins (lingual, labial, latéraux), brides et distal des molaires.

Laisser la gouttière 30 minutes dans l'eau froide pour enlever la colle entre les attaches et le modèle, permettant ainsi de séparer la gouttière du modèle par des mouvements de faible amplitude et dans le sens du grand axe des dents.

○ MC CROSTIE (2003) (36)

Il préconise la réalisation de la gouttière en Mémosil®. Gouttière en résine souple, matériels onéreux avec pour chefs de file COHEN, LITT, SILVERMANN (1970).

○ KALANGE (2007) (32)

Les deux différences avec la technique de CHABRE et BASSIGNY sont, l'utilisation de l'Exaflex® comme silicone pour réaliser la gouttière sans enrobage au préalable des attaches et la découpe de la gouttière en interproximal au niveau lingual pour augmenter la flexibilité dans le sens linguo-vestibulaire mais sans diminuer la rigidité dans l'autre sens. (Figure 11)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 11 : Gouttières en silicone (32)**

- Quick IDBS, inspiré de KALANGE et SONDHI (2007) (42)

Positionner un rondin de cire blanche à 2 – 3mm apicalement au bracket en vestibulaire, lingual et palatin afin de bloquer l'écoulement du silicone.

Injecter le silicone léger Emiluma® autour de chaque bracket puis placer le silicone lourd (Memosil®, Odontsil®) par dessus pour couvrir, le silicone léger, l'espace interbracket, la face occlusale ainsi que la face linguale.

Effectuer un coffrage du modèle, le temps de prise du silicone peut être diminué si le produit est stocké au réfrigérateur.

La prise est complète est effectuée au bout de 20 minutes à température ambiante.

Enlever le coffrage et les rondins de cire, puis placer la gouttière de transfert toujours solidariser au modèle dans l'eau, laisser imbiber pendant 30 minutes. Enfin, décoller la gouttière du modèle en commençant en postérieur.

- **Avantages** (42)

- La gouttière de transfert est solide, stable dimensionnellement, absence d'expansion.
- Reproduction exacte.
- Possibilité de vérifier pendant le collage, car le silicone est translucide (Mémossil®) et claire.
- Le silicone externe est dur procurant au plateau force et élasticité.
- Facile d'utilisation.

- **Inconvénients** (42)

- Connaissance et expérience sont de rigueur.
- Rapidité d'injections des deux silicones.
- Le silicone durcit à température ambiante, manipulation soigneuse.
- Coût élevé.

- **Erreurs possibles** (42)

- Trop de silicone léger autour des brackets.
- Épaisseur insatisfaisante de silicone lourd.
- Pression excessive entraînant une déformation de la gouttière.
- Si problème d'insertion, segmenter la gouttière.

2.3.2.2.2. Gouttière réalisée en matériau thermoplastique. (Figure 12)

- **Matériels** :

- Les matériaux thermoplastiques sont nombreux et peuvent être regroupés en trois catégories :
  - Les feuilles dur-élastiques (Biocryl)
  - Les feuilles sandwich (Durasoft)
  - Les feuilles molle-élastiques (Bioplast, copyplast) préconisées par SEDENNES (62), SONDHI (69).
- L'appareil de thermoformage est le Biostar de SCHEU-DENTAL.

- **Technique** : (69)

Effectuer tout d'abord l'isolement des attaches par un enrobage de celles-ci, puis placer la feuille de Copyplast 0,5-1mm sur le modèle, lui-même placé sur le porte-modèle.

Programmer le Biostar, chauffer la feuille selon les instructions et maintenez la compression pendant le temps indiqué.

Une fois la gouttière refroidie, la décoller du modèle en plâtre avec l'instrument adéquat.

Découper les surplus aux ciseaux, effectuer des perforations en occlusal pour permettre l'évacuation des excès d'adhésif.

Nettoyer l'intrados de la gouttière à l'eau chaude.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 12 : Gouttières en matériau thermoplastique (69)**

- **Avantages** : (69)

- Gouttière souple
- La transparence de la gouttière permet le contrôle au laboratoire et en bouche de la bonne position des attaches.
- L'utilisation de colles photopolymérisables est possible.

- **Inconvénients** : (69)

- Recollage instable et imprécis

2.3.2.2.3. Gouttière mixte étendue (4)

- **Matériel** : silicone faible viscosité, un silicone haute viscosité, un matériau thermoplastique et la machine à thermoformer.

- **Technique** : cette gouttière à trois étages est présentée par Ormco en 1984

- 1<sup>er</sup> étage :

C'est l'élastomère de faible viscosité qui recouvre seulement l'attache et la face concernée par le collage. Son injection s'effectue à l'aide d'une seringue devant se limiter au pourtour de l'attache (enrobage). Au moment du retrait, ce matériau se déchire, sollicitant le moins possible l'attache.

- 2<sup>ème</sup> étage :

C'est l'élastomère de haute viscosité qui est malaxé puis déposé manuellement sur les trois faces dentaires.

- Plan horizontal : il complète l'élasticité de l'élastomère à basse viscosité
- Plan vertical : il limite l'enfoncement de la gouttière

- 3<sup>ème</sup> étage :

C'est le matériau thermoformé qui est appliqué à l'aide du Biostar, sa découpe verticale s'arrête au niveau de l'élastomère à haute viscosité. Lors de l'insertion de la gouttière, l'opérateur engendre des pressions verticales ponctuelles qui sont réparties de façon homogène sur toute l'arcade grâce à la couche thermoformée, réalisant ainsi un serrage de l'adhérent au substrat et contrant tout éloignement du prolongement lingual ou vestibulaire de la gouttière.

- **Avantages** :

- Mélange de toutes les techniques
- Précis en vestibulaire comme en lingual

- **Inconvénients** :

- Coût élevé
- Temps au laboratoire important

2.3.2.2.4. Gouttière de Moskowitz (51)

- **Matériel** : un silicone Reprosil® (Dentsply) et un matériau thermoplastique Essix®.

- **Technique** :

Dans cette technique, les brackets sont collées avec un composite thermopolymérisable. Puis on effectue un enrobage des attaches orthodontiques avec le Reprosil®, en commençant au niveau de la face vestibulaire puis on revient vers la face occlusale, pour finir sur la face linguale / palatine. Il est important d'homogénéiser l'épaisseur du matériau afin d'éviter les déséquilibres. Cette étape aboutit à la création d'une sous-gouttière.

La deuxième étape consiste en l'application sur la « sous-gouttière » d'une feuille (0,5mm ou 0,75mm) de matériau thermoplastique Essix®. (Figure 13)

Après réalisation de la gouttière, on immerge le modèle dans l'eau chaude pendant 5 minutes afin de séparer la gouttière du modèle. Enfin la finition est effectuée, les excès sont enlevés aux ciseaux, l'intrados est nettoyé et rincé.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### Figure 13 : Gouttière de MOSKOVITZ (51)

- **Avantages**

- L'enrobage est précis, stable, compact.
- Rigidité de la gouttière.
- Les brackets ne peuvent pas se déplacer pendant le collage.
- Reproductible.
- Pas de contrainte de temps.

#### 2.3.2.2.5. Gouttière de Béry (9)

- **Matériel** : colle hydrosoluble (Ubu), fil .022 Truchrome, résine.

- **Technique** :

Les attaches ne sont pas englobées dans une gouttière en résine, mais solidarisées à celle-ci par l'intermédiaire d'une ligature métallique.

Les attaches sont collées avec une colle hydrosoluble.

Un fil .022 Truchrome est ligaturé dans la gorge de l'attache.

L'autre extrémité du fil est façonnée de manière à pouvoir être solidarisée avec le bandeau de résine appliqué sur les faces triturantes et linguales des dents. Le bandeau supporte les fils métalliques qui servent à maintenir individuellement les attaches.

La gouttière est immergée dans l'eau chaude pour enlever la colle, puis un polissage est effectué.

- **Avantages :**

- Précision et contrôle à tout instant de la position des attaches.
- Pression effectuée par le bras mainteneur donnant un meilleur collage.
- Possibilité d'éliminer les excès de colle avant la prise.

- **Inconvénients :**

- Temps de laboratoire long.

2.3.2.2.6. Gouttière Triad® décrit par KASROVI, TIMMINS, SHEN (1997)  
(35)

- **Matériel :** la gamme de produits « Triad® » (Dentsply) : l'isolant, l'unit pour polymériser, la résine, le gel et le Dycal®.

- **Technique :**

Une fois les brackets collés aux modèles dans la position prédéfinie, appliquer un mélange de Dycal® dans la fente du bracket, pour former une jauge de hauteur.

Appliquer une fine couche d'isolant Triad® sur le bord occlusal du modèle et laisser sécher. Puis positionner la résine Triad VLC® sur le bord occlusal et enfin relier le bord occlusal à la jauge de hauteur avec le gel Triad®. Placer le modèle dans l'unit à polymériser pendant 1 minute.

Rajouter de la résine Triad VLC® sur le bord incisif et les pointes cuspidiennes afin d'avoir

une bonne adaptation avec l'anatomie dentaire, puis lisser la résine avec une compresse imbibée d'alcool et placer la gouttière à nouveau dans l'unit pendant 5 minutes. (Figure 14)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 14 : Gouttière TRIAD® après polymérisation (35)**

- **Avantages** :

- Stable.
- La position est prévisible et reproductible.
- Une visibilité et accessibilité optimales aux brackets du début à la fin.
- L'accès direct au pourtour du bracket permet une éviction facile des excès.

2.3.2.2.7. Gouttière unitaire décrit par TRICOT-BLESTEL et PHILIPPE. (73)

- **Matériel** : vernis, composite

- **Technique** : la coquille unitaire est présentée par TRICOT-BLESTEL et PHILIPPE.

Un moule en composite est coulé sur les faces présentant l'attache, elle présente un rebord occlusal pour un remplacement aisé et précis de la coquille, le bord cervical est juxta gingival et les extensions mésiale et distale ne sont pas prononcées pour éviter les mouvements de bascule.

- **Avantages :**

- Précis et robuste.
- Pratique pour le recollage unitaire.
- Pas de problème d'insertion, de déplacements dentaires.
- Utilisable en technique linguale.

2.3.2.2.8. Gouttière virtuelle : RTP (Rapid Prototyping Trays) (13)

- **Matériel** : le logiciel ORTHO CAD Tm, RTP et la machine Rapid prototyping.

- **Technique** :

Le RTP place automatiquement le bracket dans la position désirée, avec une précision de 0,1mm, comme défini sur le modèle de la malocclusion 3D.

Une fois le bracket positionné, une gouttière de transfert (individuelle ou pleine arcade) virtuelle est réalisée; celle-ci est ajustée au niveau gingival et occlusal, la dimension mésio-distal de la gouttière est ajustée afin d'éviter les interférences occlusales. (Figure 15)  
La gouttière virtuelle est matérialisée par la machine Rapid prototyping en un matériau plastique rigide et élastique.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 15 : Gouttière virtuelle (13)**

- **Avantages :**

- La réduction des étapes de fabrication de la gouttière.
- Le placement de l'attache est optimisé par la technologie de CAD/CAM.
- Le praticien n'est pas obligé de contrôler le placement de chaque attache.
- Le recollage est possible seulement avec la gouttière unitaire

- **Inconvénients :**

- On ne peut observer la présence d'excès de composite photopolymérisable qu'une fois la gouttière enlevée, ainsi il est nécessaire d'appliquer une quantité proportionnée de pâte adhésive.
- Si la position de l'attache est erronée sur le modèle 3D, l'erreur ne sera découverte qu'après que la gouttière aura été déposée.
- Nécessité d'un plateau technique.
- Coût.

2.3.2.2.9. Gouttière mixte décrite par ECHARRI et KIM (2004) (18)  
utilisable en vestibulaire et linguale

- **Matériel :** triad light-cure acrylic® (Dentsply)

- **Technique :**

Dans un premier temps, nous plaçons une ligature en élastomère de la gorge centrale horizontale à la rainure occlusale. Nous appliquons un plot de cire Wax sur la partie occlusale de l'attache et sur la dent, de façon à la stabiliser durant les étapes de fabrication de la gouttière de transfert.

Dans un second temps, le Triad light-cured acrylic est utilisé pour fabriquer la gouttière de transfert unitaire. Il est positionné sur la face vestibulaire, jusqu'aux ailes gingivales de l'attache sans les dépasser, puis prolongé sur la face occlusale et une partie de la face vestibulaire.

Dans un troisième temps, une cannelure occlusale est réalisée sur la gouttière afin d'y insérer une nouvelle ligature en élastomère qui sera étirée jusqu'aux ailes gingivales. Le numéro de la dent est aussi noté sur la face vestibulaire dans le cas d'un éventuel recollage d'attache.

(Figure 16)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 16 : Différentes étapes de réalisation d'une gouttière unitaire (18)**

Dans un quatrième temps, la gouttière en silicone « Xantopren ® ou Optosil® » peut être réalisée, elle recouvrira les gouttières unitaires. (Figure 17 et 18)

Après le collage, la gouttière en silicone est enlevée en premier, et les gouttières unitaires sont enlevées dans un second temps sans risque de déplacer les brackets.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 17 : Gouttières unitaires finies sur le modèle (18)**

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 18 : Double gouttière de transfert (18)**

- **Avantages :**

- Il permet au clinicien de transférer la position du bracket dans la bouche du patient rapidement et sans déformation.
- Permet un collage sans risque de déplacer les brackets et un recollage précis à n'importe quel moment dans le traitement.
- Utilisable en labial comme en lingual.
- Diminue le temps au fauteuil.
- Excès d'adhésif enlevé en gingival.
- Un collage progressif et sectoriel peut être réalisé s'il y a des encombrements, des rotations et des chevauchements.

#### 2.3.2.2.10. Gouttière APTUS inventée par GERRIT IPENBURG (23)

Cette gouttière fut inventée en 1998 par GERRIT IPENBURG. WENDL, DROSCHL et MUCHITSCH (2008) (76) ont effectué une étude sur celle-ci, afin d'observer la qualité du collage avec ce système. (Figure 19)

QuikTime™ et un  
abonnement  
sont requis pour visualiser cette image.

### **Figure 19 : Gouttière APTUS (23)**

L'objectif de ce système est de pouvoir coller toutes les attaches simultanément. Pour cela il faut réaliser des empreintes bimaxillaires, ainsi qu'un mordu d'occlusion, celui-ci doit être le plus précis possible car il servira à repositionner la gouttière en bouche.

Une fois les brackets collés dans la position désirée, les modèles sont placés sur un articulateur avec le mordu d'occlusion comme clé de positionnement. (Figure 20)

Le mordu est placé dans la plaquette métallique en forme de fer à cheval, cette plaque comporte des pistons avec des vis externes, c'est sur celles-ci que vont être solidarisés les brackets par l'intermédiaire d'un fil métallique et d'un silicone. (Figure 21)

Une fois que la gouttière est prête pour le collage en bouche, elle est reliée à la machine « APTUS BONDING BV » celle-ci permet de délivrer de l'air sous pression, ce qui va permettre de plaquer le bracket contre la dent.

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

**Figure 20 : Brackets solidarisés à la gouttière par du silicone (23)**

		10
		9
1		8
2	QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.	7
		7
3		7
		6
3		5
3		4

**Figure 21 : Schéma de la gouttière (23)**

Légende : 1 : mordue d'occlusion, 2 : canal central pour l'air sous pression, 3 : différentes parties du piston, 4 : dent, 5 : bracket, 6 : fil métallique, 7 : tige externe, 8 : vis, 9 : fil métallique, 10 : silicone.

Le praticien intervient à deux niveaux dans l'étape de laboratoire : (2)

- À la phase initiale, lors de la prescription, il doit :
  - o Choisir : la technique de réalisation de la clé de transfert, le matériau de collage des brackets sur le modèle en plâtre.
  - o Préciser le type de boîtier sélectionné, quel type de rétention, au niveau antérieur des brackets métalliques, plastiques ou en céramique.
  - o Choisir l'angulation de la rainure du bracket.
  - o Imposer la hauteur séparant la rainure horizontale du bracket au bord libre de la dent
  - o L'orientation des rainures en fonction des données anatomiques, des critères esthétiques et occlusaux.
- La phase terminale, lors du contrôle, il doit vérifier :
  - o La qualité du montage
  - o Le respect des règles de prescription.

#### 2.4. Étapes cliniques : Différents systèmes de collage en bouche.

##### 2.4.1. Avantages et inconvénient des différentes colles orthodontiques

##### - Les colles hydrophobes (25)

	Avantages	Inconvénients
Mélange de deux pâtes	-Prise en masse -Taux de conversion constant	-Malaxage -Temps de travail limité
Mélange pâte et d'un activateur	-Pas de malaxage -Moins poreux	-Prise par diffusion -Temps de travail limité
Photochimiques	-Temps de travail long -Manipulation aisée	-Sensibles à la lumière -Degré de conversion dépendant de (l'épaisseur de colle, son taux de charge, la source lumineuse, du temps de photopolymérisation, nature des brackets)

- **Les colles hydrophiles** (25)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mouillage amélioré</li> <li>-La contamination salivaire avant la mise en place de l'adhésif ne diminue pas les valeurs d'adhérence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identique aux colles hydrophobes</li> </ul>

- **Les colles automordançantes** (25)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Absence de mordantage donc absence de pertes amélaire</li> <li>-Absence de rinçage donc manipulation aisée</li> </ul>	

- **Les ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVI-MAR)**(25)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Absence d'adhésif</li> <li>-Acide polyacrylique est moins agressif</li> <li>-Dépose aisée et retour <i>ad integrum</i> de la surface amélaire</li> <li>-Relargage d'ions fluor</li> <li>-Excellente prise en masse du matériau</li> <li>-La présence d'humidité ne diminue pas la valeur d'adhérence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temps de travail limité</li> <li>-Élimination des excès après la prise</li> </ul>

2.4.2. Exemple de produits commercialisés (25)

- **Les colles hydrophobes**

Les composites chémostyrimérisables		Les composites photostyrimérisables
Mélange de deux pâtes	Mélange d'une pâte et d'un activateur (colle de contact)	
Concise® (3M unitek)	Système one plus® (Ormco)	Transbond XT® (Unitek)
Phase 2® (Ormco)	Unit® (3M unitek)	Enlight® (Ormco)
Ortho two® (Bisco)	Righton® (Tp orthodontics, INC)	Lightbond® (Ormco)
	Monolock 2® (RMO)	

- **Les colles hydrophiles**

Le composite est identique aux colles hydrophobes, seul l'adhésif est modifié. Il y a incorporation de monomères hydrophiles qui améliorent le mouillage et l'infiltration de la résine sur une surface humide. Ainsi que l'adjonction d'un solvant type acétone ou alcool qui permet de diminuer l'humidité d'une surface amélaire.

- Transbond MIP « 3M Unitek »
- Orthosolo « Ormco »

Ces adhésifs peuvent être associés à tous les composites, sauf les composites de contact.

- **Les colles auto-mordancantes**

C'est encore le cas, seul l'adhésif est modifié, et non le composite. Les deux produits commercialisés sont photostyrimérisables.

- Prompt L Pop « Espe »
- Transbond plus « 3M Unitek »

- **Les ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVI-MAR)**

- Fuji Ortho LC chémostyrimérisable ou photostyrimérisable

### 2.4.3. Quels systèmes en fonction de la situation clinique (25)

		Secteur antérieur maxillaire	Secteur antérieur mandibulaire	Secteurs prémolaires	Secteurs molaires	Canines incluses
<b>Colles composites</b>	Colles hydrophobes	+	+	+	-	-
	Colles hydrophiles	+	+	++	+++	+
	Colles auto-mordançantes	++	++	+	+	++
<b>CVI-MAR</b>	Acide polyacrylique préalable	+++	+++	+	+	+
	Acide phosphorique préalable	+	+	+++	++	+
<b>Adhésif automordançant avec CVI- MAR</b>		+	+	++	++	+++

### 2.4.4. Le problème de l'interface

La technique dite de « Thomas » modifiée pour le collage des brackets, a été introduite par Thomas en 1979 cité par KLOCKE et coll (2004) (41). Ce dernier a utilisé un composite définitif pour coller les brackets au modèle du patient.

Cette technique crée une nouvelle interface, inexistante dans la plupart des techniques directes ou indirectes, qui est, l'interface entre l'agent de liaison et le composite prépolymérisé. (64)

Le problème est que cette interface est considérée comme le maillon faible du collage, car la force de collage dépend de l'intervalle de temps compris entre le collage sur le modèle en plâtre et le collage en bouche. Les études effectuées ont montré que les forces d'adhésion sont significativement réduites, lorsqu'un composite prépolymérisé est utilisé.

L'étude de HOCEVAR cité par SHIAU (1993) (64) qui comparait les forces d'adhésion de brackets collés avec la technique de Thomas et avec la technique directe n'a montré aucune différence entre les deux techniques, toutefois on peut noter la présence dans deux tiers des

cas des brackets collés avec la technique de thomas de défauts marginaux, entraînant ainsi une réduction de 50% de la force d'adhésion.

Dans la technique de Thomas, les brackets sont collés aux dents par l'intermédiaire d'un ciment autopolymérisable (une résine catalyseur non chargée est appliquée, soit sur la surface de l'émail, soit sur la surface du composite, tandis qu'une résine universelle est déposée sur l'autre surface en vis à vis). (41)

Le mélange se produit lorsque les deux surfaces sont mises en contact et pressées l'une contre l'autre, ce qui explique que la polymérisation peut être incomplète car elle est dépendante de l'épaisseur du ciment, de la force et du temps de pression exercé.

Pour éliminer ce dernier facteur de polymérisation incomplète, on a créé la technique de « Thomas » modifiée qui consiste à mélanger le ciment avant son application sur l'émail mordancé et la base du bracket avec le composite prépolymérisé. (41,64)

ALTOUNIAN (1987) (4) note la présence d'un hiatus « d » existant entre l'émail mordancé et le concise polymérisé au laboratoire. Selon les conditions hydrodynamiques, on admet que  $d = a + b + c$

- $a =$  l'épaisseur de la couche d'émail détruite par le mordantage ( $5\mu\text{m}$  max)
- $b =$  l'épaisseur du vernis d'espacement ( $15\mu\text{m}$  max)
- $c =$  facteur de correction correspondant aux variations volumétriques des matériaux utilisés (alginate, plâtre, composite)

#### 2.4.5. Cahier des charges d'un système de collage d'après HITMI, ATTAL, DEGRANGE (2002) (25)

- Propriétés générales
  - Résistance aux agressions chimiques et physico-chimiques du milieu buccal. (pH, température)
  - Résistance à la solubilité.
  - Biocompatibilité et bioactif.
- Propriétés spécifiques à l'orthodontie
  - Une adhésion qui évite le décollement des attaches.

- Une étanchéité parfaite, immédiate et à long terme pour assurer une protection optimale de l'émail sous la colle.
- Des propriétés mécaniques qui ne soient pas excessives pour ne pas nuire à l'intégrité de l'émail lors de la dépose des attaches.
- Un temps de travail suffisant pour permettre le collage.
- Une élimination aisée des excès de colle.
- L'émail doit rester intact après le décollement des attaches orthodontiques et élimination des résidus d'adhésif.
- Un degré de tolérance à la manipulation dans un milieu où une contamination humide ou salivaire accidentelle est possible.

Aucun système ne répond à l'ensemble de ce cahier des charges, la qualité de l'assemblage collé va dépendre de la rigueur que s'impose le praticien sur la qualité de la préparation amélaire et sur l'efficacité de la polymérisation de la colle. Le respect scrupuleux des protocoles cliniques est une composante clé de la réussite.

Un système de collage acceptable est un système qui est capable de combler entièrement ce hiatus « d » et de procurer une force de collage optimale. (4)

#### 2.4.6. Quels systèmes pour le collage en bouche

##### 2.4.6.1. Nettoyage des surfaces de collage (32)

La surface dentaire est nettoyée avec une brosse à dents moussée enduite de pâte abrasive, afin d'éliminer les dépôts de surface. Cette étape est finie par un rinçage et séchage de la surface.

##### 2.4.6.2. Contrôle de la siccité du champ opératoire

La siccité du champ opératoire peut être obtenue grâce à :

- Prescription d'antisialogues consistant à diminuer la sécrétion salivaire. (4)
- Le contrôle de la siccité per opératoire, avec: Nola Dry Field (Figure 22), Dry Angle de Nola, cotons salivaires, pompes à salive, seringue à air comprimé. (32)



**Figure 22 : Nola Dry Field**

#### 2.4.6.3. Préparation du substrat (32)

Dans un premier temps, on réalise un mordantage de l'émail concerné par le collage à l'aide d'un gel d'acide orthophosphorique à 37% pendant 30 secondes par arcades, puis rinçage 30 secondes et enfin séchage laissant apparaître un aspect blanc crayeux de l'émail. (Figure 23)

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

#### **Figure 23 : Plateau technique**

Dans un second temps, les surfaces en céramique, en or, en métal non précieux sont préparées selon les procédures communes aux techniques de collage habituelles.

#### 2.4.6.4. Mise en place de l'agent de liaison

Les bases des attaches étant recouverte d'une résine macrochargée polymérisée, le collage en bouche ne nécessite que l'utilisation d'une résine non chargée appliquée sur l'émail mordancé et sur la base des attaches.

WHITE (2001) (77) et KALANGE (2007) (32) préconisent un microsablage des bases des brackets avec des particules d'oxyde d'aluminium 50µm, puis un rinçage à l'eau distillée et un séchage.

La résine se présente sous forme de deux flacons A et B, il y a deux possibilités pour mettre cet agent de liaison

- Technique de « THOMAS » : la résine A est déposée sur l'émail mordancé et la résine B est déposée sur la face interne de l'attache. Ainsi la polymérisation ne débute qu'au moment de l'insertion de la gouttière.
- Technique de « THOMAS modifiée » : les résines A et B sont mélangées (1 goutte A + 1 goutte de B) au pinceau dans un godet, puis le praticien dépose l'adhésif sur l'émail mordancé et dans l'intrados des attaches.
- **Attaches Pré-encollées**

SEDENNES (1991) (62) utilisent le liquide correspondant pour le collage en bouche le Concise Enamel Bond ou le Dyna Bond Sealant.

<u>Composite</u>	<u>Adhésif</u>	<u>Technique</u>
Concise®	Concise Enamel Bond® Scotchbond®	THOMAS modifiée
Dyna-Bond®	Dyna Bond Sealant®	THOMAS modifiée

Le mélange est préalablement dilué dans le but de liquéfier le composite afin de l'utiliser en seringue. Puis le praticien dépose une petite quantité de liquide composite sur les surfaces dentaires mordancées et sur l'intrados de chaque attache.

L'insertion en bouche de la gouttière peut être effectué, elle est maintenue pendant 4 minutes avec une pression légère au niveau des dents postérieures.

MILES (2002) (48) a utilisé un composite photopolymérisable fluide de restauration comme Filtek Flow® (3M) pour le collage en bouche. Les avantages de cette utilisation sont : une diminution de l'interface résine/émail, une diminution du risque de hiatus, un temps de collage diminué si on utilise une lampe plasma et sa haute viscosité permet un bon positionnement mais le contrôle est difficile.

MILES et Coll (2005) (50) ont montré qu'il n'y avait aucune différence significative au niveau des échecs de collage entre les adhésifs Maximun cure® et Filtek Flow®. Les deux sont adaptés pour le collage en bouche.

MC-CROSTIE (2003) (46) préconise l'utilisation d'un adhésif hydrophile comme Orthosolo® (Ormco) pour le collage.

<u>Composite</u>	<u>Adhésif</u>	<u>Technique</u>
Enlight LV® (Ormco)	Orthosolo® (Ormco)	Photopolymérisable

Orthosolo® est appliqué au pinceau sur les surfaces dentaires préparées et sur la base des brackets, puis une très fine couche de Enlight LV® est appliquée avec le pinceau de l'Orthosolo® sur la base des brackets.

Après insertion de la gouttière, on maintient avec une légère pression digitale et on polymérise en occlusal 10 secondes et en gingivale 10 secondes.

SONDHI® et KALANGE (2007) (32,42)emploient les adhésifs Sondhi Rapid Set® (3M) et Custom IQ (Reliance) comme moyen de collage.

<u>Composite</u>	<u>Adhésif</u>	<u>Technique</u>
Phase II® (Reliance)	Custom IQ® (Reliance)	THOMAS
Light Bond® (Ormco)	Sondhi Rapid Set® (3M)	THOMAS
Transbond XT® (3M)	Sondhi Rapid Set® (3M)	THOMAS
Therma cure® (Reliance)	Custom IQ® (Reliance)	THOMAS

La gouttière inférieure est insérée à 5h alors que la supérieure est insérée dans un second temps à 12h avec une légère pression digitale verticale. Elle est maintenue pendant 30 secondes, mais laissée en bouche pendant minimum 2 minutes.

Les études *in vitro* sur les forces de collages de LINN et coll (2006) (44), en fonction du choix du composite et de l'adhésif n'ont montré aucune différence significative.

Les études *in vivo* sur les forces de collages de POLAT et coll (2004) (56) n'ont montré aucune différence entre le Custom IQ®, le Sondhi Rapid Set ® en méthode indirecte et le Transbond XT® en méthode directe.

MILES (2003) (49) montre une différence significative entre les adhésifs Maximun cure® et Sondhi Rapid Set ® au niveau des échecs de collage 1,4% vs 9,0%.

KLOCKE et coll (2004) (40,41) ne montrent aucune différence significative au niveau des forces de collages, entre les différents types d'adhésif et de composite.

MOSKOVITZ (2007) (51) utilise Enhance® (Reliance) comme adhésif de collage.

<u>Composite</u>	<u>Adhésif</u>	<u>Technique</u>
Therma cure® (Reliance)	Enhance® (Reliance)	THOMAS modifiée

La gouttière est insérée rapidement en bouche, maintenue pendant 1 minute mais laissée en bouche pendant 4 minutes.

- **Attaches nues**

CHABRE et BASSIGNY (1985) (12) utilisent le System One® (Ormco). Le praticien applique du catalyseur sur les dents préparées, tandis que l'assistante dépose du catalyseur et de la pâte sur les bases à l'aide de la seringue à composite.

La gouttière est insérée et maintenue fortement en bouche, an appuyant à l'emplacement des attaches.

WHITE (2001) (77) propose deux systèmes de collage : le premier est l'utilisation d'un adhésif hydrophile comme l'Assure® (Reliance) ou Transbond MIP® (3M Unitek), puis du compomère Ultra Bond Lock® (Reliance) ou d'un composite.

<u>Composite / Compomères</u>	<u>Adhésif</u>	<u>Technique</u>
Enlight LV® (Ormco)	Transbond MIP® (3M Unitek)	Photopolymérisable
Transbond XT® (3M)	Transbond MIP® (3M Unitek)	Photopolymérisable
Ultra Band Lock® (Reliance)	Assure® (Reliance)	Photopolymérisable

Le second est l'utilisation de la sucette Prompt L Pop® (Espe) avec une photopolymérisation de 5 secondes par dent avec la lampe à photopolymériser Power Slot .(45)

KLOCKE et coll (2003) (39) montrent l'influence d'un primer hydrophile type Transbond MIP® sur les forces de collage.

<u>Contamination salive et/ou eau</u>	<u>Force de collage (MPa)</u>
Aucune contamination	15,07
Contamination salivaire avant l'application du Primer	14,91
Contamination à l'eau avant l'application du Primer	16,12
Contamination salivaire avant et après l'application du Primer	11,92
Contamination à l'eau avant et après l'application du Primer	9,85

## 2.5. Avantages et inconvénients du collage indirect

### 2.5.1. Avantages

- *Gain de temps au fauteuil pour le praticien.*
- *Les rendez-vous sont préprogrammés.*
- *Confort pour le praticien et le patient.*
- *La contamination par l'humidité est moindre.*
- *Meilleure précision dans le placement des brackets, notamment dans les secteurs postérieurs où l'accès et la vision sont limités. (18)*

Toutefois, cet avantage est très discuté, en 1999, KOO et coll cité par KALANGE et THOMAS (2007) (33) ont montré une différence de précision entre le collage direct et le collage indirect seulement au niveau de la hauteur de collage, mais sinon aucune différence dans l'angulation et la position mésio distale.

En 2004, HODGE et coll (27) ont noté dans une étude *in vivo*, une absence de différence significative dans la précision du placement des attaches, dans les trois sens de l'espace.

En 2006, THIYAGARAJAH et coll (72) ont montré dans une étude *in vivo*, qu'il n'y avait aucune différence significative entre le collage direct et indirect.

Ces études sur la précision sont controversées, du fait des difficultés des études *in vivo* et *in vitro*. Il y a une absence de moyens comparatifs et d'hétérogénéité dans le choix des malocclusions. (33)

- *Pas tellement plus onéreux.*

En 2001, HODGE et coll (26) ont effectué une étude sur le collage indirect « coût vs bénéfice ». Les résultats ont montré qu'en Angleterre un peu plus de 9,6% des praticiens utilisées le collage indirect et ce sont ceux dont les revenus sont les plus élevés. HODGE proposa deux modifications au collage indirect pour le rendre plus attractif : la vérification par le praticien du montage des attaches et l'investissement dans une machine à thermoformer.

### 2.5.2. Inconvénients

- *Étape de laboratoire obligatoire.*
- *Coût supérieur lié au travail de laboratoire.*
- *Matériel adapté.*

- *Difficulté de contrôle du travail de laboratoire par le praticien.*
- *Nécessité d'un très bon champ opératoire.*
- *Forces de collages.*

En 1988, HOCEVAR et VINCENT cité par SHPACK et coll (2007) (65) rapporte un taux d'échec de 44% en collage direct à l'interface bracket-adhésif et un taux d'échec de 72% en collage indirect à l'interface émail-résine.

En 2003, YI et coll (84) ont démontré qu'il n'y avait aucune différence de forces de collage entre le collage direct et le collage indirect.

En 2006, LINN et coll (44) ont effectué une étude in-vitro afin de montrer la différence des forces de collage et des sites de fracture entre le collage direct et le collage indirect. Les résultats n'ont montré aucune différence significative.

**LE COLLAGE INDIRECT EN  
ORTHODONTIE LINGUALE**

### 3. Le collage indirect en orthodontie linguale

#### 3.1. Indications et contre-indications

Le collage indirect en orthodontie linguale est obligatoire car nous n'avons aucune visibilité en vision directe. (17,18)

SMITH et coll (1986) (68) proposent douze clés du succès en thérapeutique linguale. La première clé est « le choix du patient », celle-ci définit de nombreux paramètres à prendre en compte avant de poser l'indication d'une thérapeutique linguale :

- **Clinique** :
  - Hygiène orale : Car le collage est effectué le plus gingivalemment possible.
  - La santé parodontale et l'inflammation gingivale.
  - Toutes restaurations débordantes en linguale devront être refaites.
- **Anatomiques** :
  - Variations anatomiques : abraser le cingulum.
  - Hauteur coronaire : une hauteur coronaire linguale trop faible (-7mm) est une contre-indication, une élongation coronaire peut-être indiquée pour augmenter la couronne clinique.
- **Adaptation** :
  - Phonation : une étude menée par le « Eastman dental center » montre que les appareils à attache linguale ont un effet globalement modéré sur l'élocution.
  - Irritation linguale.
- **Thérapeutique** :
  - La technique linguale provoque une ouverture de l'articulé et une rotation mandibulaire.

Les traitements linguaux du fait de leur complexité et de leur coût sont les plus souvent réservés aux adultes, toutefois il y a des indications spécifiques pour l'enfant (-16ans au début du traitement, absence de dent temporaire). (67)

- L'appareillage lingual permet de préserver chez l'enfant un émail déficient ou

abîmé en vestibulaire.

- Un respirateur buccal peut avoir une gencive inflammatoire hyperplasique en vestibulaire donc on indiquera un traitement en lingual.
- L'esthétique est préservée.
- Blocage psychologique.

Le traitement avec les attaches INCOGNITO® permet une thérapeutique sans compromis et offre des résultats analogues voire meilleurs à un traitement multi-attache vestibulaire. (67)

### 3.2. Avantages et inconvénients (19)

Les trois problèmes dans la technique linguale sont :

- La difficulté d'accès.
- Les variations anatomiques.
- L'importance d'obtenir et de maintenir un alignement du bloc antérieur dans toutes les phases du traitement.

DIAMOND (1983) et ALTOUNIAN (1985) cité par FILLION (1986) (19) notent que si les pentes des dents ne sont pas les mêmes, il en résulte une différence au niveau du 1<sup>er</sup>, du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> ordre.

Sur une surface complexe comme l'incisive supérieure, la hauteur de l'attache par rapport au bord incisif, la distance la séparant de la face vestibulaire, et le torque sont très directement liés.

Cette recherche de grande précision peut être obtenue à deux niveaux : lors du positionnement des attaches et lors de la confection des arcs.

### 3.3. Étapes de laboratoire : Différents matériels nécessaires au collage

#### 3.3.1. Les attaches orthodontiques

La demande de ce type de traitement étant de plus en plus forte, le problème du choix du système se pose donc aujourd'hui.

### 3.3.1.1. Différents types d'attaches : choix du système

- Les systèmes pré usinés : (52)

**Ormco® 7<sup>ième</sup> génération** : Le bracket a un slot horizontal, disposant d'un plan de morsure au maxillaire antérieur et de crochets.

**STb® (Ormco®)** : Le bracket STb® a été inventé par SCUZZO et TAKEMOTO, il possède un slot horizontal et son épaisseur est de 1,5mm. Il est basé sur le principe « faible force / faible friction » lors d'utilisation d'arcs de faible section. Il n'y a pas de crochets et deux torques sont disponibles. (61)

**Magic® (Dentaurum)** : Les brackets ont des slots carrés horizontaux en antérieur et des slots verticaux en postérieur.

**2D® (Forestadent)** : Cette attache a été inventée par PHILIPPE, elle est constituée d'une plaquette à rétention par grille sur laquelle des ergots sont soudés. Les ergots en forme de demi-cercle maintiennent l'arc en se refermant dessus.

**In-Ovation® L** : C'est un bracket autoligaturant interactif d'épaisseur très réduite.

- Les systèmes individualisés :

**Les attelles coulées** : Ce sont des systèmes sur mesure, coulés au laboratoire, pouvant englober plusieurs dents. On peut adjoindre aux attelles, des auxillaires.

**Système INCOGNITO®** a été mis au point en 2004 par WIECHMANN et le laboratoire TOP service. (66)

C'est un système totalement individualisé, où le praticien doit indiquer les quatre points clés de la technique sur une feuille de prescription.

- *Recommandation pour la conception du Set-up* : nous devons indiquer le type de traitement envisagé (extraction, stripping, position de l'incisive....)
- *Choix des attaches* :

- Attaches Ribbonwise :

L'insertion du fil avec ces attaches est : Verticale dans la partie antérieure, ce qui permet de corriger plus facilement les rotations et de mieux contrôler le torque. Horizontale dans la partie postérieure, ce qui facilite le contrôle du tip notamment en cas d'extraction.

- Attaches Edgewise : elles ont une forme classique et sont utilisées dans 10% des cas.
- *Choix des fils* : Copper-Niti pour le nivellement, acier pour les mécaniques de glissement et TMA pour la finition.
- *Choix du type de gouttière* : Silicone dur opaque, Mémosil®, double gouttière Bioplast®

### 3.3.1.2. Avantages et inconvénients des différents systèmes (52)

<u>Systèmes</u>	<u>Avantages</u>	<u>Inconvénients</u>
Ormco® 7 <sup>e</sup> Génération	-Le plus évolué et le plus utilisé (120) -Utilisation de tous types de ligatures -Plans de morsure efficaces	-Volumineux -Usinage peu précis -Finition difficile -Contrôle des rotations difficiles
STB® (Ormco®)	-Confort du patient -Nivellement rapide	-Coût élevé -Pas d'arc individualisé -Contrôle des rotations difficile
Magic® (Dentaurum)	-Rétention au laser -Bon contrôle des rotations	-Double ligature fastidieuse -La largeur / encombrement
2D® (Forestadent)	-Simple, peu coûteux -Bon contrôle des rotations -Épaisseur réduite	-Ouverture des grilles -Pas de contrôle du torque
In-Ovation® L	-Simple -Base réduite et base déformable	-Pas assez de recul

Atelles coulées	-Système flexible, solide -Qualité de collage est augmentée -Respect de l'intégrité parodontale -Confort du praticien	-Prix élevé -Dépose parfois difficile
Incognito®	-Système le plus abouti, précis -Modulable par le praticien -Qualité de collage augmentée	-Prix élevé -Dépendant du laboratoire

### 3.3.1.3. Classification des différentes techniques de laboratoire qui permettent le positionnement des attaches orthodontiques sur le modèle.

La précision du placement des brackets est l'étape la plus importante dans les thérapeutiques linguales. (17)

En 2007, PIETRO et coll (17) proposent une classification des systèmes de positionnements en trois catégories :

- Systèmes dans lesquels le bracket est positionné directement sur le modèle de malocclusion initiale.
- Systèmes dans lesquels le bracket est positionné sur un Set-Up avec un arc droit idéal, puis transféré au patient par l'intermédiaire de gouttières unitaires.
- Systèmes dans lesquels le bracket est positionné sur un Set-Up, puis transféré au modèle initial par l'intermédiaire d'une gouttière.
- **Torque Angulation Référence Guide (T.A.R.G System)** (3)

L'appareil T.A.R.G a été conçu en 1981 par le laboratoire Ormco dirigé par COLEMAN.

Il est destiné à placer les attaches au laboratoire, suivant les prescriptions de l'orthodontiste.

#### ○ *Présentation*

Le T.A.R.G est constitué de trois parties : le plan travail avec le support du modèle qui peut pivoter dans les trois plans de l'espace, l'axe cylindrique vertical autour duquel pivote une pièce métallique horizontale dotée à son extrémité latérale d'une tige verticale présentant à son extrémité inférieure le présentoir de l'attache, l'axe rectangulaire inclinable d'avant en

arrière et qui reçoit dans sa bague coulissante une jauge reliée à un pointeur. (Figure 24)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### Figure 24 T.A.R.G (10)

- *Programmation*

Il faut orienter les dents dans les trois sens de l'espace, une par une.

Pour l'orientation du modèle dans le sens vestibulo-lingual, l'opérateur dispose de jauges correspondant à chaque type de dent.

A

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

B

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### Figure 25A et 25B : Jauge de placement (10)

Les jauges possèdent une extrémité concave en rapport avec la convexité de la face vestibulaire, de la dent concernée. Cette jauge caractérise le degré de torque imposé à la dent. La jauge est ensuite encastrée dans la bague coulissante de l'axe rectangulaire, puis orientée dans l'espace en fonction des critères précis concernant l'angulation et le torque décidés pour chaque dent. (Figure 25A et 25B)

GORMAN et coll, cité par ALTOUNIAN (1986), (3) s'appuient sur les travaux d'ANDREWS pour définir des valeurs standard.

	<u>Maxillaire</u>					<u>Mandibule</u>					
Dent	1/1	2/2	3/3	54/45	76/67	21/12	3/3	4/4	5/5	6/6	7/7
Torque	+14°	+7°	-2°	-7°	-9°	0°	-7°	-12°	-16°	-25°	-27°

Les dents ne sont pas toutes perpendiculaires au plan d'occlusion, c'est pourquoi une orientation du modèle dans le sens mésio-distal est nécessaire. Pour cela l'axe rectangulaire doit être incliné en avant ou en arrière selon les valeurs préconisées par GORMAN, KURZ et SMITH cité par ALTOUNIAN (1986) (3).

	<u>Maxillaire</u>				<u>Mandibule</u>			
Dent	1/1	2/2	3/3	7654/4567	1/1	2/2	3/3	7654/4567
Torque	+5°	+8°	+10°	0°	0°	+3°	+6°	0°

Après avoir orienté chaque dent dans l'espace, le T.A.R.G permet, grâce à son présentoir, de placer rigoureusement l'attache à une hauteur dictée par l'opérateur et fonction de la hauteur coronaire linguale disponible, sans que le positionnement de celle-ci soit soumis aux variations anatomiques dentaires.

Le Bracketron est un T.A.R.G informatisé relié à un ordinateur, mis au point par FONTENELLE. (53)

FILLON (1986) (19) précise, que malgré l'utilisation du T.A.R.G, des pliures de premier ordre devront être réalisées sur l'arc pour compenser les différences d'épaisseur vestibulo-linguale des dents. Car le T.A.R.G ne permet pas de positionner l'attache sur la face linguale

à une distance précise de sa face vestibulaire et donc l'alignement du bloc antérieur en est perturbé. C'est pourquoi deux nouveaux appareils sont apparus le C.L.A.S.S et le T.A.R.G 2

- **Custom Lingual Appliance Set-Up Service (C.L.A.S.S System)**

Le système C.L.A.S.S est élaboré par NEWHART et les laboratoires Ormco en 1986. Il permet de pallier aux inconvénients du T.A.R.G en utilisant un Set-Up pour améliorer le positionnement des attaches. (79)

Le Set-Up est réalisé au laboratoire à partir d'un duplicata des moulages de la malocclusion, les dents sont individualisées et placées dans une base en cire à l'aide du T.A.R.G selon les angulations et le torque souhaités par le praticien. (Figure 26)

Si l'orthodontiste le souhaite, le Set-Up peut-être conçu avec une hypercorrection des rotations, des angulations compensatrices pour les dents voisines des sites d'extractions ou avec un torque antérieur augmenté. Il constitue donc un montage prévisionnel des objectifs de traitement où il est possible de voir si ces objectifs sont réalisables et compatibles avec l'esthétique, la fonction occlusale....(19)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 26 : Set-Up (10)**

On réalise un duplicata en plâtre du Set-Up confectionné, sur lequel les brackets vont être collés avec l'aide de jauges métalliques horizontales sectorielles (antérieure et postérieure), de telle sorte que toutes les gorges soient alignées afin qu'un arc puisse s'insérer passivement et sans pliure de premier ordre au niveau antérieur. (Figure 27) (8)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 27 : Jauge de placement (10)**

Les attaches sont ensuite transférées une à une au modèle initial de la malocclusion par l'intermédiaire d'une gouttière unitaire, puis transférées en bouche par une gouttière mixte totale.

Le C.L.A.S.S individualise les traitements plutôt que d'utiliser des moyennes prédéfinies. (8)

#### **- Bond With Equal Specific Thickness (B.E.S.T System)**

Le B.E.S.T System = T.A.R.G 2 (professionnel) + Dessin Arc Lingual Informatisé (D.A.L.I System)

Le **T.A.R.G 2** est l'ajout par FILLON en 1989 au T.A.R.G de l'A.M.E (appareil de mesures des épaisseurs). Celui-ci est relié à un pied à coulisse sur l'axe central cylindrique. Il présente deux lames horizontales : l'une destinée à la gorge de l'attache, l'autre à la face vestibulaire. La hauteur de collage étant choisie, ce pied à coulisse va relever et mesurer les épaisseurs des six dents antérieures avec leur attache. (8)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 28A et 28B : Appareil de mesures des épaisseurs (10)**

#### ○ *Programmation*

Le modèle est donc posé sur le socle pivotant du T.A.R.G 2 ce qui permet d'orienter chaque dent dans les trois sens de l'espace, de façon à obtenir la position que l'on souhaite avoir à la fin du traitement.

Cette position finale de chaque dent est programmée par le technicien de laboratoire, mais le praticien peut aussi établir sa fiche de prescription précisant ses angulations et inclinaisons choisies pour chaque dent. Les tableaux de SMITH, GORMAN et KURZ donnent des valeurs standard de programmation, toutefois ces valeurs de référence devront être adaptés à chaque cas. (54)

Une fois l'inclinaison et l'angulation programmées, il faut déterminer la hauteur de positionnement des attaches de façon à obtenir une occlusion idéale au niveau des secteurs latéraux (cuspide-fosse et cuspide-embrasure). Cette hauteur est dépendante de la hauteur des cuspides et de la profondeur des fosses, c'est-à-dire de la distance cuspide-crête marginale. En effet, il est nécessaire que le technicien aligne verticalement les crêtes marginales des prémolaires et des molaires. Le niveau zéro étant représenté par la hauteur des cuspides vestibulaires des prémolaires et molaires, il faut mesurer les distances cuspide-crête marginale

A et B des prémolaires supérieures et d'ajouter la différence A-B à la hauteur de collage de la première prémolaire supérieure.

L'occlusion engrenante au niveau des secteurs latéraux dépendra aussi de la distance bord incisal-plan de morsure maxillaire. (3)

L'épaisseur des dents antérieures est mesurée avec l'A.M.E , la plus grande est choisie comme épaisseur commune, puis on applique dans l'intrados de chaque attache une quantité proportionnée de résine photopolymérisable, enfin on positionne la gorge de l'attache dans la lame de l'A.M.E et l'on vient la plaquer contre la dent en plâtre jusqu'à ce que l'on arrive à l'épaisseur choisie. Ainsi aucune pliure d'arc de premier ordre ne devra être réalisé sur le secteur antérieur. Il persistera toujours une courbure entre canine-prémolaire et prémolaire-molaire. (Figure 28A et 28B) (21)

Les excès de résine sont enlevés avant la polymérisation, puis ces étapes sont renouvelées pour chaque dent.

L'information est ensuite transmise au système D.A.L.I qui trace l'arc.

Le programme D.A.L.I permet d'obtenir un dessin précis de l'arc lingual, à l'échelle réelle.

Le praticien dessine sur une photocopie du modèle initial la forme de l'arcade qu'il souhaite obtenir en fin de traitement.

Le dessin de l'arcade est transféré sur l'écran, les trapèzes schématisant les dents et leurs attaches viennent se placer sur l'arcade, ensuite le logiciel est capable de fournir le dessin précis de l'arc. (Figure 29)

Le D.A.L.I permet d'obtenir un tracé extrêmement précis, ce qui sera d'une grande aide pour le praticien notamment pour le décrochement entre canine et prémolaire.

Grâce au D.A.L.I, les arcs préformés à partir de la forme d'arcade final individualisé permettent de guider les dents tout au long du traitement vers la position finale. (10)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 29 : D.A.L.I (10)**

#### **- SLOT machine**

Cette machine conçue par CREEKMORE positionne directement sur le modèle initial les brackets. Le procédé consiste à orienter les dents selon un torque et une angulation prédéfinie, puis on vient appliquer sur la face linguale concernée le bracket par l'intermédiaire de « ANDREWS Labial Archwire Plane ».

#### **- Lingual Bracket Jig (L.B.J System) (10)**

Cette technique développée par GERON est le seul système qui permet de positionner les brackets aussi bien en méthode directe qu'en méthode indirecte. Il transfère par le biais d'une « Jig » la position idéale du bracket en vestibulaire définie par ANDREWS à la surface linguale, un stop occlusal mesure la hauteur de placement de la gorge du bracket par rapport au bord incisif ou à la pointe cuspidienne. (Figure 30)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 30 : J.I.G (10)**

- **Korean Indirect Bonding Set-Up (K.I.S System)** (10)

Le K.I.S system a été mis au point par la société Coréenne d'orthodontie linguale (KSLO).  
Cet appareil permet de positionner en un temps toutes les attaches sur le Set-Up. (Figure 31)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 31 : K.I.S (10)**

- **HIRO System** (71)

Cette technique a été créée par HIRO en 1996, puis améliorée par TAKEMOTO et SCUZZO. Le principe est simple, il consiste à positionner les brackets sur un Set-Up sans appareil spécifique, juste par l'intermédiaire d'un arc droit 0.018 \* 0,025 inch bien ajusté ou sont ligaturés les brackets. L'ajustage de l'arc est réalisé de telle façon que l'attache soit centrée et que la gorge soit parallèle à la face vestibulaire. (Figure 32)

Une fois celles-ci positionnées et collées à l'endroit voulues, un plot de résine photopolymérisable est placée sur la face occlusale et linguale de chaque dent et de manière individuel, après 20 secondes de polymérisation, la gouttière unitaire individuelle est prête.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 32 : HIRO System**

Le **system C.R.C** (Convertible Resin Core) utilise le même procédé, sauf pour la réalisation de la gouttière unitaire individuelle qui est réalisée en résine Duralay®, avec des ligatures en élastomère. La solidité de la résine Duralay® fait que ces gouttières peuvent être réutilisées pour un recollage. (Figure 33)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 33 : C.R.C System (10)**

- **Transfer Optimized Positioning (T.O.P System)**

Le T.O.P System fait partie de la technique INCOGNITO®. (66,79,80,81,83)

○ *1<sup>ère</sup> Etape :*

À la réception des empreintes, deux paires de modèles en plâtre sont coulées. L'une étant un modèle de travail, l'autre permettant la réalisation du Set-Up suivant les prescriptions du praticien. Le Set-Up est ensuite scanné par l'intermédiaire d'un scanner 3D.

○ *2<sup>ième</sup> Etape :*

L'on détermine un plan d'occlusion horizontal sur lequel seront positionnées les lumières des attaches.

○ *3<sup>ième</sup> Etape :*

Le technicien dessine sur le Set-Up virtuel les bases des attaches qui doivent être le plus large possible en évitant toute prématurité, d'une épaisseur de 0,5mm. Une fois toutes les bases dessinées, le technicien choisit, selon les indications du praticien, les corps des attaches. Ils sont placés sur le plan horizontal prédéterminé sur le Set-Up. Ils ne présentent aucune information de 2<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> ordre puisqu'ils sont situés passivement. Seul le 1<sup>er</sup> ordre est nécessaire et il est assuré par des déformations sur les fils.

○ *4<sup>ième</sup> Etape :*

Les attaches virtuelles deviennent des attaches réelles en or grâce à une machine le Rapid Prototyping. Les attaches en or sont deux fois plus dures que les attaches classiques et l'utilisation de matériau précieux permet d'obtenir une coulée sans couche d'oxydation.

○ *5<sup>ième</sup> Etape :*

Les bases des attaches sont sablées, silanisées puis préencollées avec du composite Phase II® (Reliance). Une fois les attaches collées, la gouttière de transfert peut être réalisée selon la prescription du praticien.

○ *6<sup>ième</sup> Etape :*

La fabrication des arcs est assurée par un robot qui est un développement de celui d'Orthomate® System. (Figure 34)

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

**Figure 34 : Robot de pliage des arcs (66)**

- **ORAPIX System** (21)

Ce system décrit par FILLION en 2007, ne révolutionne pas les techniques permettant de positionner les brackets sur les faces linguales, mais il est un progrès considérable dans l'approche de celle-ci, par l'apport de l'informatique.

○ *1<sup>er</sup> Etape :*

Les modèles sont numérisés par l'intermédiaire du scanner Orapix pour permettre une visualisation en 3D des arcades.

○ *2<sup>ième</sup> Etape :*

Création d'un Set-Up virtuel, selon les prescriptions du praticien.

○ *3<sup>ième</sup> Etape :*

Sélectionner la forme d'arcade et recherche de l'occlusion dentaire idéale. (Figure 35)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 35 : System ORAPIX (10)**

○ *4<sup>ème</sup> Etape :*

Positionner virtuellement les attaches et l'arc lingual (Figure 36). Cette position est fixée dans l'espace par l'intermédiaire d'un Jig Virtuel Individuel.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 36 : Position virtuelle des attaches et de l'arc lingual (21)**

○ 5<sup>ème</sup> Etape :

Construction des « Jigs de Transfert » par la machine Rapid prototyping qui représente la matérialisation des « Jigs Virtuels ». Ils permettent de positionner les attaches sur le modèle en plâtre, puis une gouttière de transfert sera réalisée afin d'effectuer le collage en bouche.

3.3.1.4. Avantages et inconvénients des différentes techniques de laboratoire (10)

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>T.A.R.G</b>		-Ne tient pas compte de l'épaisseur des dents antérieures.
<b>C.L.A.S.S</b>	-Visualisation du résultat final, avec des éventuelles interférences, diastèmes, contacts prématurés. -Vérification de la quantité de recouvrement en fin de traitement.	-Nécessité d'un Set-Up. -Transfert des attaches du duplicata au modèle initial peut-être imprécis. -Temps de réalisation.
<b>B.E.S.T</b>	-Simple (pas de Set-Up). -Précis (pas de transfert). -Pas de courbure de 1 <sup>er</sup> ordre.	
<b>SLOT</b>	-Pas de Set-Up. -Utilisable avec tous les brackets.	-Manipulation difficile.
<b>L.B.J</b>	-Utilisable en technique directe comme indirecte.	-Les gorges des brackets doivent être horizontale. -Le nombre de Jig est limité.
<b>K.I.S</b>	-Rapide. -Précis dans le placement. -Diminue l'épaisseur de résine entre la surface dentaire et l'intrados du bracket.	
<b>HIRO</b>	-Simple, rapide -Transfert individuel. -Pas de matériel spécifique -Diminution des coûts	-Temps au laboratoire augmenté. -Gouttière unitaire individuelle non réutilisable pour un recollage.

<b>C.R.C</b>	-Identique à HIRO. -Gouttière réutilisable pour un recollage.	-Temps au laboratoire augmenté.
<b>T.O.P</b>	-Précis. -Confort pour le patient. -Diminue le temps de travail au fauteuil.	
<b>ORAPIX</b>	-Outil de communication. -Précis. -Contrôle complet, diminution des risques d'erreurs. -Choix, visualisation et optimisation du plan de traitement.	

### 3.3.2. La gouttière de transfert

#### 3.3.2.1. Les différents systèmes

- Les techniques en silicone et en matériaux thermoplastiques décrites dans le chapitre 2.3.2.2 peuvent être utilisées en orthodontie linguale. (Figure 37)

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

**Figure 37 : Gouttière de transfert dans une thérapeutique linguale (78)**

- Technique mixte décrite par ECHARRI et KIM en 2004 (19) utilisable en vestibulaire et linguale

- **Matériel** : triad light-cure acrylic® (Dentsply)

- **Technique** :

Dans un premier temps, nous plaçons une ligature en élastomère de la gorge centrale horizontale à la rainure occlusale. Nous appliquons un plot de cire Wax sur la partie occlusale de l'attache et sur la dent, de façon à la stabiliser durant les étapes de fabrication de la gouttière de transfert.

Dans un second temps, le Triad light-cured acrylic est utilisé pour fabriquer la gouttière de transfert unitaire. Il est positionné sur la face linguale, jusqu'aux ailes gingivales de l'attache sans les dépasser, puis prolongé sur la face occlusale et une partie de la face vestibulaire. (Figure 38)

Dans un troisième temps, une cannelure occlusale est réalisée sur la gouttière afin d'y insérer une nouvelle ligature en élastomère qui sera étirée jusqu'aux ailes gingivales. Le numéro de la dent est aussi noté sur la face vestibulaire dans le cas d'un éventuel recollage d'attache.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 38 : Gouttières unitaires sur le modèle (19)**

Dans un quatrième temps, la gouttière en silicone « Xantopren ® ou Optosil® » peut être réalisée, elle recouvrira les gouttières unitaires. (Figure 39)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 39 : Gouttière finie sur le modèle (19)**

- **Avantages** :

- Il permet au clinicien de transférer la position du bracket dans la bouche du patient rapidement et sans déformation.
- Il permet un collage sans risque de déplacer les brackets et un recollage précis à n'importe quel moment dans le traitement.
- Utilisable en labial comme en lingual.
- Diminue le temps au fauteuil.
- Un collage progressif et sectoriel peut être réalisé s'il y a des encombrements, des chevauchements et des rotations.

3.3.2.2. Les problèmes éventuels

En 2002, HONG et coll (29) trouve que les sources d'erreurs peuvent être dues à une déformation des gouttières unitaires lors du transfert au laboratoire ou en bouche. Donc il propose une nouvelle technique pour réaliser les gouttières unitaires en lingual.

- **Matériel** : résine acrylique « Unifast® », un isolant, un silicone, un composite « Curefast® ».

- **Technique :**

On positionne les attaches sur le Set-Up, puis le collage est effectué.

Nous réalisons une gouttière unitaire, pour cela nous appliquons une fine couche de résine isolante, puis nous constituons en Unifast® la BIR « bracket index resin » qui vient s'appliquer sur la face concernée par le collage sans déborder : sous le bracket, en mésial, en distal, en gingival et sans déborder sur la face occlusale.

Un duplicata négatif du BIR est réalisé en silicone puis coulé en positif avec le composite.

Celui-ci est repositionné en bouche puis le TIR « tooth index resin » est réalisé en ajoutant au BIR du composite sur la partie vestibulaire et occlusale. Les gouttières restent cependant individuelles.

En 2007, PRIETO et coll (17) décrivent une nouvelle technique qui permet de transférer le placement des brackets du Set-Up au modèle de malocclusion initiale, avec la plus grande précision. La différence avec les autres gouttières unitaires est dans sa réalisation, celle-ci n'est pas au centre de la dent (ce qui pourrait engendrer des déplacements, voire des interférences), mais au niveau incisal pour les dents antérieures et cervical pour les dents postérieures.

- **Matériel :** résine Duralay®

- **Technique :**

Sur le modèle initial, on réalise des petits pertuis (2mm longueur, 1,5mm hauteur, 1mm profondeur) en cervical pour les dents postérieures et occlusal pour les dents antérieures.

Une empreinte en silicone est réalisée, puis le Set-Up est monté.

Les brackets sont placés sur le Set-Up à l'aide d'un arc droit.

Les pertuis sont comblés par de la résine Duralay®, puis les brackets sont collés au Set-Up et

sont recouverts avec de la résine Duralay® en cervical pour les dents postérieures et occlusal pour les dents antérieures.

Les brackets peuvent ainsi être repositionnés aisément sur le modèle initial, sans risque de déplacements et interférences.

#### 3.4. Étape clinique : Différents systèmes pour le collage en bouche.

3.4.1. Essayage de la gouttière et dégraissage à l'acétone après vérification.

3.4.2. Nettoyage des surfaces de collage. (78,83)

Dans un premier temps, la surface dentaire est nettoyée avec une brosse à dents moussée enduite de pâte abrasive, afin d'éliminer les dépôts de surface. Cette étape est finie par un rinçage et séchage de la surface.

Dans un deuxième temps, un sablage intra-buccal avec des particules d'oxyde d'aluminium 50µm est réalisé sur les faces concernées par le collage. Il est important au cours de ces deux étapes d'éviter tout saignement gingival. (Figure 40)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

#### **Figure 40 : Sableuse intra-orale (78)**

3.4.3. Pose du champ opératoire et préparation des surfaces de collage

L'obtention de la siccité du champ opératoire est obtenue par deux moyens:

- Mise en place de l'écarteur de bouche type NOLA dry field system®.
- Pose de cotons triangulaires Dry Tips® dans les secteurs parotidiens.

Dans un premier temps, on réalise un mordantage de l'émail concerné par le collage à l'aide d'un gel d'acide orthophosphorique à 37% pendant 30 secondes par arcades, puis rinçage 30 secondes et enfin séchage laissant apparaître un aspect blanc crayeux de l'émail. (Figure 41)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

### **Figure 41 : Plateau technique (78)**

Dans un second temps, les surfaces en céramique, en or et en métal non précieux sont préparées selon les procédures communes aux techniques de collage habituelles.

#### 3.4.4. Mise en place de l'agent de liaison

FILLION (20) conseille trois produits différents qui sont indiqués pour le collage indirect, la décision est fonction des préférences du praticien :

- L'adhésif photopolymérisable Orthosolo® (Reliance)
- L'adhésif chémozopolymérisable Maximun cure® (Reliance)
- Le CVI-MAR Fudji Ortho LC®

WIECHMANN (81) propose un collage en

- Technique THOMAS modifié avec l'adhésif chémozopolymérisable Maximun cure® (Reliance)
- OU
- Technique photopolymérisable avec l'Exite® DSC (Ivoclar) pour les surfaces linguales préparées et le Nexus 2® (Kerr) pour la base des attaches.

HIRO (71) préconise l'utilisation du composite Enlight LV® (Ormco) et d'un Flow comme moyen de collage.

#### 3.4.5. Finition (78,83)

Dépose de l'écarteur en un temps, puis de la gouttière. Élimination des restes de silicone et excès d'adhésif grâce à un shure et du fil de soie pour les espaces interdentaires.

Contrôler l'occlusion et la présence éventuelle d'interférences.

Une fois toutes les vérifications effectuées, insérer l'arc.

### 3.5. Le collage d'une contention linguale

Une récurrence en orthodontie peut-être importante, d'autant plus rapide si les mouvements dentaires l'ont eux-mêmes été. (34)

KARAMAN et coll (2003) (34) évoquent la notion d'un déséquilibre post-traitement orthodontique due à 4 facteurs:

- 1<sup>er</sup> Facteur : un nouvel alignement dentaire et une occlusion modifiée.
- 2<sup>ième</sup> Facteur : une adaptation des fibres desmodontales et parodontales.
- 3<sup>ième</sup> Facteur : Immaturité osseuse.
- 4<sup>ième</sup> Facteur : fonctions modifiées.

SHAH et coll (2005) (63) recommandent l'utilisation d'une contention post traitement, notamment dans les cas cliniques suivants, où le risque de rechute est important :

- Un proglissement important des incisives inférieures durant le traitement.
- Plusieurs corrections de rotations.
- Quand il y a eu une expansion maxillaire.
- Quand la distance inter-canine a été significativement augmentée.
- Quand le cas initial présentait de nombreux diastèmes.

Donc, pour prévenir le risque de récurrence et stabiliser les résultats obtenus, il est indiqué de coller une contention (fil d'acier inoxydable 0.0215) en lingual de canine à canine à la mandibule et si nécessaire au maxillaire. (63)

### 3.5.1. Protocole (34)

#### 3.5.1.1.Phase de laboratoire

- Empreintes bimaxillaires et réalisation d'un modèle en plâtre. Appliquer sur celui-ci une fine couche d'isolant.
- Adapter le fil d'acier inoxydable 0.0215 sur les faces linguales de canine à canine à l'arcade mandibulaire.
- Coller la contention au Transbond LR®. (3M Unitek)
- Photopolymériser pendant 30 secondes avec une lampe à photopolymériser conventionnelle (halogène, longueur d'onde de 480nm à 500nm) ou placer le modèle dans le Triad 2000 (Dentsply) pendant 10 minutes.
- Rajouter des petits plots de résine sur les canines afin d'augmenter la rétention de la gouttière. (Figure 42)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

#### **Figure 42 : Contention collée au modèle (34)**

- Appliquer sur le modèle une feuille de 2mm d'épaisseur d'un matériau thermoplastique.
- Pour fabriquer la gouttière de transfert, placez le modèle dans une machine à thermoformer. (Figure 43)

- Équilibrer et ajuster les bords, puis effectuer un sablage de l'intrados avec des particules d'oxyde d'aluminium 50µm.
- Rinçage à l'eau et l'acétone pour enlever l'isolant.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 43 : Gouttière formée an matériau thermoplastique (34)**

3.5.1.2.Collage en bouche (Figure 44)

- Nettoyer, mordancer, rincer, sécher les surfaces linguales.
- Le collage s'effectue avec la résine autopolymérisable Sondhi Rapid Set® (3M Unitek). Appliquez la résine A de Sondhi Rapid Set® sur l'émail mordancé et la résine B de Sondhi Rapid Set® dans l'intrados de la gouttière de transfert.

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**Figure 44 : Gouttière mise en bouche (34)**

- Insérez la gouttière en bouche et tenez-la pendant 30 secondes, laissez la 2 minutes en plus pour obtenir une polymérisation complète.
- Enlevez la gouttière, polissez les plots sur les canines, puis examiner les embrasures gingivales pour enlever les excès de résine. (Figure 45)

QuickTime™ et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

#### **Figure 45 : Contention linguale collée en bouche (34)**

##### 3.5.2. Avantages

- Diminution du travail au fauteuil (le fil de contention est adapté sur le modèle en plâtre).
- Le collage est plus rapide et de meilleure qualité.

##### 3.5.3. Inconvénients

- Phase de laboratoire nécessaire.
- Risque de fuite d'adhésif au niveau des embrasures gingivales (facteur d'accumulation de plaque).

Selon DAHL et ZACHRISSON, cité par KARAMAN et coll (2003) (34), les échecs dans le collage direct des contentions se produiraient à l'interface fil-adhésif, alors qu'ils seraient à l'interface dent-adhésif dans le collage indirect. Les raisons de ces échecs sont probablement de petits mouvements pendant le placement qui perturberait la polymérisation.

## CONCLUSION

Nous avons vu que différents systèmes de collage sont actuellement disponibles. Charge à l'orthodontiste de faire le choix en fonction de la situation clinique et de ses préférences.

Si les études comparatives entre collage direct et indirect n'ont pas révélé d'avantages décisifs dans un sens ou dans l'autre en termes de précision et de force de collage, le problème ne se pose pas vraiment en orthodontie linguale où le positionnement des attaches exige une précision telle, qu'il nécessite l'intervention d'un technicien de laboratoire expérimenté et d'un matériel spécifique.

Depuis SILVERMAN et COHEN, les techniques de collage indirect n'ont cessé de se perfectionner et nous semblent constituer avec les attaches autoligaturantes et les arcs à mémoire de forme des éléments clé de l'orthodontie de demain.

## REFERENCES DES ILLUSTRATIONS

- Figure 1 : Marqueurs horizontaux et verticaux (32)
- Figure 2 : Jauge (35)
- Figure 3 : Logiciel Ortho CAD (30)
- Figure 4 : RAY Set System (47)
- Figure 5 : Les brackets collés aux modèles (32)
- Figure 6 : Phase II® (Reliance) (32)
- Figure 7 : Transbond XT® (3M) (32)
- Figure 8 : Unité à photopolymériser (42)
- Figure 9 : Four de cuisson (32)
- Figure 10 : APC Bracket (32)
- Figure 11 : Gouttières en silicone (32)
- Figure 12 : Gouttières en matériau thermoplastique (69)
- Figure 13 : Gouttière de MOSKOVITZ (51)
- Figure 14 : Gouttière Triad® après polymérisation (35)
- Figure 15 : Gouttière virtuelle (14)
- Figure 16 : Différentes étapes de réalisation d'une gouttière unitaire (18)
- Figure 17 : Gouttières unitaires finies sur le modèle (18)
- Figure 18 : Double gouttière de transfert (18)
- Figure 19 : Gouttière APTUS (23)
- Figure 20 : Brackets solidarisés à la gouttière par du silicone (23)
- Figure 21 : Schéma de la gouttière (23)
- Figure 22 : Nola Dry Field
- Figure 23 : Plateau technique
- Figure 24 : T.A.R.G (10)
- Figure 25 : Jauge de placement (10)
- Figure 26 : Set-Up (10)
- Figure 27 : Jauge de placement (10)
- Figure 28 : A.M.E (10)
- Figure 29 : D.A.L.I (10)

- Figure 30 : Jig (10)
- Figure 31 : K.I.S (10)
- Figure 32 : HIRO System (10)
- Figure 33 : C.R.C System (10)
- Figure 34 : Robot de pliage des arcs (66)
- Figure 35 : ORAPIX System (10)
- Figure 36 : Position virtuelle des attaches et de l'arc lingual (21)
- Figure 37 : Gouttière de transfert dans un thérapeutique linguale (78)
- Figure 38 : Gouttières unitaires sur le modèle (18)
- Figure 39 : Gouttière finie sur le modèle (18)
- Figure 40 : Sableuse intra-orale (78)
- Figure 41 : Plateau technique (78)
- Figure 42 : Contention collée au modèle (34)
- Figure 43 : Gouttière formée en matériau thermoplastique (34)
- Figure 44 : Gouttière mise en bouche (34)
- Figure 45 : Contention linguale collée en bouche (34)

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**1. AKNIN JJ.**

Attaches orthodontiques et modifications de l'émail et de l'organe pulpodentinaire.  
Encycl Med Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale,23-480-A-05,1996,4.

**2. ALTOUNIAN G.**

Une méthode de collage en orthodontie.  
Paris : J Prélat,1979.

**3. ALTOUNIAN G.**

La thérapeutique à attaches linguales : une autre approche de l'orthodontie.  
Rev Orthop Dento Faciale 1986;20:319-362.

**4. ALTOUNIAN G.**

The development of indirect bonding in combination with pre-bonded appliances.  
Orthod Fr 1987;58(2):775-790.

**5. ALTOUNIAN G.**

Orthodontic bonding with glass ionomer cements : from theory to practice.  
Rev Orthop Dento Faciale 2000;34:557-600.

**6. AMORIC M.**

An indirect bonding method for brackets.  
Rev Orthop Dento Faciale 1984;18(2):253-255.

**7. ANDREWS LF.**

The six keys to normal occlusion.  
Am J Orthod 1972;62(3):296-309.

**8. ARCHFORM (Laboratoire).**

Lingual Indirect Bonding Technique.  
[Http://www.archform.sensiswebworks.com.au/](http://www.archform.sensiswebworks.com.au/)

**9. BERY A.**

Collage indirect des verrous d'orthodontie en vue directe.

Rev Orthop Dento Faciale 1981;**15**:351-356.

**10. BUSO-FROST L et FILLION D.**

An overall view of the different laboratory procedures used in conjunction with lingual orthodontics.

Semin Orthod 2006;**12**:203-210.

**11. CARLSON SK et JOHNSON E.**

Bracket positioning and resets: five steps to align crowns and roots consistently.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2001;**119**(1):76-80.

**12. CHABRE C et BASSIGNY F.**

An indirect bonding technic using a double mixture.

Rev Orthop Dento Faciale 1985;**19**(4):595-602.

**13. CIUFFOLO F, EPIFANIA E, DURANTI G et coll.**

Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;**129**(1):75-77.

**14. COLLINS J.**

A precise and predictable laboratory procedure for indirect bonding.

J Clin Orthod 2000;**34**(12):702-705.

**15. DEAHL ST, SALOME N, HATCH JP et RUGH JD.**

Pratice-based comparison of direct and indirect bonding.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2007;**132**:738-742.

**16. DEGRANGE M.**

Les adhésifs qui requièrent un mordançage préalable sont-ils obsolètes ?

Inf Dent 2007;**4**:119-124.

**17. DO LAGO PRIETO MG, ISHIKAWA EN et PRIETO LT.**

A groove-guided indirect transfer system for lingual brackets.

J Clin Orthod 2007;**41**(7):372-376.

**18. ECHARRI P et KIM TW.**

Double transfer trays for indirect bonding.

J Clin Orthod 2004;**38**(1):8-13.

**19. FILLION D.**

À la recherche de la précision en technique à attaches linguales.

Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:401-413.

**20. FILLION D.**

Characteristics of the « Fillion » Lingual technique.

<http://www.lingualorthodontics.net>

**21. FILLION D.**

Computer generated conception and fabrication of transfert rays for indirect bonding of lingual attachments : the Orapix system.

Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**:61-75.

**22. FORTINI A, GIUNTOLI F et FRANCHI L.**

A simplified indirect bonding technique.

J Clin Orthod 2007;**41**(11):680-683.

**23. GERRIT IPENBURG A.**

Appartus and method for providing a dental aid on teeth.

<http://www.freepatentsonline.com/5791896.html>

**24. HICKHAM JH.**

Predictable indirect bonding.

J Clin Orthod 1993;**27**(4):215-217.

**25. HITMI L, ATTAL JP et DEGRANGE M.**

The various families of composite adhesives : presentation and experimentation.  
Orthod Fr 2002;**73**(1):39-58.

**26. HODGE TM, DHOPATKAR AA, ROCK WP et SPARY DJ.**

The Burton approach to indirect bonding.  
J Orthod 2001;**28**(4):267-270.

**27. HODGE TM, DHOPATKAR AA, ROCK WP et SPARY DJ.**

A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement.

J Orthod 2004;**31**(2):132-137.

**28. HOHOFF A, STAMM T et EHMER U.**

Comparison of the effect on oral discomfort of two positioning techniques with lingual brackets.

Angle Orthod 2004;**74**(2):226-233.

**29. HONG RK, KIM YH et PARK JY.**

A new customized lingual indirect bonding system.

J Clin Orthod 2000;**34**(8):456-460.

**30. JOFFE L.**

OrthoCAD : digital models for a digital era.

J Orthod 2004;**31**:344-347.

**31. KALANGE JT.**

Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding.

J Clin Orthod 1999;**33**(9):516-526.

**32. KALANGE JT.**

Prescription-based precision full arch : Indirect bonding.

Semin Orthod 2007;**13**:19-42.

**33. KALANGE JT et THOMAS RG.**

Indirect bonding : a comprehensive review of the literature.

Semin Orthod 2007;**13**:3-10.

**34. KARAMAN AI, POLAT O et BUYUKYILMAZ T.**

A practical method of fabricating a lingual retainer.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(3):327-330.

**35. KASROVI PM, TIMMINS S et SHEN A.**

A new approach to indirect bonding using light-cure composites.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;**111**(6):652-656.

**36. KAUPPI MR et COMBE EC.**

Polymerization of orthodontic adhesives using modern high-intensity visible curing lights.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(3):316-322.

**37. KLOCKE A, SHI J, KAHL-NIEKE B et BISMAYER U.**

Bond strength with custom base indirect bonding techniques.

Angle Orthod 2003;**73**(2):176-180.

**38. KLOCKE A, SHI J, KAHL-NIEKE B et BISMAYER U.**

In vitro evaluation of a moisture-active adhesive for indirect bonding.

Angle Orthod 2003a;**73**(6):697-701.

**39. KLOCKE A, SHI J, KAHL-NIEKE B et BISMAYER U.**

In vitro investigation of indirect bonding with a hydrophilic primer.

Angle Orthod 2003b;**73**(4):445-450.

**40. KLOCKE A, SHI J, VAZIRI F, KAHL-NIEKE B et BISMAYER U.**

Effect of time on bond strength in indirect bonding.

Angle Orthod 2004;**74**(2):245-250.

**41. KLOCKE A, TADIC D, VAZIRI F et KAHL-NIEKE B.**

Custom base preaging in indirect bonding.

Angle Orthod 2004;**74**(1):106-111.

**42. KOGA M, WATANABE K et KOGA T.**

Quick indirect bonding system (Quick IDBS) : an indirect bonding technique using a double-silicone bracket transfert ray.

Semin Orthod 2007;**13**:11-18.

**43. LAVERNHE P, LODTER C, SHARROCK P et GREGOIRE G.**

Biocompatibility of orthodontic bonding agents : the contribution of glass ionomer cements.

Rev Orthop Dento Faciale 2000;**34**:539-554.

**44. LINN BJ, BERZINS DW, DHURU VB et BRADLEY TG.**

A comparison of bond strength between direct- and indirect-bonding methods.

Angle Orthod 2006;**76**(2):289-294.

**45. MAYHEW MJ.**

Computer-aided bracket placement for indirect bonding.

J Clin Orthod 2005;**39**(11):653-660.

**46. MC CROSTIE HS.**

Indirect bonding simplified.

J Clin Orthod 2003;**37**(5):248-251.

**47. MELSEN B et BIAGGINI P.**

The Ray Set: a new technique for precise indirect bonding.

J Clin Orthod 2002;**36**(11):648-654.

**48. MILES PG.**

Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive.

J Clin Orthod 2002;**36**(11):646-647.

**49. MILES PG et WEYANT RJ.**

A clinical comparison of two chemically-cured adhesives used for indirect bonding.

J Orthod 2003;**30**(4):331-336; discussion 299.

**50. MILES PG et WEYANT RJ.**

A comparison of two indirect bonding adhesives.

Angle Orthod 2005;**75**(6):1019-1023.

**51. MOSKOWITZ EM.**

Indirect bonding with a thermal cured composite.

Semin Orthod 2007;**13**:69-74.

**52. NICOLAS S et JOSEPH G.**

Lingual orthodontics : choosing an appliance.

Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**:9-24.

**53. ORTHO-CONCEPT (Laboratoire).**

Le Bracketron.

<http://www.ortho-concept.com/produits>.

**54. ORTHO-CONCEPT (Laboratoire).**

Fiche de prescription pour les collages linguaux.

<http://www.ortho-concept.com/produits>.

**55. PHILIPPE J.**

The argument in favor of indirect bonding of attachments.

Rev Orthop Dento Faciale 1983;**17**(2):269-270.

**56. POLAT O, KARAMAN AI et BUYUKYILMAZ T.**

In vitro evaluation of shear bond strengths and in vivo analysis of bond survival of indirect-bonding resins.

Angle Orthod 2004;**74**(3):405-409.

**57. QUADRELLI C et VENEZIANI A.**

The stealth in comparison with other lingual brackets : properties and procedures for indirect bonding.

Progress Orthod 2007;**8**(1):156-172.

**58. RAJAGOPAL R, VANKATESAN A, GNANASHANMUGHAM K et HARISH BABU S.**

A new indirect bonding technique.

J Clin Orthod 2004;**38**(11):600-602.

**59. ROTH F.**

Les composites.

Paris : Masson,1991.

**60. ROULET JF et DEGRANGE M.**

Collage et adhésion : la révolution silencieuse.

Paris : Quintessence International,2000.

**61. SCUZZO G, TAKEMOTO K et MOSTARDI G.**

Simplified approach to lingual orthodontics – STb bracket light lingual system.

Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**(1):27-36.

**62. SEDENNES V.**

An indirect bonding technique.

Rev Orthop Dento Faciale 1991;**25**(1):79-83.

**63. SHAH AA, SANDLER PJ et MURRAY AM.**

How to place a lower bonded retainer.

J Orthod 2005;**32**:206-210.

**64. SHIAU JY, RASMUSSEN ST, PHELPS AE et coll.**

Bond strength of aged composites found in brackets placed by an indirect technique.

Angle Orthod 1993;**63**(3):213-220.

**65. SHPACK N, GERON S, FLORIS I et coll.**

Bracket placement in lingual vs labial systems and direct vs indirect bonding.

Angle Orthod 2007;**77**(3):509-517.

**66. SIMON JS, GALETTI C et WIECHMANN D.**

Système d'orthodontie linguale individualisé.

Encycl Med Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale, 23-490-A-09, 2007, **15**.

**67. SIMON JT, RAYBAUD P et ROUSSARIE F.**

The incognito technique in lingual orthodontic treatment for children.

Rev Orthop Dento Faciale 2007;**41**:77-94.

**68. SMITH JR, GORMAN JC, KURZ C et DUNN RM.**

Les clés du succès en thérapeutique à attaches linguales.

Rev Orthop Dento Faciale 1986;**20**:369-398.

**69. SONDHI A.**

Efficient and effective indirect bonding.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;**115**(4):352-359.

**70. SOREL O, EL ALAM R et CATHELINÉAU G.**

The importance of laser sculpted bases in the use of modified glass ionomer bonding.

Rev Orthop Dento Faciale 2000;**34**:603-613.

**71. TAKEMOTO K et SCUZZO G.**

Hiro technique of lingual indirect bonding.

Clin Impressions (Ormco) 2003;**12**(1):23-30.

**72. THIYAGARAJAH S, SPARY DJ et ROCK WP.**

A clinical comparison of bracket bond failures in association with direct and indirect bonding.

J Orthod 2006;**33**:198-204.

**73. TRICOT-BLESTEL MC et PHILIPPE J.**

Shell bonding, or an indirect unit bonding technic.

Rev Orthop Dento Faciale 1984;**18**(3):407-409.

**74. TRIN Y.**

Modèles virtuels, set-up, collage indirect : le système orthocad.

<http://www.orthodontie-ffo.org>

**75. VREVEN J, RASKIN A, SABBAGH J et coll.**

Résines composites.

Encycl Med Chir (Paris), Matériaux,23-065-E-10,2005,**21**.

**76. WENDL B, DROSCHL H et MUCHITSCH.**

Indirect bonding : a new transfer method.

Eur J Orthod 2008;**30**(1):100-107.

**77. WHITE LW.**

An expedited indirect bonding technique.

J Clin Orthod 2001;**35**(1):36-41.

**78. WIECHMANN D.**

Le système d'Incognito.

<http://www.lingualtechnik.de>

**79. WIECHMANN D.**

Lingual orthodontics (part 1): laboratory procedure.

J Orofac Orthop 1999a;**60**(5):371-379.

**80. WIECHMANN D.**

Lingual orthodontics (part 2): archwire fabrication.

J Orofac Orthop 1999b;**60**(6):416-426.

**81. WIECHMANN D.**

Lingual orthodontics (Part 3): Intraoral sandblasting and indirect bonding.

J Orofac Orthop 2000;**61**(4):280-291.

**82. WIECHMANN D.**

Modulus-driven lingual orthodontics.

Clin Impressions (Ormco) 2001;**10**(1):2-7.

**83. WIECHMANN D.**

TOP service.

<http://www.lingualtechnik.de>

**84. YI GK, DUMN WJ et TALOUMIS LJ.**

Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(5):577-581.

	Thèse N°
<p><b>PASQUIER Wilfried.</b> – Le Collage Indirect en Orthodontie. 119f. ; ill. ; tab. ; 84 ref. ; 30 cm.- (Thèse : Chir.Dent. ; NANTES ; 2008). N°</p>	
<p><u>Résumé de thèse :</u>  Depuis l’invention du collage indirect en 1972, de nombreux auteurs ont cherché à perfectionner cette technique pour améliorer la précision et la qualité du collage des attaches orthodontiques.  Après un rappel sur les principes fondamentaux relatifs au collage, nous traitons du collage indirect en orthodontie vestibulaire à travers les différentes étapes de laboratoire et de clinique. Nous examinons également les avantages et les inconvénients de celui-ci.  Enfin, nous terminons par l’étude des multiples techniques de laboratoire qui permettent le positionnement des attaches en orthodontie linguale, suivies des protocoles opératoires et de la mise en place d’une contention collée par une méthode indirecte.</p>	
<p><u>Rubrique de classement :</u> ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE</p>	
<p><u>Domaine Bibliodent :</u> THERAPEUTIQUE</p>	
<p><u>Mots clés Bibliodent :</u> Collage indirect, Orthodontie vestibulaire, Technique linguale, Technique de laboratoire.</p>	
<p><u>MeSH :</u> Dental bonding, Laboratories dental, Orthodontics</p>	
<p><u>Jury :</u> Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX  Asseseurs : Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN  Monsieur le Docteur Stéphane CARBONNELLE</p> <p>Directeur de thèse : <u>Monsieur le Docteur Marc-Henri NIVET</u></p>	
<p><u>Adresse de l’auteur :</u> Monsieur PASQUIER Wilfried – 1 Allée d’Orléans – 44000 NANTES</p>	