



HAL
open science

Biofilms oraux et dispositifs orthodontiques fixes

Héloïse Paggetti

► **To cite this version:**

Héloïse Paggetti. Biofilms oraux et dispositifs orthodontiques fixes. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03276038

HAL Id: dumas-03276038

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03276038>

Submitted on 1 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

BIOFILMS ORAUX ET DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES FIXES

Année 2020-2021

Thèse n°42572112

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice
Le 25 Mars 2021 Par

Madame Héloïse PAGGETTI

Née le 14/06/1995 à Nice
Pour obtenir le grade de :

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)

Examineurs :

Madame le Professeur DRIDI Sophie Myriam
Madame le Professeur LUPI Laurence
Madame le Professeur BERTRAND Marie-France
Madame le Professeur MANIERE-EZVAN Armelle
Madame le Professeur CHARAVET Carole

Président du jury
Directrice de thèse
Assesseur
Assesseur
Membre invité

CORPS ENSEIGNANT

FACULTÉ
DE CHIRURGIE DENTAIRE
ODONTOLOGIE



Année universitaire 2020/2021

CORPS ENSEIGNANT

56^{ème} section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle
Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara
Maître de Conférences des Universités Associé : Mme OUEISS Arlette
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AIEM TORT-ALVAREZ Elody
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr CAMIA Julien
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme MASUCCI Caterina

Sous-section 02 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : Mme LUPI Laurence
Maître de Conférences des Universités Associé : Mme BORSA Leslie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme FRENDO Marie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme MERIGO Elisabetta

57^{ème} section : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Sous-section 01 : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle
Maître de Conférences des Universités : Mr BENHAMOU Yordan
Maître de Conférences des Universités : Mr COCHAIS Patrice
Maître de Conférences des Universités : Mme DRIDI Sophie Myriam
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr BORIE Gwenaël
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr CHARBIT Mathieu
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme FISTES Elene-Maria

58^{ème} section : REHABILITATION ORALE

Sous-section 01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France
Professeur des Universités : Mr BOLLA Marc
Professeur des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire
Professeur des Universités : Mr MÈDIONI Etienne
Professeur des Universités Associée : Mme CHARAVET Carole
Professeur des Universités Emérite : Mr ROCCA Jean-Paul
Maître de Conférences des Universités : Mr ALLARD Yves
Maître de Conférences des Universités : Mr CEINOS Romain
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie
Maître de Conférences des Universités : Mr LAPLANCHE Olivier
Maître de Conférences des Universités : Mr LEFORESTIER Eric
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme ABID Sarah
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme BECQUART Mathilde
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DEMARTY Laure
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr DUBROMEZ Julien
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme GROSSI Vanina
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr LAMBERT Gary
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr LONJON Jean-Baptiste
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr PARNOT Maximilien

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Laurence LUPI
Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Responsable de la sous-section : Prévention, Epidémiologie, Economie de la santé et Odontologie
légale
Doyen de la faculté d’Odontologie de Nice

A la meilleure Doyenne du monde : je vous remercie tout d’abord de m’avoir fait le privilège et l’honneur de diriger ce travail, cela était une évidence pour moi de vous le proposer, et je suis plus que ravie que vous ayez accepté malgré la charge de travail que vous avez déjà au quotidien.

Pour votre bonne humeur et votre dynamisme au quotidien, et votre implication auprès de tous les étudiants, de tous les professeurs, et également de vos patients. Pour avoir eu l’occasion de vous assister lors de vos vacances hospitalières, je peux vous dire que vous resterez pour moi un exemple de douceur et de patience.

Merci d’avoir toujours été à mon écoute, sans jugement et toujours avec bienveillance, malgré le flot de messages et d’email sous lequel je vous ai noyé tout au long de la rédaction de cette thèse.

Ce fut un réel honneur que d’être étudiante à vos côtés et d’avoir pu rédiger ce manuscrit avec vous.

A Madame le Professeur Marie-France BERTRAND
Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Directeur adjoint à la Pédagogie de l’UFR d’Odontologie
Responsable de la discipline Dentisterie Restauratrice, Endodontie.

Je vous remercie de m’avoir fait l’honneur d’accepter de faire partie de mon jury, cela n’aurait pas été pareil sans vous, réellement.

Pour l’attention que vous portez aux étudiants et leur bien-être au sein de l’université, pendant ces études qui peuvent s’avérer parfois si compliquées.

Et surtout pour votre patience envers moi pendant les moments difficiles, aussi bien à l’hôpital qu’à la faculté, et votre aide apportée pour la rédaction de cette thèse et bien plus encore ! Merci d’avoir été si positive avec moi tout au long de la rédaction de ce manuscrit.

A Madame le Professeur Armelle MANIERE-EZVAN
Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Responsable de la discipline d'Orthopédie Dento-faciale

Je vous remercie tout d'abord d'avoir accepté de faire partie de mon jury.
Bien que je n'ai pas eu l'occasion de travailler à vos côtés lors de mes vacances hospitalières, j'ai eu la chance de vous avoir en tant que professeur à la faculté, avec un apprentissage toujours dans la joie et la bonne humeur. J'espère réellement que vous apprécierez ce travail.

A Madame le Professeur Sophie Myriam DRIDI
Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Département de Parodontologie

Tout d'abord je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ma soutenance de thèse.
Merci également de m'avoir tant appris en parodontologie, une discipline qui vous passionne et dont vous savez transmettre cette même passion à vos étudiants.
Merci également pour votre patience et votre esprit pédagogue lors des vacances hospitalières à vos côtés, en effet j'ai eu la chance de pouvoir vous assister à l'hôpital lors de mon cursus et j'ai beaucoup appris. Surtout ne changez rien à votre façon d'enseigner et de transmettre vos connaissances.

A Madame le Professeur Carole CHARAVET
Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités Associée – Praticien Hospitalier
Département d'Orthopédie Dento-faciale

Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury en tant que membre invité.
Bien que je n'ai pas eu l'occasion de votre rencontrer, le Professeur Lupi ainsi que le Professeur Bertrand vous ont chaudement recommandé afin que vous puissiez juger de mon travail. J'espère qu'il sera à la hauteur de vos attentes.
Je tenais également à vous remercier pour la relecture de l'article co-écrit avec le Pr Lupi intitulé « Biofilm et Matériels Orthodontiques : Que choisir ? Revue exhaustive de la littérature et Galerie d'images en Microscopie Électronique à Balayage (MEB) »

TABLE DES MATIÈRES

I. GÉNÉRALITÉ.....	9
1. Biofilm et surfaces dures.....	9
2. Gingivites induites par les biofilms bactériens de la plaque dentaire	10
II. INTRODUCTION	11
III. REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE.	11
1. Analyse exhaustive des études de la littérature relatives à l'adhérence des biofilms oraux sur les différents attaches utilisées en orthodontie dento-faciale.....	11
1.1 Attaches auto-ligaturantes VS conventionnelles.....	11
1.1.1 Critères d'inclusion et articles retenus.....	12
1.1.2 Analyse des sections « Matériel et méthode ».....	26
a. Etude de Van Gastel et al. en 2007.....	26
b. Etude de Pandis et al. en 2010.....	27
c. Etude de Pithon et al. en 2011.....	27
d. Etude de Pellegrini et al. en 2009.....	28
e. Etude de Hassan et al. en 2010.....	28
f. Etude de Uzuner et al. en 2014.....	29
g. Etude de Buck et al. en 2011.....	30
h. Pejda et al. en 2013.....	31
i. Baka et al. en 2013.....	31
j. Grover et al. en 2017.....	32
k. Pandis et al. en 2008.....	32
l. Ustaoglu et al. en 2019.....	33
m. Shrestha et al. en 2014.....	33
n. Politangeli et al. en 2015.....	33
o. Kaygisiz et al. en 2015.....	34
p. Cardoso et al. en 2015.....	34
q. Aras et al. en 2016.....	35
1.1.3 Analyse des sections « Résultats ».....	35
a. En faveur des attaches auto-ligaturantes.....	35
b. Aucune différence entre les deux systèmes.....	36
c. En faveur des attaches conventionnelles.....	38
1.1.4 Discussion.....	40
a. Morphologie des attaches.....	40
b. Age des participants.....	41
c. Collage.....	42
d. Renouvellement des ligatures.....	43
e. Dents étudiées.....	43
f. Réalisation des groupes.....	44
g. Position de l'attache.....	45
h. Type de ligatures.....	46
i. Sélection des participants.....	46
j. Design de l'étude.....	47
k. Echantillons analysés.....	48
l. Critères d'inclusion.....	48
m. Arcs utilisés.....	50
n. Nombre de sujets.....	50
o. Durée de l'étude.....	51
p. Instructions d'hygiène orale.....	52
q. Alignement des arcades.....	53
1.2 Attaches céramiques VS métalliques conventionnelles.....	54
1.2.1 Critères d'inclusion et articles retenus.....	54
1.2.2 Analyse des sections « Matériel et méthode ».....	65
1.2.2.1 Études in vivo.....	65

a.	Etude de Anhoury et al. en 2002.....	65
b.	Etude de Lindel et al. en 2011	65
c.	Agarwal et al. en 2015	66
d.	Shashidhar et al. en 2015.....	67
1.2.2.2	Études in vitro.....	67
a.	Etude de Knoernschild et al. en 1999	67
b.	Etude de Papaioannou et al. en 2007.....	68
c.	Etude de Brusca et al. en 2007	69
d.	Etude de Fournier et al. en 1998.....	69
e.	Etude de Van Gastel et al. en 2009	70
1.2.3	Analyse des sections « Résultats ».....	71
1.2.3.1	Études in vivo.....	71
a.	En faveur des attaches en céramique.....	71
b.	Aucune différence entre les systèmes	71
c.	En faveur des attaches conventionnelles métalliques.....	72
1.2.3.2	Études in vitro.....	73
a.	En faveur des attaches conventionnelles métalliques.....	73
b.	Aucune différence entre les systèmes	74
c.	En faveur des attaches conventionnelles céramiques.....	74
1.2.4	Discussion.....	75
1.2.4.1	Études in vivo.....	75
a.	Morphologie et composition des attaches.....	75
b.	Age des participants	75
c.	Durée de l'étude.....	76
d.	Nombre de sujets.....	76
e.	Dents étudiées.....	76
f.	Sélection des participants.....	77
g.	Arcs utilisés.....	77
h.	Instructions d'hygiène orale	78
i.	Critères d'inclusion	78
j.	Type de ligatures.....	78
k.	Réalisation des groupes.....	79
l.	Echantillons analysés	79
1.2.4.2	Études in vitro.....	79
a.	Morphologie des attaches.....	80
b.	Cultures.....	81
c.	Durée et température	81
d.	Critères d'inclusion	82
2.	Analyse exhaustive des études cliniques de la littérature relatives à l'adhérence des biofilms oraux sur les différentes ligatures utilisées en orthopédie dento-faciale. 84	
2.1	Ligatures élastomériques vs ligatures métalliques.....	84
2.1.1	Critères d'inclusion et d'exclusion	85
2.1.2	Matériel et méthode.....	93
a.	Etude de De Souza et al. en 2008.....	93
b.	Etude de Rodrigues et al. en 2011	94
c.	Etude de Turkkahraman et al. en 2005	94
d.	Etude de Forsberg et al. en 1991.....	95
e.	Etude de Condo et al. en 2012	96
2.1.3	Analyse de la section « Résultats ».....	96
a.	En faveur des ligatures métalliques	97
b.	Aucune différence entre les deux systèmes.....	98
c.	En faveur des ligatures élastomériques	99
2.1.4	Discussion.....	99
a.	Echantillons analysés	100
b.	Durée de l'étude	101
c.	Nombre de sujets	101
d.	Morphologie et composition des attaches	101
e.	Couleur des ligatures.....	102
f.	Dents étudiées	102
g.	Répartition des ligatures.....	103
h.	Sélection des participants.....	103

i.	Instruction d'hygiène orale	104
j.	Position des attaches	104
k.	Age des participants	105
l.	Collage	105
m.	Arcs utilisés	105
n.	Critères d'inclusion	106
3.	Les arcs orthodontiques	107
4.	Conclusion	107

GLOSSAIRE

Aa : *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.
ADN : Acide désoxyribonucléique
AL : Auto-ligaturant
ADP : Adénosine diphosphate
ATP : Adénosine triphosphate
AST : Aspartate aminotransférase
BHI : Brain Heart Infusion
C : conventionnel
cm : Centimètre
E. coli : *Escherichia coli*
ETSA : Trypto caséine soja gélose
Lactobacillus : *Lactobacillus acidophilus*
L. casei : *Lactobacillus casei*
LPS : Lipopolysaccharide
M1 : Première molaire
M2 : Deuxième molaire
MEB : Microscopie électronique à balayage
mL : Millilitre
mm : Millimètre
PBS : Phosphate Buffered Saline (Solution saline tamponnée au phosphate stérile)
PCR : Réaction de polymérisation en chaîne
Pg : *Porphyromonas gingivalis*
Pi : *Prevotella intermedia*
PM 1 : Première prémolaire
PM 2 : Deuxième prémolaire
Pn : *Prevotella nigrescens*
RCM : milieu de culture de Robertson à viande cuite
S. mutans : *Streptococcus mutans*
S. sanguis : *Streptococcus sanguis*
S. sobrinus : *Streptococcus sobrinus*
Td : *Treponema denticola*
Tf : *Tannerella forsythia*
TYCSB : Trypticase levure cystéine saccharose Bacto Agar)
UFC : Unité de colonie formée

BIOFILMS ORAUX ET DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES FIXES

I. GÉNÉRALITÉ

1. Biofilm et surfaces dures

Les maladies parodontales, comme les gingivites, sont plurifactorielles, inflammatoires, et localisées au parodonte.

La majorité d'entre elles est **d'origine bactérienne**, induite par ce que l'on appelle cliniquement la « plaque dentaire ». En effet, elles sont provoquées par la formation du « biofilm ». En l'absence de brossage, un enduit adhérent aux surfaces dentaires se forme, et sa quantité augmente progressivement avec le temps ; c'est le biofilm. D'après **Socransky et al.**, la formation de cet enduit adhérent entraîne l'apparition d'une inflammation gingivale qui s'accroît avec le temps, mais cesse immédiatement après la reprise d'une hygiène bucco-dentaire correcte.

Les biofilms sont des structures hautement spécialisées, dynamiques qui se forment spontanément sur une surface dure entourée de liquide, comme les dents, les matériaux d'obturation, les prothèses, ou encore les **dispositifs orthodontiques**.

Dans la cavité buccale, les surfaces dures font partie des surfaces exposées aux bactéries à l'origine des maladies parodontales, telle que la gingivite. Étant donné que sur les surfaces dures, comme les dispositifs orthodontiques, il n'y a pas de desquamation de surface possible, l'adhérence des micro-organismes est stable et contribue à la formation de couches bactériennes multiples.

L'interaction des bactéries avec ces surfaces se fait par l'intermédiaire d'une pellicule acquise interposée. La pellicule acquise correspond à un revêtement insoluble qui se forme naturellement et spontanément à la surface des dents et des dispositifs orthodontiques. Elle est l'élément fondateur initial du biofilm.

Dès que l'environnement est favorable, les bactéries du microbiote buccal se fixent sur les dents ainsi que sur les dispositifs orthodontiques et s'organisent très vite en biofilms multi-espèces. Ces derniers sont d'abord situés en supra-gingival au contact des dents et de la partie coronaire de la gencive. Si les biofilms ne sont pas éliminés par une hygiène bucco-dentaire correcte, ils prolifèrent dans le sillon gingivo-dentaire. La gencive s'enflamme, et s'hypertrophie.

Avec le temps, cette agrégation de plaque se consolide et s'épaissit. L'oxygène se raréfie dans les couches profondes, ce qui favorise la croissance des bactéries anaérobies. Ces dernières sont plus pathogènes que les bactéries aérobies car leur métabolisme énergétique aboutit à la formation d'acides néfastes pour les structures dentaires et parodontales.

En l'absence de toute thérapeutique, les biofilms supra-gingivaux s'épaississent et

progressent en sous-gingival.

La gingivite se manifeste en général 10 à 20 jours après l'arrêt de l'hygiène bucco-dentaire. Si l'inflammation persiste un certain temps, une réaction de fibrose se produit, ce qui provoque une hyperplasie gingivale et la formation de « fausses poches » dues au déplacement coronaire du sommet de la gencive marginale, sans perte réelle d'attache.

2. Gingivites induites par les biofilms bactériens de la plaque dentaire

Dans le contexte d'une gingivite, trois contextes cliniques sont à distinguer :

- Les gingivites non modifiées par un facteur de risque.
- Les gingivites modifiées par des facteurs de risque locaux et/ou généraux.
- Les gingivites modifiées par une médication.

D'après **Chapple et al.** et **Murakami et al.**, les dispositifs orthodontiques représentent un **facteur de risque local** et rentrent ainsi dans la seconde catégorie. En effet, leur conception facilite la rétention de la plaque et rend le brossage plus complexe. Ainsi, leur mise en place sur du long terme, favorise l'apparition et l'accumulation de plaque dentaire. Cependant, d'autres facteurs de risque locaux ou généraux sont également à prendre en compte.

Certains facteurs systémiques comme le tabagisme, l'hyperglycémie, la nutrition, les agents pharmacologiques, et les stéroïdes sexuels présents lors de la puberté ou encore de la grossesse, peuvent avoir un impact sur l'apparition d'une gingivite et sont potentiellement des facteurs pouvant modifier la réponse de l'hôte face à une agression bactérienne.

D'autres facteurs locaux, comme la ventilation orale, ou d'autres facteurs de rétention de plaque comme les prothèses, les restaurations défectueuses, et les appareils orthodontiques, sont des éléments qui rendent difficiles les manœuvres d'hygiène et favorisent la rétention de la plaque dentaire.

C'est pour cela qu'un questionnaire médical précis se révèle nécessaire avant l'inclusion des participants à une quelconque étude. Des facteurs de risques locaux et généraux pouvant modifier la réponse au traitement et influencer la réponse parodontale.

II. INTRODUCTION

Lorsque nous parcourons la littérature, nous remarquons que de nombreuses études ont été réalisées sur le biofilm chez les patients ayant un traitement orthodontique, et plus globalement sur les répercussions parodontales que peuvent engendrer de tels traitements. En effet, de nombreux auteurs se sont intéressés aux répercussions de ce traitement, souvent long, et majoritairement mis en place au moment où les enfants ne sont pas toujours conscients de l'enjeu de l'importance d'une hygiène bucco-dentaire adéquate. Ce sujet a donc fait l'objet d'une multitude de recherches, sans pour autant en sortir un consensus général. Les conclusions qui ressortent divergent, c'est pourquoi, nous avons décidé de faire le point sur ce qu'il ressort de la littérature au sujet de la rétention du biofilm oral sur le matériel orthodontique, plus précisément sur les différentes attaches et ligatures communément utilisées lors de ces traitements, et les répercussions parodontales qui en découlent.

III. REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE.

1. Analyse exhaustive des études de la littérature relatives à l'adhérence des biofilms oraux sur les différentes attaches utilisées en orthodontie dento-faciale

1.1 Attaches auto-ligaturantes VS conventionnelles

L'objectif de ce travail était de vérifier, à l'aide d'études in vivo, l'impact de la morphologie (auto-ligaturante et conventionnelle) des attaches orthodontiques sur la rétention du biofilm oral.

Comme nous venons de l'expliquer, les appareils orthodontiques entravent les procédures d'hygiène buccale et provoquent l'accumulation de plaque dentaire en créant de nouvelles zones de rétention. Or, cette plaque dentaire est le principal facteur étiologique dans le développement de caries dentaires et des maladies parodontales.

Les caractéristiques morphologiques et les propriétés physiques des différents types d'attaches sont très différentes et pourraient influencer la quantité ou la qualité du biofilm et, par conséquent, avoir des répercussions différentes sur le parodonte.



Figure 1 : Attache conventionnelle métallique



Figure 2 : Attache auto-ligaturante métallique

De nombreuses études ont déjà démontré le lien entre accumulation de plaque dentaire et présence d'appareils multi-attaches (**Balenseifen et al, Huser et al, Chang et al, Naranjo et al**).

Pour optimiser les procédures orthodontiques, les fabricants ont proposé une alternative aux attaches conventionnelles (C), en introduisant des attaches auto-ligaturantes (AL), qui ont beaucoup gagné en popularité au cours des dernières années. Parmi les arguments avancés, étaient retrouvés : l'amélioration de l'hygiène bucco-dentaire (du fait de l'encombrement réduit du support, qui présente moins de sites de rétention propices à la colonisation microbienne) et l'élimination de la ligature (élastomérique ou en acier inoxydable), ce qui limite la rétention de plaque dentaire et diminue le temps de travail. La supériorité clinique des attaches auto-ligaturantes a donc été affirmée par les fabricants, mais la littérature manque de preuves scientifiques quant à leur impact sur la santé parodontale, les résultats des nombreuses études sur le sujet étant discordants.

1.1.1 Critères d'inclusion et articles retenus

Pour une approche plus exhaustive des études cliniques publiées sur le sujet, une recherche a été réalisée sur trois bases de données, sans limite inférieure de période : PubMed, GoogleScholar et The Cochrane Library, avec les mots clés suivants : conventional ; brackets ; self-ligating ; plaque ; retention.

Différents critères permettent de sélectionner des articles selon leur pertinence. Dans un premier temps nous éliminons les articles dont les titres ne semblent pas correspondre à notre sujet. Dans un second temps, nous éliminons les articles dont les résumés ne sont pas assez pertinents ou hors de propos. Enfin les articles restants sont triés en fonction des potentiels biais et incohérences rencontrés lors de la lecture complète de ceux-ci.

Les critères d'inclusion pour les études sélectionnées étaient les suivants : les études in vivo, et les études réalisées sur les êtres humains uniquement. Les essais cliniques devaient ensuite imposer la conduite d'un traitement orthodontique avec des attaches conventionnelles et/ou auto-ligaturantes.

Les critères d'exclusion comprenaient des études réalisées sur des animaux, incluant des patients souffrant de problèmes parodontaux ou de maladies systémiques, ayant consommés des antibiotiques ou des solutions antiseptiques orales, ou encore des patients souffrant d'alcoolisme chronique ou fumeurs. Ont également été exclus les case-reports, les lettres, les opinions personnelles, les revues narratives, les guides de pratiques cliniques, les études in vitro et les résumés de conférences.

Ont été respectivement identifiées sur PubMed, The Cochrane Library et GoogleScholar 3, 2 et 761 références. Après lecture complète des articles et suppression de 3 doublons, 17 études comparant les attaches auto-ligaturantes aux attaches conventionnelles ont donc été retenues et classées dans les tableaux suivants.

Figure 3: Diagramme des flux des références

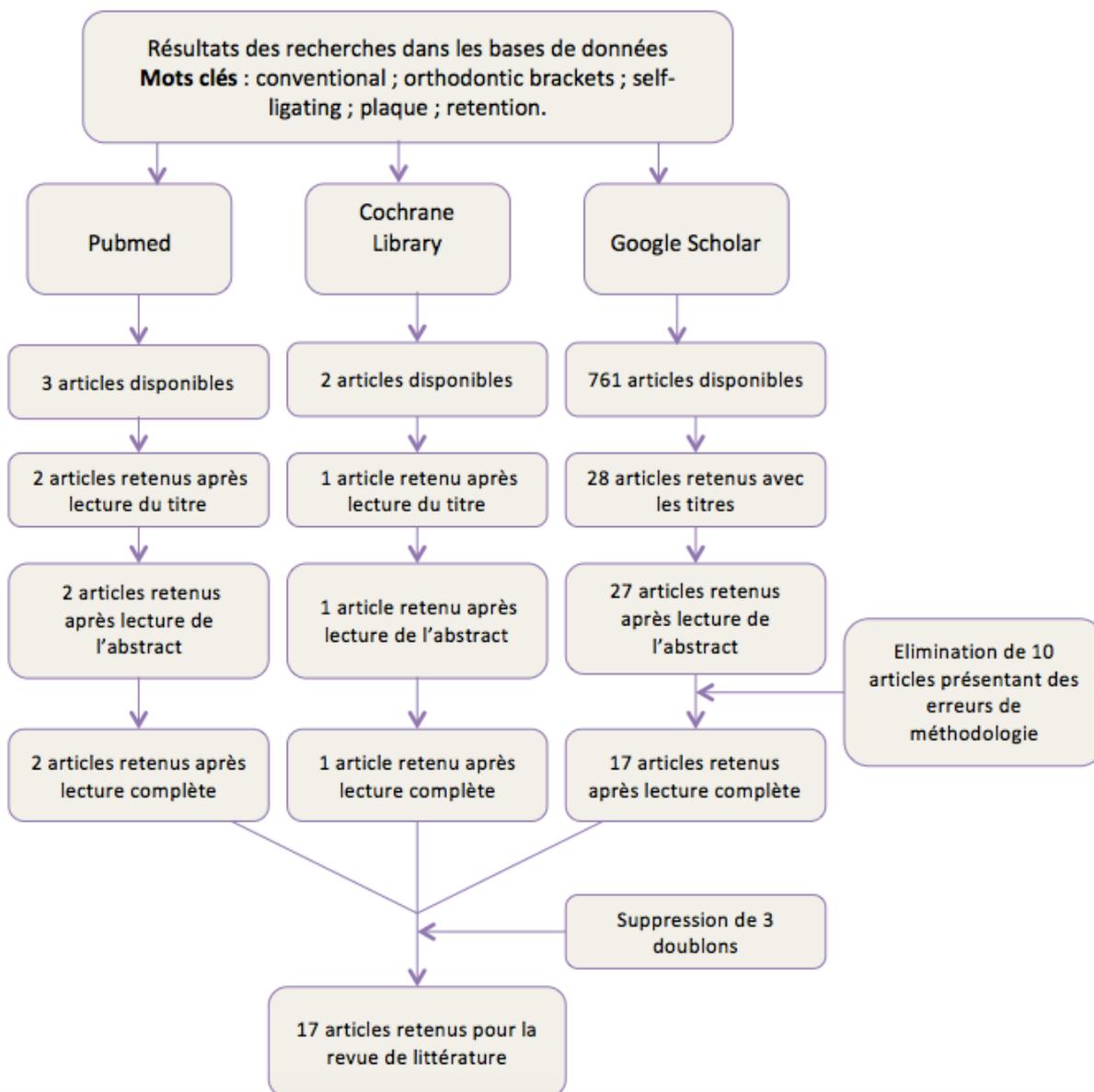


Tableau I : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion

Références	Motif
P C Sunil, Tony Michael, Aravind S Raju, Renji K Paul, J Mamatha, and T M Ebin. Evaluation of Micro-organism in Ligated Metal and Self-ligating Brackets using Scanning Electron Microscopy: An <i>In Vivo</i> Study. J Int Oral Health. 2015 Jul; 7(7): 58–62.	Problème de méthodologie : Avulsion et découpe des dents avant microscopie électronique à balayage.
Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Oct;140(4):e193-8	Problème de méthodologie : Etude in vitro utilisant des dents en plastique.
Leonard Euler Andrade Gomes do Nascimento ¹ , Margareth Maria Gomes de Souza ² , Angela Rita Pontes Azevedo ³ , Lucianne Cople Maia ⁴ . Are self-ligating brackets related to less formation of Streptococcus mutans colonies? A systematic review. Dental Press J Orthod. 2014 ; 19 : 60-68	Revue de la littérature
Mummolo S, Marchetti E, Giuca MR, Gallusi G, Tecco S, Gatto R, et al. In-office bacteria test for a microbial monitoring during the conventional and self-ligating orthodontic treatment. Head Face Med. 2013;9:7.	Problème de méthodologie : Utilisation d'une solution antiseptique à base de Chlorhexidine.
Ireland AJ, Soro V, Sprague SV, Harradine NW, Day C, Al-Anezi S. The effects of different orthodontic appliances upon microbial communities. Orthod Craniofac Res. 2014;17:115–123.	Problème de méthodologie : Comparaison de attaches auto-ligaturantes à des attaches auto-ligaturantes avec ligatures élastomériques.
Ruhi Nalçacı, Yener Özat, Serpil Çokakoğlu, Hakan Türkkahraman, Süleyman Önal, and Selçuk Kaya (2014) Effect of bracket type on halitosis, periodontal status, and microbial colonization. The Angle Orthodontist: May 2014, Vol. 84, No. 3, pp. 479-485.	Problème de méthodologie : Aucune précision sur les dents sur lesquelles les différentes mesures sont relevées.
Shalchi M, Hajian-Tilaki A, Sadegh Khanjani M, Sabzgol P, Aghajani Nargesi R. Comparing Streptococcus Mutans adhesion by using different orthodontic bracket ligations: An in vitro study. Journal of Dentomaxillofacial Radiology, Pathology and Surgery. 2018; 7(1): 7-12.	Problème de méthodologie : Pour réduire la rugosité de surface des attaches et l'adhésion des bactéries, un composite a été placé sur la surface des attaches.
Sharmada B.K, Aparna, Hemanth M., KarthikKabbur. A Comparative Evaluation of Microbial Colonization with Different Ligation Techniques. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 15, Issue 3 Ver. III (Mar. 2016), PP 01-03	Problème de méthodologie : Aucune information concernant la nature des échantillons prélevés.
Rohit Pani Shankar. K , Krishnan Mahalakshmi, R.V.Murali, Kesavaram Padmavathy, Saravanan Balasubramanian. Evaluation of Streptococcus Mutans Biofilm Retention by Three Different Types of Ligations on Orthodontic Brackets: An In-Vitro Scanning Electron Microscopic Study. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 13, Issue 6 Ver. IV (Jun. 2014), PP 70-74	Problème de méthodologie : Avulsion des prémolaires avant analyse de la quantité de plaque
Jun H Park, Peter T Gakunga, Lakshmi Vishwanat and Bennett T Amaechi. Influence of Ligation Methods on Plaque Accumulation and White Spots Formation around Orthodontic Brackets. Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy, 2014.	Etude in vitro

Tableau II : Tableau des études in vivo retenues

Références	Type d'étude	Objectif	Matériel et Méthode	Résultats
Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, McLead J, Covell DA Jr, Maier T, et al. Plaque retention be self-ligation vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison or oral bacteria detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135:426.e1-9:discussion,426-7	Essai randomisé contrôlé	Evaluer l'accumulation de la plaque dentaire autour des attaches et déterminer l'efficacité de la bioluminescence de l'ATP pour évaluer l'indice de plaque.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques grises - Nombre : 18 patients (bouche fractionnée) - Temps : 5 semaines - Dents : incisives latérales - Inclusion : 11-17 ans et bonne hygiène bucco dentaire - Exclusion : grossesse , diabète, antibiotiques 3 mois avant, utilisation de solution antiseptique orale - Méthode d'analyse : Prélèvement de plaque et de salive placé sur gélose spécifique pour les S.Mutans, mitis et salivarius et détermination de la quantité de plaque dentaire par bioluminescence de l'ATP. 	<p>Le nombre total de bactéries ainsi que le nombre de streptocoques présents dans la plaque autour des attaches est significativement plus faible pour les attaches auto-ligaturantes que pour les attaches conventionnelles.</p> <p>L'ATP par bioluminescence est corrélé au taux de bactéries orales et s'est révélé utile pour évaluer l'indice de plaque</p>
Pandis N, Vlachopoulos K, Polychronopoulou A, Madianos P, Eliades T. Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets. Orthod Craniofac Res. 2008;11(4):211-5.	Essai randomisé contrôlé	Déterminer si l'utilisation des attaches auto-ligaturantes est associée à une meilleure santé parodontale.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques - Nombre : 100 (deux groupes de 50) - Temps : 18 mois - Dents : incisives et canines mandibulaires - Inclusion : 12-17 ans, en cours de traitement orthodontique, absence d'habitudes orales néfastes et de classe III. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Les variables étudiées sont l'indice de plaque, l'indice gingival, l'indice de tartre et la profondeur de sondage. 	Pour tous les indices parodontaux étudiés, aucune différence n'a été trouvée entre les deux groupes de patients.
Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Influence of bracket design on microbial and periodontal parameters in vivo. J Clin Periodontol 2007;34(5):423-31.	Essai randomisé contrôlé	Déterminer l'influence du type d'attache sur la profondeur de sondage, et le nombre de colonies de bactéries	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques et sites contrôle sans attache - Nombre : 16 (bouche fractionnée) - Temps : 7 jours - Dents : premières et deuxième prémolaires (PM1 et PM2) et premières molaires (M1) de chaque cadran - Inclusion : 17-27 ans, non tabagique, pas de restaurations 	Les colonies anaérobies et aérobiees étaient significativement plus élevées dans les sites AL que dans les sites C. Le passage des espèces aérobiees aux espèces anaérobies a été observé plus tôt dans les sites AL que dans les sites C. Les sites AL et C ont montré un débit intra-sulculaire

		anaérobies. Et comparer la quantité de plaque sur les dents équipées d'attaches orthodontiques et sur les dents témoins sans attache.	dentaires étendues ou de prothèses fixées, faible indice de saignement au sondage et pas d'antibiotique pendant ou jusqu'à 4 mois avant l'étude. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Les variables étudiées sont la profondeur de sondage, le saignement au sondage et le débit salivaire intra-sulculaire. Des échantillons microbiologiques ont été prélevés sur les attaches et les dents non collées.	significativement plus élevé que les sites témoins. Plus d'hypertrophie a été observée dans les sites AL que dans les sites C et témoins. Aucune différence significative de saignement au sondage n'a été observée. La comparaison des dents collées aux dents témoins a montré une formation de plaque plus rapide au niveau des sites collés.
Pithon MM, Santos RL, Nascimento LE, Ayres AO, Alviano D, Bolognese AM. Do self-ligating brackets favor greater bacterial aggregation? Braz J Oral Sci. 2011;10(3):208-12.	Essai randomisé contrôlé	Comparer l'adhésion des micro-organismes sur les attaches auto-ligaturantes et les attaches conventionnelles.	- AL vs C avec ligatures élastomériques grises. - Nombre : 5 H (C-AL-AL-AL-AL) - Temps : 21 jours - Dents : canine, PM1, PM2, M1, M2 mandibulaires. - Inclusion : âge : 25,3 ans, bonne santé générale, pas de traitement orthodontique antérieur - Exclusion : prise de médicaments pendant l'étude - Méthode d'analyse : Les attaches de l'hémi-arcade droite ont été utilisées pour le recueil de plaque dentaire et le comptage des colonies ; et celles du côté gauche ont été observées en microscopie électronique à balayage (MEB) afin de déterminer la quantité de plaque dentaire adhérente.	Dans toutes les zones évaluées, les attaches conventionnelles retenaient moins la plaque que les attaches auto-ligaturantes.
Pejda S, Varga ML, Milosevic SA, Mestrovic S, Slaj M, Repic d, Bosnjak A. Clinical and microbiological parameters in patients with self-ligating and conventional brackets during early phase of orthodontic treatment. Angle Orthod. 2013;83(1):133-9.	Essai randomisé contrôlé	Evaluer l'effet du design des attaches (conventionnelles ou auto-ligaturantes) sur la santé parodontale et les pathogènes parodontaux retrouvés dans la plaque sous-gingivale.	- AL vs C avec ligatures métalliques. - Nombre : 38 (en deux groupes de 19) - Temps : 18 semaines - Dents : arcades maxillaires et mandibulaires - Inclusion : 11-18 ans, nécessité d'un traitement orthodontique, bonne santé générale et parodontale (pas de poches supérieures ou égales à 3mm), pas d'antibiotiques dans les 6 mois avant l'étude, non tabagiques - Exclusion : utilisation de solution antiseptique orale	La quantité de plaque ne varie pas à différents moments du traitement, et il n'y a pas de différence significative entre les AL et les C. Le type de d'attache n'a pas d'influence sur le saignement gingival. Les profondeurs de sondage selon les différentes attaches n'étaient pas

			<ul style="list-style-type: none"> - Méthode d'analyse : Les paramètres cliniques comme la profondeur de sondage, la plaque et le saignement ont été recueillis. La plaque supra gingivale a été collectée avec une sonde et la plaque sous gingivale avec une pointe de papier stérile. Une PCR a été effectuée pour cinq pathogènes parodontaux putatifs: AA, PG, PI, TF et TD (voir glossaire). La quantité de plaque était analysée visuellement. 	significativement différentes. La prévalence des AA était significativement plus élevée chez les patients équipés d'attaches conventionnelles.
Pandis N, Papaioannou W, Kontou E, Nakou M, Makou M, Eliades T. Salivary Streptococcus mutans levels in patients with conventional and self-ligating brackets. Eur J Orthod. 2010;32(1):94-9.	Essai randomisé contrôlé	Etudier l'effet du type d'attaches (conventionnelles ou auto-ligaturantes) sur le nombre salivaire de S. mutans et le nombre total de bactéries.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques - Nombre : 32 (deux groupes de 16) - Temps : 3 mois - Dents : arcades maxillaire et mandibulaire - Inclusion : 11-17 ans et traitement orthodontique sur les deux arcades, non tabagiques, pas de restauration, pas d'extraction due à des caries. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Recueil de 3ml de salive dans une boîte de Pétri vide réfrigérée. Evaluation de l'indice de plaque, et du CAOD (dents cariées, absentes ou obturées). Caractérisation et Identification de S. mutans par morphologie des colonies, coloration de Gram et l'activité de la catalase. 	Pas de différence du nombre total de bactéries et de S. mutans entre les deux groupes d'attaches.
Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: A quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;144:260-7.	Essai randomisé contrôlé	Effets du type d'attache (AL vs C) ligaturées avec des ligatures en acier inoxydable sur la rétention de la plaque dentaire et la flore microbienne.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 20 (deux groupes de 10, avec AL au maxillaire droit et C mandibulaire gauche et inversement) - Temps : 3 mois - Dents : toutes les dents sauf les molaires - Inclusion : 14,2 ans , traitement orthodontique fixe sans extraction, dentition permanente, hygiène bucco-dentaire adéquate, sujets droitiers - Exclusion : dents délabrées ou manquantes (sauf les molaires), maladies systémiques et l'utilisation d'antibiotiques au cours des 3 mois précédents. 	Quantité de bactéries similaire dans les deux groupes. Les indices parodontaux (indice de plaque, saignement au sondage, profondeur de la poche) étaient également similaires dans les deux groupes.

			<ul style="list-style-type: none"> - Méthode d'analyse : Mesures cliniques : Indice de plaque, profondeur de sondage et saignements au sondage. Echantillons de plaque supra-gingivale ont été obtenus pour la détection des bactéries. Une analyse quantitative de S. mutans, Streptococcus sobrinus, Lactobacillus casei et Lactobacillus acidophilus a été réalisée en utilisant une PCR en temps réel. 	
Hassan KS, Alagl AS, Ali I. Periodontal status following self-ligature versus archwire ligation techniques in orthodontically treated patients – Clinical, microbiological and biochemical evaluation. Orthod Waves. 2010;69:164–70.	Essai randomisé contrôlé	Evaluer l'évolution de la flore microbienne et de l'état parodontal, et l'activité de l'aspartate aminotransférase dans le fluide intra-sulculaire après le traitement orthodontique.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 22 (bouche fractionnée) - Temps : 6 mois - Dents : Canines, PM et Molaires maxillaires - Inclusion : 13-22 ans, état systémique sain, pas d'utilisation d'anti-inflammatoires ou d'antibiotiques au cours des trois mois précédant le début de l'étude, profondeur de sondage de 4 mm maximum, perte d'attache de tout site inter-proximal ne dépassant pas 2 mm, aucune preuve radiographique de la perte osseuse parodontale - Exclusion : Prise d'une solution antiseptique à base de Chlorhexidine et anti inflammatoires. - Méthode d'analyse : Evaluation de l'indice de plaque (Löe et Silness), indice gingival (Löe et Silness), profondeur de sondage et niveau d'attache. - Evaluation au stéréo-microscope de la plaque sous-gingivale : lactobacilles et streptococcus mutans. - Mesure du débit et de l'activité de l'aspartate aminotransférase du fluide intra-sulculaire par spectrophotométrie. 	<p>Les indicateurs parodontaux se sont dégradés avec les attaches auto-ligaturantes, par rapport aux conventionnelles.</p> <p>Les quantités de bactéries étaient légèrement supérieures au niveau des C par rapport aux AL quelles que soient les périodes de surveillance.</p> <p>L'activité enzymatique de l'aspartate aminotransférase était significativement plus grande au niveau des attaches C par rapport aux AL.</p>
Işıl ARAS, Serap TİTİZ, Aynur ARAS, Sema BECERİK. Does Orthodontic Treatment with Self-Ligating or Conventional Brackets Have Different Effects on Periodontal Health? Türkiye Klinikleri J Dental Sci	Essai randomisé contrôlé	Comparer l'effet des attaches auto-ligaturantes et conventionnelles sur l'accumulation de la plaque dentaire et	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques - Nombre : 30 (deux groupes de 15) - Temps : 5 mois - Dents : toutes les dents - Inclusion : 12-17 ans, 2-4 mm de surplomb, Classe I, maxillaire et mandibulaire antérieur encombrement ≤5 	Pas de différence statistiquement significative au niveau des indices parodontaux dans les deux groupes de patients. Pas de différence également au niveau des quantités de plaque entre les deux groupes.

2016;22(3):202-8.		les paramètres parodontaux cliniques.	<p>mm , dentition permanente, pas d'antibiotique dans les trois mois précédents l'étude.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exclusion : dents antérieures ayant subi des restaurations, maladies systémiques ou consommation périodique de médicaments, médicaments induisant une gingivite, dents manquantes ou cariées, tabac, béance. - Méthode d'analyse : Indices parodontaux : profondeur de sondage, indice de plaque et saignement au sondage ont été enregistrés au départ (3ème mois du traitement orthodontique) et au final (5ème mois du traitement orthodontique) sur toutes les dents au niveau de 6 sites. L'indice de plaque sur les incisives maxillaires et mandibulaires a également été mesuré objectivement à l'aide d'une méthode d'imagerie numérique. Les patients ont utilisé un révélateur de plaque à base de fluorescéine. 	
Mauricio de Almeida Cardoso, Patrícia Pinto Saraiva, Liliana Ávila Maltagliati, Fernando Kleinübing Rhoden, Carla Cristina Alvarenga Costa, David Normando, Leopoldino Capelozza Filho. Alterations in plaque accumulation and gingival inflammation promoted by treatment with selfligating and conventional orthodontic brackets. Dental Press J. Orthod. vol.20 no.2 Maringá Mar./Apr. 2015	Essai randomisé contrôlé	Comparer la réponse parodontale en cours de traitement orthodontique avec des attaches C ou AL.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 16 (deux groupes de 8) - Temps : 180 jours - Dents : toutes les dents à partir des premières molaires. - Inclusion : 12-16 ans, dentition permanente, indice de plaque visible inférieur à 10% des surfaces, pas d'inflammation gingivale, pas de saignement au sondage. - Exclusion : agénésie ou dents incluses (nécessitant une traction); gingivite avant le placement de l'attache; nécessité d'une disjonction maxillaire; antécédents d'utilisation de médicaments induisant une gingivite, anomalies squelettiques modérées à sévères. - Méthode d'analyse : Indice de plaque, indice de saignement gingival et profondeur de sondage ont été évalués juste après la mise en place des appareils orthodontiques et 30, 60 et 180 jours plus tard, au niveau de 6 sites par dent. - Des révélateurs de plaque ont été utilisés. 	Aucun changement significatif n'a été trouvé en ce qui concerne la réponse parodontale au traitement orthodontique entre les groupes équipés d'attaches AL ou C.

<p>Tyson Buck, Peter Pellegrini, Rebecca Sauerwein, Michael C. Leo, David A. Covell Jr, Tom Maier, Curtis A. Machida. Elastomeric-ligated vs self-ligating appliances: A pilot study examining microbial colonization and white spot lesion formation after 1 year of orthodontic treatment. Orthodontics : the art and practice of dentofacial enhancement · June 2011.</p>	<p>Essai randomisé contrôlé (Suite de l'étude de Pellegrini et al.)</p>	<p>Evaluer l'intérêt de la bioluminescence de l'ATP pour quantifier des bactéries de la plaque, comparer les quantités de bactéries à l'interface attache-dent avec des attaches C ou AL après 1 an de traitement orthodontique. Etudier l'apparition de leucomes précaireux par évaluation photographique et fluorescence laser (DIAGNOdent).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques - Nombre : 13 des patients de l'étude de Pellegrini et al. (bouche fractionnée) - Temps : 1 an - Dents : incisives latérales - Inclusion : 11-17 ans et bonne hygiène bucco-dentaire - Exclusion : grossesse , diabète, prise d'antibiotiques 3 mois avant le début de l'étude, utilisation d'une solution antiseptique orale - Méthode d'analyse : La plaque a été prélevée sur les quatre incisives latérales. Après prélèvement de plaque, des échantillons de salive stimulée ont également été recueillis pour chaque patient. <p>Analyse microbiologique des échantillons : Quatre échantillons de plaque ont été prélevés par sujet 1 an après le début du traitement. Chaque échantillon de plaque a été dilué dans 1 ml de solution saline tamponnée au phosphate stérile (PBS), et les échantillons ont été dispersés par agitation sur une plateforme à bascule. Les échantillons ont ensuite subi des dilutions. Les dilutions ont été étalées sur de la gélose au sang enrichie pour déterminer le nombre total de bactéries.</p> <p>Bioluminescence des échantillons par ATP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les niveaux d'ATP contenus dans les bactéries de la plaque diluée et de la salive ont été évalués avec le kit BacTiter Glo, qui contient le substrat de luciférine et l'enzyme luciférase nécessaires pour conduire la conversion de l'ATP en ADP. La bioluminescence induite par l'ATP a été mesurée à l'aide d'un luminomètre à microplaque Veritas. 	<p>La bioluminescence renvoyée par l'ATP peut être utilisée pour mesurer précisément la quantité de bactéries de la plaque totale chez les patients orthodontiques. Après 1 an de traitement, il n'y a pas de différence de rétention des bactéries de la plaque entre les différents types d'attaches.</p>
<p>Emine Kaygisiz; Fatma Deniz Uzuner; Sema Yuksel; Levent Taner; Rana Culhaoglu; Yasemin Sezgin; Can Ates, Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. Angle Orthodontist, Vol 85, No 3, 2015</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Etudier l'effet du traitement orthodontique fixe avec attaches auto-ligaturantes et conventionnelles sur la santé parodontale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 60 (en trois groupes) - Temps : 2 mois - Dents : toutes les dents - Inclusion : 12-18 ans, malocclusion de classe I avec un encombrement léger à modéré en dentition permanente, non-tabagique, sans maladie systémique ou 	<p>Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée pour PI, GI, PD, BOP et halitose. Le placement des attaches a provoqué une accumulation de plaque. Les scores PI ont augmenté de manière significative à la fois en 4 semaines et en 8 semaines</p>

			<p>nasopharyngée, et pas d'utilisation d'antibiotique et de solution antiseptique orale au moins 2 mois avant le traitement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exclusion : ventilation orale et antécédent de traitement orthodontique. - Méthode d'analyse : Les mesures parodontales ont été obtenues par un seul examinateur 1 semaine avant le collage (T1), immédiatement avant la mise en place des attaches supérieures et inférieures (T2), 1 semaine après le collage (T3), 4 semaines après le collage (T4) et 8 semaines après collage (T5). Les mesures des paramètres parodontaux et de l'halitose ont été effectuées avant toute manipulation, comme le changement des arcs, afin de ne pas perturber le microbiote oral. - Les indices parodontaux recueillis étaient l'indice de plaque, l'indice gingival, le saignement au sondage et la profondeur de sondage. Ils ont été obtenus au moyen d'une sonde Williams sur quatre sites (mésial, vestibulaire, distal et palatin / lingual) pour toutes les dents. Les indices parodontaux ont été calculés comme une somme des scores moyens pour chaque dent examinée divisée par le nombre de dents évaluées. 	<p>après le collage dans tous les groupes. Cependant, aucune différence significative n'a été trouvée entre les groupes pour la durée globale du traitement.</p>
<p>Rita Politangeli, Silvia Sabatini, Gianna Maria Nardi, Roberto Di Giorgio, Gabriella Galluccio. The filing of bacterial plaque on orthodontic appliances: type of bracket and motivational strengthening. Prevention & Research 2015; 4(2):70-74</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Mesurer l'évolution de la plaque en fonction des attaches (C ou AL) et vérifier l'utilisation d'un journal orthodontique comme aide à la motivation pour améliorer le niveau d'hygiène buccale à domicile .</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligature métalliques - Nombre : 24 (en 2 groupes) - Temps : 60 jours - Dents : 11, 16, 26, 36, 46 - Inclusion : 12-16 ans, Classe I, présence d'attaches orthodontiques sur les deux arcades, positionnées dans un intervalle de temps compris entre 6 et 12 semaines avant la date de la première observation, absence de traitement orthodontique préalable, et absence de maladies et de syndromes systémiques. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Des données ont été collectées avec une sonde CP15 pour estimer la quantité de plaque et de tartre dentaire sur la surface buccale des dents, au niveau 	<p>La présence de plaque est évidente dans les deux appareils mais avec un dépôt plus important plus profondément dans les slots des attaches orthodontiques auto-ligaturantes.</p> <p>Dans une première observation, enregistrée avant la mise en place des attaches, 6 patients sur 15 ont été observés avec la présence de plaque sur la surface vestibulaire.</p> <p>Après des instructions d'hygiène bucco-dentaire appropriées au temps T0, pas de présence de plaque dentaire.</p>

			<p>de l'interface dent/attache, et à l'intérieur des slots. La présence possible de saignement a été évaluée avec l'indice de saignement au sondage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements avant l'étude, à T0, T1 (30 jours) et T2 (60 jours) . A T2, en plus des contrôles effectués à T0 et T1, retrait des arcs orthodontiques et mesure de la plaque et de tartre dentaire sur l'arc et à l'intérieur des slots. 	<p>Les observations à T1 : parmi les patients porteurs d'attaches AL, 4 sur 8 avaient, dans les zones vestibulaires, la présence de plaque, tandis que chez les patients traités avec des attaches C, la présence de couche de plaque chez 13 des 16 patients. A T2 il a été constaté que seulement 1 des patients, traités avec des attaches AL, présentait de la plaque ou du tartre au niveau des zones vestibulaires, mais montrait, inversement, la présence de plaque dentaire et de tartre à l'intérieur des slots.</p>
<p>Shrestha B, Jin X, Chen L, Shrestha R. Comparative Study of Periodontal Status of Early Orthodontic Subjects treated with Self-ligating Brackets vs Conventional Edgewise Brackets. J Ind Orthod Soc 2014;48(4):365-369.</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Evaluer l'évolution des indices parodontaux pendant la phase d'alignement/nivellement chez les patients traités avec des attaches AL et C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 100 (en deux groupes) - Temps : 3 mois - Dents : -- - Inclusion : 12-20 ans - Exclusion : utilisateurs d'antimicrobiens systémiques les 3 mois avant l'examen de base, utilisateurs de médicaments systémiques pour les maladies chroniques, traitement parodontal dans les 3 mois avant l'examen, fumeurs, femmes enceintes ou allaitantes et patients présentant un trouble systémique qui pourrait influencer l'état parodontal ou la réponse au traitement, et profondeur des poches parodontales supérieure ou égale à 3 mm. - Méthode d'analyse : Les indices enregistrés étaient l'indice de plaque, l'indice gingival, la profondeur de sondage et le saignement au sondage, 1 semaine avant le collage des attaches (T1) et 3 mois après le collage (T2). 	<p>Une augmentation significative de l'indice de plaque, de l'indice gingival, de la profondeur de sondage et des saignements au sondage ont été observées dans chaque groupe 3 mois après le collage. Bien que les paramètres parodontaux aient augmenté davantage dans le groupe C que dans le groupe AL en 3 mois, aucune différence statistiquement significative n'a été notée entre les groupes.</p>
<p>Ustaoglu G, Korkmaz YN, Halicioglu K, Uysal Ö. Comparison of effects of bracket types and treatment duration on</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Comparer l'état parodontal selon le type d'attaches (AL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 77 (deux groupes, subdivisés en quatre groupes selon la durée du traitement comme suit: <18 mois (CB: n 	<p>Pas de différence significative de saignement au sondage durant les différentes périodes. De plus, ce résultat</p>

<p>periodontal health of adult patients. APOS Trends Orthod 2019;9(2):94-8.</p>		<p>et C) chez l'adulte à différentes phases du traitement.</p>	<p>= 18; SLB: n = 20) et entre 18 et 36 mois (CB: n = 19; SLB: n = 20).)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps : 36 mois - Dents : -- - Inclusion : 18-30 ans, en bonne santé générale, avec un encombrement minimal à modéré, en dentition permanente, hygiène buccale adéquate, pas d'utilisation d'antibiotique ou de solution antiseptique orale dans les 3 mois avant l'examen parodontal, et pas de tabagisme. - Exclusion : ventilation orale, maladies parodontales, carie active ou antécédent de traitement orthodontique. - Méthode d'analyse : Les indices parodontaux : indice de plaque, indice gingival et saignement au sondage ont été enregistrés à la fin du traitement avec une sonde Williams par un seul opérateur. Le saignement au sondage a été enregistré de façon binaire (présent/absent). 	<p>n'a pas changé selon les types d'attaches. Lorsque les caractéristiques gingivales ont été évaluées, l'indice gingival était la seule valeur plus élevée chez les patients ayant subi un traitement pendant 18 à 36 mois, cependant celui-ci n'a pas été modifié par le type d'attache. En revanche, les durées de traitement et le type d'attache n'étaient pas significativement différents pour toutes les autres valeurs étudiées.</p>
<p>Fatma Deniz Uzuner; Emine Kaygısız; Zeynep Turgut C, ankaya. Effect of the bracket types on microbial colonization and periodontal status. Angle Orthodontist, Vol 84, No 6, 2014.</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Évaluer l'effet de différents types d'attaches sur les quantités de Streptococcus mutans et de Lactobacillus dans la salive, la plaque et l'état parodontal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures métalliques - Nombre : 40 (en deux groupes) - Temps : 1 mois - Dents : Incisives latérales maxillaires et mandibulaire - Inclusion : 14-16 ans, denture permanente, malocclusion de Classe I avec un encombrement minimal, non-tabagiques, sans maladie systématique ni problèmes parodontaux, pas d'utilisation d'antibiotique ou de solution antiseptique orale pendant les 3 mois précédant la sélection des participants. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Des enregistrements microbiens et parodontaux ont été obtenus avant le collage (T1) et 1 mois après le collage (T2). - L'examen parodontal comprenait les mesures de l'indice de plaque, de l'indice gingival et de la profondeur de sondage pour toutes les dents. - Analyse microbiologique : Pour estimer le nombre de colonies de S. mutans et Lactobacillus par millilitre de 	<p>Aucune différence n'a pu être confirmée dans le comptages des S.mutans et Lactobacillus., entre les deux systèmes d'attaches.</p>

			<p>salive et de plaque dentaire supra-gingivale, des kits Dentocult ont été utilisés. Des échantillons de plaque ont été prélevés sur les surfaces vestibulaires entourant les supports des incisives latérales maxillaires et mandibulaires avec un détartreur dentaire différent stérilisé.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La salive stimulée produite pendant la première minute a été collectée pour la détection de S.mutans. Pour la détection de Lactobacillus, au cours des quatre minutes suivantes, les patients ont été invités à recueillir la salive stimulée et à expectorer environ 3 ml de salive dans une boîte de Petri vide réfrigérée. 	
Seema Grover., et al. "Evaluating and Comparing Periodontal and Microbial Parameters in Orthodontic Patients with Elastomeric Modules and Self Ligating Brackets- A PCR Study". EC Dental Science 14.3 (2017): 105-113.	Essai randomisé contrôlé	Evaluer et comparer les indices parodontaux et microbiens chez les patients équipés d'attaches C avec ligatures élastomériques et d'attaches AL.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C avec ligatures élastomériques - Nombre : 16 (en deux groupes) - Temps : 12 semaines - Dents : première molaire à première molaire - Inclusion : moyenne de 16 ans, patients nécessitant un traitement orthodontique fixe, parodonte sain avec des poches ≤ 3 mm, aucun antibiotique pris dans les 3 mois précédents l'étude, aucun traitement parodontal au cours des trois derniers mois et bonne santé générale. - Exclusion : maladie systémique ou prenant des médicaments, fumeurs, antibiotiques dans les trois mois précédant l'étude, antécédents de chirurgie parodontale et dents présentant des restaurations ou des couronnes, utilisation de solution antiseptique orale. - Méthode d'analyse : L'indice de plaque, l'indice gingival et la profondeur de sondage ont été mesurés avant les prélèvements, et des échantillons sous-gingivaux ont été prélevés avant la mise en place des appareils orthodontiques (T0), à 5 semaines (T1), 12 semaines (T2), après la mise en place des attaches dans les deux groupes. La PCR a été utilisée pour mesurer les Aggregatibacter actinomycetemcomitans (AA), Porphyromonas gingivalis (Pg), Prevotella intermedia (Pi) et Streptococcus mutans 	<p>Il y a eu une augmentation significative de l'indice de plaque, de l'indice gingival et de la profondeur de sondage au cours des 12 semaines de placement de l'appareil dans les deux groupes.</p> <p>La profondeur de sondage a significativement augmenté dans le groupe C par rapport au groupe AL. La quantité relative d'A. Actinomycetemcomitans (Aa), Porphyromonas gingivalis (Pg), Prevotella intermedia (Pi) était plus élevée à 12 semaines de traitement dans le groupe C. La quantification bactérienne n'a pas différé significativement dans les deux groupes.</p>

			<p>(SM).</p> <ul style="list-style-type: none">- Des prélèvements de plaque à l'aide de pointes de papier sur les surfaces linguales des prémolaires et des incisives latérales des deux arcade ont permis une évaluation microbiologique.- L'électrophorèse (Système de documentation: Major Science, USA) a été utilisée pour identifier et quantifier des produits amplifiés.	
--	--	--	---	--

1.1.2 Analyse des sections « Matériel et méthode »

Les 17 articles retenus (Tableau II) répondaient tous aux différents critères d'inclusion, bien que des différences dans les méthodologies d'échantillonnage, d'analyse et de suivi rendent les comparaisons parfois un peu délicates. Toutes les études éligibles ont comparé les deux systèmes suivant : attaches conventionnelles métalliques et attaches auto-ligaturantes. Dans de nombreuses études, bien que diverses techniques aient été utilisées pour l'évaluation de la flore microbienne, la technique de culture microbiologique était la plus largement utilisée, comme dans les études de Pellegrini and al., Pandis and al 2010, ainsi que les études de Van Gastel et al., Hassan et al., Pithon et al., Uzun et al., et Buck et al.

a. Etude de Van Gastel et al. en 2007

Lors d'un essai randomisé contrôlé de sept jours sur 16 patients, conduit par **Van Gastel et al.**, les examinateurs ont examiné les profondeurs de sondage, le saignement au sondage, le débit salivaire intra-sulculaire et les colonies de bactéries anaérobies et aérobies contenues dans la plaque dentaire sur les attaches et les surfaces dentaires. Les différents types d'attaches utilisés étaient les attaches auto-ligaturantes Speed Strite Industries® et les attaches conventionnelles métalliques GAC®, avec ligatures élastomériques. Le débit salivaire intra-sulculaire était mesuré à l'aide de pointes de papiers stériles. Quatre pointes de papier étaient placées par dent dans le sillon gingivo dentaire pendant 30 secondes et analysées après retrait. Les échantillons de plaque, quant à eux, ont été collectés à l'aide de curettes stériles sur les 16 patients, au bout de trois et sept jours de traitement. Enfin, les profondeurs de sondage ont été mesurées avec une sonde Merrit B. arrondie et le saignement au sondage a également été enregistré, 20 secondes après le sondage. Tous les échantillons ont été transférés au laboratoire et traités en 12 heures. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées puis étalées au moyen d'une plaque à spirale sur des plaques de gélose au sang non sélectives, complétées par de l'hémine, de la ménadione et 5% de sang de cheval stérile. Après 7 jours d'anaérobie et 3 jours d'incubation aérobie à 37°C, le nombre total d'unités de formation de colonies anaérobies et aérobies (UFC) a été compté.

L'objectif de cette expérience était de déterminer la profondeur de sondage, le saignement au sondage et les colonies de bactéries anaérobies en fonction du système d'attaches et comparer la formation de plaque sur les dents collées avec différents types d'attaches orthodontiques avec des dents témoins non collées. Les dents étudiées étaient les prémolaires et les premières molaires de chaque cadran, comparées à deux cadrans controlatéraux utilisés comme sites contrôle sans attache.

b. Etude de Pandis et al. en 2010

Une autre étude réalisée par **Pandis et al.** en 2010 a cherché à étudier l'effet du type d'attaches (conventionnelles Microarch GAC® avec ligatures élastomériques ou auto-ligaturantes In-Ovation-R GAC®) sur le nombre de *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) salivaires et le nombre total de bactéries chez des patients bénéficiant d'un traitement orthodontique. De la salive a été recueillie le premier jour de l'étude et deux à trois mois après la pose des appareils orthodontiques sur les 32 patients de l'étude. Des dilutions en série de 10 fois des échantillons de salive ont été inoculées sur un milieu non sélectif et sur un milieu de croissance sélectif pour *S. mutans* utilisé pour compter les unités de colonie formées. Des échantillons de 0,1 millilitres (mL) des dilutions ont ensuite été inoculés sur des plaques de gélose au sang non sélectives. Les plaques de gélose au sang ont été incubées à 37°C pendant trois jours dans une atmosphère de CO₂, après quoi le nombre total de UFC a été compté. La caractérisation et l'identification présumées de *S. mutans* étaient basées sur la morphologie des colonies, la coloration de Gram (coloration permettant de mettre en évidence les propriétés de la paroi bactérienne, et d'utiliser ces propriétés pour distinguer et classer les bactéries) et l'activité de la catalase.

L'indice de plaque ainsi que l'indice des dents cariées, absentes ou obturées ont également été relevés pour estimer la prévalence des caries chez les patients étudiés. Seule cette étude, parmi les études retenues, a estimé la prévalence des dents cariées chez les participants.

c. Etude de Pithon et al. en 2011

Pithon and al. ont également mené à bien un essai randomisé contrôlé comparant les attaches auto-ligaturantes In-Ovation R GAC®, Easy Clip Aditek®, Damon System Ormco® et Smart Clip 3M Unitek® aux attaches conventionnelles Morelli Conventional® avec ligatures élastomériques sur les canines, prémolaires ainsi que les molaires mandibulaires. Cet essai a été mené sur cinq personnes pendant 21 jours. Des échantillons de plaque ont été collectés directement à partir des attaches auto-ligaturantes et conventionnelles de différentes marques à l'aide d'une pointe de papier absorbant, et trois semaines après le collage, les UFC ont été comptabilisées dans le milieu de culture suivant: Mitis Salivarius, spécifique de *Streptococcus mutans*, et BHI (Brain Heart Infusion), non spécifique pour les bactéries et les champignons. Dans cette étude, les UFC ont été comptabilisées visuellement après 24, 48 et 72 heures d'incubation. De plus, une observation des attaches en microscopie électronique à balayage (MEB), après dessiccation et pulvérisation d'or, a permis de voir où se formait préférentiellement la plaque dentaire sur les différentes attaches en fonction de leur morphologie.

d. Etude de Pellegrini et al. en 2009

Pellegrini et al. ont réalisé un essai randomisé contrôlé pendant cinq semaines sur 18 patients, dont l'objectif était d'évaluer l'accumulation de la plaque dentaire autour des attaches et de déterminer si l'adénosine triphosphate (ATP) par bioluminescence pouvait être utile pour évaluer l'indice de plaque. En effet, l'ATP est la première source d'énergie de toute cellule vivante. De ce fait, toute trace d'ATP est le témoin d'une trace de vie. Ainsi, quantifier l'ATP présent dans des cellules permet de quantifier les micro-organismes totaux (flore totale). La mesure se fait à l'aide d'un luminomètre qui donne le résultat en quelques secondes en Unité Relative de Lumière.

Pour cela, ils ont comparé les attaches auto-ligaturantes In-Ovation-R GAC® aux attaches conventionnelles Mini-Ovation GAC®, avec ligatures élastomériques, placées sur les incisives latérales des patients. Ils ont recueilli des échantillons de salive et de plaque dentaire à la surface des dents entourant les attaches après cinq semaines de traitement, à l'aide d'une curette stérile. Chaque échantillon de plaque a été dilué dans du phosphate ainsi qu'une solution saline tampon et agité avec une plateforme à bascule, puis placé dans de la gélose au sang. La rétention de la plaque dentaire sur les différentes attaches, ainsi que le nombre d'unités de colonies formées sur celles-ci ont été analysés dans un milieu de culture de Mitis Salivarius grâce à la bioluminescence entraînée par l'ATP.

e. Etude de Hassan et al. en 2010

Parmi les articles utilisant une méthode de culture classique, celui de **Hassan et al.** avait pour objectif d'évaluer les modifications de la flore microbienne et de l'état parodontal. De plus, une évaluation concomitante des modifications de l'activité de l'aspartate aminotransférase (AST) obtenues à partir du fluide sulculaire gingival, après traitement orthodontique, a été réalisée. Cette étude compare des techniques d'attaches auto-ligaturantes Damon3 Ormco® à des attaches conventionnelles avec des ligatures métalliques sur 22 personnes pendant six mois. Les enregistrements de l'indice de plaque de Löe et Silness, de l'indice gingival de Löe et Silness, de la profondeur de sondage et du niveau d'attache, ont été réalisés en utilisant une sonde parodontale. Grâce à des pointes de papiers stériles, la plaque sous-gingivale a été prélevée. Les échantillons, une fois dilués, ont été inoculés sur gélose au sang et sur gélose Mitis-Salivarius. Les plaques de gélose ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bocal anaérobies. Les lactobacilles et les Streptococcus mutans ont été prélevés et les colonies microbiennes ont ensuite été comptées sous stéréomicroscope. Enfin, grâce à la spectrophotométrie, ils ont effectué l'analyse du débit et de l'activité de l'aspartate aminotransférase du fluide sulculaire. La collecte du fluide se fait en insérant un tube capillaire jetable de 1 ml dans le sillon gingivo-dentaire sur le côté distal et mésial de chaque dent, jusqu'à une profondeur maximale de deux millimètres (mm) pendant 10 secondes. Après une agitation de 24 heures à 40°C, les tubes contenant le fluide ont été retirés et les éluats ont été congelés. Enfin, tous les tubes ont été placés dans l'appareil automatique spectrophotométrique. En effet, l'AST est une

enzyme cytoplasmique intracellulaire qui est libérée extra-cellulairement lors de la mort cellulaire; par conséquent, son activité dans l'environnement extracellulaire peut être considérée comme un indicateur de la nécrose cellulaire.

f. Etude de Uzuner et al. en 2014

L'essai de **Uzuner et al.**, a réuni 40 participants, pendant un mois, afin d'évaluer l'effet des deux différents types d'attaches sur les niveaux de Streptococcus mutans et de Lactobacillus acidophilus (Lactobacillus) dans la salive et la plaque, puis d'évaluer l'état parodontal des patients durant le traitement orthodontique. Les attaches utilisées étaient conventionnelles Avex MX, Opal Orthodontics® avec des ligatures métalliques, et auto-ligaturantes F1000, Leone SpA®). Durant cet essai, des enregistrements microbiens et parodontaux ont été obtenus avant le collage des deux arcades (T1) et 1 mois après le collage (T2), ce qui correspondait au moment du changement des premiers arcs. Tous les enregistrements microbiens et parodontaux ont été collectés par un seul examinateur; un examen parodontal complet a été réalisé au moyen d'une sonde Williams. L'examen parodontal comprenait les mesures de l'indice de plaque, de l'indice gingival et de la profondeur de sondage, sur quatre sites (mésial, distal, lingual, vestibulaire) pour toutes les dents. Les indices parodontaux ont été calculés comme la somme des scores moyens de chaque dent examinée, divisée par le nombre de dents évaluées. Une moyenne de toutes les mesures pour chaque patient a été considérée.

L'analyse microbiologique a été réalisée en obtenant un échantillon de salive stimulée et de la plaque dentaire supra-gingivale. Les sujets s'étaient abstenus de manger, de boire, de se brosser les dents au moins deux heures avant le prélèvement les échantillons. La collecte des échantillons de salive et de plaque supra-gingivale a été effectuée avant tout examen ou manipulation orale, afin de ne pas perturber le microbiote oral. Pour estimer le nombre d'UFC de S.mutans et Lactobacillus par mL dans la salive, et la plaque dentaire supra-gingivale, des kits Dentocult S.mutans et Lactobacillus (Orion Diagnostica) ont été utilisés. Des échantillons de plaque ont été prélevés sur les surfaces vestibulaires autour, des attaches orthodontiques, des incisives latérales maxillaires et mandibulaires avec un détartreur dentaire différent stérilisé. Chaque site échantillonné a été isolé de la contamination salivaire avec des rouleaux de coton et séché à l'air.

Pour recueillir la salive stimulée, les patients ont été invités à mâcher un morceau de paraffine pendant une à cinq minutes. La salive produite pendant la première minute a été collectée pour la détection de S.mutans. Pour la détection de la Lactobacillus, au cours des 4 minutes suivantes, les patients ont été invités à recueillir la salive stimulée et à déverser environ 3 mL de salive dans une boîte de Petri vide réfrigérée. La salive recueillie a été versée sur les deux surfaces d'agar. Les lames S.mutans et Lactobacillus ont été incubées à température ambiante en position verticale pendant sept jours. L'analyse microbiologique de la salive et de la plaque dentaire avait pour objectif de déterminer la quantité de S.mutans et Lactobacillus chez des patients ayant deux types d'attaches différents.

g. Etude de Buck et al. en 2011

Enfin, l'étude longitudinale de **Buck et al.**, reprend 13 des patients ayant été inclus dans l'étude de Pellegrini et al. Elle avait pour but d'évaluer l'utilisation de la bioluminescence entraînée par l'ATP pour la quantification des bactéries de la plaque dentaire, et de comparer les quantités de bactéries de la plaque à l'interface attache-dent avec l'utilisation d'attaches conventionnelles (Mini-Ovation, GAC® avec ligatures élastomériques) et auto-ligaturantes (In-Ovation-R, GAC®) après un an de traitement orthodontique. Dans un second temps, l'objectif était également d'analyser la formation de lésions blanches (white spots) par évaluation photographique et fluorescence laser (DIAGNOdent) à la surface des dents.

Lors de cette étude, la plaque dentaire a été prélevée sur les quatre incisives latérales à l'exception d'un patient, où seules les incisives latérales maxillaires étaient incluses (ce patient n'avait pas d'attaches à la mandibule). Lors des visites d'échantillonnage d'un an, les ligatures élastomériques ont été retirées, ou le mécanisme d'auto-ligature s'est désengagé, et les arcs ont été retirés. Des échantillons de plaque ont été obtenus autour de la base des attaches de chaque incisive latérale en utilisant un détartreur dentaire stérilisé. Après la collecte de la plaque dentaire, des échantillons de salive stimulés ont également été prélevés chez chaque patient.

Analyse microbiologique des échantillons : Quatre échantillons de plaque ont été prélevés par sujet un an après le début du traitement. Chaque échantillon de plaque a été dilué dans 1 mL de solution saline tamponnée au phosphate stérile (PBS), des billes de verre ont été ajoutées et les échantillons ont été dispersés par agitation vigoureuse sur une plateforme à bascule (37°C, 10 minutes). Les échantillons de plaque dispersés, en plus des échantillons de salive stimulée, ont ensuite subi des dilutions en série de 10 fois dans du PBS. Les dilutions ont été étalées sur de la gélose au sang enrichie pour déterminer le nombre total de bactéries.

Bioluminescence des échantillons par ATP: Les niveaux d'ATP contenus dans les bactéries de la plaque diluée et de la salive ont été évalués avec le kit de test de viabilité des cellules microbiennes BacTiter Glo, qui contient le substrat de luciférine et l'enzyme luciférase nécessaires pour conduire la conversion de l'ATP en adénosine diphosphate (ADP), entraînant la génération de lumière mesurable. La bioluminescence induite par l'ATP a été mesurée à l'aide d'un luminomètre à microplaque Veritas® (Turner Biosystems).

Ainsi, comme pour l'étude de Pellegrini et al., la rétention de la plaque dentaire sur les différents supports ainsi que nombre d'UFC sur ceux-ci a été analysé grâce à la bioluminescence entraînée par l'ATP.

Toutefois, les procédures de laboratoire pour cette technique de culture peuvent être défectueuses, longues, aléatoires et opérateur dépendant. Certaines études ont donc utilisé la réaction de polymérisation en chaîne (PCR). La PCR est une méthode simple, rapide et précise pour l'identification et la détection des micro-organismes; dans cette méthode, des fractions d'ADN (acide désoxyribonucléique) spécifiques sont utilisées et un petit nombre

d'agents pathogènes peuvent être détectés dans l'échantillon. Les études utilisant cette technique, sont les études de **Baka et al.**, **Pejda et al.**, ainsi que **Grover et al.**

h. Pejda et al. en 2013

En effet, l'essai randomisé contrôlé de **Pejda et al.** avait pour but de déterminer l'effet de différentes conceptions d'attaches (attaches conventionnelles Sprint Brackets Forestadent® avec des ligatures métalliques, et attaches auto-ligaturantes Damon 3MX, Ormco®) sur les paramètres cliniques parodontaux et les pathogènes parodontaux dans la plaque sous-gingivale et supra gingivale de 38 patients sur 18 semaines. Ils ont recueilli certains paramètres comme la profondeur de sondage, ainsi que le saignement au sondage avant et pendant le traitement orthodontique (à 6, 12 et 18 semaines). Avant la collecte des échantillons, tous les sites ont été isolés avec des cotons salivaires et séchés. Des échantillons de plaque intra-sulculaire ont également été collectés à l'aide d'une pointe de papier stérile sur la première molaire droite maxillaire, l'incisive centrale gauche maxillaire, la première molaire gauche mandibulaire, l'incisive centrale droite mandibulaire, et la première prémolaire mandibulaire gauche. Une fois l'ADN bactérien isolé, une PCR a été effectuée pour cinq pathogènes parodontaux putatifs: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa), *Porphyromonas gingivalis* (Pg), *Prevotella intermedia* (Pi), *Tannerella forsythia* (Tf) et *Treponema denticola* (Td). La quantité de plaque a été analysée visuellement.

i. Baka et al. en 2013

Dans l'étude **Baka and al.**, l'examineur a recueilli l'indice de plaque de Löe et Silness, la profondeur de sondage, le saignement au sondage et a collecté la plaque dentaire à une semaine et à trois mois, à l'aide d'une curette stérile sur toutes les dents des 20 patients, à l'exception des molaires. Le but de cette étude était d'évaluer les effets des attaches auto-ligaturantes Damon Q Ormco® et des attaches conventionnelles Roth-equilibrium 2 Dentaurem® ligaturées avec des ligatures en acier inoxydable, sur la rétention de la plaque dentaire et les modifications de la flore microbienne. Des échantillons de plaque supra-gingivale ont donc été obtenus sur les incisives latérales maxillaires et mandibulaires, et une analyse quantitative de *S.mutans*, *Streptococcus sobrinus* (*S.sobrinus*), *Lactobacillus casei* (*L.casei*) et *Lactobacillus acidophilus* (*Lactobacillus*) a été réalisée en utilisant une technique de PCR. En effet, à chaque rendez-vous, les ligatures et les arcs ont été soigneusement retirés. Les sites d'échantillonnage ont été isolés de l'eau et de la salive avec des rouleaux de coton et séchés doucement à l'air. Les échantillons ont été immédiatement placés dans des tubes stériles contenant 500 µL d'une solution PBS et stockés à -80°C pour l'analyse par PCR en temps réel.

j. Grover et al. en 2017

L'étude de **Grover et al.** avait pour objectif d'évaluer et de comparer les paramètres parodontaux et microbiens chez les patients ayant des attaches conventionnelles Ormco Mini 2000® avec ligatures élastomériques et des attaches auto-ligaturantes RMO FLI®. Dans cet essai de 12 semaines, réunissant 16 personnes, l'indice de plaque, l'indice gingival et la profondeur de sondage ont été mesurés. En parallèle, des échantillons de plaque sous-gingivale ont été prélevés avant la pose des appareils orthodontiques (T0), à 5 semaines (T1), et à 12 semaines (T2), après le retrait des attaches, dans les deux groupes. Ces échantillons de plaque ont été prélevés sur les surfaces linguales des prémolaires et des incisives latérales des deux arcades. Ils ont été obtenus grâce à l'insertion de pointes de papiers stériles. Cette pointe de papier a été laissée pendant 30 secondes, puis soigneusement retirée et transférée dans des flacons contenant du tampon Tris-EDTA tr. Au laboratoire, l'ADN a été stocké à -20 °C. Les échantillons ont été conservés à 40 °C après la PCR. L'électrophorèse a été effectuée pour l'identification et la quantification des produits amplifiés. Ainsi, dans cet essai, la technique de la PCR a été utilisée pour évaluer les Aa, Pg, Pi et S.mutans

k. Pandis et al. en 2008

Quelques articles se sont concentrés exclusivement sur l'analyse de certaines valeurs qui reflètent l'état parodontal des patients, et n'ont pas réalisé de collecte de plaque ou de salive.

En effet, **Pandis et al. en 2008**, lors d'un essai de 18 mois regroupant 100 patients, ont par exemple recueilli l'indice de plaque de Löe et Silness, l'indice gingival de Löe et Silness, la profondeur de sondage ainsi que l'indice de tartre pour les deux groupes d'attaches étudiés. L'objectif de cette étude était de déterminer si l'utilisation d'attaches auto-ligaturantes était associée à de meilleures valeurs d'indices parodontaux, en raison de l'absence de ligature élastomérique et du fait de la surface réduite de sites de rétention pour la colonisation microbienne et l'accumulation de plaque. Les attaches utilisées pour cette étude étaient des attaches conventionnelles Micro arch GAC® et des attaches auto-ligaturantes In-Ovation-R GAC®.

Dans cette étude l'indice de plaque, tel que décrit par Löe et Silness, a été évalué avec un révélateur (Dual Tone; Young Dental, Earth City, MI, USA) sur les surfaces vestibulaires de toutes les dents mandibulaires antérieures (incisives et canines). L'indice gingival a été estimé comme la moyenne des mesures obtenues sur les surfaces mésiales et distales des six dents antérieures mandibulaires. L'indice de tartre, quant à lui, a été évalué comme une estimation de la présence de tartre supra-gingival et / ou de la présence de tartre sous-gingival. Enfin, la profondeur de sondage a été mesurée en millimètres grâce à une sonde parodontale et les résultats ont été moyennés pour les six dents mandibulaires antérieures.

l. Ustaoglu et al. en 2019

L'étude de **Ustaoglu et al.** visait à comparer l'influence des attaches orthodontiques auto-ligaturantes Damon 3MX, Ormco Corporation® et conventionnelles Avex MX, Opal Orthodontics® utilisées avec des ligatures métalliques, sur l'état parodontal. Dans cet essai, 77 participants répartis en deux groupes, ont été subdivisés en quatre sous-groupes selon la durée du traitement comme s'ensuit: moins de 18 mois (Conventionnelle: n = 18; auto-ligaturante: n = 20) et entre 18 et 36 mois (Conventionnelle: n = 19; auto-ligaturante: n = 20.)

Les paramètres parodontaux comme l'indice de plaque, l'indice gingival et le saignement au sondage ont été enregistrés à la fin du traitement avec une sonde Williams au niveau de quatre sites pour toutes les dents, par un seul examinateur. L'examen parodontal a utilisé l'indice de plaque de Löe et Silness, et l'indice gingival de Löe et Seymour dans le secteur antérieur par inspection visuelle. L'indice de saignement a été enregistré de façon binaire comme étant présent ou absent.

m. Shrestha et al. en 2014

Dans l'étude de **Shrestha et al.**, les examinateurs avaient pour objectif d'évaluer les évolutions parodontales qui se produisent pendant la phase d'alignement / nivellement chez les patients traités avec des attaches auto-ligaturantes (Tomy International Inc®) et conventionnelles (Equilibrium 2, Dentarum®) avec ligatures métalliques. L'étude regroupait 100 participants, divisés en deux groupes, pendant trois mois. Les indices parodontaux enregistrés étaient l'indice de plaque, l'indice gingival, la profondeur de sondage et le saignement au sondage, une semaine avant le collage des attaches (à T1) et trois mois après le collage (à T2).

n. Politangeli et al. en 2015

Dans l'essai de **Politangeli et al.**, seule la quantité de plaque a été évaluée. Cette étude visait à vérifier l'évolution de la rétention de la plaque dentaire sur des patients traités par des attaches orthodontiques auto-ligaturantes et conventionnelles avec ligatures métalliques, et de vérifier l'efficacité d'un « journal orthodontique » comme outil de motivation pour améliorer le niveau d'hygiène buccale à domicile. 24 participants, répartis en deux groupes, ont été évalués pendant 60 jours. Des données ont été collectées avec une sonde CP15 afin d'évaluer la présence de plaque dentaire sur la surface vestibulaires des dents, au niveau de l'interface dent/attache, et à l'intérieur du slot, selon l'évaluation binaire suivante : dépôt/pas de dépôt. Le saignement au sondage a également été recherché. Les données précédentes ont ainsi été collectées sur toutes les premières molaires et l'incisive centrale droite.

Plusieurs prélèvements ont été réalisés : un avant l'étude, un à 30 jours et le dernier à 60 jours, lorsque le retrait des arcs orthodontiques a été réalisé. A ce moment, la présence de plaque et de tartre dentaire sur l'arc ainsi qu'à l'intérieur du slot a été évaluée.

o. Kaygisiz et al. en 2015

L'étude de **Kaygisiz et al.**, avait pour but d'étudier l'effet du traitement orthodontique fixe sur l'état parodontal des patients avec attaches auto-ligaturantes (Leone SpA®) et conventionnelles (Avex MX, Opal Orthodontics®) ligaturées à l'aide de ligatures métalliques. Pour cet essai, 60 patients ont été divisés en trois groupes (dont un groupe témoin équipé d'attaches conventionnelles non ligaturées) et évalués pendant deux mois.

Les indices parodontaux ont été obtenus par un seul examinateur, une semaine avant le collage (T1), immédiatement avant la mise en place des attaches (T2), une semaine après le collage (T3), quatre semaines après (T4) et huit semaines après (T5). Le recueil des indices parodontaux et de l'halitose a été effectué avant toute manipulation, notamment le changement des arcs, afin de ne pas perturber le microbiote oral. L'indice de plaque, l'indice gingival, le saignement au sondage et la profondeur de sondage ont été obtenus au moyen d'une sonde Williams sur quatre sites (mésial, vestibulaire, distal et palatin / lingual) pour toutes les dents. Les indices parodontaux ont été calculés comme une somme des scores moyens de chaque dent examinée, divisée par le nombre de dents évaluées.

p. Cardoso et al. en 2015

L'étude de **Cardoso et al.**, a également cherché à évaluer la réponse parodontale au cours d'un traitement orthodontique avec des attaches auto-ligaturantes (Portia 3M®) et conventionnelles (Kirium 3M®) munies de ligatures métalliques. Seize participants ont été séparés en deux groupes sur une durée de six mois. L'indice de plaque, l'indice de saignement gingival et la profondeur de sondage, ont été évalués juste après la pose des appareils orthodontiques et 30, 60 et 180 jours plus tard. Ils ont été enregistrés au niveau de six sites par dent et sur toutes les dents de la cavité buccale, mais seulement à partir des premières molaires. Les secondes molaires ou les éventuelles troisièmes molaires n'ont pas été prises en compte.

Les individus ont été répartis au hasard de sorte que huit individus ont été équipés d'attaches conventionnelles sur l'arcade mandibulaire et d'attaches auto-ligaturantes sur l'arcade maxillaire, et huit individus ont été soumis à des attaches auto-ligaturantes sur l'arcade mandibulaire et d'attaches conventionnelles sur l'arcade maxillaire.

L'évaluation clinique a commencé par le recueil de l'indice de saignement gingival de Løe et Silness. La profondeur de sondage a été mesurée sur les faces vestibulaires, mésio-vestibulaires, disto-vestibulaires, linguales, mésio-linguales et disto-linguales, à l'aide d'une sonde parodontale (UNC-15). L'indice de saignement au sondage a été évalué par analyse visuelle et par compression des tissus mous gingivaux. Les scores de chacune des six surfaces dentaires ont été additionnés et le total a été divisé par six afin d'obtenir l'indice par dent.

Par la suite, un révélateur de plaque à base de fucine a été utilisé afin d'évaluer au moins l'indice de plaque.

q. Aras et al. en 2016

Le but de l'étude de **Aras et al.**, était de comparer l'effet des attaches auto-ligaturantes (Empower, American Orthodontics®) et conventionnelles (Master Series, American Orthodontics®) avec des ligatures élastomériques, sur l'accumulation de la plaque dentaire, et les indices parodontaux cliniques. Cette évaluation a été réalisée sur 30 participants, divisés en deux groupes de 15, pendant cinq mois. La profondeur de sondage, l'indice de plaque et le saignement au sondage ont été enregistrés au départ (troisième mois du traitement orthodontique) et à la fin (cinquième mois du traitement orthodontique) de l'étude, sur toutes les dents au niveau de six sites. Ces tests ont été réalisés sur toutes les dents, à l'exception de l'indice de plaque, qui a été recueilli seulement dans les secteurs antérieurs maxillaire et mandibulaire. En effet, le pourcentage de recouvrement des dents par la plaque dentaire a été déterminé sur les incisives maxillaires et mandibulaires.

Les patients ont utilisé un révélateur de plaque à base de fluorescéine, puis ont été placés dans une pièce sombre pour éviter la réflexion et permettre une meilleure visualisation de la fluorescence. Des écarteurs de joues ont été placés et des images ont été capturées avec les incisives en position « bout à bout ». Deux unités de diodes électroluminescentes (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE) ont été utilisées comme source lumineuse à une distance de 10 centimètres (cm). Pour chaque patient, les incisives centrales maxillaires et mandibulaires ont été centrées et capturées avec une caméra à une distance de 30 cm.

1.1.3 Analyse des sections « Résultats »

Les résultats des différentes études amènent à des conclusions assez divergentes. En effet certains articles comme ceux de Pellegrini et al., Grover et al. et Hassan et al. ont publié des résultats en faveur des attaches auto-ligaturantes, par rapport aux conventionnelles.

En revanche, les études de Pandis en 2008 et 2010, Pejda et al., Aras et al., Cardoso et al., Buck et al., Kaygisiz et al., Shrestha et al., Ustaoglu et al., Uzuner et al., ainsi que Baka et al. ont rapporté qu'il n'y avait pas de différence dans la rétention de plaque entre les attaches auto-ligaturantes et les attaches conventionnelles.

Enfin, contrairement aux études précédemment citées, celles de Van Gastel et al., Politangeli et al. et Pithon et al. ont relevé un indice de plaque plus important sur les attaches auto-ligaturantes et ainsi démontré la supériorité des attaches conventionnelles.

a. En faveur des attaches auto-ligaturantes

D'après **Pellegrini et al.**, la rétention de la plaque dentaire est plus élevée sur les attaches conventionnelles reliées par une ligature élastomérique, que sur les attaches auto-

ligaturantes. En effet, la colonisation totale était plus élevée et les *S. mutans* étaient plus nombreux chez les patients équipés d'attaches conventionnelles à une et cinq semaines après leur pose. Pellegrini et al. ont également déclaré que bien que les résultats révélaient moins de plaque autour les attaches auto-ligaturantes, les chainettes élastomériques ou les accessoires associés aux mécaniques des traitements orthodontiques, pourraient probablement annuler les effets favorables de ce type d'attaches. Par conséquent, ce facteur doit être pris en compte par l'orthodontiste lorsque des chainettes élastomériques doivent être placées pendant de longues périodes, notamment dans le cas de fermeture d'espaces.

De même, l'essai de **Hassan et al.** démontre que l'utilisation d'attaches conventionnelles avec ligatures métalliques a conduit à augmenter le nombre de micro-organismes en comparaison à la technique auto-ligaturante. En effet, après la pose des attaches, tous les dénombrements microbiens réalisés sur les attaches conventionnelles étaient légèrement supérieures à ceux réalisés sur les attaches auto-ligaturantes, à différentes périodes de surveillance.

De plus, il est important de souligner qu'une certaine détérioration de l'état parodontal a été rapportée chez tous les patients équipés de matériel orthodontique, quel qu'il soit. Les résultats de l'évaluation parodontale ont révélé une augmentation significative de l'indice gingival et de l'indice de plaque, dans le groupe des attaches conventionnelles avec ligatures métalliques, par rapport au groupe portant des attaches auto-ligaturantes. En effet, l'activité enzymatique de l'aspartate aminotransférase était significativement plus grande au niveau des attaches conventionnelles. L'utilisation d'attaches auto-ligaturantes serait donc recommandée afin d'éviter la destruction du tissu parodontal.

Enfin, **Grover et al.**, lui aussi, a démontré la présence d'une augmentation significative de l'indice de plaque, de l'indice gingival ainsi que de la profondeur de sondage au cours des 12 semaines de port de l'appareil orthodontique dans les deux groupes. Cependant, la profondeur de sondage a été significativement augmentée dans le groupe des attaches conventionnelles par rapport aux auto-ligaturantes. De plus, la quantité relative d'Aa, Pg et Pi était plus élevée à 12 semaines de traitement orthodontique dans le groupe des patients porteurs d'attaches conventionnelles.

b. Aucune différence entre les deux systèmes

Au contraire, **Pejda et al.** et **Pandis et al. en 2010** n'ont rapporté aucune différence d'accumulation de plaque entre les attaches auto-ligaturantes et les conventionnelles, tant en ce qui concerne le nombre total de bactéries que plus spécifiquement les *S. mutans*.

L'hypothèse selon laquelle l'attache auto-ligaturante devrait avoir un effet positif en raison de l'absence de ligature n'a pas été confirmée. En effet, bien que les concentrations orales de *S. mutans* se soient révélées légèrement plus faibles chez les patients équipés d'attaches auto-ligaturantes, cette différence n'était pas significative.

Bien que les attaches auto-ligaturantes évitent l'emploi de ligatures élastomériques, les mécanismes de ces dispositifs fournissent quand même des zones de rétention de plaque supplémentaires. De plus, les auteurs ont suggéré que les composants de ces attaches n'étaient pas soumis à un renouvellement régulier, comme les ligatures des attaches conventionnelles. Ainsi, la présence de tartre sur ces systèmes pourrait également constituer des obstacles au bon fonctionnement du mécanisme d'ouverture et de fermeture. Ainsi, l'avantage théorique de ce système pourrait disparaître dans la réalité clinique. En somme, le type d'attaches utilisé n'aurait pas d'influence sur la colonisation microbienne de la plaque dentaire.

En 2008, Pandis et al. avaient déjà réalisé une étude dans laquelle ils avaient recueilli l'indice de plaque, l'indice gingival, la profondeur de sondage ainsi que l'indice de tartre pour les deux groupes d'attaches étudiés. Pour la totalité des différents indices étudiés, aucune différence n'avait été retrouvée entre les deux groupes de patients.

L'étude de **Baka et al.** n'a également montré aucune différence entre les attaches auto-ligaturantes et conventionnelles. En effet, après collage, le nombre de *S. mutans*, *S. sobrinus*, *L. casei* et *Lactobacillus acidophilus* a clairement augmenté dans les deux groupes sans différence statistiquement significative. Après collage des attaches, l'indice de plaque, le saignement au sondage et les valeurs de profondeur de sondage ont également montré des augmentations similaires dans les deux groupes, qui se sont poursuivies tout au long de l'étude. Aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne la rétention de la plaque dentaire et la proportion des micro-organismes étudiés, n'a donc été explicitement démontrée entre les deux groupes.

De même, les études de **Aras et al.**, **Ustaoglu et al.** et **Cardoso et al.**, n'ont pas montré de différence statistiquement significative pour les paramètres parodontaux cliniques étudiés dans les deux groupes de patients. La quantité de plaque n'a pas varié entre les groupes. Ainsi aucun changement concernant la réponse parodontale aux différents traitements orthodontiques n'a pu être démontré.

Dans l'étude de **Cardoso et al.**, la plupart des patients, dans les 180 jours, ont présenté des récessions et/ou une hyperplasie gingivale ne dépassant pas 1 mm, quel que soit le type de d'attache utilisé.

La conclusion de l'étude de **Buck et al.**, démontre que la bioluminescence induite par l'ATP peut être utilisée pour faire une évaluation précise des bactéries composant la plaque dentaire chez les patients en cours de traitement orthodontique. Grâce à cette technique, après 1 an de traitement, les examinateurs ont démontré qu'il ne semblait pas y avoir de différence dans la quantité de plaque dentaire chez des patients équipés d'attaches auto-ligaturantes ou conventionnelles.

Pour **Kaygisiz et al.**, aucune différence statistiquement significative n'a été relevée pour l'indice de plaque, l'indice gingival, la profondeur de sondage, le saignement au sondage ainsi que l'halitose.

La pose d'attaches auto-ligaturantes et conventionnelles a provoqué un accroissement de la plaque dentaire à la surface des dents. En effet, les scores d'indice de plaque ont augmenté de manière significative à la fois à quatre et à huit semaines après le collage, dans tous les groupes. Toutefois, aucune différence significative n'a été retrouvée entre les groupes sur la durée globale de l'étude.

Les études de **Uzuner et al.**, et **Shrestha et al.**, sont plus modérées et mettent en évidence de légers écarts dans leurs résultats, avec une tendance à la supériorité de certains types d'attaches, sans pour autant pouvoir le démontrer avec certitude.

En effet, dans l'étude de **Uzuner et al.**, aucune différence n'a pu être confirmée dans le comptage des *S.mutans* et *Lactobacillus*.

Bien qu'après un mois, l'indice de plaque, l'indice gingival et la profondeur de sondage aient tous augmenté dans les deux groupes, ces augmentations se sont révélées significatives seulement dans le groupe des attaches auto-ligaturantes, à l'exception de la profondeur de sondage restée non significative dans les deux groupes.

L'essai de **Shrestha et al.**, a montré une augmentation significative de l'indice de plaque, de l'indice gingival, de la profondeur de sondage et du saignement au sondage, dans chaque groupe, trois mois après le collage. Bien que les paramètres parodontaux aient augmenté davantage dans le groupe des patients équipés d'attaches conventionnelles, cette différence n'était pas statistiquement significative.

c. En faveur des attaches conventionnelles

Les résultats des précédentes études diffèrent d'autres travaux de la littérature. Par exemple, **Pithon et al.** ont comparé plusieurs types d'attaches auto-ligaturantes et un type d'attaches conventionnelles. Ils ont rapporté une plus grande accumulation bactérienne sur les attaches auto-ligaturantes que sur les attaches conventionnelles utilisées avec une ligature élastomérique. Le dénombrement des colonies bactériennes dans la plaque adhérent aux attaches a révélé que les attaches auto-ligaturantes retenaient un plus grand nombre de colonies que les attaches conventionnelles.

L'analyse en MEB des attaches retirées après débaguage a révélé une plus grande accumulation de plaque dentaire sur les ailettes des supports 3M Unitek®, suivie par Aditek®, GAC®, Ormco® puis les attaches conventionnelles. Dans toutes les régions évaluées, les attaches conventionnelles présentaient moins d'accumulation de plaque.

De même, dans l'étude de **Van Gastel et al.**, les attaches auto-ligaturantes ont montré une quantité globale de bactéries significativement plus élevée et un ratio UFC (aérobie / anaérobie) plus faible que les attaches conventionnelles avec des ligatures élastomériques. En effet, dans la zone autour des attaches, les paramètres parodontaux et microbiologiques étaient plus péjoratifs dans le cas des attaches auto-ligaturantes. Une semaine après le collage, les patients équipés d'attaches auto-ligaturantes présentaient des UFC anaérobies et aérobies plus élevées, ainsi qu'une hypertrophie gingivale accrue par rapport aux patients équipés en attaches conventionnelles. En revanche, aucune différence n'a pu être observée concernant le saignement au sondage.

Enfin, d'après l'étude de **Politangeli et al.**, la présence de plaque dentaire était augmentée dans les deux groupes, mais le dépôt était plus important au niveau du slot des attaches auto-ligaturantes.

Dans une première observation, enregistrée avant la pose des attaches, la présence de plaque dentaire sur la surface vestibulaire des dents avait déjà été relevée chez six patients sur 15.

Après des instructions d'hygiène bucco-dentaire appropriées et données systématiquement pour tous les patients, au temps T0 l'hygiène était correcte dans les deux groupes.

Au bout de 30 jours (T1), de nouvelles données ont été enregistrées. Parmi les patients porteurs d'attaches auto-ligaturantes, quatre sur huit présentaient de la plaque sur les surfaces vestibulaires, tandis que chez les patients équipés d'attaches conventionnelles, la présence de plaque était visible chez 13 des 16 patients.

Au temps T2 (60 jours), le contrôle des paramètres s'est poursuivi. Il a été constaté que seulement un des patients traités avec des attaches auto-ligaturantes, présentait de la plaque dentaire ou du tartre dentaire sur les surfaces vestibulaires. Cependant ces données montraient également la présence de plaque dentaire et de tartre à l'intérieur du slot des attaches, probablement du fait de la difficulté pour le patient de nettoyer l'intérieur de ces espaces, fermés par un système de verrouillage.

Conclusion : Après analyse des articles retenus, il n'est pas possible de conclure avec certitude sur le type d'attaches à privilégier par rapport à la rétention de plaque dentaire. Certains articles penchent pour les attaches auto-ligaturantes, alors que d'autres sont en faveur des attaches conventionnelles. De plus, la plupart des études ne montrent pas de différence significative entre les deux types d'attaches étudiés. Au vu de la discordance des résultats des différentes études, une nouvelle étude clinique serait justifiée afin de déterminer quel type d'attache serait le moins délétère pour le parodonte chez un patient ne présentant pas une hygiène bucco-dentaire adéquate.

1.1.4 Discussion

Classiquement, pour relier l'arc aux attaches, deux méthodes sont utilisées : les ligatures (métalliques ou élastomériques) et les dispositifs d'ouverture-fermeture des attaches auto-ligaturantes. Toutes ces méthodes présentent des avantages et des inconvénients, mais en ce qui concerne l'accumulation de biofilm, la majorité des articles recueillis de la littérature ne s'accordent pas sur un consensus commun. L'objectif de cette revue visait à vérifier si la conception des attaches (conventionnelles ou auto-ligaturantes) pourrait influencer la formation et l'agrégation de plaque dentaire. Cependant, les différences observées entre les résultats des diverses études peuvent être liées à plusieurs facteurs.

En effet, ces résultats contradictoires peuvent être attribués, au-delà de la supériorité réelle d'un des deux types d'attaches, à des différences dans la conception, le matériel ou encore les méthodes d'analyse et de réalisation des différentes études. Quelques exemples non exhaustifs sont analysés ci-après :

a. Morphologie des attaches

Dans un premier temps, les **variations de forme** et de conception entre les différentes marques d'attaches peuvent influencer la rétention de plaque dentaire. En effet, d'après l'étude de **Pithon et al.**, les résultats pourraient être attribués à la conception des attaches. Par exemple, les ailettes des attaches 3M Unitek® et Aditek®, qui présentent de grandes et profondes rainures, favorisent une plus grande accumulation bactérienne : les résultats microbiologiques pourraient donc être dus à leur particularité morphologique. Les attaches 3M Unitek® ont présenté de plus grandes irrégularités de forme, justifiant la plus grande accumulation bactérienne. De même, les slots des attaches Ormco®, parce qu'ils se comportent comme un tube lorsqu'ils sont fermés, induisent une forte accumulation de débris et expliquent donc un plus grand nombre d'UFC trouvés dans les études qui s'y rapportent. Enfin, pour les attaches Aditek®, l'accès est difficile pour la brosse à dents dans la région cervicale en raison de la forte inclinaison de la base.

Les différentes marques d'attaches utilisées par les auteurs des études retenues pour cette revue peuvent donc, en partie au moins, expliquer la différence de rétention de plaque.

Par exemple, dans l'étude de **Aras et al.**, les patients du groupe test ont été traités avec des attaches auto-ligaturantes Empower, (American Orthodontics®); tandis que des attaches conventionnelles Série Master, (American Orthodontics®), avec ligatures élastomériques, ont été appliquées aux patients du groupe témoin.

Différemment, dans l'étude de **Cardoso et al.**, les attaches conventionnelles utilisées étaient les Kirium Abzil-(3M®), associées à des ligatures métalliques. De plus, les attaches auto-ligaturantes utilisées étaient les Portia (3M®), avec un mécanisme de verrouillage à slot en nickel titane.

Pour l'essai de **Buck et al.**, initialement, sur chaque arcade, une incisive latérale a reçu soit une attache auto-ligaturante In-Ovation-R, (GAC®) soit une attache conventionnelle Mini-Ovation, (GAC®). **Kaygisiz et al.**, ont subdivisé les patients en trois groupes au hasard comme

suit : groupe 1, attaches auto-ligaturantes F1000, (Leone SpA®); groupe 2, attaches conventionnelles Avex MX (Opal Orthodontics®) ligaturées en métal ; et groupe 3, groupe témoin équipé d'attaches conventionnelles non ligaturées. Dans l'étude de **Shrestha B et al.**, les sujets ont été répartis au hasard en deux groupes : Groupe 1 attaches auto-ligaturantes Tomy (International Inc®) et groupe 2 attaches conventionnelles Equilibrium 2 (Dentaram®) ligaturées en métal.

Dans l'étude de **Ustaoglu G et al.**, les patients ont été répartis au hasard en deux groupes : Groupe 1, attaches auto-ligaturantes Damon 3MX, (Ormco Corporation®); et Groupe 2, attaches conventionnelles Avex MX, (Opal Orthodontics®) ligaturées en métal.

Dans l'essai de **Uzuner et al.**, les patients ont été subdivisés en deux groupes avec une répartition aléatoire du type d'attache : groupe 1 avec des attaches conventionnelles Avex Mx, (Opal Orthodontics®) et groupe 2 avec des attaches auto-ligaturantes F1000 (Leone SpA®).

Enfin, pour **Grover et al.**, l'échantillon total de 16 participants a été réparti au hasard en deux groupes égaux. Dans un groupe, des attaches conventionnelles en acier inoxydable (Ormco Mini 2000®) ont été collées et utilisées avec des ligatures élastomériques , et le deuxième groupe de participants a reçu des attaches auto-ligaturantes en acier inoxydable (RMO FLI®).

En revanche, dans l'étude de **Politangeli et al.**, aucune marque d'attache n'est mentionnée. Ce manque de précision de la part des auteurs pourrait jouer un rôle dans la comparabilité des résultats et dans l'apparition de biais.



Figure 4 : Attache auto-ligaturante F1000 Leone SpA



Figure 5 : Attache auto-ligaturante Empower American Orthodontics



Figure 6 : Attache auto-ligaturante Damon 3X Ormco Corporation

b. Age des participants

Le **niveau individuel d'hygiène buccale** ainsi que **l'âge** peut aussi varier d'un individu à l'autre et influencer les résultats des études. Si les variations de l'âge des sujets ont été minimisées, il est difficile d'obtenir des participants strictement du même âge. La variation de l'âge de ceux-ci peut expliquer certaines différences de résultats. En effet, les habitudes de brossage peuvent changer avec l'âge, et l'effet des traitements orthodontiques sur le parodonte peut donc être variable en fonction de l'âge des patients inclus. De plus, d'après

Sutcliffe et al. et **Murakami et al.**, les changements hormonaux au cours de la puberté seraient des facteurs de risque à prendre en compte en présence d'une inflammation gingivale. Ainsi, un adolescent en période de puberté pourrait développer une inflammation gingivale liée à des changements hormonaux, et non strictement à la présence d'un appareil orthodontique quelconque ou à un défaut d'hygiène bucco-dentaire.

Dans la plupart des études retenues, bien que les variations de l'âge des participants aient été minimisées au maximum, des différences persistent : dans les essais de **Kaygisiz et al.**, **Politangeli et al.**, **Buck et al.**, **Cardoso et al.**, **Aras et al.**, **Pandis et al. 2008 et 2010**, **Pejda et al.**, **Uzuner et al.**, **Grover et al.**, ainsi que **Pellegrini et al.**, les patients étaient âgés de 11 à 18 ans, une tranche d'âge couvrant la période de puberté. En revanche, les études de **Van Gastel et al.**, **Pithon et al.**, **Hassan et al.**, **Shrestha et al.**, ainsi que **Ustaoglu et al.**, ont inclus des participants plus âgés, majeurs pour la plupart, ce qui pourrait avoir un impact éventuel sur la motivation et l'assiduité à l'hygiène orale.

c. Collage

D'autres facteurs influencent l'environnement buccal, comme les **procédures de collage** qui peuvent modifier l'état de surface des dents support d'attaches. La rugosité de surface du composite pourrait prédisposer à la rétention et une évolution plus rapide des micro-organismes. En effet, la pellicule salivaire peut se former non seulement sur les surfaces dentaires mais aussi sur les restaurations, ou les résidus de colle autour des attaches. Par conséquent, les résidus de résine de collage, plus ou moins bien éliminés après la pose des attaches, peuvent jouer un rôle supplémentaire pour la rétention de la plaque dentaire.

La réaction gingivale aux excès de résine autour des attaches peut être expliquée de deux manières : d'une part, les excès peuvent constituer des facteurs de rétention du biofilm, et d'autre part, il peut y avoir une réaction gingivale aux produits de collage. **Huang et al.** ont démontré au cours d'une étude in vitro, que le contact des fibroblastes gingivaux avec les produits de collage orthodontiques pouvait induire les mécanismes de l'inflammation.

Dans l'ensemble des études retenues pour cette revue, seuls les essais **Cardoso et al** ainsi que **Aras et al.**, ont mis en lumière l'importance de l'élimination des excès de résine, après le collage des attaches orthodontiques. Dans l'étude de **Cardoso et al.** le collage des attaches a été réalisé par un seul opérateur, en accordant une attention particulière à l'élimination de l'excès de résine après avoir positionné correctement celles-ci et avant le processus de photopolymérisation. L'adhésif Transbond Plus Colour Change (3M, Monrovia) a été utilisé pour permettre une meilleure visualisation de l'excès de résine au moment du collage. De même, dans l'essai de **Aras et al.**, le collage a été réalisé par deux orthodontistes. L'adhésif à "changement de couleur" Transbond Plus (3M, Monrovia) a également été utilisé pour permettre une meilleure détermination de tout excès de résine.

d. Renouvellement des ligatures

Les ligatures élastomériques ou métalliques sont fréquemment renouvelées lors des traitements orthodontiques et, par conséquent, le temps écoulé après leur renouvellement peut avoir un effet sur la fixation bactérienne puisque le substrat pour la colonisation est éliminé et un nouveau cycle de formation de colonies est initié sur le nouveau matériel. Le temps entre le renouvellement des ligatures peut donc être un facteur influençant les résultats des études. Il a été démontré par **Eliades and al.** que les ligatures élastomériques vieilles présentaient un schéma d'adsorption et de précipitations de molécules modifiant considérablement les propriétés de surface du matériau. Elles favorisent potentiellement l'accumulation de plaque supplémentaire, par rapport à des ligatures neuves, n'ayant pas encore subi de modifications de leur surface. Néanmoins, dans la plupart des études retenues, le temps écoulé entre les changements d'arcs ou des ligatures n'est pas mentionné.

e. Dents étudiées

Un des points les plus discordants entre ces études, qui pourrait expliquer en partie la différence exprimée entre les résultats, est le type de dents sur lesquelles les attaches sont étudiées et les échantillons prélevés.

En effet, **Baka et al.** analysent les indices parodontaux tels que l'indice de plaque, la profondeur de sondage et le saignement au sondage ainsi que la quantité de plaque supra gingivale sur toutes les dents présentes, sauf les molaires. Parallèlement, des curettes stérilisées ont été utilisées pour obtenir des échantillons microbiens seulement à partir des surfaces vestibulaires des incisives latérales. De même, dans les essais de **Aras et al.** et de **Kaygisiz et al.**, les indices parodontaux ont été relevés sur toutes les dents de la cavité buccale, au niveau de six sites. En revanche, la quantité de plaque a été révélée seulement au niveau antérieur. Dans l'étude de **Uzuner et al.**, les prélèvements ont été réalisés au niveau antérieur, plus précisément sur les incisives latérales maxillaires et mandibulaires ; tandis que les indices parodontaux ont été étudiés sur la totalité des dents présentes. **Pellegrini et al.**, de façon similaire, a collecté la plaque seulement au niveau des incisives latérales de chaque participant. De même pour l'étude de **Buck et al.**, quatre échantillons de plaque, un sur chaque incisive latérale, ont été prélevés par sujet.

Cependant, d'autres études ont fait le choix de ne pas réaliser des prélèvements strictement sur les dents antérieures. En effet, l'étude de **Pithon et al.**, concentre les prélèvements de plaque dentaire sur les canines, prémolaires et molaires mandibulaires. A contrario, **Hassan et al.**, examinent les indices parodontaux et prélèvent la plaque sous gingivale ainsi que le fluide intra-sulculaire au niveau des canines, des prémolaires et des molaires maxillaires.

Dans un premier temps, dans l'étude de **Cardoso et al.**, l'indice de plaque, l'indice de saignement gingival et le niveau d'attache clinique ont été évalués sur toutes les dents à partir des premières molaires.

Dans l'étude de **Pandis et al.**, en 2010, l'indice de plaque a été relevé sur toutes les dents des arcades maxillaires et mandibulaires, alors qu'en 2008, **Pandis et al.** avaient relevé les indices parodontaux tels que l'indice de plaque, l'indice gingival, l'indice de tartre et la profondeur de sondage seulement sur les incisives et canines mandibulaires. En revanche, dans l'essai réalisé par **Pejda et al.**, les mesures de la profondeur de sondage, du saignement, ainsi que la plaque supra et sous gingivale sont réalisées sur la première molaire droite maxillaire, l'incisive centrale gauche maxillaire, la première molaire gauche mandibulaire, l'incisive centrale droite mandibulaire, et la première prémolaire mandibulaire gauche. **Van Gastel and al.**, relèvent les paramètres parodontaux cliniques comme la profondeur de sondage, le saignement au sondage et le débit salivaire intra-sulculaire ainsi que la plaque dentaire au niveau des prémolaires et premières molaires de chaque participant.

Dans l'étude de **Politangeli et al.**, les échantillons de plaque dentaire et de tartre sur la surface vestibulaire des dents ont été collectés au niveau de l'interface dent/attache, et à l'intérieur de du slot des attaches des premières molaires et de l'incisive centrale droite.

Dans l'essai de **Grover et al.**, en contraste avec les études précédentes, un échantillon de plaque pour une évaluation microbiologique a été prélevé sur les surfaces linguales des prémolaires et des incisives latérales des deux arcades. De plus, les indices parodontaux ont été relevés sur toutes les dents présentes sur les arcades.

Ainsi, la majorité des études réalisées indiquent sur quelles dents les échantillons ont été prélevés. Or, dans les essais de **Shrestha et al.** et **Ustaoglu et al.**, la localisation précise des prélèvements ou des mesures réalisés n'a pas été mentionnée.

La position des attaches par rapport à certains éléments anatomiques, tels que les glandes salivaires, varie donc d'une étude à l'autre. Les rainures des surfaces rugueuses des attaches agissant comme des points de stagnation, elles favorisent ainsi la maturation du biofilm, particulièrement en regard des glandes salivaires, comme l'ont montré **Karino et al.** De plus, les dents postérieures étant moins aisées à brosser, compte tenu de leur localisation dans la cavité buccale, il est possible qu'une telle variation dans la localisation des prélèvements ait pu influencer les résultats en comparaison aux essais ayant analysé des dents strictement antérieures, facilement accessible au brossage.

f. Réalisation des groupes

Il faut noter que, d'après les études de **Rugg-Gunn et al.**, et **Thienpont et al.**, lors du brossage, les sujets ont tendance à mieux brosser les côtés controlatéraux (le côté gauche chez les droitiers) que les côtés homolatéraux. Seules certaines études comme celle de **Baka et al.** prennent en compte ce paramètre et décident de n'inclure, par exemple, que des patients droitiers afin de minimiser le risque de biais que cela pourrait induire. Cependant, pour la majorité des études retenues, ce facteur n'a pas été pris en compte et les patients n'ont pas été recrutés en fonction de leur latérisation. Etre droitier ou gaucher aurait donc pu influencer les résultats et expliquer les écarts de résultat entre les études.

Ainsi, afin de minimiser cet effet, la plupart des études en bouche fractionnée ont disposé

les **attaches à l'aveugle**. La répartition au hasard dans chaque groupe permet d'obtenir une distribution similaire de toutes les caractéristiques des sujets connus ou non, sous réserve de la taille adéquate de l'échantillon.

Dans l'étude de **Cardoso et al.**, les individus ont été répartis au hasard de sorte que huit individus ont été soumis à un traitement orthodontique avec des attaches conventionnelles sur l'arcade inférieure et des attaches auto-ligaturantes sur l'arcade supérieure, et huit individus ont été équipés d'attaches auto-ligaturantes sur l'arcade inférieure et des attaches conventionnelles sur l'arcade supérieure. Dans l'étude de **Buck et al.** les deux types d'attaches différents ont été collés aux incisives latérales de façon aléatoire en utilisant le concept dit de bouche fractionnée (split mouth design).

Dans l'essai de **Van Gastel et al.**, les attaches ont été placées dans des quadrants antagonistes controlatéraux. Le premier quadrant utilisé pour le placement des attaches, et l'ordre dans lequel les attaches ont été placées, a été choisi au hasard. Pour l'étude de **Hassan et al.**, le côté droit a été ligaturé avec la technique auto-ligaturante tandis que le côté gauche avec des attaches conventionnelles ligaturées à l'aide de ligatures métalliques. Ce choix a été opéré après tirage au sort, à pile ou face, avec une pièce de monnaie.

Enfin, dans l'étude de **Pellegrini et al.**, à T0, la moitié de chaque arcade, que ce soit le côté gauche ou droit, a été assignée au hasard pour recevoir l'attache expérimentale, avec le côté opposé comme témoin. En revanche, seule l'étude de **Pithon et al.** n'a pas indiqué si la répartition des attaches au sein de la cavité buccale avait été réalisée de façon aléatoire.

En ce qui concerne les études en groupes parallèles, certains expérimentateurs ont réparti les participants de manière complètement aléatoire afin d'être le plus objectifs possible, et d'éviter les biais de sélection.

Par exemple, dans l'essai de **Kaygisiz et al.**, les patients ont été divisés en trois groupes de façon aléatoire. De même, dans les études de **Shrestha et al.**, **Uzuner et al.**, **Aras et al.**, **Pandis et al. en 2010**, **Grover et al.**, **Baka et al.**, **Pejda et al.**, et **Ustaoglu et al.**, les patients ont été divisés en deux groupes au hasard.

En revanche, dans les études de **Politangeli et al.**, ainsi que de **Pandis et al.** en 2008, aucune précision n'a été donnée sur la répartition des participants au sein des deux groupes.

g. Position de l'attache

L'accumulation bactérienne peut également être influencée par la position de l'attache sur la dent : la proximité du sillon gingival pourrait être importante. En effet, une proximité réduite de l'attache avec la gencive, pourrait rendre le passage de la brosse à dents, et donc le nettoyage de la plaque, plus compliqué (d'après la thèse de Marc Deviot en 2014). En effet, bien que les niveaux de collage soient standardisés, la présence d'un recouvrement augmenté dans le secteur antérieur, peut parfois amener à coller l'attache plus près du sillon gingival à l'arcade mandibulaire, afin d'éviter une occlusion antérieure sur les attaches. Cependant, parmi toutes les études retenues, aucune ne précise la distance séparant les attaches de la gencive.

h. Type de ligatures

Le type de ligatures utilisé dans les différentes études pourrait également être impliqué dans la différence des résultats obtenus. En ce qui concerne les ligatures utilisées dans les différentes études, **Pellegrini et al.**, **Pandis et al. en 2008 et en 2010**, **Van Gastel et al.**, **Aras et al.**, **Grover et al.**, **Buck et al.**, ainsi que **Pithon et al.**, ont tous utilisé des attaches conventionnelles avec des ligatures élastomériques. En effet, ce type de ligatures semble être le plus répandu car plus facile d'utilisation, rapide à mettre en place et à retirer, et ludique pour les enfants, car de nombreuses couleurs sont disponibles.

Toutefois, certaines études ont utilisé un autre type de ligatures ; les ligatures métalliques en acier inoxydable. En effet, **Pejda et al.**, **Baka et al.**, **Cardoso et al.**, **Kaygisiz et al.**, **Politangeli et al.**, **Shrestha et al.**, **Ustaoglu et al.**, **Uzuner et al.** ainsi que **Hassan et al.** ont utilisé des ligatures métalliques car, d'après eux, elles minimiseraient la rétention de la plaque dentaire de par leur composition et leur moindre rugosité. Le type de ligatures serait donc un biais potentiel pour l'étude.



Figure 7 : Ligature métallique



Figure 8 : Ligatures élastomériques

i. Sélection des participants

Pour éviter les biais de sélection et assurer une bonne validité externe à l'étude, il est essentiel de procéder à un **tirage au sort** des participants autorisés à être inclus. Cela assure la comparabilité initiale des groupes. Parmi les études retenues pour cette revue, seuls quatre articles ont mentionné avoir procédé à une sélection des participants de manière totalement aléatoire. En effet, dans l'étude de **Kaygisiz et al.** soixante sujets âgés de 12 à 18 ans ont été sélectionnés au hasard parmi les patients qui avaient postulé à la clinique d'orthodontie de l'Université de Gazi, à Ankara en Turquie, pour un traitement orthodontique. De même, dans l'essai de **Shrestha et al.**, cent sujets ont été recrutés au hasard dans un groupe d'âge de 12 à 20 ans, au sein du Département d'orthodontie de l'Université des sciences et technologies de Huazhong, à Wuhan, en Chine. De façon similaire, **Uzuner et al.**, ont désigné au hasard quarante patients âgés de 14 à 16 ans parmi les patients éligibles pour un traitement orthodontique dans le service d'orthodontie de la

Faculté de médecine dentaire de l'Université de Gazi, à Ankara en Turquie. Enfin, dans l'étude de **Baka et al.**, vingt garçons ont été sélectionnés au hasard parmi des patients nécessitant un traitement orthodontique par dispositifs fixes maxillaires et mandibulaires dans le département d'orthodontie de l'Université Selcuk à Konya, en Turquie.

En revanche, dans les articles de **Aras et al.**, **Cardoso et al.**, **Buck et al.**, **Politangeli et al.**, **Ustaoglu et al.**, **Grover et al.**, **Van Gastel et al.**, **Pandis 2010 et al.**, **Pandis 2008 et al.**, **Hassan et al.**, **Pejda et al.**, **Pithon et al.**, et **Pellegrini et al.**, aucune précision n'a été donnée sur la sélection des patients inclus dans les études.

j. Design de l'étude

La **méthode** même de comparaison des différents types d'attaches varie beaucoup entre les études. Certaines comparent les attaches entre deux groupes différents, des groupes parallèles, alors que d'autres les comparent au sein d'un même individu. En effet, il est difficile de standardiser les mesures d'hygiène car elles dépendent de nombreuses variables. Par conséquent, certaines études ont opté pour le concept du « split mouth desing » ou « bouche fractionnée ». Cela consiste à diviser la cavité buccale d'un même patient en différents secteurs afin de comparer plusieurs types d'attaches, toutes choses égales par ailleurs. Ce type d'essai a donc pour avantage de supprimer la variabilité inter-individuelle, chaque patient étant son propre témoin. De plus, il exige un moins grand nombre de sujets.

Les études de **Pellegrini and al.**, **Van Gastel et al.**, **Hassan et al.**, **Cardoso et al.**, **Buck et al.** et **Baka et al.**, utilisent toutes ce concept. Il est ainsi plus aisé d'imputer les différences observées aux attaches elles-mêmes puisque tous les autres paramètres sont fixés.

En revanche, la majorité des essais, comme ceux de **Pandis et al.** réalisées en 2008 et 2010, **Aras et al.**, **Kaygisiz et al.**, **Politangeli et al.**, **Shrestha et al.**, **Ustaoglu et al.**, **Uzuner et al.**, **Grover et al.** ainsi que celles de **Pithon et al.** et **Pejda et al.** n'utilisent pas ce concept. Dans ces 11 études, les différents types d'attaches sont répartis aléatoirement chez des individus formant ainsi deux groupes : un groupe équipé d'attaches auto-ligaturantes et un second avec des attaches conventionnelles.



Figure 9 : Attaches conventionnelles sur l'arcade maxillaire et attaches auto-ligaturantes sur l'arcade mandibulaire

k. Echantillons analysés

Les variations de résultats constatées entre les différentes études peuvent également être dues à des différences concernant les **échantillons analysés**. Par exemple, l'étude de **Van Gastel et al.**, analyse la plaque dentaire sur les dents et les attaches, alors que, dans l'essai de **Pandis et al.** en 2010, les UFC ont été comptées à partir de matières prélevées dans la salive. **Pellegrini et al.**, **Baka et al.**, **Uzuner et al.**, ainsi que **Buck et al.** ont recueilli leurs échantillons sur les surfaces dentaires entourant l'attache; alors que, dans l'étude de **Pithon et al.**, il a été directement prélevé à la surface des attaches. **Politangeli et al.** ont réalisé des prélèvements en divers endroits et ont collecté, avec une sonde CP15, la plaque dentaire et le tartre présent sur la surface vestibulaire des dents, au niveau de l'interface dent/attache, et à l'intérieur du slot des attaches.

C'est une des raisons pour laquelle les résultats peuvent montrer une certaine variabilité, car les analyses ne sont pas faites sur les mêmes dents, ni sur les mêmes supports (dents, attaches, salive).

En revanche, dans les essais de **Pejda et al.**, ainsi que **Hassan et al.**, de la plaque sous-gingivale a été collectée sur plusieurs dents. De façon similaire, dans l'étude de **Grover et al.**, un échantillon de plaque analyse microbiologique a été prélevé sur les surfaces linguales des prémolaires et des incisives latérales des deux arcades. Les échantillons de plaque ont été obtenus grâce à l'insertion de pointes de papier stériles en sous-gingival. Cependant, d'après les études de **Socransky et al.** en 2005 et **Kolenbrander et al.**, l'environnement sous-gingival diffère de l'environnement supra-gingival car il est baigné uniquement par le fluide gingival et non par la salive. Celui-ci ne peut assurer une chasse liquidienne efficace. De plus la concentration en oxygène y est nettement plus abaissée, les biofilms sous-gingivaux abritent par conséquent essentiellement des germes anaérobies, différents des germes retrouvés dans la plaque supra-gingivale

l. Critères d'inclusion

Certains facteurs systémiques, comme le tabagisme, l'hyperglycémie ou encore l'usage de certaines médications, sont des facteurs modifiant la réponse de l'hôte ou la réponse cicatricielle, face à une agression bactérienne. D'autres facteurs locaux, comme les malpositions dentaires pouvant entraîner une ventilation orale, et ainsi prédisposer à l'apparition d'une gingivite, sont également à prendre en compte. Les restaurations dentaires, de même, sont des facteurs supplémentaires de rétention de la plaque dentaire, et peuvent de ce fait, entrer en ligne de compte dans le processus menant à une inflammation gingivale. D'après les études de **Murakami et al.** et **Chapple et al.**, il est donc nécessaire d'inclure des patients en bonne santé générale et bucco-dentaire afin d'obtenir les résultats les plus fiables possible, et pouvoir les comparer entre eux. Dans l'étude de **Aras et al.**, les participants étaient exclus lorsqu'ils présentaient des dents antérieures porteuses de restaurations, des maladies systémiques ou lorsqu'ils consommaient périodiquement des médicaments, en particulier si ces substances favorisaient la gingivite, si des dents étaient

manquantes ou cariées, en cas de béance ou de consommation de tabac. Les participants étaient donc tous en bonne santé, ils n'avaient aucun signe clinique d'inflammation gingivale, ni trouble systémique pouvant influencer les conditions parodontales et microbiologiques, ou la réponse au traitement.

De même, dans les études de **Kaygisiz et al.** ainsi que **Ustaoglu et al.**, les patients étaient non-fumeurs, sans maladie systémique ou nasopharyngée, et ne devaient pas avoir utilisé d'antibiotiques et de solution antiseptique orale au moins deux mois avant le traitement. De plus, tout patient ayant une ventilation orale, ou présentant des caries actives était exclu de l'étude.

Pour **Shrestha et al.**, **Hassan et al.**, **Pejda et al.**, et al., **Grover et al.** ainsi que **Uzuner et al.**, les participants exclus de l'étude étaient les consommateurs d'agents d'antimicrobiens systémiques ou sous-gingivaux au cours des trois mois avant l'examen de base, les consommateurs de médicaments systémiques pour des maladies chroniques, les patients ayant bénéficié d'un traitement parodontal dans les trois mois avant l'examen, les fumeurs, les femmes enceintes ou allaitantes, les patients présentant un trouble systémique qui pourrait influencer l'état parodontal ou la réponse au traitement, les patients présentant des profondeurs de poches parodontales supérieures ou égales à 3 mm, ainsi que ceux ayant utilisé des solutions antiseptiques orales.

Pour l'essai de **Pithon et al.**, les participants ayant le droit d'intégrer l'étude ne devaient pas présenter de problèmes d'occlusion, ne devaient pas avoir pris de médicaments pendant l'étude et devaient être en bonne santé générale. Or, l'article ne mentionnait pas si les patients devaient avoir un état bucco-dentaire correct, exempt de caries ou de restaurations, ou encore s'ils étaient fumeurs. De même pour l'étude de **Politangeli et al.**, où l'état bucco-dentaire des participants n'était pas précisé dans l'article.

Enfin, dans l'étude de **Baka et al.**, une dentition permanente, une hygiène bucco-dentaire adéquate et l'utilisation de la main droite lors du brossage des dents (tous droitiers) était impératif pour que les patients puissent intégrer l'étude. En revanche, ceux-ci étaient exclus s'ils présentaient des dents délabrées ou manquantes (sauf les molaires), une quelconque maladie systémique et s'ils avaient utilisé des antibiotiques au cours des trois mois précédant l'étude.

Cependant, dans certaines études, l'état de santé général des patients n'a pas été pris en compte lors de l'inclusion des participants, ou n'a pas été mentionné dans les articles.

Par exemple, dans l'étude de **Cardoso et al.**, les patients devaient être en dentition permanente, avoir un indice de plaque visible inférieur à 10% des surfaces dentaires, ne pas avoir d'inflammation gingivale ni de saignement au sondage et étaient exclus s'ils présentaient des antécédents d'utilisation de médicaments pouvant induire une gingivite. En revanche, aucune indication n'a été notée concernant l'état de santé général des participants.

De même pour **Pandis et al.**, en 2008, une absence d'habitudes orales (telles que l'onychophagie ou les habitudes de succion non nutritives) et de Classe III antérieure était impérative pour l'inclusion des patients, mais rien n'était mentionné concernant la santé générale ou bucco-dentaire de ceux-ci.

Dans les études de **Buck et al.**, et **Pellegrini et al.**, les patients exclus de l'étude étaient les femmes enceintes, les patients diabétiques, et ceux ayant utilisés un antibiotiques dans les trois mois avant le début de l'essai ou bien ayant utilisé des solutions antiseptiques orales. En revanche les articles ne précisait pas non plus l'état de santé général ou bucco-dentaire des participants. Enfin, dans celles de **Van Gastel et al.** et **Pandis et al.** en 2010, les participants avaient l'obligation d'être non-fumeurs, de ne pas présenter de restauration dentaire étendue, d'avoir un faible indice de saignement au sondage et de ne pas avoir eu recours à des antibiotiques pendant ou jusqu'à 4 mois avant l'étude. Néanmoins, comme les études précédentes, aucune donnée n'était précisée sur l'état de santé général des patients.

m. Arcs utilisés

Les **matériaux utilisés pour l'arc orthodontique** peuvent être, eux aussi, une source de risque d'inflammation gingivale. En effet, le **nickel et le chrome** contenus dans les alliages utilisés en orthodontie seraient des allergènes probables, pouvant induire des réactions inflammatoires. D'après l'étude de **Bass et al.**, la prévalence de ces allergies serait plus élevée chez les sujets de sexe féminin (10% contre 2%), notamment entre 16 et 35 ans (20%), car les femmes seraient sensibilisées à ces éléments par le port de bijoux ou de piercing.

Dans une étude menée par **Pazzini et al.**, la prévalence des patients allergiques au nickel trouvée dans une population de patients sous traitement multi-attaches était de 17,2%, dont 94% de sexe féminin. Au niveau clinique, l'inflammation gingivale était significativement plus importante chez les patients allergiques à partir de 9 mois de traitement et elle se caractérisait par une hyperplasie gingivale, des changements de couleur de la gencive ainsi qu'un saignement gingival au sondage.

Ainsi, certaines études précisent le type d'arc utilisé. En effet, dans les études de **Aras et al.**, **Kaygisiz et al.**, **Shrestha et al.**, et **Hassan et al.**, pour l'ensemble des groupes, les arcs utilisés étaient en Nickel-titane. Dans l'essai de **Pithon et al.**, il est noté que des arcs de type « passif » ont été utilisés, cependant le matériau utilisé n'est pas réellement précisé. Enfin, dans l'étude de **Baka et al.**, il est mentionné qu'un arc en nickel-titane-cuivre a été utilisé pour l'alignement initial.

En revanche, dans les études de **Cardoso et al.**, **Uzuner et al.**, **Buck et al.**, **Politangeli et al.**, **Ustaoglu et al.**, **Grover et al.**, **Van Gastel et al.**, **Pejda et al.**, **Pellegrini et al.**, et **Pandis et al.** en 2008 et 2010, les auteurs ne précisent pas le ou les types d'arcs utilisés pour la réalisation des essais. Ce facteur pourrait être un des nombreux éléments pouvant expliquer la divergence des résultats entre les différentes études.

n. Nombre de sujets

Le nombre de sujets à inclure dans une étude, représentant la **taille idéale de l'échantillon**, doit être déterminé à l'avance. Il doit être suffisamment grand afin de pouvoir mettre en évidence une différence minimale cliniquement intéressante entre les groupes et de s'affranchir du hasard d'échantillonnage lors de la conclusion. Dans la majorité des études

retenues pour cette revue, le design des études était en groupes parallèles. Ce type d'essai exige un plus grand nombre de sujets qu'un essai en bouche fractionnée.

La variation du nombre de patients inclus peut également être un des éléments remettant en cause la comparabilité des résultats.

En effet, pour les sept études utilisant le concept de « bouche fractionnée » (**Pellegrini et al.**, **Van Gastel et al.**, **Pithon et al.**, **Baka et al.**, **Hassan et al.**, **Buck et al.** et **Cardoso et al.**), le nombre de patients inclus varie de 13 à 22. Seule l'étude de **Pithon et al.** n'a inclus que 5 participants, ce qui se révèle trop peu pour pouvoir être valide. En ce qui concerne les études en groupes parallèles, la majorité des études ont constitué des groupes d'approximativement 20 patients. Cependant, certaines études ont inclus presque six fois plus de patients que d'autres. Par exemple, dans les essais de **Pandis et al.** en 2008 et de **Shrestha et al.**, 100 participants ont été admis et divisés en deux groupes. Alors que seulement 16 et 24 patients ont été respectivement admis dans les essais de **Grover et al.** et **Politangeli et al.** Ainsi, une taille trop petite des échantillons ne permet pas d'évaluer correctement la différence de résultat entre les deux groupes. En effet, les études à faible effectif risquent de mener à un manque de puissance, et de ce fait, conduire à une absence de différence statistiquement significative.

o. Durée de l'étude

Il est également important de noter que les bactéries de la flore buccale évoluent au cours du temps et qu'en présence d'un défaut d'hygiène bucco-dentaire, l'apparition de bactéries anaérobies plus virulentes peut survenir au sein de la cavité buccale. La durée de la **période d'évaluation**, dans les différentes études, est donc un facteur essentiel à prendre en compte. En effet, des analyses réalisées sur du biofilm prélevé à différentes périodes, chez un même individu, pourraient aboutir à des résultats bien différents. Dans les études retenues pour cette revue, **Grover et al.**, **Pandis et al.** en 2010, **Baka et al.** ainsi que **Shrestha et al.**, ont cherché à évaluer la rétention de la plaque dentaire sur les deux types de ligatures en faisant des prélèvements pendant 3 mois. **Pellegrini et al.** ainsi que **Uzuner et al.**, ont réalisé leurs études sur une période de 1 mois. **Kaygisiz et al.** et **Politangeli et al.**, ont réalisé des études sur une durée de deux mois, en comparaison avec **Cardoso et al.** et **Hassan et al.** qui ont réalisé des analyses jusqu'à 6 mois après la pose des attaches.

Les études de **Buck et al.**, **Pandis et al.** en 2008 et **Ustaoglu et al.**, se sont prolongées respectivement sur des périodes de 12, 18 et 36 mois. En revanche, d'autres études comme celles de **Van Gastel et al.**, et **Pithon et al.**, ont respectivement été réalisées sur 7 et 21 jours. Ces durées semblent insuffisantes, en comparaison avec les périodes d'évaluation des autres études, pour pouvoir apporter des conclusions fidèles, comparables et extrapolables à la population générale. Toutefois, des périodes d'observation trop longues pourraient également affecter les résultats car la coopération, la motivation pour l'hygiène bucco-dentaire et les habitudes alimentaires pourraient changer au cours du temps.

Ce facteur pourrait expliquer le contraste des conclusions apportées entre les différentes études.

p. Instructions d'hygiène orale

Compte tenu des multiples facteurs pouvant entraîner des biais, des **instructions d'hygiène** orales ont été données aux sujets participant à toutes les études avant le début des traitements orthodontiques. La plupart des auteurs disent avoir donné des instructions d'hygiène avant le début des études, cependant elles ne sont pas standardisées. Par exemple, dans les articles de **Pandis et al.** en 2008 et 2010, **Van Gastel et al.**, **Hassan et al.**, **Pellegrini et al.**, **Ustaoglu et al.** et **Grover et al.** il est mentionné que des instructions d'hygiène orale ont été données avant le début des études. Cependant, aucune précision supplémentaire n'a été ajoutée sur la nature des instructions données. De même dans l'étude de **Shrestha et al.**, où il est seulement noté que les participants devaient garder une « bonne hygiène bucco-dentaire » tout au long de l'étude. A contrario, certaines études détaillent plus spécifiquement les moyens mis en place pour assurer une hygiène adaptée avant le début des essais. Dans l'étude de **Cardoso et al.** tous les sujets ont reçu un kit de brossage des dents (Oral-B, Procter & Gamble). Le kit comprenait une brosse à dents à poils souples, du fil dentaire ainsi que du dentifrice. Les sujets ont également reçu des instructions avant la mise en place des appareils orthodontiques pour normaliser l'hygiène bucco-dentaire, telles que l'apprentissage de la technique de Bass. De plus, les brosses à dents étaient changées tous les deux mois et les patients devaient se brosser les dents et utiliser du fil dentaire trois fois par jour. Dans l'étude de **Buck et al.** des instructions d'hygiène bucco-dentaire ont été présentées et ont mis l'accent sur le brossage après chaque repas, l'utilisation de brossettes inter-dentaire et de fil dentaire une fois par jour. Dans l'étude de **Aras et al.** Tous les patients ont été invités à se brosser les dents deux fois par jour et ont reçu un dentifrice standard pour enfant (dentifrice Ipana pro-expert), une brosse à dents (brosse à dents orthodontique Oral-B) et une brossette interdentaire (brosse à dents interdentaire Oral-B). Dans l'essai de **Pithon et al.** les individus ont reçu des instructions d'hygiène bucco-dentaire calibrées (brossage selon la technique de Bass). Ils ont également reçu des kits d'hygiène buccale contenant une brosse à dents (Procter & Gamble, Oral B), du fil dentaire «Super Floss» (Procter & Gamble, Oral B) et du dentifrice (Colgate-Palmolive). Dans l'essai de **Uzuner et al.**, des instructions d'hygiène bucco-dentaire ont été données à tous les patients une semaine avant le collage. En outre, les règles d'hygiène de routine et de régime alimentaire ont été communiquées par écrit. Les patients ont utilisé une brosse à dents et un dentifrice fluoré standardisé, et ont été invités à ne pas utiliser d'autres produits d'hygiène bucco-dentaire au cours de l'étude. Les patients ont également été invités à s'abstenir de manger des aliments contenant de l'ail, de l'oignon ainsi que des épices deux jours avant les mesures de l'halitose et des paramètres parodontaux. Pour **Pejda et al.**, tous les sujets ont reçu des instructions d'hygiène bucco-dentaire tels que des explications sur l'utilisation correcte de la brosse à dents et des brosses interdentaires. Enfin, dans l'étude de **Baka et al.** les sujets devaient se brosser les dents trois fois par jour. Des dentifrices et des brosses à dents standardisés ont été fournis et on leur a demandé de ne pas utiliser d'autres produits de soins bucco-dentaires au cours de l'étude.

q. Alignement des arcades

Dans les articles de **Pejda and al.** et **de Pandis** en 2008, **l'alignement** complet de l'arcade mandibulaire a été réalisé avant le début de l'étude. Celui-ci a été réalisé dans le but d'éliminer l'encombrement comme facteur favorable de rétention de plaque et donc comme un biais potentiel. En revanche, dans les autres études sélectionnées, l'encombrement dentaire ne semble avoir été pris en compte, et les analyses réalisées sur la rétention de la plaque ont débuté dès la mise en place des traitements orthodontiques. D'après les études de **Chapple et al.**, l'encombrement dentaire étant un facteur de risque local, rendant plus difficiles les manoeuvres d'hygiène et ainsi favorisant l'accumulation de la plaque dentaire.

Conclusion : La décision des orthodontistes de choisir des attaches auto-ligaturantes au lieu d'attaches conventionnelles dans leur routine clinique, visant à améliorer l'hygiène et l'accumulation de plaque, ne peut pas encore être appliquée en raison du manque de preuves scientifiques. D'après l'analyse des différents articles de cette revue, il semble ne pas y avoir suffisamment de preuves pour promouvoir l'utilisation d'un système d'attache par rapport à un autre.

Répercussions cliniques : La proportion de plaque dentaire serait plus fortement influencé par la bonne coopération et la motivation des patients à maintenir une hygiène bucco dentaire adéquate ; que par le simple choix d'un système d'attache au lieu d'un autre. Un contrôle régulier de la plaque par le praticien est donc nécessaire, mais non suffisant.

1.2 Attaches céramiques VS métalliques conventionnelles

L'objectif de ce travail était de vérifier, à l'aide d'études in vitro et in vivo, l'impact de la composition (métallique et céramique) des attaches orthodontiques sur la rétention du biofilm oral.

Depuis l'avènement des traitements orthodontiques pour les patients adultes, l'utilisation d'attaches dites « esthétiques » est devenue de plus en plus commune, ce qui a nécessité de répondre à certaines questions concernant l'adhésion des micro-organismes et le développement du biofilm sur ces nouveaux dispositifs.

Ces attaches en céramique présentent l'avantage d'être plus discrètes, mais présentent-elles un avantage en termes de rétention de plaque ?

Bien qu'un grand nombre d'études ait montré un changement dans les populations microbiennes en présence d'appareils orthodontiques, des informations limitées sont disponibles quant au matériau constituant les supports qui serait le moins sujet à l'adhésion d'espèces bactériennes et à l'accumulation de plaque.



Figure 10 : Attache céramique conventionnelle



Figure 11 : Attache conventionnelle métallique

1.2.1 Critères d'inclusion et articles retenus

Pour une approche plus exhaustive des études cliniques publiées sur le sujet, une recherche a été réalisée sur trois bases de données, sans limite inférieure de période : PubMed, GoogleScholar et The Cochrane Library, avec les mots clés suivants : conventional ; orthodontic bracket ; ceramic ; plaque.

Différents critères déjà énumérés précédemment permettent de sélectionner des articles selon leur pertinence.

Pour les **études in vivo**, les critères d'inclusion des études étaient celles étudiant des patients suivant un traitement orthodontique fixe, en bonne santé générale, n'ayant pas pris

d'antibiotiques au cours des six semaines précédentes, non-fumeurs, sans antécédent de maladie parodontale, ne présentant pas de restaurations dentaires étendues et n'utilisant pas de solution antiseptique orale. Les essais cliniques devaient ensuite imposer la conduite d'un traitement orthodontique avec des attaches conventionnelles métalliques et/ou céramiques.

Les critères d'exclusion comprenaient les critiques, les revues narratives, les guides de pratiques cliniques, les case-reports, les lettres, les opinions personnelles, et les résumés de conférences.

En ce qui concerne les **études in vitro**, les études retenues étaient celles expérimentant l'adhésion du biofilm sur les attaches conventionnelles en céramique ainsi que sur les attaches conventionnelles métalliques.

Ont été respectivement identifiées sur PubMed, The Cochrane Library et Google Scholar 4, 2 et 2220 références. Après lecture complète des articles et suppression des doublons, 9 études comparant les attaches en céramiques aux attaches conventionnelles métalliques ont donc été retenues et classées dans les tableaux suivants.

Figure 12 : Diagramme des flux des références

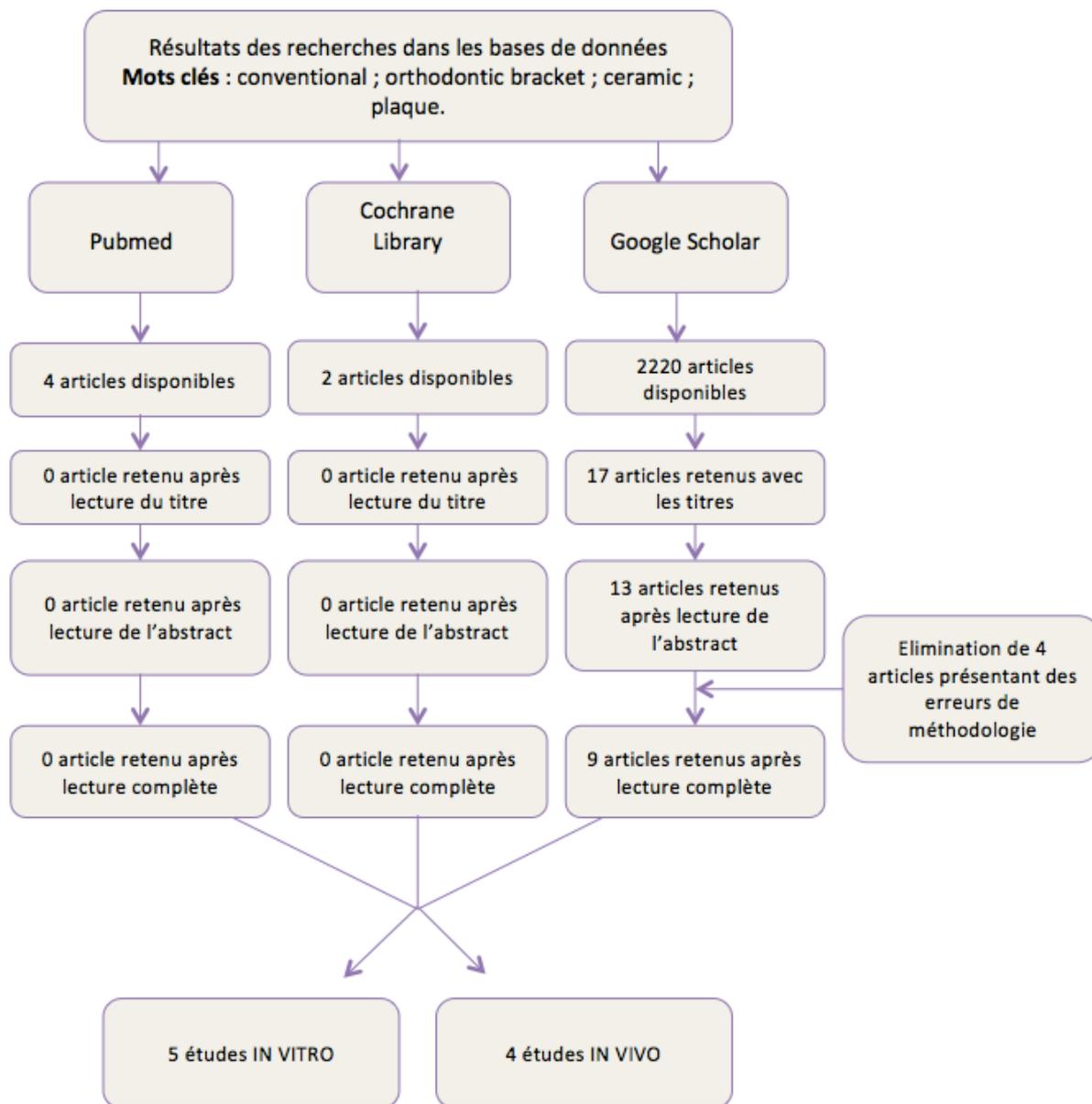


Tableau III : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion

Références	Motif
Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop</i> 1995;99:351-75.	Problème de méthodologie : étude in vivo utilisant des parallélépipèdes de matière première plutôt que de vraies attaches.
Raju AS, Hegde NA, Reddy VP, Chandrashekar BS, Mahendra S, Harishkoushik SR. An In vivo Study on Bacterial Colonization with Metal, Ceramic and Self-ligating Brackets: A Scanning Electron Microscopy Study. <i>J Ind Orthod Soc</i> 2013;47(2):88-96	Problème de méthodologie : avulsions des prémolaires avant analyse de la plaque.
Marc Philipp Dittmer, Carolina Fuchslocher Hellemann, Sebastian Grade, Wieland Heuer, Meike Stiesch, Rainer Schwestka-Polly, Anton Phillip Demling. Comparative three dimensional analysis of initial biofilm formation on three orthodontic bracket materials. <i>Head & Face Medicine</i> (2015) 11:10	Problème de méthodologie : utilisation « d'attelles » et non d'attaches.
Ashik Ahamed A, Geetha RV, & Lakshmi Thangavelu. (2019). Estimation Of Bacterial Load In Patients Wearing Metallic And Ceramic Brackets. <i>International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences</i> , 10(2), 1023-1028.	Problème de méthodologie : trop d'inconnus (durée de l'étude, critère d'inclusion des sujets, dents étudiées, sélection des participants, etc)

Tableau IV : Tableau des études in vitro retenues

Référence	Type d'étude	Objectif	Matériel et méthode	Résultats
Knoernschild KL, Rogers HM, Lefebvre CA, Fortson WM, Schuster GS. Endotoxin affinity for orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999;115:634–639.	In vitro	Comparer l'affinité relative des lipopolysaccharides (LPS), de deux espèces bactériennes, pour les attaches orthodontiques disponibles dans le commerce.	<ul style="list-style-type: none"> - Céramique vs plastique vs métallique vs or - Nombre : 128 (en 8 groupes de 16 avec 4 P.gingivalis et 4 E. Coli) - Temps : 96 heures - Dents : -- - Inclusion : -- - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : P.gingivalis a été cultivé en anaérobie pendant 48 heures à 37 ° C. E coli a été cultivé en aérobie pendant 24 heures à 37 ° C. Vingt-cinq microlitres d'acétate de sodium tritié, qui radiomarquaient le LPS, ont été ajoutés à chaque bouillon de culture. Des techniques de récolte bactérienne, d'extraction de LPS et de purification par chromatographie d'affinité identiques ont été réalisées pour les deux cultures. Des attaches en acier inoxydable, en céramique, en plastique et en or ont été exposées à des lipopolysaccharide de Porphyromonas gingivalis ou Escherichia coli dans de l'eau et incubées pendant 24 heures à 37 ° C. Les niveaux d'adhérence des lipopolysaccharides ont été évalués par spectrométrie à scintillation liquide. 	<p>Le LPS présente une affinité pour les attaches orthodontiques. Différents types de LPS ont des affinités différentes pour les matériaux. L'adhérence aux lipopolysaccharides de P. gingivalis était significativement supérieure à l'adhésion des lipopolysaccharides d'E. Coli pour tous les types d'attaches.</p> <p>L'adhérence des lipopolysaccharides Porphyromonas gingivalis et Escherichia coli était plus élevée sur les supports en acier inoxydable par rapport aux supports en céramique, en plastique et en or.</p>
Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M. Adhesion of Streptococcus mutans to different types of brackets. Angle Orthod 2007;77:1090-5	In vitro	Examiner la différence d'adhésion de Streptococcus mutans à trois différents types d'attaches orthodontiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Céramique vs plastique vs métallique - Nombre : 54 (en 3 groupes de 18) - Temps : 90 minutes - Dents : attaches d'incisives centrales maxillaires - Inclusion : 40 ans et bonne santé, pas de médicaments 3 mois avant, pas de caries, pas de problèmes parodontaux. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : S. mutans et S. sanguis ont été isolés à partir d'échantillons de plaque regroupés qui ont été prélevés par des coins de bois stériles de la zone 	<p>Lorsque les attaches sont non recouvertes de salive, aucune différence significative n'a été trouvée dans l'adhésion de S.mutans sur les différents types de d'attaches.</p> <p>Lorsque l'adhésion de S.mutans sur différents types d'attaches a été testée, en présence de S sanguis (qui avait préalablement adhéré aux attaches), les résultats ont montré que moins de</p>

			<p>interproximale entre les première et deuxième molaires de chaque quadrant. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et inoculées sur des milieux de croissance sélectifs TYCSB (trypticase levure cystéine saccharose Bacto Agar) pour S. mutans et sur des plaques non sélectives ETSA (gélose de soja enrichie de trypticase) pour l'isolement de S sanguis.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La caractérisation et l'identification présumées de S. mutans et S. sanguis étaient basées sur la morphologie de la colonie, la coloration de Gram et l'activité de la catalase, tandis que l'identification définitive a été effectuée avec le système API Strep 20. - La salive stimulée a été recueillie en mâchant de la gomme de paraffine pendant cinq minutes et en crachant dans un récipient en plastique stérile. Pour la formation d'une pellicule salivaire précoce, les attaches utilisées ont été placées dans des plaques de culture Costar à 24 puits et 1 ml de salive a été ajouté à chaque puits. 	<p>bactéries S.mutans pouvaient adhérer aux attaches. Ainsi, d'avantage de S.mutans adhèrent aux attaches lorsqu'elles étaient testées seules que lorsque S.sanguis était ajouté. Le modèle d'adhésion était similaire pour les trois types d'attaches testés, la nature de la surface de l'attache semble n'avoir aucun effet significatif.</p>
<p>Brusca MI, Chara O, Sterin-Borda L, Rosa AC. Influence of different orthodontic brackets on adherence of microorganisms in vitro. Angle Orthod 2007;77:331-6.</p>	<p>In vitro</p>	<p>Définir la capacité de différentes attaches orthodontiques, en fonction de leur composition, à modifier la croissance et l'adhérence des micro-organismes buccaux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Métal vs céramique vs composite vs contrôle (sans attache) - Nombre : 96 (en 4 groupes) - Temps : 24 heures - Dents : Attaches d'incisives centrales droites - Inclusion : -- - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Test d'adhésion dans fiole à fond plat. Candida albicans a étéensemencé dans de la gélose Saboreau dextrose et incubé dans des conditions aérobies à 37 ° C pendant 18 heures. Streptococcus mutans a été semé dans du bouillon Todd Hewitt sous microanaérobiose à 37 ° C pendant 24 heures. - Les études ont été réalisées dans des tubes à essai. Les attaches ont été transférées dans un milieu basal avec 20% de saccharose ajouté. Dix tubes de chaque espèce ont été analysés. Neuf tubes de chacun des groupes ont été inoculés avec 0,5 ml de la suspension microbienne. Une observation macroscopique des échantillons a été réalisée. 	<p>Le nombre d'UFC de Streptococcus mutans seul n'a pas été modifié en présence de différents types d'attaches, par rapport au témoin sans attache. Le nombre d'UFC a diminué de manière significative lorsque des supports métalliques étaient présents alors qu'avec l'attache en céramique l'adhérence est similaire à celle du témoin. Lorsque Streptococcus mutans et Candida albicans sont ensemble, une diminution des UFC / mL en présence d'attaches métalliques a été observée, alors qu'avec les attaches en céramique, le nombre de UFC / mL était encore similaire au contrôle.</p>

			Puis les supports ont été traités pour la microscopie électronique. Ils ont été déshydratés dans de l'alcool, séchés, fixés dans du formaldéhyde à 10%, traités au palladium, dorés et observés au microscope Phillips XL 30 MP	
Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Pauwels M, Coucke W, Carels C. Microbial adhesion on different bracket types in vitro. Angle Orthod 2009;79:915-21.	In vitro	Tester l'hypothèse qu'il existe des différences dans le nombre total de bactéries et la capacité de formation de biofilm entre sept types de supports différents.	<ul style="list-style-type: none"> - AL vs C vs céramique de 7 types avec ligatures élastomériques - Nombre : 25 attaches PM de chaque type (25x7 = 175) - Temps : 72 heures - Dents : -- - Inclusion : pas de carie dentaire active, ni de lésion parodontale, ni nettoyage professionnel ni antibiotique au cours des trois mois précédant l'étude - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Un total de 25 attaches prémolaires de chaque système ont été placées au hasard dans une boîte en polyuréthane sur une grille avec une distance entre les supports de 10 mm et incubés dans un milieu de perfusion cœur-cerveau contenant la salive et des bactéries de la plaque supra gingivales de deux patients traités par appareil orthodontique fixe, prélevés à l'aide de curettes stériles avant l'expérience. Après 72 heures à 37 degrés et 40 tours par minute dans un incubateur oscillant, les quantités de bactéries aérobies et anaérobies ont été déterminées en comptant les unités formant colonie. Le rapport UFC (aérobie / anaérobie) a également été calculé. 	<p>Les types de supports A, B, C et D ont montré des nombres d'UFC aérobies significativement plus élevés que les types de supports E, F et G.</p> <p>Les types de supports A, B et C présentaient les plus grands nombres d'UFC anaérobies. Les types de supports E, F et G ont montré le moins d'adhérence microbienne. Le nombre de UFC P.intermedia des types de supports A, B et C était significativement plus élevé que dans les autres types, mais aucune différence significative n'a été notée entre les types A, B et C.</p> <p>Les attaches étaient nommées de la façon suivante : Damon 3 Ormco® (A), Clarity 3M Unitek® (B), Mystique GAC® (C), Speed System Orthodontics® (D), Victory MBT 3M Unitek® (E), Micro-Loc GAC® (F), Generus GAC® (G). Les attaches A et D étaient auto-ligaturantes, les attaches B et C étaient conventionnelles en céramique, et les attaches E, F et G étaient conventionnelles métalliques.</p>
Fournier A, Payant L, Bouclin R. Adherence of Streptococcus mutans to orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;114(4):414-7.	In vitro	Comparer l'affinité initiale de S. mutans avec le métal, le plastique, et la céramique, et étudier l'effet de la salive sur l'affinité et l'adhésion	<ul style="list-style-type: none"> - C vs plastique vs céramique - Nombre : 12 attaches enrobées de salive et 12 non enrobées pour chaque type (24x3= 72) - Temps : 72 heures - Dents : -- - Inclusion : 26 à 52 ans (salive extraite sur 48 jeunes adultes) 	<p>L'affinité initiale de S. mutans pour les supports métalliques était significativement plus faible que l'affinité pour les supports en céramique.</p> <p>Pour les supports en métal, en plastique et en céramique, les échantillons non</p>

		<p>de S. mutans aux attaches orthodontiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : 12 attaches enrobées de salive et 12 attaches non couvertes de salive de chaque type ont été immergées dans une solution de S. mutans marquée à la [3H] thymidine. Chaque échantillon a ensuite été immergé dans de l'eau distillée à 20°C pendant 24, 48 et 72 heures pour mesurer l'adhérence de S. mutans à ces échantillons. - La salive des individus, stimulée par mastication de paraffine, a été recueillie dans de la glace. Des attaches enrobées de salive ont été placées dans un flacon à scintillation et immergées dans 2 mL de salive clarifiée pendant 2 heures sous agitation à 20 ° C. Les attaches non enduites ont été placées dans un flacon à scintillation et plongés dans 2 mL d'eau distillée pendant 2 heures sous agitation à 20 °. - Ensuite, les supports ont été rincés trois fois dans 5 mL d'eau distillée stérile et ont été immergés dans 5 mL d'eau distillée stérile pendant 24, 48 ou 72 heures à 20 ° C dans un environnement aérobie - La radioactivité a été comptée avec le compteur à scintillation. 	<p>recouverts de salive ont montré une affinité initiale et une adhérence significativement plus élevées après des durées de stockage de 24 heures et de 48 heures que les échantillons recouverts de salive.</p>
--	--	--	--	---

Tableau V : Tableau des études in vivo retenues

Référence	Type d'étude	Objectif	Matériel et méthode	Résultats
Lindel ID, Elter C, Heuer W, Heidenblut T, Stiesch M, Schweska-Polly R, Demling AP. Comparative analysis of long-term biofilm formation on metal and ceramic brackets. Angle Orthod. 2011 Sep;81(5):907-14.	Essai randomisé contrôlé	Analyser l'impact à long terme du matériau du support (acier inoxydable et céramique) sur l'étendue de la couverture du biofilm dans des conditions cliniques.	<ul style="list-style-type: none"> - Céramique VS métallique avec ligatures métalliques - Nombre : 20 (en deux groupes de 10) - Temps : 18,9 +/- 2,8 mois pour attaches en métal et 19 +/- 3,7 mois pour les attaches en céramique. - Dents : incisives centrales droites, canines et 2^e PM - Inclusion : 18 ans ou moins, bonne santé générale, pas de prise d'antibiotiques au cours des six semaines précédentes, non-fumeur, pas d'antécédents de maladie parodontale, pas de restaurations dentaires étendues, pas de nettoyage dentaire professionnel, et pas d'utilisation de solution antiseptique orale - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Les attaches ont été rincées avec une seringue air / eau pour détacher les débris, séchées à l'air et stockées à température ambiante dans des boîtes séparées. La formation de biofilms a été analysée en utilisant la détection de rétrodiffusion Rutherford (RBSD), une technique de microscopie électronique à balayage et spectroscopie aux rayons X à dispersion d'énergie. Cinq photomicrographies RBSD par support des vues mésiale, distale, occlusale, vestibulaires et linguales ont été obtenues. 	<p>Sur les supports en acier inoxydable, une formation de biofilm a été observée sur 12,5% +/- 5,7% de la surface totale et sur 5,6% +/- 2,4% sur les supports en céramique. La différence entre la formation de biofilm sur l'acier inoxydable et la céramique était statistiquement significative.</p> <p>L'examen parodontal a montré une plus grande accumulation de plaque et une inflammation gingivale plus sévère dans le groupe acier inoxydable par rapport au groupe céramique, mais la différence n'était pas significative.</p>
Anhoury P, Nathanson D, Hughes CV, Socransky S, Feres M, Chou LL. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. Angle Orthod. 2002;72:338-343.	Essai randomisé contrôlé	Comparer le nombre total de bactéries présentes sur les attaches orthodontiques métalliques et céramiques afin de clarifier quel type d'attache a une	<ul style="list-style-type: none"> - Métalliques vs céramiques - Nombre : 28 (16 patients avec 32 métalliques et 12 patients avec 24 céramique) - Temps : -- - Dents : incisive centrale maxillaire et seconde prémolaire maxillaire - Inclusion : 11- 40 ans - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Deux attaches ont été prélevées sur 	<p>Même lorsque les attaches antérieures et postérieures ont été considérées séparément, aucune différence n'a été détectée dans les niveaux de S mutans entre les deux matériaux des attaches. Les dénombrements de Streptococcus sanguis, Actinomyces gerencseriae et Streptococcus constellatus n'étaient pas significativement différents entre les</p>

		capacité de rétention de plaque plus élevée et de déterminer les niveaux de Streptococcus mutans et Lactobacillus sur les deux types d'attaches.	chaque patient: une d'une incisive centrale maxillaire et une d'une deuxième prémolaire maxillaire. Les supports ont été transférés dans 100 µL de tampon TE et 100 µL de NaOH ont été ajoutés. Les supports ont ensuite été stockés congelés à -80°C jusqu'à l'analyse par la technique d'hybridation ADN.	attaches métalliques et céramiques. Cependant, des différences significatives ont été trouvées pour les trois espèces lorsque les dénombrements des attaches métalliques antérieures et céramiques antérieures ont été considérées séparément avec des dénombrements plus élevés pour les attaches en céramique.
Agarwal N, Agarwal U, Katiyar S, Gupta S. An In Vivo Comparison of Bacterial Colonization with Orthodontic Bracket System. Adv Hum Biol. 2015;5(2):72-77.	Essai randomisé contrôlé	L'objectif de cette étude in vivo était de comparer la quantité de colonisation bactérienne associée aux attaches orthodontiques métalliques, et céramiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Céramiques avec ligatures élastomériques vs métalliques avec ligatures métalliques - Nombre : 30 (en deux groupes) - Temps : 21 jours - Dents : prémolaire maxillaire droite - Inclusion : 11 à 25 ans, patients nécessitant un traitement orthodontique fixe sur les dents antérieures. - Exclusion : restaurations antérieures et présence de caries - Méthode d'analyse : A J1 l'écouvillon de la surface vestibulaire de la deuxième prémolaire a été prélevé en utilisant des points de papier stériles placés sur la surface de la dent pendant 30 secondes. Les pointes de papier ont été transférées sur du milieu de culture de Robertson à la viande cuite (RCM), utilisés comme supports de transport. Une fois l'écouvillon recueilli, le collage a été effectué. Au jour 21, les attaches ont été collectées sur les prémolaires maxillaires droites de l'arcade dentaire et transféré au RCM. - Culture : Les échantillons ont été incubés pendant une nuit et à partir de la culture, une sous-culture aérobie, une sous-culture anaérobie avec du métronidazole, et des dilutions ont été effectuées pour le comptage des colonies. Les échantillons ont été inoculés sur la gélose au sang pour la culture aérobie et sur la gélose au sang Brain Heart Infusion (BHI) pour la culture anaérobie. Un disque de métronidazole a été mis en place et la plaque d'agar BHI a été emballée dans un bocal à gaz créant une atmosphère anaérobie. L'incubation a été effectuée pendant 5 jours à 	Le résultat de cette étude in vivo a conclu qu'une colonisation bactérienne plus élevée était associée à des attaches en céramique ligaturées avec des ligatures élastomériques suivies des attaches métalliques ligaturées avec des ligatures en acier.

			<p>37 ° C dans un incubateur. Ensuite, 10 microlitres de chaque dilution ont été étalés sur une plaque de gélose au sang BHI et incubés dans un environnement anaérobie pendant cinq jours, et 10 microlitres de chaque dilution ont été étalés sur une plaque de gélose au sang et incubés pendant 48 heures.</p> <p>Identification des micro-organismes : Bactéries aérobies: Après 48 heures d'incubation, les colonies ont été identifiées sur des plaques de gélose au sang. Le groupe Streptococcus viridians a été identifié autour des colonies sur gélose au sang. Bactéries anaérobies: Après 5 jours d'incubation, les colonies ont été identifiées sur des plaques de gélose BHI.</p>	
<p>Shashidhar E P, M Sahitya, T Sunil, Anup R Murthy, M S Rani. A Comparative Evaluation of Adherence of Microorganism to Different Types of Brackets: A Scanning Electron Microscopic Study. J Int Oral Health. 2015 Sep; 7(9): 25–30.</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Le but de cette étude était d'évaluer et de comparer l'adhérence du microorganisme à différents types d'attaches à l'aide du microscope électronique à balayage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Céramiques vs métalliques vs titane vs composite - Nombre : 12 (en quatre groupes) - Temps : 72 heures - Dents : incisives latérales, canines, PM1, PM2 - Inclusion : bonne hygiène bucco-dentaire, aucune inflammation gingivale, aucune dent manquante et aucun traitement orthodontique antérieur. - Exclusion : pathologie gingivale, mauvaise hygiène bucco-dentaire, dents extraites, anomalie congénitale, fluorose et hypoplasie de l'émail. - Méthode d'analyse : Les attaches ont été laissées pendant 72 heures. Au bout de 72 heures les attaches ont été décollées et disposées dans des boîtes des Petri. Après le décollage, les attaches ont été numérotées et envoyées pour une évaluation MEB pour l'adhérence des micro-organismes. Au laboratoire, chaque support a été pulvérisé d'or et a été observé au microscope électronique à balayage. 	<p>L'adhérence maximale des micro-organismes a été observée avec le matériau de support composite, suivi de la céramique, et de l'acier inoxydable. La moindre adhérence des micro-organismes a été observée avec le matériau du support en titane. L'adhésion maximale a été retrouvée préférentiellement au niveau des slots des attaches. Les résultats montrent donc qu'il existe une différence significative d'adhérence des micro-organismes aux différents types d'attaches.</p>

1.2.2 Analyse des sections « Matériel et méthode »

1.2.2.1 Études in vivo

Parmi les articles retenus (Tableau V), quatre études in vivo étaient intéressantes : celles de Lindel et al., Anhoury et al., Agarwal et al., ainsi que Shashidhar et al. Cependant, ces quatre études utilisaient des méthodes bien différentes.

a. Etude de Anhoury et al. en 2002

Dans un premier temps, l'étude de **Anhoury et al.** visait à comparer le nombre total de bactéries présentes sur les attaches orthodontiques métalliques et céramiques afin de clarifier quel type d'attache avait une capacité de rétention de plaque plus élevée et de déterminer les niveaux de *Streptococcus mutans* sur les deux types d'attaches. L'étude a été réalisée sur 28 patients, dont 16 avaient des attaches métalliques et 12 avaient des attaches en céramique. Les examinateurs ont prélevé deux attaches sur chaque patient : une incisive centrale maxillaire et une deuxième prémolaire maxillaire. Les attaches ont été transférées dans 100 µL de solution tampon et 100 µL de NaOH ont été ajoutés. Les attaches ont ensuite été stockées et congelées à -80°C jusqu'à analyse par la technique d'hybridation ADN. L'hybridation est une méthode rapide de dénombrement des espèces bactériennes à l'aide de sondes ADN. Cette technique offrirait rapidité et précision et présenterait l'avantage d'être moins longue, moins laborieuse et moins coûteuse que les techniques culturales. De plus, pour la détection et la numération des micro-organismes contenus dans la plaque dentaire, les opérateurs ont utilisé un Storm Fluorimager (Molecular Dynamics, Sunnyvale, Californie). Ce procédé permet la détection de 104 cellules par échantillon d'une espèce donnée grâce à la fluorescence. D'après l'article, le Storm Fluorimager améliorerait la capacité de quantifier les espèces dans les échantillons de plaque.

b. Etude de Lindel et al. en 2011

Dans l'essai randomisé de **Lindel et al.**, le but de l'expérience était d'analyser l'impact à long terme du matériau du support (acier inoxydable et céramique) sur l'étendue de la couverture du biofilm dans les conditions cliniques. Pour cela, 20 sujets ont été inclus. Tous présentaient les critères suivants : traitement orthodontique fixe, 18 ans ou moins, bonne santé générale, pas de prise d'antibiotiques au cours des six semaines précédentes, non-fumeur, pas d'antécédents de maladie parodontale, pas de restaurations dentaires étendues, pas de nettoyage dentaire professionnel, et pas d'utilisation de solution antiseptique orale.

Les 20 patients ont été divisés en deux groupes de 10. Pour chacun d'eux, les attaches de l'incisive centrale droite, la canine et la deuxième prémolaire ont été prélevées après 19 mois de traitement. Elles ont été rincées pour détacher les débris, séchées à l'air et stockées

à température ambiante dans des boîtes séparées. La formation de biofilm a été analysée en utilisant la détection de rétrodiffusion Rutherford (RBSD), une technique de microscopie électronique à balayage et spectroscopie aux rayons X à dispersion d'énergie. L'analyse quantitative a été réalisée avec un logiciel d'analyse de surface. Cinq photomicrographies RBSD par support des vues mésiales, distales, occlusales, vestibulaires et linguales ont été obtenues. Le jour de la dépose de l'appareil, un examen parodontal comprenant la profondeur de sondage, le saignement au sondage et l'indice de plaque, des sites a été effectué avant le débaguage. Tous les arcs ont été ligaturés à l'aide de ligatures en acier inoxydable.

c. Agarwal et al. en 2015

Le but de l'essai de Agarwal et al. était de comparer la colonisation bactérienne associée aux attaches orthodontiques métalliques (associées à des ligatures métalliques) et céramiques (associées à des ligatures élastomériques). Pour cela, 30 sujets ont été inclus dans une étude durant 21 jours. Tous étaient âgés de 11 à 25 ans, et nécessitaient un traitement orthodontique fixe sur les dents antérieures.

A J1 après la prophylaxie orale, des échantillons de plaque de la deuxième prémolaire maxillaire droite ont été prélevés sur chaque patient en utilisant des points de papier stériles. Immédiatement après le retrait, les pointes de papier ont été transférées sur un milieu de culture Robertson à la viande cuite (RCM). Une fois les échantillons recueillis, le collage a été effectué. Au jour 21, les attaches ont été collectées sur les prémolaires maxillaires droites et transféré au RCM.

Cultures : Les échantillons ont été incubés pendant une nuit et à partir de la culture, une sous-culture aérobie, une sous-culture anaérobie avec du métronidazole, et des dilutions ont été effectuées pour le comptage des colonies. Les échantillons ont été inoculés sur la gélose au sang pour la culture aérobie, et sur la gélose au sang Brain Heart Infusion (BHI) pour la culture anaérobie. Un disque de métronidazole a été mis en place et la plaque d'agar BHI a été emballée dans un bocal à gaz créant une atmosphère anaérobie. L'incubation a été effectuée pendant cinq jours à 37 ° C dans un incubateur. Ensuite, 10 microlitres de chaque dilution ont été étalés sur une plaque de gélose au sang BHI et incubés dans un environnement anaérobie pendant cinq jours, et 10 microlitres de chaque dilution ont été étalés sur une plaque de gélose au sang et incubés pendant 48 heures.

Identification des micro-organismes : Pour les bactéries aérobies, après 48 heures d'incubation, les colonies ont été identifiées sur des plaques de gélose au sang sur la base des caractéristiques des colonies, et de la coloration de Gram. En ce qui concerne les bactéries anaérobies, après cinq jours d'incubation, les colonies ont été identifiées sur des plaques de gélose BHI sur la base de la morphologie caractéristique des colonies, de la production de pigments et de la sensibilité du disque au métronidazole.

d. Shashidhar et al. en 2015

Enfin, dans l'essai randomisé de Shashidhar et al., Le but était d'évaluer et de comparer l'adhérence des micro-organismes à différents types d'attaches (céramique, métallique, composite et titane) à l'aide de la microscopie électronique à balayage. Cet essai réunissait 12 participants, répartis en quatre groupes. Les sujets devaient avoir une bonne hygiène bucco-dentaire, et ne devaient présenter aucune inflammation gingivale, aucune dent manquante et aucun traitement orthodontique antérieur.

Les attaches ont été mise en place puis laissées en place pendant 72 heure. Les patients avaient préalablement reçu comme instruction de se brosser régulièrement. Au bout de 72 heures, les attaches ont été décollées et disposées dans des boites des Petri. Après le décollement, les attaches ont été numérotées et envoyées pour une évaluation MEB afin d'évaluer l'adhérence des micro-organismes. Au laboratoire, chaque support a été pulvérisé d'or et a été observé au microscope électronique à balayage.

Ainsi, chaque étude utilise des méthodes d'analyse bien particulières. Par exemple, dans les études de **Lindel et al.**, et **Shashidhar et al.**, c'est la quantité de plaque, grâce à la microscopie électronique à balayage, ainsi que l'état parodontal (dans le cas de l'étude de Lindel et al.) qui ont été analysés pour définir le potentiel de rétention de la plaque dentaire sur deux types de supports. En revanche, l'étude de **Anhoury et al.** a comparé le nombre total de bactéries présentes sur les attaches orthodontiques métalliques et céramiques afin de définir quel type d'attache avait une capacité de rétention de plaque plus élevée et de déterminer les niveaux de Streptococcus mutans sur les deux types d'attaches. Pour y parvenir, l'hybridation ADN ainsi que des techniques de fluorescence ont été utilisées.

1.2.2.2 Études in vitro

Toutes les études éligibles (Tableau IV) ont comparé les deux systèmes suivant : attaches conventionnelles métalliques et céramiques. Dans ces études in vitro, diverses techniques ont été utilisées pour évaluer la flore microbienne présente ainsi que l'adhérence préférentielle de certains micro-organismes aux attaches.

a. Etude de Knoernschild et al. en 1999

Dans l'étude in vitro de **Knoernschild et al.**, l'examineur souhaitait comparer l'affinité relative du lipopolysaccharide (LPS) de deux espèces bactériennes pour les attaches orthodontiques disponibles dans le commerce, grâce à la spectrométrie à scintillation liquide. En effet, d'après l'article, des niveaux accrus de LPS dans la plaque dentaire, et le liquide sulculaire, seraient associés à une augmentation de l'inflammation parodontale. Cette étude réalisée sur 128 attaches avait pour but de tester l'adhérence des lipopolysaccharides Porphyromonas gingivalis (Pg) et Escherichia coli (E coli) sur les

différents types d'attaches. Pour cette expérience, Pg a été cultivé en anaérobie pendant 48 heures à 37°C dans 250 mL de bouillon de soja tryptique. E coli a été cultivé en aérobie pendant 24 heures à 37°C dans 500 mL de bouillon LB. Vingt-cinq millicurie d'acétate de sodium tritié, qui radiomarquaient le LPS, ont été ajoutés à chaque milieu de culture. Des techniques de récolte bactérienne, d'extraction de LPS et de purification par chromatographie d'affinité identiques ont été réalisées pour les deux cultures.

Les attaches en acier inoxydable, et en céramique ont été exposées aux LPS Porphyromonas gingivalis ou Escherichia coli dans de l'eau et incubées pendant 24 heures à 37 ° C. Elles ont ensuite été transférées dans de l'eau fraîche exempte de lipopolysaccharides et incubées pendant 24 heures à 37 ° C pour évaluer l'élution. Ce transfert d'élution a été poursuivi jusqu'à 96 heures d'incubation totale.

Les niveaux d'adhérence des LPS ont ensuite été calculés et les solutions d'élutions ont été évaluées par spectrométrie à scintillation liquide.

b. Etude de Papaioannou et al. en 2007

Papaioannou et al. ont voulu examiner la différence d'adhésion des Streptococcus mutans aux attaches conventionnelles métalliques et céramiques, et l'effet de la présence d'une pellicule salivaire précoce et de Streptococcus sanguis (S. sanguis) sur l'adhésion des S. mutans. Trois différentes expériences ont été menées dans cette étude in vitro sur 54 attaches d'incisives centrales maxillaires.

Dans la première expérience, seule une souche clinique de S. mutans a été mise au contact de trois différents types d'attaches. Pour la seconde, les attaches ont été traitées à la salive avant l'adhésion de S. mutans. Enfin, la troisième expérience concernait des attaches enrobées de salive, mais avant que la mise en contact avec les S. mutans soit réalisée, des bactéries S. sanguis avaient adhéré aux différents types d'attaches. La collecte de plaque dentaire ainsi que la salive utilisée pour cette étude provenait de deux patients âgés de 40 ans, en bonne santé générale. Ils ne présentaient pas de carie, ni de problème parodontaux, et n'avaient pas pris de médicaments dans les trois mois avant le début de l'étude.

S. mutans et S. sanguis ont, dans un premier temps, été isolés à partir d'échantillons de plaque prélevés à l'aide de coins en bois stériles entre les premières et deuxièmes molaires de chaque quadrant (soit 4 échantillons par patient). Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et inoculées sur des milieux de croissance sélectifs TYCSB (trypticase levure cystéine saccharose Bacto Agar) pour S. mutans et sur des plaques non sélectives ETSA (gélose de soja enrichie de trypticase) pour l'isolement de S. sanguis. Les plaques inoculées ont été incubées pendant trois jours dans 10% de CO₂ à 37°C. La caractérisation et l'identification présumées de S. mutans et S. sanguis étaient basées sur la morphologie des colonies, la coloration de Gram et l'activité de la catalase, tandis que l'identification définitive a été effectuée avec le système API Strep 20 (Biomérieux SA, Montalieu-Vercieu, France). Ce système est un système standardisé associant 20 tests biochimiques présentant un grand pouvoir discriminant. Il permet ainsi de faire un diagnostic de groupe ou d'espèce pour la plupart des Streptocoques.

La salive stimulée, quant à elle, a été recueillie en mâchant une gomme de paraffine pendant cinq minutes puis en crachant dans un récipient en plastique stérile. La salive a été immédiatement clarifiée par centrifugation et filtrée. Pour la formation d'une pellicule salivaire précoce, les attaches utilisées ont été placées sur des plaques de culture Costar à 24 puits, et 1 mL de salive a été ajouté à chaque puits. Elles ont été incubées pendant 30 minutes à 37°C, après quoi elles ont été retirées et placées dans de nouvelles plaques à 24 puits pour les tests d'adhésion.

c. Etude de Brusca et al. en 2007

L'étude in vitro de **Brusca et al.** visait à définir la capacité de différentes attaches orthodontiques à modifier la croissance et l'adhérence des micro-organismes buccaux. Dans cette expérience, les tests d'adhésion ont été effectués dans des fioles à fond plat. Une souche de *Candida albicans* a étéensemencée dans de la gélose Saboreau dextrose et incubée dans des conditions aérobies à 37°C pendant 18 heures. Une souche de *Streptococcus mutans*, a été semée dans du bouillon Todd Hewitt sous microanaérobiose à 37°C pendant 24 heures.

Les 96 attaches ont été transférées dans un milieu basal avec 20% de saccharose ajouté. Dix tubes de chaque espèce ont été analysés. Neuf tubes de chacun des groupes ont été inoculés avec 0,5 mL de la suspension microbienne, et un tube servait de tube témoin. Puis, une observation macroscopique des échantillons a été réalisée. Enfin, les attaches ont été traitées pour la microscopie électronique. Elles ont été déshydratées dans de l'alcool, séchées, fixées dans du formaldéhyde à 10%, traitées au palladium doré et observées au microscope Phillips XL 30 MP, afin de pouvoir calculer le nombre d'UFC pour chaque micro-organisme et d'évaluer l'adhérence des micro-organismes en fonction des attaches.

d. Etude de Fournier et al. en 1998

Dans l'étude de **Fournier et al.**, les objectifs étaient de comparer l'affinité initiale de *S. mutans* avec des attaches en céramique et des attaches métalliques, et d'étudier l'effet de la salive sur l'affinité et l'adhésion de *S. mutans* aux attaches orthodontiques. Les *S. mutans* ont été isolés de la salive de 48 individus âgés de 28 à 52 ans. Dans cette étude in vitro, 72 attaches ont été étudiées, enrobées de salive ou non. Douze attaches enrobées de salive et douze attaches non revêtues de chaque type ont été immergées dans une solution de *S. mutans* marquée à la thymidine. Chaque échantillon a ensuite été immergé dans de l'eau distillée à 20°C pendant 24, 48 et 72 heures. De la salive stimulée par la paraffine de six individus a été recueillie dans de la glace. La salive a été clarifiée par centrifugation pendant 10 minutes à 4°C puis chauffée à 60°C pendant 30 minutes. Les attaches enrobées de salive ont été placées dans un flacon à scintillation et immergées dans 2 mL de salive clarifiée pendant 2 heures sous agitation à 20°C. Les attaches non enrobées ont été placées dans un flacon à scintillation et plongées dans 2 mL d'eau distillée pendant 2 heures sous agitation à 20°C. Après cette période de temps, la radioactivité a été comptée avec un compteur à scintillation.

e. Etude de Van Gastel et al. en 2009

Van Gastel et al., ont réalisé une étude afin de tester l'hypothèse selon laquelle il existe des différences dans le nombre total de bactéries et la capacité de formation de biofilm entre sept différents types d'attaches orthodontiques : Damon 3 Ormco® (A), Clarity 3M Unitek® (B), Mystique GAC® (C), Speed Speed System Orthodontics® (D), Victory MBT 3M Unitek® (E), Micro-Loc GAC® (F), Genus GAC® (G). Les attaches A et D étaient auto-ligaturantes, les attaches B et C étaient conventionnelles en céramique, et les attaches E, F et G étaient métalliques.

Un total de 25 attaches prémolaires de chaque système (soit 175 au total) ont donc été placées au hasard dans une boîte en polyuréthane sur une grille avec une distance entre les supports de 10 mm. De la plaque supra-gingivale et de la salive ont également été collectées auprès de ces deux patients, qui s'étaient abstenus de manger, de boire et de se brosser les dents pendant au moins deux heures avant le prélèvement de salive. Ils n'avaient pas de carie dentaire ni de lésion parodontale, et ils n'avaient reçu ni nettoyage professionnel ni antibiotique au cours des trois mois précédant l'étude. Par patient, 5 mL de salive non stimulée ont été collectés dans un tube stérile réfrigéré par la méthode de « crachat ». La plaque dentaire et la salive ont été ajoutées à 1 L de Brain Heart Infusion (BHI). Le milieu BHI contenant les bactéries et la salive des patients orthodontiques a été inséré dans le récipient dans lequel les attaches ont été transportées et il a été placé dans un incubateur oscillant aérobie pendant 72 heures à 37°C. Puis, les quantités de bactéries aérobies et anaérobies ont été déterminées en comptant les unités formant colonie (UFC). Le rapport UFC (aérobie / anaérobie) a également été calculé.

Ainsi, chaque étude utilise des méthodes d'analyse bien particulières, pour **Knoernschild et al.**, ce sont les LPS qui ont permis de tester l'adhérence de *Porphyromonas* et *Escherichia coli* pour les différentes attaches grâce à la spectrométrie à scintillation liquide. Alors que pour **Papaioannou et al.**, la caractérisation et l'identification présumées de *S. mutans* et *S. sanguis* étaient basées sur la morphologie des colonies, la coloration de Gram et l'activité de la catalase, tandis que l'identification définitive a été effectuée avec le système API Strep 20. Pour **Van Gastel et al.**, c'est le nombre total de bactéries et les UFC qui sont comptées visuellement sur chaque attache grâce à une technique de culture et de pigmentation bactérienne. Enfin, pour **Brusca et al.** et **Fournier et al.** c'est grâce à l'analyse de micro-organismes comme les *Candida albicans* et *Streptococcus mutans* par microscopie électronique que la capacité de différentes attaches orthodontiques en fonction de leur composition à l'adhérence des micro-organismes buccaux a pu être évaluée.

1.2.3 Analyse des sections « Résultats »

1.2.3.1 Études in vivo

Les résultats des études in vivo amènent à des conclusions sensiblement différentes.

Par exemple, l'article de **Lindel et al.** a relevé un taux de plaque plus important sur les attaches métalliques et a démontré la supériorité des attaches conventionnelles en céramique, contrairement aux études de **Shashidhar et al.** et **Agarwal et al.**

En revanche, l'étude de **Anhoury et al** a rapporté qu'il n'y avait pas de différence d'agrégation de plaque entre les attaches conventionnelles métalliques ou céramiques.

a. En faveur des attaches en céramique

Dans un premier temps, les résultats de l'étude de **Lindel et al.** montrent que sur les attaches en acier inoxydable, une formation de biofilm a été observée sur 12,5% +/- 5,7% de la surface totale, alors qu'elle était de 5,6% +/- 2,4% sur les supports en céramique. Cette différence entre la formation de biofilm sur l'acier inoxydable et la céramique s'est révélée statistiquement significative.

De plus, l'examen parodontal a montré une plus grande d'accumulation de plaque, ainsi qu'une inflammation gingivale plus importante, dans le groupe de patients portant des attaches en acier inoxydable, cependant la différence n'était pas significative. Le saignement au sondage des sites examinés était positif dans 5,6% des cas pour les attaches en acier inoxydable et dans 3,3% des cas pour celles en céramique. La profondeur de sondage moyenne était de 1,8mm (groupe acier inoxydable) et de 1,5mm (groupe céramique).

En ce qui concerne la formation de biofilm à long terme, les attaches en céramique présenteraient moins d'accumulation de biofilm par rapport aux attaches métalliques. Elles sembleraient donc plus avantageuses que les attaches métalliques. Or, d'après les résultats de cette étude, cette supériorité n'aurait pas d'impact significatif sur les paramètres parodontaux.

b. Aucune différence entre les systèmes

Contrairement à l'étude de Lindel et al., les résultats de l'étude de **Anhoury et al.** montrent que même lorsque les attaches antérieures et postérieures ont été considérées séparément, aucune différence n'a été détectée dans les niveaux de S.mutans présents sur les deux types d'attaches.

En effet, la quantité moyenne des espèces telles que S.mutans et Lactobacillus acidophilus, ne se sont pas révélées différentes entre les attaches métalliques ou en céramique. Le dénombrement de Streptococcus sanguis, Actinomyces gerencseriae et Streptococcus constellatus n'étaient pas significativement différents entre les attaches métalliques et céramiques. Les attaches métalliques ont montré des comptes moyens significativement plus élevés que les attaches en céramique pour les espèces Treponema denticola,

Actinobacillus actinomycetemcomitans, Fusobacterium nucleatum ss vincentii, Streptococcus anginosus et Eubacterium nodatum. En revanche, les attaches en céramique ont montré des comptes moyens significativement plus élevés que les attaches métalliques pour les espèces Eikenella corrodens, Campilobacter showae et Selenomonas noxia. Ainsi, aucun schéma évident de colonisation bactérienne favorisant un matériau de support par rapport à l'autre n'a pu être dégagé.

L'étude suggère que le matériau constituant les attaches pourrait avoir peu d'effet sur les populations microbiennes. Mais ils démontrent la présence de ces organismes, dont certains sont potentiellement néfastes pour la santé du parodonte, sur les attaches orthodontiques et renforcent la nécessité d'une hygiène buccale méticuleuse pour les patients en cours de traitement orthodontique.

c. En faveur des attaches conventionnelles métalliques

De même, les résultats de l'étude in vivo de **Agarwal et al.**, ont conclu qu'une colonisation de micro-organismes plus élevée était associée à des attaches en céramique ligaturées avec des ligatures élastomériques, puis des attaches métalliques ligaturées avec des ligatures en acier inoxydable, présentant ainsi le taux d'adhésion le plus faible.

Des différences significatives ont été trouvées dans les taux d'adhésion entre les observations au jour 1 et au jour 21. Ce qui signifie qu'une augmentation globale du nombre de micro-organismes est à noter dans tous les groupes par rapport au jour de la pose. De plus, aucune différence significative n'a été démontré entre les observations des différents groupes au jour de la pose. En revanche, au jour 21, des différences significatives entre les groupes ont été notées, ce qui montre l'impact de la composition de l'attache sur la rétention de la plaque dentaire.

Enfin, dans l'étude de **Shashidhar et al.**, une adhésion maximale des micro-organismes a été observée avec le matériau de support en composite, suivi de la céramique, de l'acier inoxydable, et la moindre adhérence des micro-organismes a été observée avec le matériau du support en titane. De plus, les résultats ont montré que l'agrégation maximale a été retrouvée préférentiellement au niveau des fentes des attaches.

Les résultats montrent donc qu'il existe une différence significative d'adhérence des micro-organismes aux différents types d'attaches. Ainsi, les auteurs ne recommandent pas l'utilisation des attaches dites « esthétiques » chez des patients négligeant leur hygiène bucco-dentaire.

Conclusion : Après analyse des études in vivo retenues, il n'est pas possible de pouvoir affirmer avec certitude quel type d'attache serait le plus prédisposé à la rétention de la plaque dentaire au vu du nombre insuffisant d'études réalisées sur le sujet. Cependant, on observe une tendance des résultats qui encouragerait globalement l'utilisation des attaches métalliques pour des patients négligeant leur hygiène bucco-dentaire.

1.2.3.2 Études in vitro

Les résultats des différentes études in vitro conduisent également à des conclusions hétérogènes. En effet certains articles comme celui de **Knoernschild et al.** ont démontré la supériorité des attaches céramiques par rapport aux attaches conventionnelles métalliques. En revanche, l'étude de **Papaioannou et al.**, a rapporté qu'il n'y avait pas de différence d'agrégation de plaque entre les attaches conventionnelles métalliques et céramiques. Enfin, contrairement aux études précédemment citées, celles de **Brusca et al.**, **Van Gastel et al.** et **Fournier et al.** ont relevé un taux de plaque plus important sur les attaches en céramique, et donc démontré la supériorité des attaches conventionnelles métalliques.

a. En faveur des attaches conventionnelles métalliques

L'étude de **Brusca et al.** souligne que les micro-organismes ont montré une adhérence maximale aux supports esthétiques en céramique. D'après eux, ces micro-organismes trouveraient une niche écologique très favorable dans la structure plus poreuse et moins lisse du matériau en céramique. En effet, dans un premier temps, d'après les résultats, le nombre d'UFC de *Streptococcus mutans* seul n'a pas été modifié en présence de différents types d'attaches, par rapport au groupe témoin sans attache. Au contraire, le nombre d'UFC de *Candida albicans* a diminué de manière significative lorsque des supports métalliques étaient présents, contrairement aux résultats obtenus en présence des supports en céramique. Enfin, lorsque *Streptococcus mutans* et *Candida albicans* étaient ensemble, une diminution des UFC/mL en présence d'attaches métalliques a également été observée. Ainsi, pour Brusca et al., les attaches esthétiques en céramique seraient plus favorables à la rétention de la plaque dentaire, contrairement aux attaches métalliques, plus lisses et moins poreuses.

Fournier et al. ont étudié l'affinité des *S. mutans* pour les attaches orthodontiques en acier inoxydable, et en céramique, à l'instar de l'étude de Brusca et al., leurs résultats semblaient indiquer que l'adhérence des *S. mutans* était plus faible pour le métal que pour les attaches en plastique ou en céramique.

De plus, pour les attaches métalliques et en céramique, les échantillons non recouverts de salive ont montré une affinité initiale et une adhérence significativement plus élevée des *S. mutans* après des durées de stockage de 24 heures et de 48 heures par rapport aux échantillons recouverts de salive. Ceci souligne l'importance de la pellicule salivaire précoce, diminuant l'agrégation bactérienne et l'accumulation de plaque dentaire.

Les résultats semblent indiquer que les supports métalliques présenteraient un potentiel d'accumulation bactérienne plus faible que les supports en plastique ou en céramique. Cependant, aucune différence statistique d'adhérence au fil du temps n'a pu être démontrée, il est donc difficile de conclure clairement.

De même, les résultats de l'étude de **Van Gastel et al.**, comparant le nombre total de micro-organismes sur diverses attaches orthodontiques, ont montré un nombre de colonies relativement plus faible sur les attaches métalliques par rapport aux attaches en céramique. En effet, les types de supports A, B, C et D (auto-ligaturants et céramiques) ont montré des nombres d'UFC aérobies significativement plus élevés que les types de supports E, F et G (métalliques). De plus, les types de supports A, B et C présentaient les plus grands nombres d'UFC anaérobies, alors que les types de supports E, F et G, ont montré le taux d'adhérence microbienne le plus faible.

b. Aucune différence entre les systèmes

D'autres études n'ont pas trouvé de différence significative entre les différentes attaches. En effet, l'étude in vitro de **Papaoannou et al.**, a évalué l'adhésion d'une souche clinique de *S. mutans* sur des supports de composition différente, avec un revêtement salivaire ou sans. L'effet de *Streptococcus sanguis* a également été examiné en permettant à ces bactéries d'adhérer avant l'adhésion de *S. mutans*. Ainsi, plus de bactéries de *S. mutans* pouvaient adhérer aux supports lorsqu'elles étaient testées seules, que lorsque *S. sanguis* était ajouté. De plus, il était clair, d'après les résultats, qu'il n'y avait pas de différence significative dans l'adhésion de *S. mutans* aux deux différents types d'attaches.

Leurs résultats indiquent également que la salive est un facteur essentiel dans l'adhésion de *S. mutans* aux attaches orthodontiques. La présence de salive, et la formation d'une pellicule salivaire précoce, diminueraient au contraire l'adhésion des bactéries par rapport aux attaches non enrobées de salive. En effet, d'après l'expérience, l'adhérence de *S. mutans* aux attaches enduites de salive était significativement plus faible que l'adhérence aux attaches non enduites.

c. En faveur des attaches conventionnelles céramiques

L'étude in vitro de **Knoernschild et al.** a révélé que l'adhérence des lipopolysaccharides pour *Porphyromonas gingivalis* et *E. coli* était plus élevée sur les attaches en acier inoxydable par rapport aux attaches en céramique. D'après l'article, si le LPS est un contributeur important à l'inflammation parodontale, la réduction des niveaux de LPS sur les appareils orthodontiques pourrait servir à réduire les effets de cette toxine sur les tissus. A ce jour, aucune preuve n'existe concernant les méthodes efficaces d'élimination du LPS des attaches orthodontiques. Or, d'après **Dennison et al.**, le LPS peut être retiré des surfaces des composants des implants in vitro avec une pastille de coton imbibée d'eau, d'acide citrique ou de Chlorhexidine. De même, d'après l'article, la plupart des LPS seraient probablement facilement éliminés des surfaces des attaches orthodontiques avec des techniques simples d'élimination de la plaque. Le facteur essentiel pour maintenir des niveaux de LPS réduits sur les supports serait l'élimination quotidienne régulière de ceux-ci.

Conclusion : Après analyse des articles retenus, il n'est pas possible de pouvoir dire avec certitude quel type d'attache serait le moins favorable à la rétention de la plaque dentaire. Certains articles penchent pour les attaches conventionnelles en céramique, alors que d'autres sont en faveur des attaches conventionnelles métalliques. De plus, certaines études ne montrent aucune différence significative entre les deux types d'attaches. Cependant, il est essentiel de noter que les attaches métalliques ont globalement montré de meilleurs résultats en termes de rétention de plaque dentaire, et que cette conclusion est le plus souvent admise par les articles retenus. En revanche, au vu de la discordance des résultats des différentes études, et du nombre trop faible d'études réalisées sur le sujet, une nouvelle étude clinique serait justifiable afin de déterminer quelles attaches seraient le moins délétères pour le parodonte.

1.2.4 Discussion

1.2.4.1 Études in vivo

Les résultats contradictoires des deux études in vivo peuvent être attribués à différents facteurs, comme des différences dans la conception, le matériel et les méthodes d'analyse et de réalisation des différentes l'étude. Les comparaisons directes des résultats entre les études doivent être faites avec précaution et avec une prise en considération des différentes méthodologies utilisées.

a. Morphologie et composition des attaches

En effet, dans un premier temps, les **variations de forme** et de conception entre les différentes marques d'attaches peuvent influencer la rétention de plaque dentaire. Comme vu précédemment dans l'étude de **Pithon et al.**, les résultats peuvent être en partie attribués à la conception des attaches disponibles, pouvant fournir des surfaces rétentives différentes pour la formation de plaque dentaire.

Cependant, dans les études de **Lindel et al.**, **Agarwal et al.**, **Shashidhar et al.**, et **Anhoury et al.** aucune marque d'attache utilisée lors des expériences n'est citée dans les articles. Le manque de renseignements sur la marque des attaches entraîne donc un manque d'information sur leur forme et leur surface, potentiellement à l'origine de rétention de plaque. Il est donc difficile de pouvoir comparer les attaches entre elles et par conséquent les résultats entre eux.

b. Age des participants

Le **niveau individuel d'hygiène buccale** ainsi que **l'âge** peuvent être différents en fonction des participants. Ces facteurs peuvent également influencer les résultats des études. Dans l'étude de **Anhoury et al.**, les sujets sur lesquels les attaches ont été prélevées étaient âgés

de 11 et 40 ans. Or, dans l'étude de **Lindel et al.** les participants sur lesquels les attaches ont été examinées avaient 18 ans ou moins. De plus, dans l'étude de **Shashidhar et al.**, l'âge des participants n'a pas été mentionné. Une telle variation de l'âge des participants pourrait expliquer les différences de résultats entre les deux études. En effet, comme expliqué précédemment, d'après **Sutcliffe et al.** et **Murakami et al.**, les habitudes de brossage peuvent évoluer avec l'âge, et l'effet des traitements orthodontiques sur le parodonte peut donc être variable en fonction de l'âge des patients inclus.

c. Durée de l'étude

La **durée dans la cavité buccale** des attaches, avant leur prélèvement pour les expériences, est un facteur à ne pas négliger. En effet, dans l'étude de **Lindel et al.**, il est précisé que les attaches métalliques des patients ont été placées sur l'arcade pendant 18,9 +/- 2,8 mois, de même, les attaches en céramique ont été placées pendant 19 +/- 3,7 mois. A contrario, dans l'étude de **Shashidhar et al.**, les attaches ont été placées dans la cavité buccale pendant seulement 72 heures, après court ce délais, les attaches ont été retirées pour être analysées. En revanche, dans l'étude de **Anhoury et al.** deux attaches ont été prélevées sur chaque patient : une incisive centrale maxillaire et une deuxième prémolaire maxillaire. Néanmoins, il n'est pas précisé combien de temps celles-ci sont restées au sein de la cavité buccale, avant d'être décollées pour être analysées. Ce facteur représente une vraie source de biais pour la comparabilité des résultats puisque, comme souligné précédemment, l'évolution pathogène de la flore dans le temps est très probable. En effet la quantité et la composition du biofilm peuvent varier dans le temps chez un même individu.

d. Nombre de sujets

Comme mis en lumière précédemment, le **nombre de participants** est un facteur important à prendre en compte lors de la mise en place d'un essai. En effet, les études à faible effectif risquent de mener à un manque de puissance, et de ce fait, conduire à une absence de différence statistiquement significative. Cela ne signifie pas pour autant qu'une différence statistiquement significative n'existe pas, cependant le manque de puissance des études ne permet pas de la mettre en lumière. Dans les études retenues pour cette revue, **Anhoury et al.** et **Agarwal et al.**, ont inclus respectivement des effectifs de 28 et 30 sujets répartis ultérieurement en deux groupes. Dans l'étude de **Lindel et al.** 20 participants ont été sélectionnés, pour être répartis en deux groupes de dix. Enfin, l'étude qui comporte le moins de participants est l'étude de **Shashidhar et al.**, où seulement 12 sujets ont participé.

e. Dents étudiées

Un des points important de ces études à souligner, qui pourrait expliquer en partie la différence exprimée entre les résultats, est le type de dents sur lesquelles les attaches ont été collectées. Comme expliqué précédemment, d'après l'étude de **Karino et al.**, l'efficacité

du brossage peut être différente en fonction de la localisation des attaches au sein de la cavité buccale.

Par exemple, dans l'étude de **Anhoury et al.**, deux attaches ont été prélevées sur chaque patient : une sur une incisive centrale maxillaire et l'autre sur une seconde prémolaire maxillaire, sans plus de précision concernant le secteur. Dans l'étude de **Shashidhar et al.**, les attaches prélevées et analysées étaient les attaches des incisives latérales, des canines et des prémolaires.

Enfin, dans l'essai de **Lindel et al.** les attaches étudiées ont été prélevées sur l'incisive centrale droite, la canine droite et la seconde prémolaire droite de chaque patient.

f. Sélection des participants

Pour assurer une bonne validité externe des études, il est essentiel de procéder à un **tirage au sort** des participants autorisés à être inclus. Comme expliqué lors de la revue précédente, cela permet d'éviter les biais de sélection et assure la comparabilité initiale des groupes. Dans l'essai de **Anhoury et al.**, les attaches ont été collectées auprès de patients ayant un traitement orthodontique, le jour du décollement de celles-ci, au département d'orthodontie de l'École de médecine dentaire de l'Université de Boston ainsi que dans des cabinets privés de la région de Boston. Les sujets sur lesquels les attaches ont été prélevées n'ont donc pas été choisis au hasard.

Dans l'étude de **Lindel et al.**, la collecte des attaches a été réalisée chez des patients en fin de traitement, dont les attaches ont été décollées, dans un cabinet privé. Les participants ont été inclus s'ils répondaient aux différents critères d'inclusion de l'essai. Ainsi, ils n'ont également pas été choisis au hasard pour participer à cette étude. De même dans l'essai de **Agarwal et al.** trente patients sous traitement orthodontique ont été sélectionnés pour cette étude du Département d'orthodontie et d'orthopédie dento-faciale s'ils répondaient aux différents critères d'inclusion, sans sélection des sujets au hasard. Enfin, seulement dans l'étude de **Shashidhar et al.**, 12 patients se présentant pour réaliser un traitement orthodontique au Département d'Orthodontie ont été sélectionnés au hasard.

g. Arcs utilisés

Comme mentionné précédemment, les **matériaux utilisés pour l'arc orthodontique** peuvent être, eux aussi, une source de risque d'inflammation gingivale. D'après **Bass et al.** et **Pazzani et al.**, le **nickel et le chrome** contenus dans les alliages utilisés en orthodontie seraient de probables allergènes, surtout chez les femmes. Dans l'étude de **Anhoury et al.**, les auteurs n'ont pas mentionné le ou les arcs utilisés chez les patients pour leur traitement orthodontique, pendant la durée de l'étude. De même pour les articles de **Lindel et al.**, **Shashidhar et al.**, et **Agarwal et al.**

h. Instructions d'hygiène orale

Afin d'être le plus représentatives possible, la plupart des études établissent des **instructions d'hygiène orales** données aux sujets participant avant le début des traitements. Cependant, les précautions prises par les examinateurs, pour assurer un niveau d'hygiène bucco-dentaire correct avant le début de l'étude, n'étaient pas les mêmes en fonction des différents essais. Dans l'essai de **Lindel et al.**, les détartrages, et l'utilisation de solution antiseptique orale ont été proscrits lors de l'étude. Cependant, ni dentifrice particulier, ni brosse à dent spécifique, ou conseil sur une technique de brossage à adopter n'ont été prescrits aux participants. Dans l'étude de **Agarwal et al.**, les patients devaient se brosser les dents une fois le matin avant le petit déjeuner et une fois le soir avant le coucher. On leur a demandé de se brosser les dents pendant au moins trois minutes pour assurer un brossage efficace. De plus, les patients ont été invités à se rincer abondamment à l'eau après chaque repas. Enfin, dans les études de **Anhoury et al.**, et **Shashidhar et al.**, les auteurs n'ont pas mentionné de quelconques instructions d'hygiène ou précautions à mettre en place avant le commencement de l'étude.

i. Critères d'inclusion

D'après les études de **Chapple et al.** et **Murakami et al.**, un autre facteur est primordial à prendre en compte pour comprendre la discordance des résultats entre les deux études. Ce sont les **critères d'inclusion** définis pour inclure des participants aux études. Dans l'étude de **Lindel et al.**, il est précisé que les patients étaient tous équipés de traitement orthodontique fixe, avaient 18 ans ou moins, étaient en bonne santé générale, sans antécédents de maladies parodontales, n'avaient pas pris d'antibiotiques au cours des six semaines précédentes, étaient non-fumeurs, sans restaurations dentaires étendues, et n'avaient pas utilisé de solution antiseptique orale. En revanche, dans l'étude de **Anhoury et al.**, la seule précision concernant les critères d'inclusion choisis pour les patients était l'âge. Il est seulement cité que les sujets sont âgés de 11 et 40 ans, mais leur état de santé, leur état dentaire et parodontal ou encore la prise d'une éventuelle médication n'était pas mentionnée. De même, dans les articles de **Shashidhar et al.**, et **Agarwal et al.**, l'état de santé général des sujets n'étaient pas évoqué. Ce manque d'informations essentielles à propos des participants peut entraîner des biais pouvant se répercuter sur les résultats.

j. Type de ligatures

Comme vu précédemment, le **type de ligatures** utilisées dans les différentes études peut lui aussi être impliqué dans la différence des résultats obtenus. En effet, dans l'étude de **Lindel et al.**, les attaches sont entourées de ligatures métalliques. Dans l'étude de **Agarwal et al.**, il est important de faire remarquer que les ligatures utilisées étaient différentes en fonction des attaches. Les attaches en céramique étaient ligaturées avec des ligatures élastomériques alors que les attaches métalliques présentaient des ligatures métalliques.

En revanche dans les études de **Anhoury et al.**, et **Shashidhar et al.**, le type de ligatures utilisées n'est pas précisé. Etant donné qu'il est probable que la composition et l'aspect de surface des ligatures orthodontiques puissent influencer la rétention du biofilm, le manque d'information concernant le type de ligatures utilisées, ou l'utilisation de ligatures différentes pour comparer deux attaches, peut être une source de biais et expliquer les différences de résultats entre les études.

k. Réalisation des groupes

Dans les deux études retenues, les groupes sont répartis en deux **groupes parallèles**, un groupe ayant des attaches en céramique et un second ayant des attaches métalliques conventionnelles. Le fait d'étudier les supports au sein de deux groupes différents peut entraîner des variations et des divergences intergroupes. Dans l'étude de **Agarwal et al.**, les groupes ont été réalisés par tirage au sort. Ce qui n'est pas le cas des études de **Lindel et al.**, **Shashidhar et al.**, et **Anhoury et al.** En effet, comme expliqué précédemment, deux individus différents n'ont pas la même flore bactérienne buccale, et les répercussions cliniques des maladies parodontales ne vont pas forcément s'exprimer de la même façon. De plus, la nature des populations retrouvées sera fonction de nombreux facteurs dont, entre autres, le patrimoine génétique de l'hôte, ses habitudes alimentaires, ses habitudes d'hygiène orale ou encore son environnement.

l. Echantillons analysés

Enfin, les différences constatées entre les résultats peuvent être dues à des différences méthodologiques concernant les **paramètres analysés**. Par exemple, l'étude de **Lindel et al.** analyse le recouvrement du biofilm sur la surface des attaches, ainsi que certains indices parodontaux tels que le saignement au sondage et l'indice de plaque. En revanche, dans l'essai de **Anhoury et al.**, ce sont les proportions de certaines bactéries et plus largement la population microbienne (en particulier *S. mutans*) qui sont étudiées sur les deux types d'attaches. C'est une des raisons pour laquelle les résultats peuvent différer entre les études, car ces études ont le même objectif mais pas les mêmes méthodes. De plus, deux personnes présentant au niveau du parodonte les mêmes bactéries, ne vont pas forcément exprimer la même forme clinique de maladie parodontale, ce qui complique l'interprétation des résultats de l'étude de Lindel et al., qui s'est focalisée sur les répercussions parodontales des deux types d'attaches.

1.2.4.2 Études in vitro

Pour attacher l'arc aux dents, différentes attaches peuvent être utilisées: elles peuvent être esthétiques en céramique ou conventionnelles métalliques. Tous ces supports présentent des avantages et des inconvénients, mais en ce qui concerne l'accumulation de biofilm,

certaines articles, comme celui de **Brusca et al.**, ont montré que les micro-organismes ont développé une adhérence maximale aux supports esthétiques en céramique, et suggèrent par conséquent que ces attaches favoriseraient la rétention du biofilm par rapport aux attaches métalliques. L'objectif de cette revue visait à vérifier si la conception des attaches (céramiques ou métalliques) influençait la formation et l'agrégation de plaque dentaire. Cependant, les différences observées entre les résultats de certains articles peuvent être liés à plusieurs facteurs.

Quelques exemples non exhaustifs sont analysés ci-après :

a. Morphologie des attaches

Dans un premier temps, comme cité précédemment, un des facteurs essentiel pouvant jouer un rôle dans les expériences d'adhérence, est la taille et les **différentes formes des supports** utilisés.

Cependant dans les études in vitro retenues, la marque des attaches utilisées lors des expériences n'était pas toujours mentionnée. De plus, les caractéristiques morphologiques des attaches peuvent varier d'une marque à l'autre. En effet, aucune marque n'était mentionnée dans l'étude de **Knoernschild et al.** Les résultats sont donc difficilement comparables entre les études si nous ne savons pas quelles attaches sont analysées et comparées entre elles.

En revanche, certaines études ont précisé les marques des attaches utilisées et leur matériau. Or, toutes sont différentes, et ce qui suppose des caractéristiques morphologiques différentes. Dans l'étude de **Papaioannou et al.**, les attaches étudiées étaient des attaches d'incisives centrales maxillaires de American Orthodontics® alors que **Brusca et al.** ont utilisé des attaches d'incisives centrales maxillaires droites de Ortotek® pour les métalliques et A-Company® pour les céramiques. Dans l'étude de **Fournier et al.**, les attaches utilisées pour l'expérience étaient métalliques Mini-Diamond Ormco® et céramiques Cérum Ortho Organisers®. Enfin, dans l'étude de **Van Gastel et al.** plusieurs marques d'attaches de prémolaires étaient utilisées en fonction de leur composition : Damon 3 Ormco® (métallique), Clarity 3M Unitek® (céramique), Mystique GAC® (céramique), Speed System Orthodontics® (métallique), Victory MBT 3M Unitek® (métallique), Micro-Loc GAC® (métallique), Generus GAC® (métallique). Une telle diversité d'attaches est une source de biais et pourrait expliquer une telle discordance entre les résultats des différentes études.



Figure 13 : Attache conventionnelle métallique Mini Diamond® Ormco



Figure 14 : Attache conventionnelle métallique Victory MBT 3M Unitek®

b. Cultures

Un des facteurs les plus importants qui pourrait également expliquer une telle différence entre les résultats est le **type de cultures** utilisées. En effet dans certaines études, des cultures vivantes ont été utilisées pour examiner le nombre de bactéries adhérentes tandis que d'autres ont utilisé des bactéries radio-marquées et effectué des mesures de radioactivité. Dans l'étude de **Papaioannou et al.**, la salive, ainsi que *S. mutans* et *S. sanguis* ont été isolés à partir d'échantillons de plaque prélevée à l'aide de cônes en bois stériles, mis en place au niveau de la zone inter-proximale entre les premières et deuxièmes molaires de chaque quadrant. De même, dans l'étude de **Van Gastel et al.** les attaches ont été incubées dans un milieu de perfusion cœur-cerveau contenant la salive et des bactéries provenant directement de la plaque supra-gingivale de deux patients, prélevés à l'aide de curettes stériles avant l'expérience. Les micro-organismes vivants utilisés provenaient tous de patients inclus dans les deux études.

Cependant **Fournier et al.**, ont utilisé des bactéries radio-marquées et des mesures de radioactivité, douze attaches enrobées de salive et douze attaches non revêtues de chaque type, ont été immergées dans une solution de *S. mutans* marquée à la thymidine. De même, dans l'expérience de **Knoernschild et al.**, les niveaux d'adhérence des lipopolysaccharides radio-marqués ont été évalués par spectrométrie à scintillation liquide.

Enfin, dans celle de **Brusca et al.**, les examinateurs utilisent des souches de micro-organismes provenant de divers laboratoires. D'après l'article, une souche de *Streptococcus mutans* a été fournie par le Malbran Institute (Buenos Aires, Argentine), et des souches orales de *Candida albicans* ont été isolées dans leur propre laboratoire.

c. Durée et température

Le **temps dont les bactéries disposent pour adhérer** et la **température** à laquelle les cultures sont incubées, peuvent affecter les résultats. Dans l'étude de **Brusca et al.**, les tubes

de chacun des groupes d'attaches ont été inoculés avec 0,5 mL de suspension microbienne et incubés sous micro-anaérobiose à 37°C pendant deux jours.

Dans l'étude de **Papaioannou et al.**, dans la première expérience, où les attaches n'étaient pas enduites de salive, les plaques inoculées ont été incubées pendant trois jours à 37° C. Dans la seconde expérience, lorsque les attaches étaient enduites de salive, pour la formation d'une pellicule salivaire précoce, les supports utilisés ont été placés dans des plaques de culture et 1 mL de salive a été ajouté à chaque puits. Enfin, ils ont été incubés pendant 30 minutes à 37°C. Dans l'étude de **Knoernschild et al.**, des supports en acier inoxydable et en céramique ont été exposés à *Porphyromonas gingivalis* ou *Escherichia coli* et incubés durant 24 heures à 37°C. Les supports ont ensuite été transférés dans de l'eau fraîche exempte de lipopolysaccharides et incubés pendant 24 heures à 37°C pour évaluer l'élution. Ce transfert d'élution s'est poursuivi jusqu'à 96 heures d'incubation totale. Dans l'étude de **Van Gastel et al.**, les échantillons ont été analysés après 72 heures d'incubation à 37°C et 40 tours par minute dans un incubateur oscillant.

Enfin, dans l'étude de **Fournier et al.**, les attaches enrobées ou non de salive ont été immergées dans une solution de *S. mutans* marquée à la thymidine. Chaque échantillon a ensuite été immergé dans de l'eau distillée à 20°C pendant 24, 48 et 72 heures pour mesurer l'adhérence de *S. mutans* à ces échantillons.

Ainsi, en fonction des études, le temps d'incubation pouvait varier de 30 minutes à 96 heures. Le temps dont les micro-organismes disposaient pour adhérer aux attaches n'était par conséquent pas le même, ce qui pourrait être un biais pouvant expliquer les variations des résultats. De plus, dans l'étude de Fournier et al., les échantillons ont été incubés à une température de 20°C. Parmi toutes les études in vitro retenues, seule celle de Fournier et al. n'a pas réalisé d'incubation à 37°C, la température du corps humain. Il est donc envisageable que cette différence de température puisse entraîner des problèmes de comparabilité et de représentativité des résultats.

d. Critères d'inclusion

Enfin, un des facteurs essentiels pouvant affecter les résultats est les **critères d'inclusion** des patients, dans les études où des patients étaient donneurs de salive ou de plaque dentaire. En effet dans l'étude de **Papaioannou et al.**, comme vu précédemment, la salive, ainsi que *S. mutans* et *S. sanguis* ont été isolés à partir d'échantillons de plaque. En ce qui concerne les critères d'inclusion des patients, ils étaient âgés de 40 ans, en bonne santé générale, sans carie et sans problème parodontaux. De plus, ils n'avaient pas pris de médicaments durant les trois mois avant le début de l'étude.

En revanche, dans l'étude de **Fournier et al.**, *S. mutans* a été isolé de la salive de 48 jeunes adultes dont la tranche d'âge allait de 26 à 52 ans. Cependant aucun autre critère de sélection, comme l'état de santé général et bucco-dentaire n'a été mentionné dans l'article. Enfin, dans l'étude de **Van Gastel et al.** un total de 25 attaches prémolaires de chaque système a été incubé dans un milieu de perfusion contenant la salive et des bactéries de la plaque supra-gingivale de deux patients porteurs de traitements orthodontiques. Les deux

donneurs n'avaient ni carie, ni lésion parodontale, et n'ont pris aucun antibiotique au cours des trois mois précédent l'étude. Or, l'âge des donneurs, ainsi que l'état de santé générale, n'ont pas été mentionnés dans l'article.

Ce manque de précision concernant l'état de santé des patients inclus pourrait être un biais dans les résultats de l'étude. En effet, l'état de santé d'un patient présentant une quelconque pathologie, ou déficience immunitaire, pourrait entraîner des réponses cliniques différentes face aux micro-organismes pathogènes de la cavité buccale. De plus, la prise de médicaments pourrait également avoir des répercussions cliniques directes dans la cavité buccale.

Conclusion : À la lumière des informations ci-dessus, aucune conclusion définitive ne peut être tirée quant au matériau de support qui aurait une capacité moindre de rétention de plaque. Au vu du nombre réduit d'articles sur le sujet, la réalisation d'autres études serait nécessaire pour répondre à cette question, et offrir aux patients un traitement orthodontique sans augmenter significativement leur risque de développer des tâches de déminéralisation, des caries ou encore une inflammation gingivale. Cependant, on observe une tendance des résultats, chez la plupart des auteurs, qui seraient globalement en faveur de l'utilisation des attaches métalliques pour des patients négligeant leur hygiène bucco-dentaire.

Répercussions cliniques : La quantité de plaque dentaire retrouvée chez les patients est plus fortement influencée par la bonne coopération et la motivation des patients à maintenir une bonne hygiène bucco dentaire; que par le simple choix d'un système d'attache par rapport à un autre.

2. Analyse exhaustive des études cliniques de la littérature relatives à l'adhérence des biofilms oraux sur les différentes ligatures utilisées en orthopédie dento-faciale.

2.1 Ligatures élastomériques vs ligatures métalliques

L'objectif de ce travail était de vérifier, à l'aide d'études cliniques in vivo, l'impact de la composition (métallique et élastomérique) des ligatures orthodontiques sur la rétention du biofilm oral.

Plusieurs études ont utilisé les paramètres cliniques suivant comme référence : indice de plaque, indice gingival, profondeur de sondage et saignement au sondage, au niveau des dents porteuses d'attaches orthodontiques.

En effet, la prévalence accrue des maladies parodontales telles que les gingivites, au cours du traitement par appareil orthodontique fixe, est partiellement due aux conceptions et aux surfaces irrégulières des attaches, des bagues, des arcs et autres auxiliaires, qui créent des zones de rétention pour la plaque, rendant le nettoyage des dents plus difficile et limitant les mécanismes d'auto-nettoyage naturels, comme le mouvement de la musculature buccale et de la salive.

Outre ces différents facteurs, le choix du matériau utilisé pour les ligatures orthodontiques est essentiel. La suite de cette revue mettra en lumière les différentes études retenues qui avaient pour but d'évaluer l'adhésion de la plaque dentaire sur les ligatures orthodontiques métalliques et élastomériques.



Figure 15: Ligature métallique



Figure 16 : Ligatures élastomériques

2.1.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour une approche plus exhaustive des études cliniques publiées sur le sujet, une recherche a été réalisée sur trois bases de données, sans limite inférieure de période : Pub Med, GoogleScholar et The Cochrane Library avec les mots clés suivants : orthodontic ligation ; plaque ; retention ; steel ; elastomeric.

Différents critères permettent de sélectionner des articles selon leur pertinence. Dans un premier temps, comme pour la revue précédente, les articles dont les titres ne semblent pas correspondre au sujet recherché sont éliminés. Dans un second temps, nous éliminons les articles dont les résumés ne semblent pas assez pertinents ou hors de propos. Enfin les articles restants sont triés en fonction des biais rencontrés lors de la lecture complète de ceux-ci.

Plusieurs critères d'inclusion ont dû être respectés pour pouvoir inclure les articles dans la revue de littérature. Les différentes études sélectionnées étaient de préférence, les études *in vivo*, avec des patients présentant un traitement orthodontique fixe, en bonne santé générale, n'ayant pas pris d'antibiotiques au cours des six semaines précédentes, non-fumeurs, sans antécédent de maladie parodontale, ni de restaurations dentaires étendues. Les essais cliniques devaient ensuite imposer la conduite d'un traitement orthodontique avec des ligatures métalliques et/ou élastomériques.

Les critères d'exclusion comprenaient les critiques, les revues narratives, les guides de pratiques cliniques, les case-reports, les lettres, les opinions personnelles, et les résumés de conférences.

Ont été respectivement identifiées sur Pubmed, The Cochrane Library et Google Scholar, 4, 2 et 714 références. Sur les 720 références identifiées, après élimination des doublons, et analyse complète des articles, 5 études comparant les ligatures conventionnelles métalliques aux ligatures conventionnelles élastomériques ont donc été retenues.

Figure 17 : Diagramme des flux des références

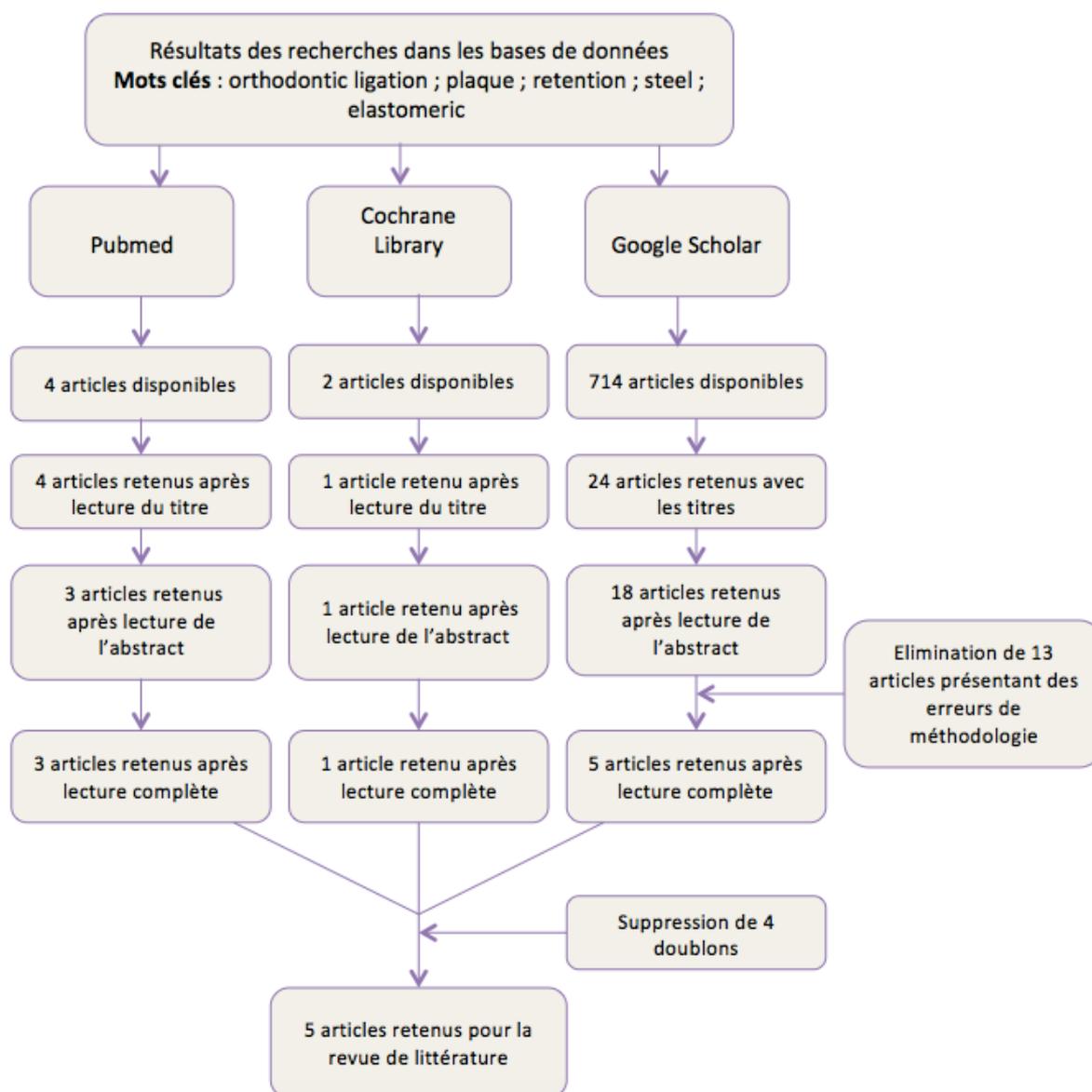


Tableau VI : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion

Références	Motif
Ravish Sharma, Kavita Sharma, Rajesh Sawhney. Evidence of variable bacterial colonization on colored elastomeric ligatures during orthodontic treatment: An intermodular comparative study. J Clin Exp Dent. 2018 Mar; 10(3): e271–e278	Comparaison des ligatures élastomériques superslick, transparentes, bleues et roses
Mariana Umekita Shirozaki, José Tarcísio Lima Ferreira, Erika Calvano Küchler, Mírian Aiko Nakane Matsumoto, Carolina Patrícia Aires, Paulo Nelson-Filho. Quantification of Streptococcus mutans in Different Types of Ligature Wires and Elastomeric Chains. Braz. Dent. J. vol.28 no.4 Ribeirão Preto July/Aug. 2017	Comparaison de chainettes élastomériques et ligatures métalliques croisées ou en 8

Magno AF, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MA, Faria G, Nelson-Filho P. In vivo evaluation of the contamination of superslick elastomeric rings by Streptococcus mutans in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;133(4):104–109.	Comparaison de Superslick vs élastomériques conventionnelles
Vaibhav Misra, N.K.Ahuja, Neha Gupta, Pradeep Raghav. Effect Of Two Different Materials Used For Arch Wire Ligation On Microbial Colonization. Indian Journal of Dental Sciences. March 2012 Issue :1, Vol. :4	Problème de méthodologie : Technique utilisée pour l'analyse de la plaque dentaire non précisée.
G. Başaran, O. Hamamci. Evaluation of the Effect of Different Ligation System On Microbial Attack. BALKAN JOURNAL OF STOMATOLOGY ; Balk J Stom, 2007 ; 11 :201-203	Problème de méthodologie : incohérences dans la classification des groupes.
Sharmada B.K, Aparna, Hemanth M., KarthikKabbur. A Comparative Evaluation of Microbial Colonization with Different Ligation Techniques. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 15, Issue 3 Ver. III (Mar. 2016), PP 01-03	Problème de méthodologie : Pas d'information concernant la nature des échantillons prélevés.
Shalchi M, Hajian-Tilaki A, Sadegh Khanjani M, Sabzgol P, Aghajani Nargesi R. Comparing Streptococcus Mutans adhesion by using different orthodontic bracket ligations: An in vitro study. Journal of Dentomaxillofacial Radiology, Pathology and Surgery. 2018; 7(1): 7-12.	Problème de méthodologie : Pour réduire la rugosité de surface des attaches et l'adhésion des bactéries, un composite a été placé sur la surface des attaches.
Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Oct;140(4):e193-8	Problème de méthodologie : incisives en plastique
Pandurangan Harikrishnan, Thillai Saku Subha, Varadharajan Kavitha, Arumugam Gnanamani. Microbial Adhesion on Orthodontic Ligating Materials: An <i>in Vitro</i> Assessment. Advances in Microbiology, 2013, 3, 108-114.	Problème de méthodologie : Evaluation de l'adhérence microbienne sur divers matériaux de ligature orthodontique en utilisant des cellules de levure (Candida) comme organisme d'essai.
S.Pradeep. Determination of Microbiological Flora of different Hygienic Ligatures techniques An <i>in-vivo</i> study. <i>Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci</i> (2014) 3(3): 739-746 .	Incohérence dans la classification des groupes.
Sukontapatipark W, El-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A electron microscopy study. Eur J Orthod. 2001;23:475–484.	Problème de méthodologie : avulsions des dents avant analyse de la plaque
Rohit Pani Shankar, Krishnan Mahalakshmi, R.V.Murali, Kesavaram Padmavathy, Saravanan Balasubramanian. Evaluation of Streptococcus Mutans biofilm retention by three different types of ligations on orthodontic brackets: An In-Vitro Scanning Electron Microscopic Study. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 13, Issue 6 Ver. IV (Jun. 2014), PP 70-74	Etude in vitro
Sina Arnold, Despina Koletsi, Raphael Patcas, Theodore Eliades. The effect of bracket ligation on the periodontal status of adolescents undergoing orthodontic treatment. A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry 54 (2016) 13–24.	Revue systématique de la littérature

Tableau VII : Tableau des études retenues

Références	Type d'étude	Objectif	Matériel et Méthode	Résultats
Alves de Souza R, Borges de Araújo Magnani MB, Nouer DF, Oliveira da Silva C, Klein MI, Sallum EA, Gonçalves RB. Periodontal and microbiologic evaluation of 2 methods of archwire ligation: Ligature wires and elastomeric rings. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Oct;134(4):506-12.	Essai randomisé contrôlé	Evaluer l'état parodontal et les changements microbiologiques chez les patients traités en orthodontie et vérifier les modifications du biofilm lors de la mise en place de deux types de ligatures: élastomériques et métalliques.	<ul style="list-style-type: none"> - Elastomériques vs métalliques avec attaches métalliques - Nombre : 14 - Temps : 6 mois - Dents : deuxième prémolaire maxillaire et incisives latérales mandibulaires - Inclusion : 17 ans et en bonne santé, pas d'antibiotiques pendant trois mois avant l'examen de base et pendant le traitement; aucun signe clinique d'inflammation gingivale - Exclusion : tabagisme, femmes enceintes ou allaitantes, médicaments systémiques pour les maladies chroniques, traitement parodontal dans les trois mois avant l'examen de base et trouble systémique pouvant influencer les conditions parodontales et microbiologiques, ou la réponse au traitement. - Méthode d'analyse : Les paramètres cliniques (Indice de plaque, saignement au sondage, profondeur de sondage) ont été enregistrés au niveau de six sites de toutes les dents, à l'exception des deuxièmes et troisièmes molaires, à 2 reprises: avant l'étude et six mois après le collage orthodontique. Les zones expérimentales ont été isolées avec des rouleaux de coton stériles pour éviter la contamination par la salive. Le biofilm supra-gingival et sous-gingival, a été recueilli avec une curette parodontale stérilisée et placé dans un tube contenant 0,3 mL de Tris EDTA. L'ADN génomique a été extrait et la solution d'ADN extraite a été stockée à -20° C jusqu'à l'analyse PCR pour Porphyromonas gingivalis (Pg), T forsythia (Tf), A actinomycetemcomitans (Aa), Prevotella intermedia (Pi), et P nigrescens (Pn) 	<p>Augmentation de l'indice de plaque dans le groupe des ligatures élastomériques. Les valeurs de saignement au sondage pour les ligatures élastomériques (12,28%) étaient plus élevées que celles des ligatures métalliques (6,71%). Aucune différence significative n'a été trouvée dans la profondeur de sondage entre les deux types de ligatures.</p> <p>Le pourcentage de sites positifs trouvés pour Tf et Pn était de 92,85% dans le groupe des ligatures élastomériques. Les scores observés pour le groupe de ligatures métalliques étaient de 57,14% pour Tf et 71,42% pour Pn. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée pour les autres micro-organismes évalués (Aa, Pg et Pi).</p>

<p>Clotilde Freitas Rodrigues; Lígia de Araújo Ramos Sales; Robert Willer Farinazzo Vitral; Marcelo Reis Fraga; Cátia Cardoso Abdo Quintão. Effects of orthodontic ligation-using elastomeric and stainless steel ligatures-on periodontal health. Dental Press J. Orthod. vol.16 no.1 Maringá Jan./Feb. 2011</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Evaluer cliniquement la santé parodontale des patients porteurs d'appareils orthodontiques fixes en utilisant deux types de ligatures: élastomériques et métalliques, qui ont été comparées avec un groupe témoin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elastomériques grises vs métal vs contrôle (sans traitement orthodontique). - Nombre : 20 et 15 pour le groupe contrôle - Temps : 6 mois - Dents : toutes les dents sauf 2^e et 3^e molaires - Inclusion : 9 à 16 ans, (9 à 22 ans pour le groupe contrôle), pas de médicaments systémiques pour les maladies chroniques ni de médicaments antimicrobiens locaux ou généraux; pas de traitement parodontal ni d'antécédents familiaux de maladie parodontale; non fumeur; pas enceinte - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : Les critères d'évaluation parodontale étaient basés sur: l'indice de plaque, l'indice de saignement et la profondeur de sondage par une sonde parodontale graduée, mesurés avant (T1) et six mois après (T2) la mise en place d'appareils orthodontiques fixes. Les surfaces mésiale, distale, vestibulaire et linguale de toutes les dents permanentes des groupes ont été examinées, à l'exception des deuxièmes et troisièmes molaires. 	<p>Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée dans les variations de l'indice de plaque entre les attaches liées avec des ligatures élastomériques et métalliques. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée dans les variations de l'indice de saignement entre les attaches liées avec les ligatures élastomériques et métalliques. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée entre les groupes des ligatures élastomériques et métalliques pour la profondeur de sondage.</p> <p>Augmentation significative de l'indice de plaque, de saignement et la profondeur de sondage lors de la comparaison de T1 et T2, ainsi que lors de la comparaison du groupe test avec le groupe contrôle.</p>
<p>Turkkahraman H, Sayin MO, Bozkurt FY, Yetkin Z, Kaya S, Onal S. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. Angle Orthod 2005;75:231-6</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Déterminer les changements dans la flore microbienne et le statut parodontal après le collage orthodontique et déterminer si deux techniques de ligatures différentes affectent ces changements.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elastomériques vs métalliques - Nombre : 21 - Temps : 5 semaines - Dents : dents maxillaires de 1^{ere} molaire à 1^{ere} molaire , échantillons prélevés sur les faces vestibulaires des 2^e prémolaires maxillaires. - Inclusion : 11-25 ans, dentition permanente, sans plaque dentaire, et motivés pour une bonne hygiène buccale. - Exclusion : Utilisation d'antibiotiques au cours des trois mois précédant l'étude. - Méthode d'analyse : Des enregistrements microbiens et parodontaux ont été obtenus avant le collage (T0), une semaine plus tard (T1) et cinq semaines après le collage (T2). Des dilutions en série de 10 fois du milieu de transport 	<p>Les dents ligaturées avec des ligatures élastomériques présentaient un nombre légèrement plus élevé de micro-organismes que les dents ligaturées avec des ligatures métalliques, mais les différences n'étaient pas statistiquement significatives. Les deux types de ligatures n'ont montré aucune différence significative dans l'indice de plaque, l'indice gingival ou la profondeur de sondage. Cependant, les dents ligaturées avec des ligatures élastomériques étaient plus sujettes aux saignements. Des augmentations statistiquement</p>

			<p>avec l'échantillon de plaque ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur gélose au sang pour le nombre de bactéries totales et la gélose Mitis-Salivarius pour le nombre de S. mutans. Les plaques de gélose ont été incubées pendant 48 heures à 37° C dans des bocal anaérobies. Par la suite, les colonies ont été comptées sous un stéréomicroscope. De plus, des dilutions en série de 10 fois ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur deux plaques d'agar Rogosas pour le nombre de lactobacilles. Les deux plaques ont été incubées pendant 48 heures à 37° C, une plaque dans des conditions aérobies et l'autre dans un bocal anaérobie. Le nombre de colonies a ensuite été déterminé au microscope stéréoscopique.</p> <p>Le même examinateur a évalué l'état parodontal avec une sonde parodontale Williams. L'indice gingival, l'indice de plaque, les valeurs de saignement au sondage, et les valeurs de profondeur de sondage ont été utilisés pour l'évaluation parodontale.</p>	<p>significatives du nombre total de bactéries et de S. mutans ont été déterminées à tous les intervalles de temps.</p>
<p>Forsberg CM, Brattstrom VF, Malmberg E, Nord CE. Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of Streptococcus mutans and lactobacilli. Eur J Orthod 1991;13:416-20</p>	<p>Essai randomisé contrôlé</p>	<p>Etudier le développement de la plaque en relation avec deux types différentes de ligatures: les ligatures métalliques et les ligatures élastomériques. L'association possible entre les variations de la microflore de la salive et le nombre de bactéries dans la plaque des dents</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elastomériques vs métalliques - Nombre : 12 - Temps : 61 semaines - Dents : faces vestibulaires des incisives maxillaires - Inclusion : 12 à 14 ans. - Exclusion : -- - Méthode d'analyse : 2 mL de salive stimulée ont été collectés. Une semaine plus tard, un nouvel échantillon de salive stimulée a été prélevé. Quatre semaines plus tard, les ligatures, et l'arc ont été soigneusement retirés. Des échantillons de plaque ont ensuite été prélevés à l'aveugle sur la surface vestibulaire des incisives latérales maxillaires. Un nouvel arc a été ligaturée avec des ligatures élastomériques sur le côté de la ligne médiane où des ligatures métalliques avaient été utilisées auparavant, et 	<p>Pour la majorité des patients, l'incisive latérale munie d'une ligature élastomérique présentait un plus grand nombre de micro-organismes dans la plaque que la dent ligaturée avec une ligature métallique. La différence entre les deux catégories de patients était significative.</p> <p>Après pose d'un appareil fixe, le nombre de S.mutans a augmenté de manière significative.</p> <p>Après l'insertion d'un appareil fixe, une augmentation significative du nombre de lactobacilles a été observée. En comparaison avec les lactobacilles</p>

		ligaturées avec chaque méthode a également été étudiée.	<p>vice versa.</p> <p>- La même procédure d'enregistrement a été répétée après 10, 19, 34 et 61 semaines. Un échantillon final de salive stimulée a été prélevé environ six semaines après le retrait de l'appareil.</p> <p><i>S. mutans</i> : Après 60 secondes de dispersion, les échantillons de salive ont été mis en suspension dans une solution saline tamponnée au phosphate. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et des échantillons ont été inoculés sur de la gélose Mitis-Salivarius. Ces plaques de gélose ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bocal anaérobies. Les échantillons de salive ont ensuite été examinés et les colonies comptées sous un stéréomicroscope.</p> <p><i>Lactobacilli</i> : Les échantillons de salive ont été mis en suspension dans une solution saline tamponnée au phosphate. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur deux plaques d'agar Rogosas. Les deux plaques ont été incubées pendant 48 heures à 37°C, une plaque dans des conditions aérobies et l'autre dans un bocal anaérobie. Le nombre de colonies a ensuite été déterminé au microscope stéréoscopique.</p> <p><i>Échantillons de plaque</i> : Des dilutions en série de 10 fois du milieu de transport avec l'échantillon de plaque ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur de la gélose au sang. Les plaques d'agar ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bocal anaérobies. Par la suite, les colonies ont été comptées sous un stéréomicroscope.</p>	aérobies, cependant, les lactobacilles anaérobies ont présenté une augmentation relativement plus importante.
R. Condo, A. Casaglia, S.G. Condo, and L. Cerroni. Plaque retention on elastomeric ligatures. An in vivo study. Oral Implantol. 2012 Oct-Dec; 5(4): 92-99.	Essai randomisé contrôlé	Déterminer in vivo la rétention de la plaque sur trois ligatures	<p>- Ligatures transparentes, en latex, grises en polyuréthane et grises en polyuréthane à faible friction, par rapport aux ligatures en acier inoxydable.</p> <p>- Nombre : 40</p>	Toutes les ligatures élastomériques ont montré un bon comportement, en particulier par rapport au groupe des ligatures métalliques, qui présentait une

		<p>élastomériques différentes, par rapport à la ligature en acier inoxydable, afin de déterminer une association possible entre le type de ligatures et l'accumulation de micro-organismes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temps : 4 semaines - Dents : premières et deuxièmes prémolaires - Inclusion : 13-17 ans - Exclusion : prise d'antibiotiques et maladies systémiques - Méthode d'analyse : Les ligatures ont été placées selon le schéma suivant : deuxièmes prémolaires maxillaires avec ligatures Slide, premières prémolaires maxillaires avec des ligatures grises, deuxièmes prémolaires mandibulaires avec des ligatures métalliques et premières prémolaires mandibulaires avec des ligatures transparentes. - Les échantillons ont été lavés 3 fois avec du PBS (Phosphate Buffered Saline), puis ont été incubés pendant deux heures dans du fixateur Bouin (acide picrique - acide acétique - méthanol) à 25 °C. Après avoir été lavés avec du PBS, les échantillons ont été incubés du cristal violet pendant 15 minutes à 37 °C. Après cinq minutes à 37 °C, le surnageant a été analysé à l'aide d'un spectrophotomètre. - MEB: les échantillons ont été lavés deux fois avec du PBS, fixés dans une solution de glutaraldéhyde. Ensuite, les échantillons ont été déshydratés avec des solutions d'éthanol. Enfin, ils ont été séchés et collés sur des supports avant d'être soumis à la pulvérisation cathodique d'or pendant quatre minutes. Une fois refroidis, les échantillons ont été stockés sous vide dans un récipient en verre et analysés dans les cinq jours en microscopie électronique à balayage. 	<p>plus grande adhérence pour la plaque. Cette différence était statistiquement significative par rapport au groupe Slide et aux deux autres groupes de ligatures élastomériques.</p> <p>Les ligatures transparentes et grises ont montré le même comportement en termes d'adhérence bactérienne, mais les transparentes présentaient une plus grande absorption du colorant violet cristal ainsi qu'une plus grande quantité de plaque mature.</p>
--	--	---	---	---

2.1.2 Matériel et méthode

Les études cliniques retenues (Tableau VII) ont toutes comparé deux systèmes de ligatures différents : les ligatures élastomériques et les ligatures métalliques. Parmi ces études, plusieurs techniques ont été utilisées pour évaluer et quantifier la flore microbienne et l'adhérence de la plaque dentaire, ainsi que de certains micro-organismes en particulier, aux attaches orthodontiques.

Certaines études comme celle de **Rodrigues et al.** ont étudié les conséquences de l'utilisation de différentes ligatures sur les paramètres cliniques parodontaux. **Forsberg et al.** ainsi que **Condo et al.** ont axé leurs études sur la détection des micro-organismes présents lors de l'utilisation des deux types de ligatures, mais ont utilisé des techniques d'analyse bien différentes. Forsberg et al. ont utilisé la stéréomicroscopie classique, alors que Condo et al. ont utilisé la microscopie électronique à balayage. Enfin, d'autres études, comme celles de **De Souza et al.**, et **Turkkahraman et al.**, se sont penchées à la fois sur l'analyse de l'évolution des différents paramètres cliniques parodontaux, ainsi que sur l'analyse de la flore bactérienne. Là encore, De Souza et al. ont utilisé la technique de PCR alors que Turkkahraman et al. ont analysé les cultures microbiologiques à l'aide de la stéréomicroscopie.

a. Etude de De Souza et al. en 2008

L'étude de **De Souza et al.** avait pour but d'évaluer l'état parodontal et les changements microbiologiques chez les patients traités en orthodontie et de vérifier les altérations associées au développement du biofilm avec deux types de ligatures différentes : élastomériques et métalliques avec des attaches métalliques conventionnelles. Cet essai randomisé contrôlé de six mois a été réalisé sur 14 personnes âgées d'environ 17 ans.

Analyse des paramètres cliniques parodontaux : L'indice de plaque, le saignement au sondage et la profondeur de sondage ont été enregistrés au niveau de six sites (mésio-vestibulaire, vestibulaire, disto-vestibulaire, mésio-lingual, lingual et disto-lingual) de toutes les dents, à l'exception des deuxièmes et troisièmes molaires, à deux reprises : avant l'étude et six mois après le collage des attaches orthodontiques.

Analyse du biofilm : Les zones expérimentales ont été isolées avec des rouleaux de coton stériles pour éviter la contamination salivaire. Le biofilm supra-gingival et sous-gingival a été recueilli au niveau des deuxièmes prémolaires maxillaires et des incisives latérales mandibulaires, à l'aide d'une curette parodontale stérile. Les échantillons de plaque ont été placés dans un tube Eppendorf contenant 0,3 mL de Tris EDTA et conservés à -20°C jusqu'à l'extraction de l'ADN. L'ADN génomique a été extrait et la solution d'ADN extraite a été stockée à -20°C jusqu'à l'analyse PCR pour *Porphyromonas gingivalis* (Pg), *Tannerella forsythia* (Tf), *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa), *Prevotella intermedia* (Pi) et *Prevotella nigrescens* (Pn). La réaction en chaîne par polymérase ou test d'amplification des acides nucléiques est la méthode de biologie moléculaire d'amplification génique in vitro

utilisée pour cette étude. Utilisée pour son efficacité et sa rapidité d'analyse, elle permet notamment de déceler la présence de micro-organismes particuliers et d'en mesurer la concentration.

b. Etude de Rodrigues et al. en 2011

Rodrigues et al. ont évalué cliniquement la santé parodontale de patients porteurs d'appareils orthodontiques fixes en utilisant deux types de ligatures différents, avec des attaches métalliques conventionnelles Morelli® : les ligatures élastomériques et les ligatures métalliques, qui ont été comparées avec un groupe témoin sans traitement orthodontique. Pour cette étude, 20 patients ont été inclus et 15 autres dans un groupe contrôle. Cet essai de six mois incluait des personnes âgées de 9 à 16 ans pour le premier groupe, et de 9 à 22 ans pour le groupe contrôle. Les critères d'évaluation parodontale étaient l'indice de plaque, l'indice de saignement et la profondeur de sondage. Cette dernière a été mesurée à l'aide d'une sonde parodontale graduée, mesurée avant et six mois après la mise en place de l'appareil orthodontique fixe. Les surfaces mésiales, distales, vestibulaires et linguales de toutes les dents permanentes des groupes ont été examinées, à l'exception des deuxièmes et troisièmes molaires.

c. Etude de Turkkahraman et al. en 2005

Le but de l'étude de **Turkkahraman et al.**, était de déterminer les changements dans la flore microbienne et le statut parodontal après le collage orthodontique, et de déterminer si deux types de ligatures différents affectaient ces changements. Pour réaliser cette expérience, 21 patients âgés de 11 à 25 ans ont été inclus pendant cinq semaines. Des enregistrements microbiens et parodontaux ont été obtenus avant le collage (T0), une semaine plus tard (T1) et cinq semaines après le collage (T2). À chaque rendez-vous, les ligatures et les arcs ont été soigneusement retirés.

Recherche des *S.mutans* : Des échantillons microbiens prélevés sur les surfaces vestibulaires des deuxièmes prémolaires maxillaires ont été cultivés et analysés par le même examinateur au Département de microbiologie clinique. Des dilutions en série de 10 fois du milieu de transport avec l'échantillon de plaque ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur gélose au sang pour le nombre de bactéries totales, et sur gélose Mitis-Salivarius pour le nombre de *S. mutans*. Les plaques de gélose ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bocal anaérobies. Par la suite, les colonies ont été comptées sous un stéréomicroscope.

Recherche des *lactobacilles* : Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur deux plaques d'agar Rogosas pour le nombre de lactobacilles. Les deux plaques ont été incubées pendant 48 heures à 37°C, une plaque dans des conditions aérobie et l'autre dans un bocal anaérobie. Le nombre de colonies a ensuite été déterminé au microscope stéréoscopique.

Analyse des paramètres cliniques parodontaux : L'examineur qui a calibré l'étude a évalué l'état parodontal de chaque patient. L'indice gingival, l'indice de plaque, le saignement au sondage et la profondeur de sondage ont été évalués grâce à une sonde parodontale de Williams, et ont été utilisés pour l'évaluation parodontale.

d. Etude de Forsberg et al. en 1991

Forsberg et al., ont étudié le développement de la plaque en relation avec deux types différents de ligatures : les ligatures métalliques et les ligatures élastomériques. L'association possible entre les variations de la flore de la salive et le nombre de bactéries dans la plaque des dents ligaturées avec chaque type a également été étudiée. 12 patients âgés de 12 à 14 ans ont participé à cette étude pendant 61 semaines. Au début de l'étude, 2 mL de salive stimulée ont été collectés sur chaque patient. Une semaine plus tard, un nouvel échantillon de salive stimulée a été prélevé. Quatre semaines plus tard, les ligatures et l'arc ont été soigneusement retirés. Des échantillons de plaque ont ensuite été prélevés sur la surface vestibulaires des incisives latérales maxillaires. Les prélèvements ont été effectués par un clinicien qui ne savait pas si une ligature élastomérique ou métallique avait été mise en place sur les dents en question.

La même procédure d'enregistrement a été répétée après 10, 19, 34 et 61 semaines. Un échantillon final de salive stimulée a été prélevé environ six semaines après le retrait des attaches.

Analyse de la présence de *S. mutans* dans la salive : Après 60 secondes de dispersion, les échantillons de salive ont été mis en suspension dans une solution saline tamponnée au phosphate. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et des échantillons ont été inoculés sur de la gélose Mitis-Salivarius. Ces plaques de gélose ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bouches anaérobies. Les échantillons de salive ont ensuite été examinés et les colonies comptées sous un stéréomicroscope.

Analyse de la présence de *Lactobacilli* dans la salive : Des échantillons de salive ont à nouveau été mis en suspension dans une solution saline tamponnée au phosphate. Des dilutions en série de 10 fois ont été préparées et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur deux plaques d'agar Rogosas. Les deux plaques ont été incubées pendant 48 heures à 37°C, une plaque dans des conditions d'aérobie et l'autre dans des conditions d'anaérobie. Le nombre de colonies a ensuite été déterminé au microscope stéréoscopique.

Analyse des échantillons de plaque : Enfin, des dilutions en série de 10 fois du milieu de transport avec les échantillons de plaque ont été préparées, et des échantillons de 0,1 mL ont été inoculés sur de la gélose au sang. Les plaques d'agar ont été incubées pendant 48 heures à 37°C dans des bouches anaérobies. Par la suite, les colonies ont été comptées sous un stéréomicroscope.

e. Etude de Condo et al. en 2012

L'étude de **Condo et al.**, avait pour objectif de déterminer in vivo la rétention de la plaque sur trois ligatures élastomériques différentes, en comparaison à une ligature en acier inoxydable, afin de déterminer une association possible entre le type de ligature et l'accumulation de micro-organismes. Pour cela, ont été utilisées : des ligatures transparentes en latex (Leone® Spa), grises en polyuréthane (Micerium® Spa) et grises en polyuréthane à faible friction Slide (Leone® Spa), par rapport aux ligatures en acier inoxydable (Leone® Spa) avec des attaches métalliques conventionnelles. 40 patients âgés de 13 à 17 ans ont participé à cet essai durant quatre semaines. La présence de colonies bactériennes a été quantifiée par méthode spectrophotométrique (violet de cristal-fixateur de Bouin) et les observations morphologiques ont été évaluées par microscopie électronique à balayage. Les ligatures ont été placées selon le schéma suivant : deuxièmes prémolaires maxillaires avec ligatures Slide, premières prémolaires maxillaires avec des ligatures grises, deuxièmes prémolaires mandibulaires avec des ligatures métalliques et premières prémolaires mandibulaires avec des ligatures transparentes.

Une ligature de chaque type a été appliquée sur chaque sujet. Les échantillons ont été conservés dans la cavité buccale pendant 28 jours. Après 28 jours, les ligatures ont été prélevées de manière aseptique par le même opérateur, transférées dans des tubes à essai séparés contenant une solution saline et refroidies (NaCl 0,9%; 4 °C). Vingt échantillons de chaque type de ligature ont été collectés.

Analyse de la quantité de plaque : Les échantillons ont ensuite été lavés 3 fois avec du PBS pour éliminer les bactéries qui n'adhèrent pas au matériau, puis ils ont été incubés pendant deux heures dans du fixateur Bouin (acide picrique - acide acétique - méthanol) à 25 °C. Après avoir été lavés avec du PBS, les échantillons ont été incubés dans du cristal violet pendant 15 minutes à 37°C. Les échantillons ont ensuite été traités avec 200 mL de Sarkosyl 10% (lauryl sarcosinate sodique). Après 5 minutes à 37°C, le surnageant a été analysé à l'aide d'un spectrophotomètre. L'adhésion bactérienne sur chaque échantillon a été quantifiée par rapport à la densité optique de l'échantillon témoin (ligature inutilisée).

Analyse de la morphologie des micro-organismes : Les échantillons ont été lavés deux fois avec du PBS, puis fixés dans une solution de glutaraldéhyde. Ensuite, les échantillons ont été déshydratés avec des solutions d'éthanol. Enfin, ils ont été séchés et fixés sur des supports avant d'être soumis à une pulvérisation cathodique d'or. Une fois refroidis, ils ont été stockés sous vide dans un récipient en verre et analysés dans les cinq jours au MEB.

2.1.3 Analyse de la section « Résultats »

Jusqu'à présent, seuls quelques rapports ont décrit des changements microbiens après le placement de différents systèmes de ligatures in vivo.

Globalement, la majorité des articles retenus pour cette revue de littérature aboutissent à une conclusion similaire : l'utilisation de ligatures élastomériques serait à proscrire chez les

patients présentant une hygiène buccale inadéquate. En effet, celles-ci seraient plus disposées à l'accumulation et l'agrégation de plaque dentaire, conduisant à une prédisposition au développement de caries dentaires et à l'apparition de problèmes parodontaux comme les gingivites.

a. En faveur des ligatures métalliques

De Souza et al., ont comparé la rétention de la plaque lors de l'utilisation de ligatures métalliques et élastomériques. Ils ont souligné une augmentation de l'indice de plaque dans le groupe de patients porteurs de ligatures élastomériques. Les résultats concernant l'indice de saignement gingival étaient encore plus significatifs entre les groupes, les valeurs des ligatures élastomériques (12,28%) étaient plus élevées que celles des ligatures métalliques (6,71%). Aucune différence significative n'a cependant été démontrée concernant la profondeur de sondage entre les deux groupes.

D'après les résultats de l'analyse du biofilm recueilli, le pourcentage de sites positifs trouvés pour Tf et Pn était de 92,85% dans le groupe des ligatures élastomériques. En comparaison, les scores observés pour le groupe des ligatures métalliques étaient de 57,14% pour Tf et 71,42% pour Pn. En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée pour les autres micro-organismes évalués (Aa, Pg et Pi).

Les auteurs concluent donc que l'utilisation de ligatures élastomériques favoriserait une rétention plus importante de biofilm et serait accompagnée d'altérations importantes de certains paramètres parodontaux cliniques, comme l'indice de plaque le saignement gingival. Ainsi, l'utilisation de ligatures élastomériques serait déconseillée chez certains patients, notamment ceux présentant une mauvaise hygiène bucco-dentaire.

Turkkahraman et al ont examiné l'effet des deux types de ligatures (élastomériques et métalliques) sur l'accumulation d'espèces cariogènes spécifiques (*S. mutans*) ainsi que l'état parodontal, avant le traitement et une et cinq semaines après le début du traitement. Les auteurs ont observé que même si les dents ligaturées avec des ligatures élastomériques présentaient un nombre légèrement plus élevé de micro-organismes, les différences n'étaient pas statistiquement significatives et pouvaient donc être ignorées.

Les deux techniques de ligatures n'ont montré aucune différence significative en termes d'indice gingival, d'indice de plaque ou de profondeur de sondage. Toutefois, les dents ligaturées avec des ligatures élastomériques seraient plus sujettes aux saignements gingivaux que les dents ligaturées avec des ligatures métalliques. D'après les auteurs, une des explications possibles serait que les différences de caractéristiques de surface des ligatures élastomériques et des ligatures métalliques influenceraient la rétention de la plaque dentaire.

De plus, des augmentations statistiquement significatives du nombre total de bactéries et de *S. mutans*, ont été retrouvées chez les 21 patients au bout d'une semaine de traitement, ainsi qu'à cinq semaines de traitement pour les deux types de ligatures. Cela signifie que le

nombre de bactéries, et particulièrement de *S. mutans*, augmenterait dès de la mise en place d'un traitement orthodontique, quelles que soient les ligatures utilisées.

Par conséquent, les ligatures élastomériques sembleraient plus propices aux saignements gingivaux, peut-être en raison de leur affinité légèrement plus élevée avec la plaque dentaire. Pour cette raison, les auteurs ont suggéré que l'utilisation de ligatures élastomériques devrait être évitée chez les patients ayant une hygiène buccale inadéquate.

Forsberg et al. ont évalué la colonisation microbienne de 12 patients traités par des appareils orthodontiques fixes. Chez la majorité des patients, l'incisive latérale munie d'une ligature élastomérique, présentait un plus grand nombre de micro-organismes dans la plaque dentaire par rapport à la dent ligaturée avec une ligature métallique.

De plus, d'après les résultats, après pose d'un appareil orthodontique fixe, le nombre de *S. mutans* présents dans la salive a augmenté de manière significative. De même, une augmentation significative du nombre de lactobacilles aérobies et anaérobies a été observée. En comparaison avec les lactobacilles aérobies, les lactobacilles anaérobies ont présenté une augmentation relativement plus importante. Les auteurs ont donc recommandé que l'utilisation de ligatures élastomériques soit évitée chez les patients présentant une hygiène buccale inadéquate, car celle-ci augmenterait considérablement l'accumulation microbienne sur les surfaces dentaires adjacentes aux attaches, conduisant à une prédisposition au développement de caries dentaires et à l'apparition de gingivites.

b. Aucune différence entre les deux systèmes

Néanmoins, certaines études, comme celle de Rodrigues et al. concluent qu'il n'y aurait aucune différence statistiquement significative concernant la rétention de la plaque dentaire avec les deux types de ligatures étudiées.

En effet, pour **Rodrigues et al.**, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée dans les modifications de l'indice de plaque, entre les attaches liées avec des ligatures métalliques et des ligatures élastomériques.

De même, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée dans les modifications de l'indice de saignement, ainsi que dans la variation de la profondeur de sondage entre les attaches liées avec les deux types de ligatures.

Cependant, les résultats ont démontré une augmentation significative de l'indice de plaque, de saignement et de profondeur de sondage, lors de la comparaison de ces paramètres au premier jour de l'étude et à six mois, ainsi que lors de la comparaison du groupe test avec le groupe contrôle.

Ainsi, pour Rodrigues et al. aucune différence en termes de rétention de la plaque dentaire et de répercussion sur les différents paramètres cliniques étudiés n'a été démontrée entre les deux types de ligatures. Toutefois, ils concluent à une détérioration générale des paramètres cliniques parodontaux à partir de la mise en place d'un traitement orthodontique, quel que soit le type de ligatures utilisé.

c. En faveur des ligatures élastomériques

Enfin, à contrario, seule l'étude de Condo et al. amène à des résultats en contradiction avec les études précédentes.

Condo et al, ont analysé la quantité de plaque et la nature des micro-organismes présents lors de l'utilisation de trois ligatures élastomériques différentes, ainsi que l'utilisation de ligatures métalliques, chez 40 patients pendant 28 jours. Pour cela, ont été utilisées : des ligatures transparentes en latex (Leone® Spa), grises en polyuréthane (Micerium® Spa) et grises en polyuréthane à faible friction Slide (Leone® Spa), et des ligatures en acier inoxydable (Leone® Spa).

D'après les résultats de l'étude, toutes les ligatures élastomériques ont montré un bon comportement, en particulier par rapport au groupe des ligatures métalliques, qui présentait une plus grande adhérence à la plaque dentaire. Cette différence était statistiquement significative par rapport au groupe Slide et aux deux autres groupes de ligatures élastomériques.

De plus, les ligatures élastomériques transparentes et grises ont montré le même comportement face à l'adhérence bactérienne. En revanche, les ligatures transparentes présenteraient une plus grande absorption au colorant violet cristal utilisé lors de l'étude, ainsi qu'une plus grande quantité de plaque mature, indiquant que le matériau pourrait absorber plus de petites molécules de salive.

En conclusion, les résultats de cette étude montrent que toutes les ligatures élastomériques ont montré une accumulation de plaque dentaire réduite par rapport à la ligature en acier inoxydable, in vivo. Cependant, les ligatures élastomériques transparentes ont montré une formation de plaque plus mature en comparaison des autres ligatures élastomériques.

Conclusion : D'après les différentes études analysées, l'utilisation de ligatures métalliques serait à encourager chez les patients présentant un défaut d'hygiène bucco-dentaire. En effet les ligatures élastomériques seraient plus disposées à l'accumulation et l'agrégation de la plaque dentaire sur leur surface.

2.1.4 Discussion

En règle générale, pour maintenir l'arc dans les attaches, deux types de ligatures sont communément utilisés : les ligatures métalliques ou élastomériques. Ces deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients, mais en ce qui concerne l'accumulation de biofilm, la plupart des articles s'accordent à dire que les ligatures élastomériques favoriseraient la rétention du biofilm par rapport aux ligatures métalliques. L'objectif de cette revue visait à vérifier si le matériau utilisé pour les différentes ligatures orthodontiques prédisposait à une accumulation et à une rétention accrue de plaque dentaire. Les

contradictions observées entre les résultats de certains articles pourraient être liées à plusieurs facteurs. Quelques exemples non exhaustifs sont analysés ci-après :

a. Echantillons analysés

Certaines études comme celle de **Rodrigues et al.** ont étudié les conséquences des différentes ligatures sur les paramètres parodontaux, plus précisément, les examinateurs ont évalué les modifications éventuelles de l'indice de plaque, l'indice de saignement et de la profondeur de sondage. D'autres essais, comme celui de **Forsberg et al.** ou **Condo et al.** ont axé leurs études sur la détection des micro-organismes présents lors de l'utilisation des deux types de ligatures ainsi que sur l'analyse de la quantité de plaque présente. En revanche, Forsberg et al. ont cherché la présence de *S. mutans* et de Lactobacilles dans la salive de patients porteurs des deux types de ligatures, alors que Condo et al. ont étudié de façon plus générale, l'ensemble des micro-organismes présents directement dans la plaque dentaire des ligatures prélevées.

Enfin, certaines études, comme celles de **De Souza et al.**, et **Turkkahraman et al.** se sont penchés à la fois sur l'analyse de l'évolution des différents paramètres cliniques parodontaux, ainsi que sur l'analyse de la flore bactérienne. Dans l'étude de Turkkahraman et al., les examinateurs ont cherché à comparer le nombre de lactobacilles, et de *S. mutans* présents dans la plaque à la surface des dents, et non dans la salive ou à la surface des ligatures comme dans les études précédemment citées. De plus, ils ont relevés l'indice gingival, l'indice de plaque, les valeurs de saignement au sondage, ainsi que les valeurs de profondeur de sondage. L'étude de Souza et al. s'était focalisée sur la détection de certains micro-organismes bien spécifiques (*Pg*, *Tf*, *Aa*, *Pi*, et *Pn*) dans les échantillons de biofilm supra et sous-gingivaux.

Cette diversité dans les paramètres analysés est une des raisons pour laquelle les résultats des différentes études peuvent différer, car ces études ont toutes le même objectif mais n'y parviennent pas avec les mêmes méthodes. Certains réalisent des analyses à partir d'échantillons de salive, ou de plaque dentaire, alors que d'autres analysent directement les ligatures elles-mêmes.

Un élément essentiel est également à souligner en ce qui concerne les échantillons de plaque dentaire : la localisation de la plaque dentaire analysée. Dans certaines études, comme celle de De Souza et al., le biofilm analysé était sous gingival. Or, les micro-organismes, privés d'oxygène et de certains nutriments, seront différents de ceux présents dans la plaque supra-gingivale. De plus, comme vu précédemment, d'après les études de **Socransky et al.** en 2005 et **Kolenbrander et al.**, deux patients différents, mis dans les mêmes conditions d'évaluation, peuvent ne pas exprimer la même réponse clinique au niveau du parodonte, ce qui complique l'interprétation des résultats des études s'étant focalisées uniquement sur les répercussions parodontales des deux types de ligatures.

b. Durée de l'étude

Il est intéressant de noter que les bactéries de la flore buccale évoluent au cours du temps et qu'en présence d'un manque d'hygiène bucco-dentaire, l'apparition de bactéries anaérobies plus virulentes peut survenir au sein de la cavité buccale. La **période d'évaluation**, dans les différentes études, est donc un facteur important à prendre en compte. En effet, des analyses réalisées sur du biofilm prélevé à différentes périodes, chez un même individu, pourraient aboutir à des résultats bien différents. Dans les études retenues pour cette revue, **De Souza et al.**, ainsi que **Rodrigues et al.**, ont cherché à évaluer la rétention de la plaque dentaire sur les deux types de ligatures en faisant des prélèvements pendant six mois. L'étude de **Forsberg et al.**, quant à elle, s'est prolongée sur une période de 14 mois. En revanche, d'autres études comme celles de **Turkkahraman et al.**, et **Condo et al.**, ont respectivement réalisé leurs études sur deux mois et 28 jours. Néanmoins, ce laps de temps semble insuffisant, en comparaison avec les périodes d'évaluation des autres études, pour pouvoir apporter des conclusions fidèles, comparables et extrapolables à la population générale. Ce facteur pourrait expliquer le contraste de la conclusion amenée par l'étude de Condo et al., par rapport aux autres études.

c. Nombre de sujets

Le nombre de sujets à inclure dans une étude, représentant la **taille de l'échantillon**, doit être déterminé à l'avance. On rappelle qu'il doit être suffisamment grand afin de pouvoir mettre en évidence une différence minimale cliniquement intéressante entre les groupes et de s'affranchir du hasard d'échantillonnage lors de la conclusion. En effet, le manque de puissance des études à faible effectif risque de conduire à une absence de différence statistiquement significative. Or, le nombre de patients inclus dans les différentes études retenues varie du simple au double. Par exemple, dans l'étude de **Forsberg et al.**, seulement 12 patients ont été admis au sein de l'essai pour des analyses, alors que dans l'étude de **Condo et al.** 40 patients ont été sélectionnés, soit presque le double. De même, dans l'étude de **De Souza et al.** 14 patients ont été inclus alors que 30 patients participaient à l'essai de **Rodrigues et al.** Cette variation dans le nombre de patients inclus peut aussi être un des facteurs pouvant remettre en cause la comparabilité des résultats.

d. Morphologie et composition des attaches

Comme expliqué précédemment, les **variations de forme et de matériau** (acier inoxydable, céramique, etc.) entre les différentes attaches pourraient influencer la rétention de plaque dentaire.

Cependant, la marque ainsi que la composition des attaches utilisées lors des essais, ne sont pas toujours mentionnées dans les articles. Dans l'étude de **Turkkahraman et al.**, aucune précision n'est spécifiée concernant la marque des attaches utilisées, ni le matériau les composant. De même pour l'étude de **Forsberg et al.**, aucune précision concernant la marque ni le matériau composant les attaches.

Certaines études, comme celle de **De Souza et al.**, ont renseigné des informations concernant le matériau utilisé pour les attaches, ici métalliques, mais n'ont pas précisé la marque exacte. Enfin, les deux dernières études renseignent de manière précise les caractéristiques des attaches utilisées. Dans l'étude de **Rodrigues et al.**, il est noté que les attaches sont métalliques, de la marque Morelli®. **Condo et al.**, quant à eux, ont utilisé des attaches de prémolaires en acier inoxydable de la marque Leone® Spa.

e. Couleur des ligatures

La couleur des ligatures utilisées pourrait également avoir un impact sur la rétention de la plaque dentaire sur les ligatures élastomériques. En effet d'après l'étude de **Ravish Sharma et al.**, les trois genres bactériens Streptococcus, Staphylococcus et Aerobic Lactobacilli, ont adhéré aux ligatures élastomériques en suivant le modèle suivant, à savoir : une adhésion et une accumulation maximale de plaque dentaire sur les ligatures élastomériques roses conventionnelles, puis sur les ligatures bleues, Superslick, et enfin transparentes. D'après les résultats de cette étude, les pigments présents dans les ligatures élastomériques de couleur, pourraient conduire à la dégradation ou au développement de micro-fissures au sein du matériau. Ces micro-fissures, modifiant l'état de surface et la rugosité des ligatures, joueraient un rôle de point d'accroche supplémentaire pour la plaque dentaire.

Seules les études de **Rodrigues et al.** et **Condo et al.** ont mentionné la couleur des ligatures élastomériques utilisées. Elles sont respectivement grises pour l'essai de Rodrigues et al., et grises et transparentes pour celui de Condo et al.

f. Dents étudiées

Dans toutes les études retenues, les **dents examinées** sont différentes. Or, la quantité et la composition des biofilms varient d'un site à l'autre au sein de la cavité buccale d'un même patient. Par exemple, dans l'étude de **De Souza et al.**, les échantillons de biofilm étaient prélevés au niveau des deuxièmes prémolaires maxillaires et des incisives latérales mandibulaires. En revanche, dans l'étude de **Rodrigues et al.**, les dents étudiées étaient l'ensemble des dents permanentes des patients, à l'exception des deuxièmes et troisièmes molaires. **Condo et al.**, ainsi que **Turkkahraman et al.**, ont effectué leurs analyses seulement sur les prémolaires. En revanche, Turkkahraman et al. a effectué ses analyses seulement au maxillaire, alors que dans l'étude de Condo et al. les ligatures ont été placées au maxillaire ainsi qu'à la mandibule. Enfin, **Forsberg et al.**, lors de leur essai, ont réalisé des prélèvements de plaque dentaire, seulement au niveau de la face vestibulaire des incisives latérales maxillaires, faciles d'accès lors du brossage. Toutefois, les dents postérieures étant plus difficiles à brosser, compte tenu de leur localisation et de leur accessibilité, il est possible que la localisation des mesures et des prélèvements ait influencé les résultats.

g. Répartition des ligatures

De plus, comme expliqué précédemment, lors du brossage, les patients ont tendance à mieux brosser leur côté controlatéral à leur main maitresse, que leur côté homolatéral. Seules certaines études, parmi celles sélectionnées pour cette revue, ont réalisé la mise en place des ligatures sur les arcades au hasard, afin de palier à cette difficulté, et d'avoir des résultats plus comparables entre les patients, et entre les études elles-mêmes. Dans l'étude de **De Souza et al.**, chez tous les patients, des ligatures élastomériques conventionnelles ont été utilisées d'un côté de la ligne médiane de l'arcade dentaire, et des ligatures métalliques ont été placées sur les dents du côté opposé. Chaque côté de l'arcade dentaire a reçu au hasard un type de ligature, dans le but de minimiser les préférences individuelles possibles pour le côté de brossage des dents. De même pour **Forsberg et al.**, les ligatures élastomériques et métalliques ont été placées de part et d'autre de la ligne médiane, de manière aléatoire.

Pareillement, dans l'étude de **Rodrigues et al.**, il est indiqué que les types de ligatures ont été alternés dans chaque quadrant et maintenus dans cette position pendant toutes les consultations. Chez certains patients, le premier quadrant était ligaturé avec des ligatures métalliques et chez d'autres, avec des ligatures élastomériques. De cette manière, il était garanti que les deux types de ligatures étaient alternativement utilisés dans le deuxième quadrant, car tous les participants du groupe de test étaient droitiers et les sujets avaient tendance à mieux brosser les surfaces vestibulaires du quadrant opposé à la main tenant la brosse à dent, en particulier au niveau de l'arcade maxillaire.

A contrario, dans les études de **Turkkahraman et al.** et **Condo et al.**, les emplacements des ligatures n'étaient pas déterminés de façon aléatoire, mais étaient prédéterminés à l'avance. En effet, dans l'étude de **Turkkahraman et al.**, les attaches du côté droit des patients ont été ligaturés avec des ligatures élastomériques, et les attaches du côté gauche ont été ligaturés avec des ligatures en acier inoxydable. De même, dans l'étude de **Condo et al.**, les différentes ligatures n'ont pas été placées au hasard. Celles-ci ont été disposées selon le schéma suivant : deuxièmes prémolaires maxillaire avec les ligatures Slide, premières prémolaires maxillaires avec des ligatures élastomériques grises, deuxièmes prémolaires mandibulaires avec des ligatures métalliques et premières prémolaires mandibulaires avec des ligatures élastomériques transparentes.

h. Sélection des participants

La **sélection des participants** à l'aveugle est également un facteur à prendre en compte pour comprendre la discordance des résultats entre l'étude de **Condo et al.** et les autres essais. Seul le tirage au sort des participants, avant le début de l'étude, permet de garantir une représentativité et d'éviter les biais de sélection. Dans l'étude de **De Souza et al.**, il est expliqué que les sujets ont été choisis au hasard parmi les patients de la division orthodontique de l'école dentaire Piracicaba. De même, dans l'essai effectué par **Turkkahraman et al.**, un total de 21 patients programmés pour un traitement

orthodontique, dans le département d'orthodontie de l'Université Suleyman Demire, ont été sélectionnés au hasard pour participer à l'étude.

Cependant, dans l'étude de **Condo et al.**, des volontaires ont été recrutés parmi les patients sur le point de commencer leur traitement orthodontique, avec un appareil fixe maxillaire et mandibulaire. Ceci représente un biais non négligeable, et pourrait expliquer la différence avec les résultats des autres études sélectionnées.

Enfin, dans les articles de **Rodrigues et al.**, et **Forsberg et al.**, aucun renseignement n'était précisé concernant le mode de sélection des patients inclus.

i. Instruction d'hygiène orale

Compte tenu des multiples facteurs pouvant entraîner des problèmes de représentativité, des **instructions d'hygiène orales** ont été données aux sujets participant à toutes les études avant le début du traitement. Cependant, les précautions prises par les examinateurs, pour assurer un niveau d'hygiène bucco-dentaire correct avant le début de l'étude, n'étaient pas les mêmes en fonction des différents essais.

Dans certaines études, comme celles de **Rodrigues et al.** et **De Souza et al.**, les examinateurs ont été vigilants en ce qui concernait la technique de brossage. Dans ces deux études, la technique de Bass a donc été expliquée aux participants avant le début de l'essai. En effet, dans l'essai de Rodrigues et al, tous les participants et leurs parents ont été informés de l'importance de l'hygiène buccale. De plus, la technique de Bass ainsi que le passage du fil dentaire avant le traitement ont été expliqués et mis en place. Des brosses à dents (Condor, São Bento do Sul / SC, Brésil) souples ont été distribuées, et toutes provenaient du même lot de fabrication.

De même, dans l'étude de De Souza et al., les sujets ont reçu exclusivement des conseils professionnels sur l'hygiène buccale, dont l'explication de la technique de Bass, et un traitement « prophylactique » 10 jours avant le début de l'essai.

Dans les études de **Turkkahraman et al.**, et **Condo et al.**, les patients ont seulement reçu un dentifrice standardisé, et ont dû s'abstenir de tout autre produit d'hygiène bucco-dentaire pendant la durée de l'essai. Aucune instruction en matière de technique de brossage n'a été apportée. Enfin, dans l'article de **Forsberg et al.**, il est simplement noté que lors du premier rendez-vous, les patients ont reçu un enseignement à l'hygiène orale. En revanche, aucune précision concernant ces instructions n'ont été mentionnées dans l'article.

j. Position des attaches

Comme expliqué dans la revue précédente, l'accumulation de la plaque dentaire peut avoir des proportions différentes en fonction de la **position du attaches sur la dent**. La proximité de l'attache par rapport au sillon gingival pourrait avoir un impact sur la rétention de la plaque dentaire, et empêcher un brossage efficace. Cependant, parmi toutes les études retenues, aucune ne précise la distance des attaches avec la gencive.

k. Age des participants

Comme souligné précédemment, le niveau individuel d'hygiène buccale, ainsi que **l'âge des participants** peut aussi varier d'un individu à l'autre et avoir une influence sur les résultats des études. Dans l'ensemble des essais retenus pour cette revue, l'âge des participants variait entre 9 ans et 25 ans pour les sujets les plus âgés. En effet, comme expliqué dans la revue précédente, les habitudes de brossage, ainsi que l'assiduité au brossage, peuvent se modifier avec l'âge, ainsi l'effet des traitements orthodontiques sur le parodonte peut être variable en fonction de l'âge des patients inclus. De plus, d'après **Sutcliffe et al.** et **Murakami et al.**, les changements hormonaux ayant lieu au cours de la puberté seraient des facteurs de risque à prendre en compte pour l'inflammation gingivale.

l. Collage

Comme souligné précédemment, à l'aide de l'étude de **Huang et al.**, les excès de résine, présent en générale à la suite du collage des attaches, peuvent entraîner une inflammation gingivale. Cette réaction peut s'expliquer d'une part par la création de facteurs de rétention du biofilm supplémentaires, et d'autre part, par une réaction inflammatoire potentielle aux produits de collage utilisés lors de l'application de la résine de collage.

m. Arcs utilisés

Les **matériaux utilisés pour l'arc orthodontique** peuvent être, eux aussi, une source de risque d'inflammation gingivale. En effet, comme expliqué précédemment, d'après les études de **Bass et al.** et **Pazzini et al.**, le nickel et le chrome contenus dans les alliages utilisés en orthodontie seraient des allergènes probables, pouvant induire des réactions inflammatoires.

Certaines études précisent le type d'arc utilisé, et il est important de noter que dans l'étude de **Turkkahraman et al.**, des attaches ont été placées de la première molaire à la première molaire controlatérale, et un arc en nickel-titane (NiTi) a été utilisé pour le nivellement initial. De même, dans l'étude de **Forsberg et al.**, il est sous-entendu qu'un arc NiTi a été utilisé. Il est noté que l'arc utilisé est un arc « flexible »; cependant la composition de celui-ci n'est pas clairement précisée.

En revanche, dans deux études sélectionnées, ce sont des arcs en acier inoxydable qui ont été utilisés. En effet, dans l'étude de **De Souza et al.**, la séquence des arcs pour la période de traitement de six mois était la suivante : un arc en acier inoxydable 0.014 initialement puis, après deux mois, un arc en acier inoxydable 0.016 a été utilisé pour améliorer l'alignement.

Egalement, dans l'essai de **Condo et al.**, les examinateurs ont utilisé un arc en acier inoxydable. Enfin, une seule étude, celle de **Rodrigues et al.**, ne mentionnait pas la nature de l'arc utilisé.

n. Critères d'inclusion

On rappelle que certains facteurs systémiques, comme la tabagisme, l'hyperglycémie ou encore l'usage de certaines médications, sont des facteurs modifiant la réponse de l'hôte ou la réponse cicatricielle, face à une agression bactérienne. Une bonne santé générale et bucco-dentaire est donc primordial chez les sujets participant aux différentes études. Dans l'étude de **De Souza et al.**, les participants de 17 ans étaient tous en bonne santé, ils n'avaient aucun signe clinique d'inflammation gingivale, ni trouble systémique pouvant influencer les conditions parodontales et microbiologiques ou la réponse au traitement.

Dans l'étude de **Rodrigues et al.**, les participants ne prenaient pas de médicaments systémiques pour des maladies chroniques ni de médicaments antimicrobiens locaux ou généraux; de plus ils n'avaient pas réalisé de traitement parodontal et n'avaient pas d'antécédents familiaux de maladie parodontale.

Dans l'étude de **Condo et al.**, les participants étaient tenus de ne pas prendre d'antibiotiques avant le début de l'étude et n'avaient pas de maladies systémiques connues. Cependant, dans l'article, aucune précision n'est mentionnée sur l'état bucco-dentaire des participants.

Pour **Turkkahraman et al.**, les participants de l'étude ne devaient pas présenter de plaque dentaire, et devaient être motivés pour maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire. Cependant les auteurs ne mentionnaient pas l'état de santé général ni l'état de santé bucco-dentaire des patients inclus dans l'étude. De même pour l'étude de **Forsberg et al.**, où l'article ne précise rien sur l'état de santé général ou bucco-dentaire des participants.

Conclusion : Après analyse des différentes études retenues pour cette revue de littérature, la plupart des auteurs s'accordent à dire que l'utilisation de ligatures métalliques serait à privilégier chez les patients présentant une hygiène bucco-dentaire insuffisante. En effet, celles-ci, de par l'état leur état de surface seraient moins prédisposées à l'agrégation de la plaque dentaire. A contrario, il en ressort que les ligatures élastomériques seraient plus disposées à l'accumulation de la plaque dentaire sur leur surface.

Répercussions cliniques : Il est recommandé que l'utilisation de ligatures élastomériques soit évitée le plus possible chez les patients présentant une hygiène buccale inadéquate, ou une maladie systémique pouvant entraîner une inflammation gingivale. En effet, les ligatures élastomériques augmenteraient considérablement l'accumulation microbienne sur les surfaces dentaires adjacentes aux attaches, conduisant à une prédisposition au développement de caries dentaires et à l'apparition de problèmes parodontaux comme les gingivites.

3. Les arcs orthodontiques

On s'est intéressé à tout ce qui pouvait retenir la plaque dentaire dans la cavité buccale. Les arcs sont donc également apparus comme essentiels dans nos recherches.

L'arc métallique placé dans la gorge des attaches exerce une force au niveau de chaque dent et permet leur déplacement. Ils peuvent être de morphologies diverses : de section ronde, de différents diamètres (.014 ; .016 ; .018) ; de section carrée (.020x.020), ou rectangulaire de différentes épaisseurs (.017x.025 ; .018x.025 ; .019x .025).

De plus, ils peuvent être en acier inoxydable, en alliage nickel-titane (NiTi) ou en alliage titane-molybdène (TMA).

Le traitement orthodontique comporte plusieurs phases au cours desquelles les arcs vont être changés ou modifiés. En effet, l'arc en NiTi, sera principalement utilisé au début de traitement lors de la phase d'alignement-nivellement. L'arc en acier sera essentiellement utilisé lors des phases de stabilisation et de finition. Enfin, l'arc en TMA, quant à lui, est utilisable durant quasi toutes les phases du traitement.

Une question se pose donc : *Quels arcs, en fonction de leur matériau et de leur morphologie, sont plus enclins à une plus forte rétention de plaque ?*

Malgré des recherches sur plusieurs bases de données telles que Google Scholar, Pubmed, et The Cochrane Library, trop peu d'études ont été réalisées à ce sujet pour pouvoir être comparées et permettre de répondre à cette question.

4. Conclusion

D'après les résultats de ces différentes revues, plusieurs conclusions ont pu être tirées.

Tout d'abord, grâce à la comparaison et à l'analyse des études de la littérature s'étant penchées sur la rétention du biofilm sur les ligatures métalliques et élastomériques, il a été conclu que les ligatures métalliques présentaient un pouvoir d'adhésion de la plaque dentaire inférieur à celui des ligatures élastomériques. Il en ressort également que cette différence serait due à l'état de surface des ligatures élastomériques, plus propice à l'agrégation de la plaque dentaire par la création de micro-fissures au sein du matériau avec le temps. De plus, il a été montré que cette affinité élevée de la plaque dentaire pour les ligatures élastomériques entraîne de nombreuses répercussions parodontales, telles que des saignements au sondage plus présents, et des profondeurs de sondage augmentées.

Dans un second temps, après avoir étudié divers articles évoquant le rôle des attaches métalliques ainsi que celui des attaches en céramique sur la rétention de la plaque dentaire, et les conséquences parodontales de chaque type d'attache, les conclusions apparaissent plus mitigées. D'après les résultats des différents articles, les auteurs admettent

globalement une moindre rétention de la plaque dentaire sur les attaches métalliques en comparaison aux attaches en céramique. Il reste difficile de trancher avec certitude sur la supériorité d'une des attaches par rapport à l'autre, faute d'un nombre trop réduit d'études fiables sur le sujet.

Enfin, l'agrégation de la plaque dentaire a été étudiée sur les attaches auto-ligaturantes, ainsi que sur les attaches conventionnelles métalliques. La lecture et les analyses qui ont découlé de ces études n'ont pas permis d'établir un consensus clair sur le rôle des deux types d'attaches dans la rétention de la plaque dentaire. La divergence des méthodes utilisées et des résultats n'ont pas permis d'aboutir une conclusion claire.

Ce travail a fait l'objet d'une publication actuellement soumise a l'Orthodontie française et un résumé a été proposé pour la session européenne de l'IADR (International Association for Dental Research) a Bruxelles au mois de septembre 2021. (Article en annexe)

BIBLIOGRAPHIE

Agarwal N, Agarwal U, Katiyar S, Gupta S. An In Vivo Comparison of Bacterial Colonization with Orthodontic Bracket System. *Adv Hum Biol.* 2015;5(2):72-77.

Alves de Souza R, Borges de Araújo Magnani MB, Nouer DF, Oliveira da Silva C, Klein MI, Sallum EA, Gonçalves RB. Periodontal and microbiologic evaluation of 2 methods of archwire ligation: Ligature wires and elastomeric rings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Oct;134(4):506-12.

Anhoury P, Nathanson D, Hughes CV, Socransky S, Feres M, Chou LL. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. *Angle Orthod.* 2002;72:338–343.

Ashik Ahamed A, Geetha RV, & Lakshmi Thangavelu. (2019). Estimation Of Bacterial Load In Patients Wearing Metallic And Ceramic Brackets. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 10(2), 1023-1028.

Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res.* 1970;49:320–324.

Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: A quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:260– 7.

Bass J K, Fine H, Cisneros GJ. Nickel hypersensitivity in the orthodontic patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103:280–285.

Bhagchandani J, Singh AK, Mehrotra P, Shashi Kumar HC, Varshney SR, Varshney KR. Microbial colonization around orthodontic ligature ties: An in-vivo study. *APOS Trends Orthod* 2013;3:72-7.

Brusca MI, Chara O, Sterin-Borda L, Rosa AC. Influence of different orthodontic brackets on adherence of microorganisms in vitro. *Angle Orthod* 2007;77:331-6.

Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity, and levels of mutans streptococci and lactobacilli. *Aust Orthod J.* 1999;15:229-234.

Chapple ILC, Mealey BL, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri- Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018;45(Suppl 20):S68-S77.

Clotilde Freitas Rodrigues; Lígia de Araújo Ramos Sales; Robert Willer Farinazzo Vitral; Marcelo Reis Fraga; Cátia Cardoso Abdo Quintão. Effects of orthodontic ligation-using elastomeric and stainless steel ligatures-on periodontal health. *Dental Press J.*

Orthod. vol.16 no.1 Maringá Jan./Feb. 2011.

Dennison DK, Huerzeler MB, Quinones C, Caffesse RG. Contaminated implant surfaces: an in vitro comparison of implant surface coating and treatment modalities for decontamination. *J Periodontol* 1994;65:942-8.

Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;99:351-75.

Emine Kaygisiz; Fatma Deniz Uzuner; Sema Yuksel; Levent Taner; Rana Culhaoglu; Yasemin Sezgin; Can Ates, Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthodontist*, Vol 85, No 3, 2015.

Fatma Deniz Uzuner; Emine Kaygisiz; Zeynep Turgut C, ankaya. Effect of the bracket types on microbial colonization and periodontal status. *Angle Orthodontist*, Vol 84, No 6, 2014.

Forsberg CM, Brattstrom VF, Malmberg E, Nord CE. Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and *lactobacilli*. *Eur J Orthod* 1991;13:416-20.

Fournier A, Payant L, Bouclin R. Adherence of *Streptococcus mutans* to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114(4):414-7.

G. Başaran, O. Hamamcı. Evaluation of the Effect of Different Ligature System On Microbial Attack. *BALKAN JOURNAL OF STOMATOLOGY ; Balk J Stom*, 2007; 11:201-203.

Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Oct; 140(4):e193-8.

Hassan KS, Alagl AS, Ali I. Periodontal status following self-ligature versus archwire ligation techniques in orthodontically treated patients – Clinical, microbiological and biochemical evaluation. *Orthod Waves*. 2010; 69:164-70.

Holmstrup P, Plemons J, Meyle J. Non-plaque-induced gingival diseases. *JPeriodontol* . 2018;89(Suppl 1):S28–S45.

Huang TH, Liao PH, Li HY, Ding SJ, Yen M, Kao CT. Orthodontic adhesives induce human gingival fibroblast toxicity and inflammation. *Angle Orthod* 2008; 78: 510-516.

Huser MC, Baehni PC, Lang R. Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97:213–218.

Ireland AJ, Soro V, Sprague SV, Harradine NW, Day C, Al-Anezi S. The effects of different orthodontic appliances upon microbial communities. *Orthod Craniofac Res*. 2014;17:115-123.

Işıl Aras, Serap Titiz, Aynur Aras, Sema Becerik. Does Orthodontic Treatment with Self-Ligating or Conventional Brackets Have Different Effects on Periodontal Health? *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2016;22(3):202-8.

Jun H Park, Peter T Gakunga, Lakshmi Vishwanat, and Bennett T Amaechi. Influence of Ligation Methods on Plaque Accumulation and White Spots Formation around Orthodontic Brackets. *Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy*, 2014.

Karino T , Goldsmith H L , Motomiya M , Mabuchi S , Sohara Y 1987 Flow patterns in vessels of simple and complex geometries . *Annals of the New York Academy of Sciences* 516 : 422 – 441.

Knoernschild KL, Rogers HM, Lefebvre CA, Fortson WM, Schuster GS. Endotoxin affinity for orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:634–639.

Kolenbrander P, London J. Adhere Today, Here Tomorrow: Oral Bacterial Adherence. *J Bacteriology* 1993 ; 175 : 3247-3252.

Leonard Euler Andrade Gomes do Nascimento¹, Margareth Maria Gomes de Souza², Angela Rita Pontes Azevedo³, Lucianne Cople Maia⁴. Are self-ligating brackets related to less formation of *Streptococcus mutans* colonies? A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2014 ; 19 : 60-68.

Lindel ID, Elter C, Heuer W, Heidenblut T, Stiesch M, Schwestka-Polly R, Demling AP. Comparative analysis of long-term biofilm formation on metal and ceramic brackets. *Angle Orthod.* 2011 Sep;81(5):907-14.

Magno AF, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MA, Faria G, Nelson-Filho P. In vivo evaluation of the contamination of superslick elastomeric rings by *Streptococcus mutans* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4):104-109.

Marc Deviot. *Comprendre, prévoir et lutter contre l'apparition des leucomes précaires post orthodontiques : une nécessité pour l'orthodontiste.* Thèse de doctorat : Odontologie, Lille, 2014.

Marc Philipp Dittmer, Carolina Fuchslocher Hellemann, Sebastian Grade, Wieland Heuer, Meike Stiesch, Rainer Schwestka-Polly, Anton Phillip Demling. Comparative three dimensional analysis of initial biofilm formation on three orthodontic bracket materials. *Head & Face Medicine* (2015) 11:10.

Mariana Umekita Shirozaki, José Tarcísio Lima Ferreira, Erika Calvano Küchler, Mírian Aiko Nakane Matsumoto, Carolina Patrícia Aires, Paulo Nelson-Filho. Quantification of *Streptococcus mutans* in Different Types of Ligation Wires and Elastomeric Chains. *Braz. Dent. J.* vol.28 no.4 Ribeirão Preto July/Aug. 2017.

Mauricio de Almeida Cardoso, Patrícia Pinto Saraiva, Liliana Ávila Maltagliati, Fernando Kleinübing Rhoden, Carla Cristina Alvarenga Costa, David Normando, Leopoldino Capelozza Filho. Alterations in plaque accumulation and gingival inflammation promoted by treatment with selfligating and conventional orthodontic brackets. *Dental Press J. Orthod.* vol.20 no.2

Maringá Mar./Apr. 2015.

Mummolo S, Marchetti E, Giuca MR, Gallusi G, Tecco S, Gatto R, et al. In-office bacteria test for a microbial monitoring during the conventional and self-ligating orthodontic treatment. *Head Face Med.* 2013;9:7.

Murakami S, Mealey BL, Mariotti A, Chapple ILC. Dental plaque induced gingival conditions. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1):S17–S27.

Naranjo AA, Trivino ML, Jaramillo A, Betancourth M, Botero JE. Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:275.e17-22.

P. Sutcliffe. A longitudinal study of gingivitis and puberty. *J Periodontal Res.* 1972;7(1):52-8.
Murakami S, Mealey BL, Mariotti A, Chapple ILC. Dental plaque induced gingival conditions. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1):S17–S27.

P.C Sunil, Tony Michael, Aravind S Raju, Renji K Paul, J Mamatha, and T M Ebin. Evaluation of Micro-organism in Ligated Metal and Self-ligating Brackets using Scanning Electron Microscopy: An *In Vivo* Study. *J Int Oral Health.* 2015 Jul; 7(7): 58–62.

Pandis N, Papaioannou W, Kontou E, Nakou M, Makou M, Eliades T. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients with conventional and self-ligating brackets. *Eur J Orthod.* 2010;32(1):94-9.

Pandis N, Vlachopoulos K, Polychronopoulou A, Madianos P, Eliades T. Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11(4):211-5.

Pandurangan Harikrishnan, Thillai Saku Subha, Varadharajan Kavitha, Arumugam Gnanamani. Microbial Adhesion on Orthodontic Ligating Materials: An *in Vitro* Assessment. *Advances in Microbiology*, 2013, 3, 108-114.

Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M. Adhesion of *Streptococcus mutans* to different types of brackets. *Angle Orthod* 2007;77:1090-5

Pazzini CA, Junior GO, Marques LS, Pereira CV, Pereira LJ. Prevalence of nickel allergy and longitudinal evaluation of periodontal abnormalities in orthodontic allergic patients. *Angle Orthod* 2009;79:922-7.

Pejda S, Varga ML, Milosevic SA, Mestrovic S, Slaj M, Repic d, Bosnjak A. Clinical and microbiological parameters in patients with self-ligating and conventional brackets during early phase of orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2013;83(1):133-9.

Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, McLead J, Covell DA Jr, Maier T, et al. Plaque retention by self-ligation vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:426.e1-9:discussion,426-7

Pithon MM, Santos RL, Nascimento LE, Ayres AO, Alviano D, Bolognese AM. Do self-ligating brackets favor greater bacterial aggregation? *Braz J Oral Sci.* 2011;10(3):208-12.

R. Condo, A. Casaglia, S.G. Condo, and L. Cerroni. Plaque retention on elastomeric ligatures. An in vivo study. *Oral Implantol.* 2012 Oct-Dec; 5(4): 92–99.

Rajesh Sawhney, Ravish Sharma, Kavita Sharma. Microbial Colonization on Elastomeric Ligatures during Orthodontic Therapeutics: An Overview. *Turk J Orthod.* 2018 Mar; 31(1): 21–25.

Raju AS, Hegde NA, Reddy VP, Chandrashekar BS, Mahendra S, Harishkoushik SR. An In vivo Study on Bacterial Colonization with Metal, Ceramic and Self-ligating Brackets: A Scanning Electron Microscopy Study. *J Ind Orthod Soc* 2013;47(2):88-96.

Ravish Sharma, Kavita Sharma, Rajesh Sawhney. Evidence of variable bacterial colonization on coloured elastomeric ligatures during orthodontic treatment: An intermodular comparative study. *J Clin Exp Dent.* 2018 Mar; 10(3): 271-278

Rita Politangeli, Silvia Sabatini, Gianna Maria Nardi, Roberto Di Giorgio, Gabriella Galluccio. The filing of bacterial plaque on orthodontic appliances: type of bracket and motivational strengthening. *Prevention & Research* 2015; 4(2):70-74

Rohit Pani Shankar. K , Krishnan Mahalakshmi, R.V.Murali, Kesavaram Padmavathy, Saravanan Balasubramanian. Evaluation of Streptococcus Mutans Biofilm Retention by Three Different Types of Ligations on Orthodontic Brackets: An In-Vitro Scanning Electron Microscopic Study. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 13, Issue 6 Ver. IV (Jun. 2014) : 70-74.*

Rugg-Gunn AJ, Macgregor ID. A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. *J Periodontal Res* 1978;13: 382–389.

Ruhi Nalçacı, Yener Özat, Serpil Çokakoğlu, Hakan Türkkahraman, Süleyman Önal, and Selçuk Kaya (2014) Effect of bracket type on halitosis, periodontal status, and microbial colonization. *The Angle Orthodontist*: May 2014, Vol. 84, No. 3, pp. 479-485.

S.Pradeep. Determination of Microbiological Flora of different Hygienic Ligatures techniques An *in-vivo* study. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2014) 3(3): 739-746.

Seema Grover., et al. “Evaluating and Comparing Periodontal and Microbial Parameters in Orthodontic Patients with Elastomeric Modules and Self Ligating Brackets- A PCR Study”. *EC Dental Science* 14.3 (2017): 105-113.

Sharmada B.K, Aparna, Hemanth M., KarthikKabbur. A Comparative Evaluation of Microbial Colonization with Different Ligation Techniques. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences ; Volume 15, Issue 3 Ver. III (Mar. 2016) : 01-03.*

Shalchi M, Hajian-Tilaki A, Sadegh Khanjani M, Sabzgolini P, Aghajani Nargesi R. Comparing Streptococcus Mutans adhesion by using different orthodontic bracket ligations: An in vitro study. *Journal of Dentomaxillofacial Radiology, Pathology and Surgery.* 2018; 7(1): 7-12.

Shashidhar E P, M Sahitya, T Sunil, Anup R Murthy, M S Rani. A Comparative Evaluation of Adherence of Microorganism to Different Types of Brackets: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Int Oral Health*. 2015 Sep; 7(9): 25–30.

Shrestha B, Jin X, Chen L, Shrestha R. Comparative Study of Periodontal Status of Early Orthodontic Subjects treated with Self-ligating Brackets vs Conventional Edgewise Brackets. *J Ind Orthod Soc* 2014;48(4):365-369.

Sina Arnold, Despina Koletsi, Raphael Patcas, Theodore Eliades. The effect of bracket ligation on the periodontal status of adolescents undergoing orthodontic treatment. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* 54 (2016) 13-24.

Socransky SS, Haffajee AD. Periodontal microbial ecology. *Periodontology* 2000. 2005 ; 38 : 135-187.

Socransky SS et Haffajee AD. Écologie microbienne parodontale. *Parodontologie* 2000 38, 135-187 (2005).

Sophie-Myriam Dridi (Département de Parodontologie, UFR Nice Sophia Antipolis). «Étiopathogénie des maladies parodontales induites par la plaque dentaire» 2017.

Sukontapatipark W, El-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A electron microscopy study. *Eur J Orthod*. 2001;23:475-484.

Thienpont V, Dermaut LR, Van Maele G. Comparative study of 2 electric and 2 manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:353–360.

Turkkahraman H, Sayin MO, Bozkurt FY, Yetkin Z, Kaya S, Onal S. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. *Angle Orthod* 2005;75:231-6.

Tyson Buck, Peter Pellegrini, Rebecca Sauerwein, Michael C. Leo, David A. Covell Jr, Tom Maier, Curtis A. Machida. Elastomeric-ligated vs self-ligating appliances: A pilot study examining microbial colonization and white spot lesion formation after 1 year of orthodontic treatment. *Orthodontics : the art and practice of dentofacial enhancement* ; June 2011.

Ustaoglu G, Korkmaz YN, Halicioglu K, Uysal Ö. Comparison of effects of bracket types and treatment duration on periodontal health of adult patients. *APOS Trends Orthod* 2019;9(2):94-8.

Vaibhav Misra, N.K.Ahuja, Neha Gupta, Pradeep Raghav. Effect Of Two Different Materials Used For Arch Wire Ligation On Microbial Colonization. *Indian Journal of Dental Sciences*. March 2012 Issue:1, Vol.:4.

Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Influence of bracket design on microbial and periodontal parameters in vivo. *J Clin Periodontol* 2007;34(5):423-31.

Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Pauwels M, Coucke W, Carels C. Microbial adhesion on different bracket types in vitro. *Angle Orthod* 2009;79:915-21.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Tableaux :

- Tableau I : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion
- Tableau II : Tableau des études in vivo retenues
- Tableau III : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion
- Tableau IV : Tableau des études in vitro retenues
- Tableau V : Tableau des études in vivo retenues
- Tableau VI : Tableau des études éliminées et des motifs d'exclusion
- Tableau VII : Tableau des études retenues

Figures :

- Figure 1 : Attache conventionnelle métallique.
Disponible sur : <https://ormco.ch/produits/brackets/brackets-convencionales/>
- Figure 2 : Attache auto-ligaturante métallique.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/fabricant-medical/bracket-orthodontique-auto-ligaturant-51215.html>
- Figure 3 : Diagramme des flux de références.
- Figure 4 : Attache auto-ligaturante F1000 Leone SpA®.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/prod/leone-spa/product-73074-872223.html>
- Figure 5 : Attache auto-ligaturante Empower American Orthodontics®.
Disponible sur : <https://www.americanortho.com/products/self-ligating-brackets/empower-philosophies/>
- Figure 6 : Attache auto-ligaturante Damon 3X Ormco Corporation®.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/prod/ormco/product-100426-834658.html>
- Figure 7 : Ligature métallique.
Disponible sur : <https://www.cecsmo.com/catalogue/gamme/2508-preformee-courte>
- Figure 8 : Ligatures élastomériques.
Disponible sur : <https://www.cecsmo.com/catalogue/par-famille/16-ligatures-et-accessoires>
- Figure 9 : Attaches conventionnelles sur l'arcade maxillaire et attaches auto-ligaturantes sur l'arcade mandibulaire. Disponible dans l'article Cardoso et al.
- Figure 10 : Attache céramique conventionnelle.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/prod/3m-oral-care/product-70650-808849.html>
- Figure 11 : Attache conventionnelle métallique.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/prod/3m-oral-care/product-70650-808849.html>
- Figure 12 : Diagramme des flux des références
- Figure 13 : Attache conventionnelle métallique Mini Diamond® Ormco.
Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/prod/ormco/product-100426-834498.html>
- Figure 14 : Attache conventionnelle métallique Victory MBT 3M Unitek®.
Disponible sur : <https://www.orthodepot.fr/category-515/Brackets-en-metal/Standard-520/3m-victory-series/mbt-930/3m-victory-series-low-profile-kit-ok-uk-5-5-hook-an-3-4-5-eckzahn-0-mbt-022.html>
- Figure 15 : Ligature métallique

Disponible sur : <https://www.cecsmo.com/catalogue/gamme/2508-preformee-courte>

Figure 16 : Ligatures élastomérique

Disponible sur : <https://www.cecsmo.com/catalogue/par-famille/16-ligatures-et-accessoires>

Figure 16 : Diagramme des flux de références

ANNEXE

Biofilm et Matériels Orthodontiques : Que choisir ?
Revue exhaustive de la littérature et Galerie d'images en Microscopie
Électronique à Balayage (MEB)

Biofilm and Orthodontic Materials: What is the best choice?
An exhaustive review of the literature and Scanning Electron Microscopy
(SEM) image gallery

Laurence Lupi, Université Côte d'Azur, Laboratoire Microbiologie orale Immunité Santé MICORALIS (UPR 7354), CHU Nice, UFR Odontologie, 5 Rue du 22ème BCA, 06357 NICE Cedex 4, France

Héloïse Paggetti, Université Côte d'Azur, UFR Odontologie, 5 Rue du 22ème BCA, 06357 NICE Cedex 4, France

Carole Charavet, Université Côte d'Azur, Laboratoire Microbiologie orale Immunité Santé MICORALIS (UPR 7354), CHU Nice, UFR Odontologie, 5 Rue du 22ème BCA, 06357 NICE Cedex 4, France

Auteur correspondance :

Pr Laurence Lupi

UFR Odontologie

5 Rue du 22ème BCA

06357 NICE Cedex 4

France

Email : Laurence.LUPI@univ-cotedazur.fr

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

Résumé

Introduction : Le biofilm dentaire adhérent aux dispositifs orthodontiques reste une préoccupation majeure pour l'orthodontiste : il est responsable de déminéralisations de l'email mais également de parodontopathies. **Matériels et Méthodes** : Premièrement, la formation et la composition de la plaque dentaire ont été explicitées afin de comprendre les mécanismes et les enjeux sous-jacents au concept de biofilm. En outre, une revue exhaustive de la littérature a été réalisée afin de clarifier les différents liens entre l'accumulation de la plaque dentaire et nos dispositifs orthodontiques, à savoir le type d'attaches (conventionnelles versus autoligaturantes ; métalliques versus céramiques), le type de ligatures (métalliques versus élastomériques) et, enfin, le type d'arcs. Finalement, une galerie d'images obtenues en Microscopie Electronique à Balayage (MEB) a été réalisée afin de visualiser les caractéristiques physiques des dispositifs orthodontiques ainsi que le biofilm présent sur ce même matériel orthodontique après passage en bouche. **Résultats** : Bien que des résultats hétérogènes soient retrouvés, l'utilisation de nos dispositifs orthodontiques a une influence significative sur la formation et le développement du biofilm. **Conclusion** : Les dispositifs orthodontiques peuvent retenir une quantité plus ou moins importante de plaque dentaire associée à une virulence modulable, le tout en fonction de leurs caractéristiques et de leurs propriétés physiques. Dispositifs orthodontiques et biofilm sont donc étroitement liés, bien que ce dernier conserve encore nombreux de ses secrets.

Mots clés : biofilm ; appareil orthodontique ; attaches métalliques ; attaches céramiques ; ligature métallique ; ligature élastomérique ; microscope électronique à balayage ; MEB ;

Abstract

Introduction: Dental biofilm adhesion on different designs of orthodontic appliance remains a major concern for orthodontists as it is responsible for the demineralization of enamel, but also for periodontal disease. **Materials and Methods:** Firstly, biofilm formation and composition were explained in order to understand the mechanisms and issues underlying the concept of biofilm. In addition, an exhaustive review of the literature was carried out in order to clarify the different links between the accumulation of dental plaque and our orthodontic appliances, namely the type of brackets (conventional versus self-ligating; metal versus clear), the type of ligatures (metal versus elastomeric) in addition to the type of wires. Finally, a gallery of images obtained by Scanning Electron Microscopy (SEM) was used in order to visualize the physical characteristics of orthodontic appliances as well as the biofilm present on these same orthodontic devices after time in the oral cavity. **Results:** Although heterogeneous results were found, orthodontic appliance use has a significant influence on the formation and development of biofilm. **Conclusion:** Orthodontic appliances can retain a greater or lesser amount of dental plaque associated with modulating virulence, this depends on their characteristics and physical properties. Orthodontic devices and biofilm are therefore closely linked, although the latter still retains many secrets.

Key Words: biofilm; orthodontic appliance ; metal brackets ; clear brackets ; metal ligature ; elastomeric ligature ; scanning electron microscopy ; SEM;

1. Introduction : le biofilm

Les techniques modernes de biologie moléculaire ont identifié plus de mille espèces de bactéries différentes dans la cavité buccale. Le microbiote oral est donc constitué d'une flore riche et diversifiée (Aas et al., 2005), dépendante de l'hôte (Keijser et al., 2008) et des sites en bouche, pour lequel tout déséquilibre conduit à une dysbiose pathogène, à l'origine de caries et parodontopathies (Marsh 2006).

1.1 Nature et Formation

Les bactéries peuvent se présenter sous deux états, à savoir (1) à l'état planctonique dans la salive ou (2) à l'état de biofilm - état adhérent - sur les surfaces dures et molles. En effet, les bactéries adhèrent aux surfaces dentaires, aux restaurations, aux éléments prothétiques ou orthodontiques ainsi qu'aux tissus mous. Ainsi, ce qui avait été défini par Black en 1898 comme la « plaque dentaire » - décrite alors comme un simple amas bactérien, sans organisation particulière - a progressivement pris le nom de « biofilm », proposé par le microbiologiste William Costerton en 1978 qui en démontra la structure architecturée, constitué de populations bactériennes hétérogènes possédant une physiologie différente de leurs homologues planctoniques. La formation d'un biofilm oral est alors initiée par des colonisateurs « primaires » (Hojo et al., 2009 ; Kreth et al., 2005 ; Kolenbrander et al. 2002) qui forment un « noyau central » (Aas et al. 2005 ; Zaura et al., 2009), transitant depuis l'état planctonique jusqu'au biofilm adhérent, par des interactions ligand-récepteurs et des forces non spécifiques de Van der Waals, acide-base et électrostatiques. Synthétiquement, cette formation se déroule alors en quatre étapes successives :

1. L'adhésion initiale - non spécifique et réversible - des micro-organismes avec une entrée en contact avec la surface ;
2. L'adhésion irréversible avec la formation de colonie à la surface avec des attachements par leurs organelles ;
3. La colonisation avec deux étapes de maturation :
 - a. Une maturation primaire marquée par une croissance en surface, la formation d'une matrice d'exopolymères sur laquelle se développe une fine monocouche de biofilm (10 µm) ;
 - b. Une maturation secondaire marquée par une croissance en multicouches donnant un biofilm important (100 µm) ;
4. La dispersion/dissolution par rupture des liaisons inter-cellulaires et avec la matrice d'exopolymères.

Cependant, l'accumulation des microorganismes ne se fait pas au hasard : des interactions de compétition ou de synergie se mettent en place permettant l'adhérence et le développement d'un grand nombre d'espèces différentes et les bactéries communiquent entre elles à travers des molécules de signalisation. Ainsi, tant pour sa formation, que pour sa croissance ou sa dissolution, il reste dépendant de l'équilibre et du gradient des molécules biologiques circulantes autour et au sein du biofilm sous la forme de (1) gradients de « molécules »-signal bactériennes assurant la croissance de certaines espèces (notamment le système de quorum-sensing¹ pour optimiser leurs facteurs de virulence et de survie) et de (2) d'interactions entre « molécules »-signal bactériennes d'espèces diverses limitant ou favorisant la croissance (système de quorum quenching (Tolker-Nielsen et al., 2000). Finalement, le biofilm est en interaction constante avec l'environnement et peut donc varier en fonction de celui-ci.

1.2 Composition

La composition du biofilm reste un point clé. En effet, dans la cavité buccale, les surfaces dentaires et gingivales baignent en permanence respectivement dans la salive et le fluide gingival qui représentent donc le milieu humide et chaud favorable à la croissance d'une remarquable collection de micro-organismes, à l'origine de la formation de ce biofilm. (Marsh, 2009). Les zones difficiles d'accès au nettoyage (comme les espaces inter-dentaires ou les sillons, par exemple) permettent alors une accumulation plus importante (Marsh, 2003). De plus, la parodontite et la carie sont des maladies infectieuses de la cavité buccale dans lesquelles les biofilms buccaux jouent un rôle étiologique majeur. Ainsi, la compréhension des différentes propriétés inhérentes à ceux-ci est essentielle pour envisager de nouvelles pistes de traitement (Houvion, 2014).

Le biofilm supra-gingival est facilement détecté au cours d'un examen clinique à l'aide d'une sonde ou par des révélateurs colorimétriques. Il se compose majoritairement de bactéries aérobies et anaérobies facultatives à Gram positif, cariogènes telles que les Streptocoques (*S.*) mutans, *S. salivarius* et *S. sanguis*

¹ Le quorum-sensing est un processus de communication chimique chez les bactéries, qui est défini comme la régulation des gènes en réponse à la densité cellulaire, ce qui influe sur les différentes fonctions, à savoir, la virulence, la tolérance et la formation de biofilms (Hojo, 2009).

(aujourd'hui nommées sanguinis). Au fur et à mesure de son épaissement, sa composition bactérienne varie permettant ainsi la croissance de formes et de colonies bactériennes pouvant déclencher une inflammation et un accroissement gingival².

Le biofilm sous-gingival est beaucoup plus difficilement évaluable cliniquement. Il colonise le sillon gingivo-dentaire et les poches parodontales qui sont dépourvus d'oxygène. Il contient donc des bactéries anaérobies, plus virulentes, qui se développent en pH basique, qui sont plutôt à l'origine des maladies parodontales (Zijnge et al., 2010). Les différences de composition bactérienne dans des prélèvements de biofilms réalisés chez des patients en bonne santé ou chez des patients atteints de parodontite ont pu être étudiées et ont abouti à la constitution des complexes bactériens de Socransky et Haffajee, 1998 (table 1). Les échantillons de plaque sous-gingivale de personnes en bonne santé contiennent surtout les espèces Actinomyces (complexe bleu) et, en quantités inférieures, les espèces Streptococcus (complexe jaune) et Veillonella (complexe violet). Moins de 4% des bactéries totales identifiées font parties de l'orange (Fusobacterium, Prevotella, Campylobacter rectus) ou du rouge (Porphyromonas gingivalis, Tannerella forsythia, Treponema denticola), qui sont tous deux associés à la maladie parodontale. Cette augmentation a également été observée dans les biofilms matures cultivés à partir d'échantillons (Walker et al., 2007).

Table 1 : Principaux micro-organismes classés dans 6 différents complexes

<u>Complexe :</u>		<u>Principaux micro-organismes retrouvés :</u>
Physiologiques	Jaune	Streptococcus sanguis, Streptococcus oralis, Streptococcus mitis, Streptococcus intermedius, Streptococcus gordonii.
	Vert	Eikenella corrodens, Aggregatibacter actinomycetemcomitans sérotype a, Capnocytophaga,

² Le facteur local déclenchant est, chez le sujet sain, presque exclusivement le biofilm bactérien (induisant une réaction inflammatoire de la gencive), aidé par un ou plusieurs facteurs favorisants dont la présence d'un appareillage orthodontique fixe, et, possiblement, d'autres facteurs, tels les changements hormonaux ou la ventilation orale...

Les patients traités orthodontiquement présentent un risque accru d'accroissement gingival 20 à 28 fois plus élevé que ceux sans appareillage orthodontique (Pinto 2017)

		Campylobacter concisus.
	Bleu	Actinomyces species.
	Violet	Veillonella parvula, Actomyces odontolyticus.
Pathologiques	Orange	Fusobacterium nucleatum, Prevotella intermedia, Prevotella nigrescens, Peptostreptococcus micros Associées au complexe : Eubacterium nucleatum, Campylobacter rectus
	Rouge	Tannerella forsythia, Porphyromonas gingivalis, Treponema denticola

2. Les dispositifs orthodontiques : des surfaces de prédilection (revue exhaustive de la littérature)

2.1 Contexte

L'adhésion des bactéries aux dispositifs orthodontiques est une préoccupation majeure. En effet, les appareils orthodontiques entravent les procédures d'hygiène buccale et provoquent l'accumulation de plaque dentaire en créant de nouvelles zones de rétention. Notons également que le matériel orthodontique peut retenir des quantités significatives de plaque dentaire, même chez des sujets qui assurent une hygiène orale correcte (Van Gastel et al., 2007). De plus, les caractéristiques et les propriétés physiques des différents types de dispositifs orthodontiques pourraient influencer la quantité ou la qualité du biofilm. Ainsi, effectuer une revue exhaustive de la littérature nous semble primordial pour comprendre, analyser et définir l'influence de nos outils orthodontiques sur ce biofilm.

Nous avons donc conduit cette revue de la littérature afin d'étudier la rétention de plaque dentaire sur les dispositifs orthodontiques en fonction :

- Du design de l'attache (conventionnel (C) ou auto-ligaturant (AL)) ;
- De la nature du matériau choisi pour l'attache (Métal ou Céramique) ;
- Des deux types de ligatures (Élastomériques ou Métalliques) ;
- Ainsi que des arcs utilisés.

2.2 Méthode

2.2.1 Revue exhaustive de la littérature

Afin de favoriser une approche exhaustive pour cette recherche bibliographique, trois bases de données ont été consultées, à savoir PubMed, GoogleScholar et The Cochrane Library, sans limite inférieure de période et avec les mots clés suivants :

- Pour la comparaison ligatures élastomériques versus métalliques : orthodontic ligation ; plaque ; retention ; steel ; elastomeric.
- Pour les autres comparaisons : conventional ; brackets ; self-ligating ; plaque ; retention.

Concernant les critères d'inclusion, toutes les études cliniques respectant les paramètres suivants ont été retenues : les participants devaient être en bonne santé parodontale avant le début de l'étude, en bonne santé générale, non-fumeurs, exempts de maladies parodontales et ils ne devaient pas avoir pris d'antibiotiques, d'anti inflammatoires ou de solutions antiseptiques orales au cours des trois mois précédents le début des études. Les essais cliniques devaient ensuite imposer la conduite d'un traitement orthodontique recourant à des attaches conventionnelles ou à des attaches auto-ligaturantes. Les critères d'exclusion étaient les suivants : les études in vitro, les études précliniques réalisées sur des animaux, les case-reports, les revues narratives, les opinions personnelles, les guides de pratiques cliniques ainsi que les résumés de conférences. Finalement, la sélection des articles s'est effectuée de la manière suivante : dans un premier temps, les articles dont les titres sans correspondance avec notre sujet ont été éliminés ; dans un second temps, les articles dont les résumés n'étaient pas assez pertinents ou hors de propos ont également été évincés ; enfin les articles restants ont été triés en fonction des potentiels biais et incohérences rencontrés lors de la lecture complète de ceux-ci.

2.2.2 Microscopie Électronique à Balayage (MEB) :

Après prélèvement sur les patients, les attaches, les ligatures élastomériques et les fils ont été conservés dans un milieu de fixation. Les échantillons ont ensuite été collés sur des plots en aluminium au moyen d'un adhésif double face et d'une colle argentique (High Purity Silver Paint, Structure Probe Inc.), puis placés dans une étuve à 37°C pendant 24 heures, avant d'être métallisés par pulvérisation cathodique d'or (JFC-1100E ion sputter, JEOL). Les observations au microscope électronique à balayage (JSM-5310LV, JEOL) ont été réalisées pour des tensions entre 10 et 25 kV et des grossissements entre x 15 et x 100.

2.3 Résultats

2.3.1 Influence du type d'attaches

2.3.1.1 Attaches Conventionnelles versus Attaches Autoligaturantes

Le lien entre accumulation de plaque dentaire et présence d'appareils multi-attaches a été démontré par de nombreuses études (Balenseifen and Madonia, 1970 ; Huser et al., 1990 ; Chang et al., 1999 ; Naranjo et al., 2006). Plus spécifiquement, afin d'optimiser les procédures orthodontiques, les fabricants ont proposé une alternative aux attaches conventionnelles (C) en introduisant des attaches auto-ligaturantes (AL), qui ont gagné en popularité au cours des dernières années.

3, 2 et 761 références ont été respectivement identifiées sur Pubmed, The Cochrane Library et GoogleScholar. Après lecture complète des articles et suppression des 3 doublons, 17 études (Pellegrini et al., 2009 ; Pandis et al., 2008 ; Van Gestel et al., 2007 ; Pithon et al., 2011 ; Pejda et al., 2013 ; Pandis et al., 2010, ; Baka et al., 2013 ; Hassan et al., 2010 ; Aras et al., 2016 ; Cardoso et al., 2015 ; Buck et al., 2011 ; Kaygisiz et al., 2015 ; Politangeli et al., 2015 ; Shrestha et al., 2014 ; Ustaoglu et al., 2019 ; Uzunear et al., 2015 ; Yadav et al. 2017) comparant les attaches C aux attaches AL ont donc été retenues (figure 1).

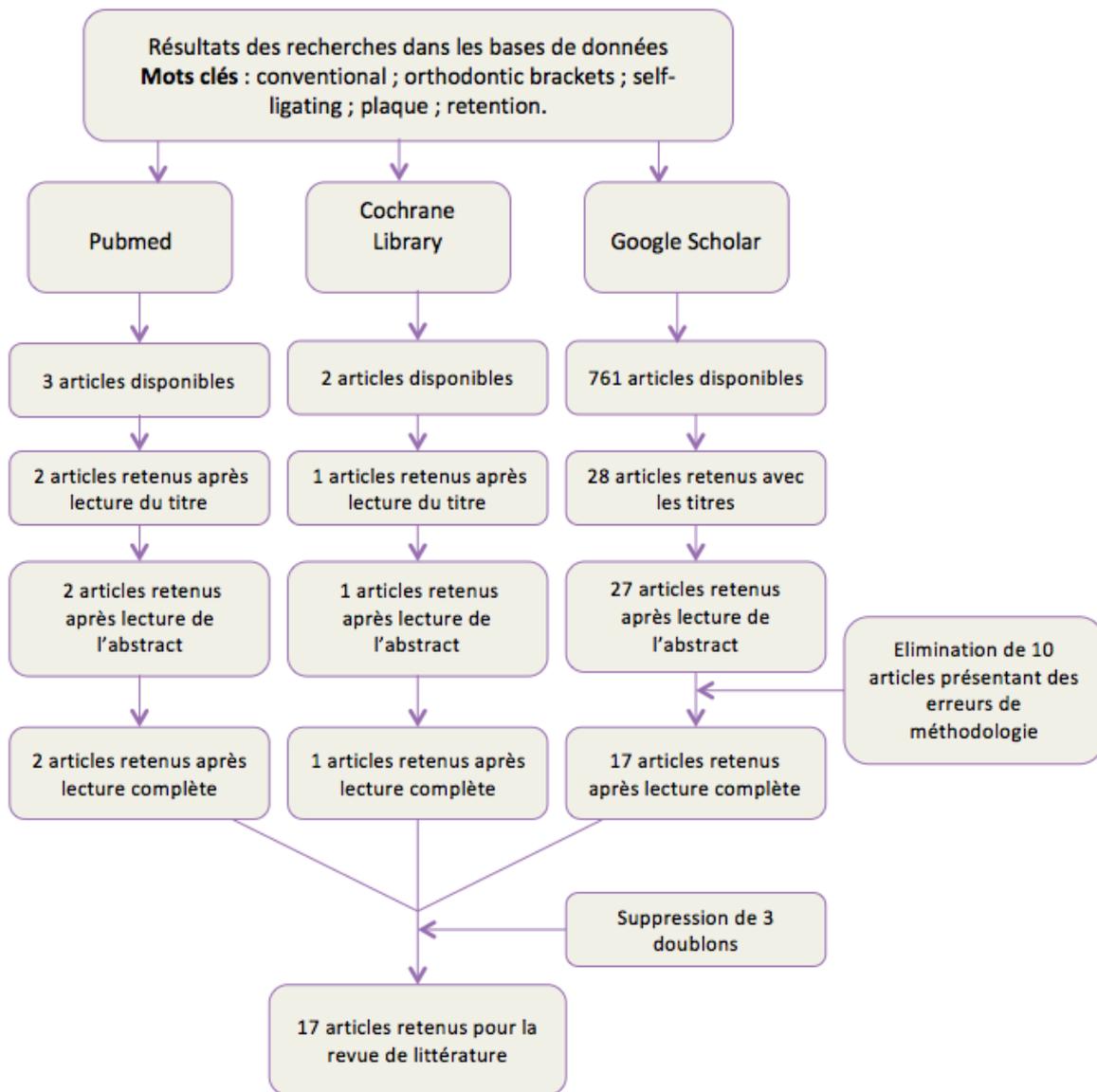


Figure 1 : Diagramme de flux : attaches conventionnelles versus attaches autoligaturantes

La majorité des études ne révélait aucune différence significative entre les divers types d'attaches (Pejda et al., 2013 ; Pandis et al., 2008 et 2010 ; Baka et al., 2013 ; Aras et al., 2016 ; Ustaoglu et al., 2019 ; Cardoso et al., 2015 ; Buck et al., 2011 ; Kaygisiz et al., 2015 ; Uzuner et al., 2015 ; Shrestha et al., 2014). Cependant, 3 études étaient en faveur des attaches C (Pithon et al., 2011 ; Politangeli et al., 2015 ; Van Gestel et al., 2007) tandis que 3 autres études encourageaient l'utilisation d'attaches AL (Pellegrini et al., 2009 ; Hassan et al., 2010 ; Yadav et al., 2017), mentionnant plusieurs de leurs avantages, notamment (1) l'amélioration du niveau d'hygiène bucco-dentaire - du fait de l'encombrement réduit du support, qui présente

moins de sites de rétention propices à la colonisation microbienne - et (2) l'élimination de la ligature - élastomérique ou en acier inoxydable - limitant également la rétention de plaque dentaire. Ils ont retrouvé une proportion plus importante de bactéries pathogènes et une activité enzymatique de l'aspartate aminotransférase significativement plus grande au niveau des attaches C. Toutefois, l'utilisation de chaînettes élastomériques ou d'accessoires peuvent annuler les effets bénéfiques des attaches AL, notamment lorsqu'elles sont en place sur de longues périodes, dans le cas de la fermeture d'espaces par exemple (Pellegrini et al., 2009).

In fine, à partir de l'analyse des articles sélectionnés, il est difficile de conclure sur le type d'attaches à privilégier par rapport à la rétention de la plaque dentaire. Au-delà du système d'attaches, la morphologie même de ces attaches peut jouer un rôle (irrégularités, rainures, inclinaison des bases), tout comme l'âge des patients inclus dans les études, qui n'était pas toujours identique : l'adolescence étant sans doute une période moins propice à l'observation des mesures d'hygiène orale. Enfin, d'autres paramètres peuvent expliquer les résultats hétérogènes : les procédures de collage n'ont pas toujours été standardisées, les prélèvements n'ont pas toujours été réalisés sur les mêmes dents, aux mêmes étapes de traitement et selon les mêmes modalités. Pour finir, les diverses ligatures utilisées pourraient aussi avoir leur part de responsabilité dans la variation des résultats obtenus.

2.3.1.2 Attaches Métalliques versus Attaches Céramiques

L'utilisation des attaches en céramique (C) est devenue fréquente dans notre pratique clinique, afin de répondre à une demande esthétique croissante de la part de nos patients. Ainsi, bien qu'elles présentent l'avantage d'être plus discrètes par rapport aux attaches métalliques (M), apportent-elles une vraie plus-value en terme de diminution de rétention de plaque ?

Après sélection, 7 études ont été retenues et analysées dont 5 études in vitro et 2 études in vivo. Concernant les études in vivo, Lindel et al. (Lindel et al., 2011) ont relevé un taux de plaque plus important sur les attaches M par rapport aux attaches C tandis que l'étude de Anhoury et al. (Anhoury et al., 2002) a rapporté aucune différence significative d'agrégation de plaque entre les deux types d'attaches. Du côté des études in vitro, la comparaison était faite sur des attaches conventionnelles

M versus C issues de multiples marques. Brusca et al., (Brusca et al., 2007), Van Gastel et al., (Van Gastel et al., 2007) et Fournier et al. (Fournier et al., 1998) ont relevé un taux de plaque plus important sur les attaches C par rapport aux attaches M. En effet, Brusca et al. (Brusca et al., 2007) soulignaient que les micro-organismes ont montré une adhérence maximale aux supports en céramique, en y trouvant une niche écologique très favorable dans la structure plus poreuse et moins lisse du matériau en céramique par rapport à celui en métal. A contrario, Knoernschild et al. (Knoernschild et al., 1999) ont démontré la supériorité des attaches C par rapport aux attaches M tandis que l'étude de Papaioannou et al. (Papaioannou et al., 2007) n'a rapporté aucune différence d'agrégation de plaque entre les deux matériaux d'attaches.

In fine, bien qu'un plus grand nombre d'articles démontrent la supériorité des attaches M en termes de diminution de rétention de la plaque dentaire, il n'est pas possible d'aboutir à un consensus.

2.3.2 Influence du type de ligatures

4, 2 et 714 références (total : 720 références) ont été respectivement identifiées sur Pubmed, The Cochrane Library et Google Scholar, qui - après élimination des doublons, et analyse complète des articles - ont été réduites à 5 références (figure 2).

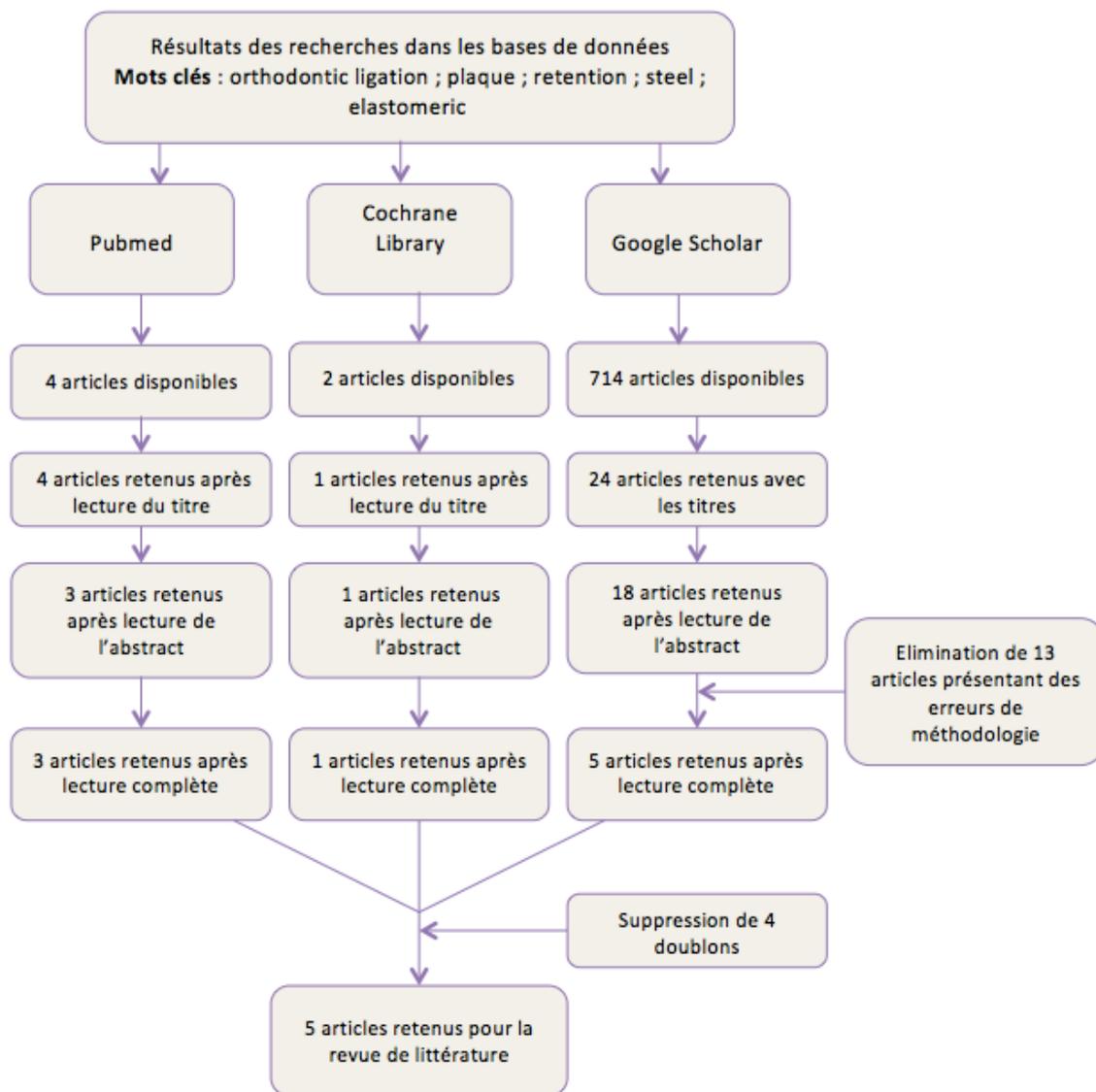


Figure 2 : Diagramme de flux : ligatures élastomériques versus ligatures métalliques

D'après les cinq études analysées (Alves de Souza et al., 2008 ; Rodrigues et al., 2011 ; Turkkahraman et al. 2005 ; Forsberg et al., 1992 ; Condò et al., 2013), l'utilisation de ligatures métalliques serait à privilégier chez les patients présentant une hygiène bucco-dentaire insuffisante par rapport aux ligatures élastomériques, qui seraient plus propices à l'accumulation et l'agrégation de la plaque dentaire. En effet, le vieillissement de l'élastomère modifierait les propriétés de surface du matériau qui provoquerait alors une plus grande adsorption et précipitation de molécules (Eliades). De plus, la couleur des ligatures élastomériques pourrait également avoir un impact sur la rétention de la plaque dentaire sur les ligatures élastomériques. En effet, d'après l'étude de Sharma et al., 2018 les trois genres bactériens - Streptococcus, Staphylococcus et Aerobic Lactobacilli - ont adhéré sélectivement

aux ligatures élastomériques : l'adhésion de plaque dentaire était maximale sur les ligatures élastomériques roses, puis sur les ligatures élastomériques bleues, les ligatures Super Slick (TP Orthodontics Inc, La Porte, Ind), et enfin sur les ligatures élastomériques transparentes. Les auteurs avancent l'hypothèse du rôle joué par les pigments présents dans les ligatures. En effet, ces derniers pourraient conduire à la dégradation/développement de microfissures au sein du matériau, responsables d'un état de surface et d'une rugosité modifiés de la ligature, ainsi favorable à la rétention de la plaque dentaire.

2.3.3 Influence du type d'arc

Les arcs orthodontiques pourraient aussi retenir la plaque mais, à notre meilleure connaissance, aucune étude n'a étudié le lien entre la rétention de plaque et le matériau constitutif de l'arc.

De façon intéressante, nous mentionnerons que le lien entre le risque d'inflammation gingivale et la constitution de l'arc orthodontique a plutôt été étudié à travers les allergies possibles au nickel et au chrome contenus dans les alliages utilisés en orthodontie. D'après l'étude de Bass et al. (Bass et al., 1993) la prévalence de ces allergies est plus élevée chez les sujets de sexe féminin (10% contre 2%), notamment entre 16 et 35 ans (20%), du fait de la sensibilisation à ces éléments par le port de bijoux ou de piercing (Bass et al., 1993). Dans une étude menée par Pazzini et al. (Pazzini et al., 2009), la prévalence de patients allergiques au nickel trouvée dans une population de patients sous traitement multi-attaches était de 17,2%, dont 94% de sexe féminin. Au niveau clinique, l'inflammation gingivale était significativement plus importante chez les patients allergiques à partir de 9 mois de traitement et elle se caractérisait par une hyperplasie gingivale, des changements de couleur de la gencive ainsi qu'un saignement gingival au sondage (Pazzini et al., 2009).

2.4 Discussion et synthèse générale

La grande hétérogénéité méthodologique rencontrée dans les études, est à souligner et doit motiver chaque lecteur à consulter l'article cité en lui-même afin d'être éclairé sur les conditions de l'étude qui expliquent - en partie - les divergences observées. Ainsi, à partir des résultats issus de l'ensemble des études hétérogènes de cette revue exhaustive de la littérature, les points suivants peuvent être mentionnés :

- Privilégier les attaches conventionnelles aux attaches autoligaturant ou privilégier les attaches conventionnelles métalliques aux attaches conventionnelles céramiques dans la prévention de la rétention de la plaque dentaire ne ferait pas l'objet d'une démonstration unanime de l'un ou l'autre des dispositifs ;
- L'utilisation de ligatures métalliques par rapport aux ligatures élastomériques serait à favoriser chez les patients présentant une hygiène bucco-dentaire insuffisante ;
- L'adhésion de la plaque dentaire serait dépendante de la couleur des ligatures élastomériques (la couleur transparente serait à privilégier) ;
- Aucune donnée sur le type d'arcs ne peut être avancée, hormis le risque allergique au nickel et au chrome présents dans les alliages majoritairement retrouvés chez nos patientes.

3. Galerias d'images obtenues par microscopie électronique à balayage (MEB)

Notre laboratoire de recherche - le Laboratoire Microbiologie orale Immunité Santé MICORALIS (UPR 7354) - dispose d'un microscope électronique à balayage - grâce auquel nous avons pu obtenir des images des dispositifs orthodontiques après vie en bouche à différents grossissements afin d'observer la formation et le développement du biofilm sur ces mêmes dispositifs.

La figure 3 nous présente une attache contaminée après vie en bouche nous révélant une accumulation de plaque dans la gorge et les zones qui la circonscrivent, c'est à dire des zones inaccessibles au brossage.

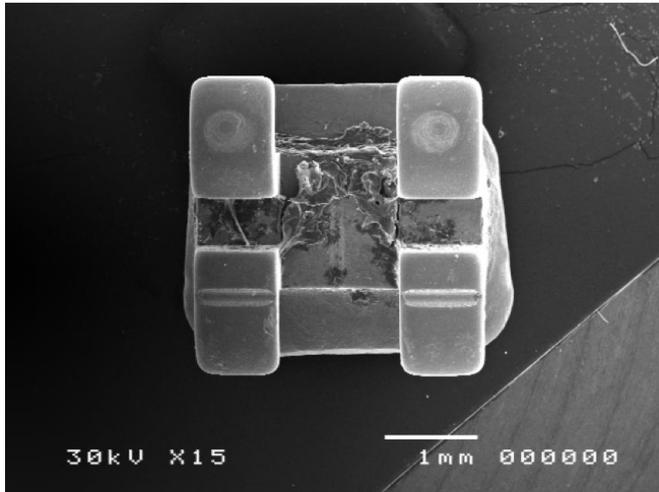


Figure 3 : Images en MEB d'une attache contaminée après un séjour en bouche (grandissement x15).

L'observation à grandissement x 100 sur la figure 4 présente une zone contaminée sur un arc après vie en bouche où le biofilm est également bien visible, à l'équivalence de la figure 5 où une ligature après séjour en bouche révèle une très forte accumulation de plaque sur la totalité de la surface de l'élastomère distendu.

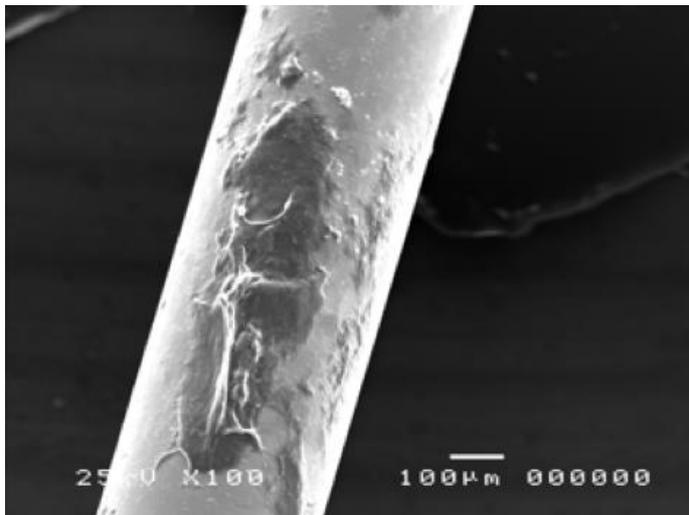


Figure 4 : Images en MEB d'un arc contaminé après un séjour en bouche (grandissement X100).

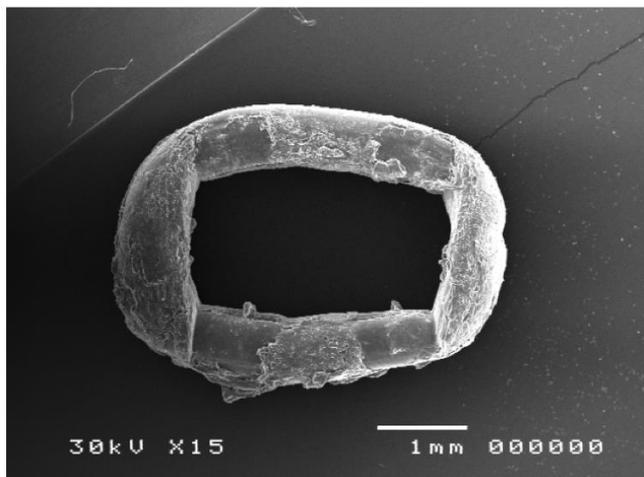


Figure 5 : Images en MEB d'une ligature élastomérique après un séjour en bouche (grandissement X15).

4. Conclusion

En tenant compte des résultats issus de cette analyse exhaustive de la littérature et bien que des conclusions très hétérogènes soient retrouvées, l'utilisation de nos dispositifs orthodontiques a une influence sur la formation et le développement du biofilm, qui conserve encore nombreux de ses secrets. En effet, des études contrôlées randomisées bien conduites - avec l'inclusion de groupe(s) contrôle(s) - seraient nécessaires afin de nous guider dans nos choix en termes de dispositifs orthodontiques, notamment chez les patients présentant une hygiène bucco-dentaire insuffisante.

Légendes des figures et tables

Figure 1 : Diagramme de flux : attaches conventionnelles versus attaches autoligaturantes.

Figure 2 : Diagramme de flux : ligatures élastomériques versus ligatures métalliques.

Figure 3 : Images en MEB d'une attache contaminée après un séjour en bouche (grandissement x15).

Figure 4 : Images en MEB d'un arc contaminé après un séjour en bouche (grandissement X100).

Figure 5 : Images en MEB d'une ligature élastomérique après un séjour en bouche (grandissement X15).

Table 1 : Principaux micro-organismes classés dans 6 différents complexes (Socransky et Haffajee).

Références

Aas JA, Paster BJ, Stokes LN, Olsen I, Dewhirst FE. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol* 2005 ; 43: 5721–5732.

Alves de Souza R, Borges de Araújo Magnani MB, Nouer DF, Oliveira da Silva C, Klein MI, Sallum EA, Gonçalves RB. Periodontal and microbiologic evaluation of 2 methods of archwire ligation: Ligature wires and elastomeric rings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Oct;134(4):506-12.

Anhoury P, Nathanson D, Hughes CV, Socransky S, Feres M, Chou LL. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. *Angle Orthod*. 2002;72:338–343.

Aras I, Titiz S, Aras A, Berecik S. Does Orthodontic Treatment with Self-Ligating or Conventional Brackets Have different Effects on Periodontal Health? *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2016;22(3):202-8.

Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: A quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144:260– 7.

Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *Dent Res*. Mar-Apr 1970;49(2):320-4.

Bass J K, Fine H, Cisneros GJ. Nickel hypersensitivity in the orthodontic patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103:280–285.

Bonnaure-Mallet M., Chardin H., Barsotti O. Microbiologie en odonto-stomatologie. Paris : Maloine, 2006. 132-160.

Brandão GM, Pereira AC, Brandão AM, de Almeida HA, Motta RL. Does the bracket composition material influence initial biofilm formation? *Indian J Dent Res.* Mar-Apr 2015;26(2):148-51.

Brusca MI, Chara O, Sterin-Borda L, Rosa AC. Influence of different orthodontic brackets on adherence of microorganisms in vitro. *Angle Orthod.* 2007 Mar;77(2):331-6.

Buck T, Pellegrini P, Sauerwein R, Leo MC, Covell DA Jr, Maier T, Machida CA. Elastomeric-ligated vs self-ligating appliances: A pilot study examining microbial colonization and white spot lesion formation after 1 year of orthodontic treatment. *Orthodontics.* 2011 ; 12(2) : 108-21.

Cardoso MA, Saraiva PP, Maltagliati LA, Rhoden FK, Costa CCA, Normando D, Capelozza Filho L. Alterations in plaque accumulation and gingival inflammation promoted by treatment with self-ligating and conventional orthodontic brackets. *Dental Press J. Orthod.* 2015 vol.20 no.2: 35-41.

Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity, and levels of mutans streptococci and lactobacilli. *Aust Orthod J.* 1999 Apr;15(4):229-34.

Condò R, Casaglia A, Armellin E, Condò SG, Cerroni L. Traditional elastic ligatures versus slide ligation system. A morphological evaluation. *Oral Implantol (Rome).* 2013 Jul 15;6(1):15-24. PMID: 23991281; PMCID: PMC3755808.

Costerton J. W., Lewandowski Z., Caldwell D. E., Korber D. R., and Lappin- Scott H. M. Microbial biofilms. *Annu. Rev. Microbiol* 1995 ; 49:711–745.

Forsberg CM, Brattstrom VF, Malmberg E, Nord CE. Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and lactobacilli. *Eur J Orthod* 1991;13:416-20

Fournier A, Payant L, Bouclin R. Adherence of *Streptococcus mutans* to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(4):414-7.

Gracieux P, Robert JC, Bonnaure-Mallet M. Chapitre 2 : Eco système buccal. Dans *Microbiologie en Odonto stomatologie*, éd. Maloine, Paris 2006, 165 p. 7.

Hassan KS, Alagl AS, Ali I. Periodontal status following self-ligature versus archwire ligation techniques in orthodontically treated patients – Clinical, microbiological and biochemical evaluation. *Orthod Waves*. 2010;69:164–70.

Hojo K., Nagaoka S., Ohshima T., and Maeda N. Bacterial Interactions in dental biofilm development. *J Dent Res*, 2009 ; 88(11):982-990.

Houvion (Elodie) Le biofilm dentaire : composition, formation et propriétés. Thèse de docteur en chirurgie dentaire. 2014. Nancy (N°6713)

Huser MC, Baehni PC, Lang R. Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990 Mar;97(3):213-8.

Jacob M ten Cate. Biofilms, a new approach to the microbiology of dental plaque. *Odontology*. 2006 Sep;94(1):1-9.

Kaygisiz E, Uzuner FD, Yuksel S, Taner L, Çulhaoğlu R, Sezgin Y, Ateş C. Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthod*. 2015 May;85(3):468-73.

Keijser BJJ, Zaura E, Huse SM, van der Vossen JMBM, Schuren FHJ, Montijn RC, ten Cate JM, Crielaard W. Pyrosequencing analysis of the oral microflora of healthy adults. *J Dent Res*. 2008 Nov;87(11):1016-20.

Knoernschild KL, Rogers HM, Lefebvre CA, Fortson WM, Schuster GS. Endotoxin affinity for orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;115:634–639.

Kolenbrander Paul E., Roxanna N. Andersen, David S. Blehert, Paul G. Eglund, Jamie S. Foster, and Robert J. Palmer Jr. Communication among Oral Bacteria. *Microbiology and molecular biology reviews*. Sept. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2002 ; 66(3) : 486-505.

Kreth J, Merritt J, Shi W, Qi F. Co-ordinated bacteriocin production and competence development: a possible mechanism for taking up DNA from neighbouring species. *Mol Microbiol* 2005 ; 57:392-404.

Lawrence, J. R., D. R. Korber, B. D. Hoyle, and J. W. Costerton. Optical sectioning of microbial biofilms. *J. Bacteriol* 1991 ; 173:6558–6567.

Lindel ID, Elter C, Heuer W, Heidenblut T, Stiesch M, Schwestka-Polly R, Demling AP. Comparative analysis of long-term biofilm formation on metal and ceramic brackets. *Angle Orthod.* 2011 Sep;81(5):907-14.

Marsh PD. Dental plaque as a biofilm: the significance of pH in health and caries. *Compend Contin Educ Dent.* 2009 Mar;30(2):76-8, 80, 83-7.

Marsh PD. Plaque as a biofilm: pharmacological principles of drug delivery and action in the sub- and supragingival environment. *Oral Dis.* 2003;9 Suppl 1:16-22.

Marsh Philip D. Dental plaque as a biofilm and a microbial community implications for health and disease. *BMC Oral Health* 2006, 6(Suppl 1):S14.

Meuric V, Le Gall-David S, Boyer E, Acuña-Amador L, Martin B, Fong SB, Barloy-Hubler F, Bonnaure-Mallet M. Signature of Microbial Dysbiosis in Periodontitis. *Appl Environ Microbiol.* 2017 Jun 30;83(14):e00462-17.

Molin S, Tolker-Nielsen T. Gene transfer occurs with enhanced efficiency in biofilms and induces enhanced stabilisation of the biofilm structure. *Curr Opin Biotechnol.* 2003 Jun;14(3):255-61.

Naranjo AA, Triviño ML, Jaramillo A, Betancourth M, Botero JE. Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:275

Pagetti H. Biofilms oraux et matériel orthodontique. Une revue exhaustive de la littérature. Nice 2021.

Pandis N, Papaioannou W, Kontou E, Nakou M, Makou M, Eliades T. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients with conventional and self-ligating brackets. *Eur J Orthod*. 2010;32(1):94-9.

Pandis N, Vlachopoulos K, Polychronopoulou A, Madianos P, Eliades T. Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets. *Orthod Craniofac Res*. 2008;11(4):211-5.

Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M. Adhesion of *Streptococcus mutans* to different types of brackets. *Angle Orthod* 2007;77:1090-5

Pazzini CA, Junior GO, Marques LS, Pereira CV, Pereira LJ. Prevalence of nickel allergy and longitudinal evaluation of periodontal abnormalities in orthodontic allergic patients. 2009 ; *Angle Orthod*. 79:922-7

Pejda S, Varga ML, Milosevic SA, Mestrovic S, Slaj M, Repic d, Bosnjak A. Clinical and microbiological parameters in patients with self-ligating and conventional brackets during early phase of orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2013;83(1):133-9.

Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, McLeod J, Covell DA Jr, Maier T, Machida CA. Plaque retention by self-ligating vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria and detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Apr;135(4):426.e1-9; discussion 426-7.

Pinto AS, Alves LS, Zenkner JE do A, Zanatta FB, Maltz M. Gingival enlargement in orthodontic patients: Effect of treatment duration. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2017;152:477–482.

Pithon MM, Santos RL, Nascimento LE, Ayres AO, Alviano D, Bolognese AM. Do self-ligating brackets favor greater bacterial aggregation? *Braz J Oral Sci*. 2011;10(3):208-12.

Politangeli R, Sabatini S, Nardi GM, Di Giorgio R, Galluccio G. The filing of bacterial plaque on orthodontic appliances: type of bracket and motivational strengthening. *Prevention & Research* 2015; 4(2):70-74.

Rodrigues Clotilde Freitas ; Lígia de Araújo Ramos Sales; Robert Willer Farinazzo Vitral; Marcelo Reis Fraga; Cátia Cardoso Abdo Quintão. Effects of orthodontic ligation-using elastomeric and stainless steel ligatures-on periodontal health. *Dental Press J. Orthod.* vol.16 no.1 Maringá Jan./Feb. 2011

Sharma R, Sharma K, Sawhney R. Evidence of variable bacterial colonization on coloured elastomeric ligatures during orthodontic treatment: An intermodular comparative study. *J Clin Exp Dent.* 2018 Mar; 10(3): e271–e278

Shrestha B, Jin X, Chen L, Shrestha R. Comparative Study of Periodontal Status of Early Orthodontic Subjects treated with Self-ligating Brackets vs Conventional Edgewise Brackets. *J Ind Orthod Soc* 2014;48(4):365-369.

Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol* 1998;25:134–144.

Socransky SS, Haffajee AD. Periodontal microbial ecology. *Periodontol* 2000 2005;38:135–187.

Stoodley P, Sauer K, Davies DG, Costerton JW. Biofilms as complex differentiated communities. *Annu Rev Microbiol.* 2002;56:187-209.

Tanner AC, Goodson JM. Sampling of microorganisms associated with periodontal disease. *Oral Microbiol Immunol* 1986;1:15–22.

Tolker-Nielsen T, Molin S. Spatial Organization of Microbial Biofilm Communities. *Microb Ecol.* 2000 Aug;40(2):75-84.

Turkkahraman H, Sayin MO, Bozkurt FY, Yetkin Z, Kaya S, Onal S. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. *Angle Orthod* 2005;75:231-6

Ustaoglu G, Korkmaz YN, Halicioglu K, Uysal Ö. Comparison of effects of bracket types and treatment duration on periodontal health of adult patients. *APOS Trends Orthod* 2019;9(2):94-8.

Uzuner FD, Kaygisiz E, Cankaya ZT. Effects of the bracket types on microbial colonization and periodontal status. *Angle Orthod.* 2015 May;85(3):468-73.

Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Influence of bracket design on microbial and periodontal parameters in vivo. *J Clin Periodontol*. 2007 May;34(5):423-31.

Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Longitudinal changes in microbiology and clinical periodontal parameters after removal of fixed orthodontic appliances. *Eur J Orthod* 2011;33:15–21.

Walker, Sedlacek, 2007 Walker C, Sedlacek MJ. An in vitro biofilm model of subgingival plaque. *Oral Microbiol Immunol*. 2007 Jun;22(3):152-61.

Yadav N, Sidhu MS, Grover S, Malik V, Droga N. Evaluating and Comparing Periodontal and Microbial Parameters in Orthodontic Patients with Elastomeric Modules and Self Ligating Brackets- A PCR Study". *EC Dental Science* 2017; 14(3): 105-113.

Zaura E, Keijser BJ, Huse SM, Crielaard W. Defining the healthy "core microbiome" of oral microbial communities. *BMC Microbiol*. 2009 Dec 15;9:259.

Zijngel V, van Leeuwen MBM, Degener JE, Abbas F, Thurnheer T, et al. Oral Biofilm Architecture on Natural Teeth. 2010. *PLoS ONE* 5(2); e9321.

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

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

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire de l'UNS

Professeur

Professeur Laurence LUPI

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Héloïse PAGGETTI

BIOFILMS ORAUX ET DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES FIXES

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2021, n°42572112

Directeur de thèse : Professeur LUPI Laurence

Mots-clés : Attaches orthodontiques, ligatures orthodontiques, plaque dentaire, rétention

Résumé:

Depuis l'avènement d'une société axée sur l'esthétique et l'apparence physique, les traitements orthodontiques sont devenus de plus en plus communs au sein de la population générale. Cependant, de nos jours, il est largement reconnu que la mise en place d'appareils orthodontiques fixes crée un environnement favorable à l'accumulation du biofilm et de résidus alimentaires. En effet les bagues orthodontiques, les attaches, les ligatures et les arcs utilisés lors de ces traitements, entravent les procédures d'hygiène bucco-dentaire et provoquent une accumulation de plaque dentaire en créant de nouvelles zones de rétention. L'impact de ces dispositifs n'est donc pas sans conséquence sur la santé parodontale des patients.

De nombreuses études ont d'ores et déjà évalué les effets des appareils orthodontiques fixes sur la rétention de la plaque dentaire et la flore endogène. Cependant, peu d'études ont évalué, et comparé individuellement, avec précision, l'effet de différents dispositifs orthodontiques utilisés lors des traitements.

Ce travail a donc pour but de comparer l'accumulation et l'agrégation de la plaque dentaire sur différents dispositifs. Tout d'abord sur différentes attaches : céramiques, auto-ligaturantes et conventionnelle métalliques. Puis sur différentes ligatures : élastomériques et métalliques.

Dans cette optique, une analyse de la littérature, portant sur la rétention du biofilm dentaire sur les principaux dispositifs orthodontiques fixes utilisés en orthodontie, a été réalisée afin de proposer aux patients les dispositifs orthodontiques les moins délétères possible.