UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2016

Thèse n°2016-TOU3-3008

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement Par

Camille DURANT

Le 26 Janvier 2016

PRÉVENTION DE LA MALADIE CARIEUSE DANS LES TRAITEMENTS MULTI-ATTACHES VESTIBULAIRES

Directeur de thèse : Dr Delphine MARET COMTESSE

Jury:

Président : Professeur Cathy NABET 1^{er} assesseur : Docteur Sabine JONIOT

2^{ème} assesseur : Docteur Maxime ROTENBERG

 $3^{\rm ème}$ assesseur : Docteur Delphine MARET COMTESSE



••

Faculté de Chirurgie Dentaire





DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESSEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Anne-Marie GRIMOUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Marie-Christine MORICE

4

HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +
Mr Jean-Philippe LODTER
Mr Gérard PALOUDIER
Mr Michel SIXOU
Mr Henri SOULET



<u>ÉMÉRI</u>TAT

Mme Geneviève GRÉGOIRE Mr Gérard PALOUDIER

-

PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 <u>PÉDODONTIE</u>

Chef de la sous-section : Mme BAILLEUL-FORESTIER

Professeur d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRIT-ESCLASSAN Assistants : Mme DARIES, Mr MARTY

Adjoints d'Enseignement : Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section : Mr BARON

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Assistants : Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

Assistant Associé Mr TOURÉ

Adjoints d'Enseignement : Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section : Mr HAMEL

Professeur d'Université : Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Maître de Conférences : Mr HAMEL, Mr VERGNES

Assistant : Mlle BARON

Adjoints d'Enseignement : Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr BARTHET

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants: Mr MOURGUES, Mme VINEL

Adjoints d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE

ET RÉANIMATION

Chef de la sous-section : Mr COURTOIS
Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI
Adjoints d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 <u>SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE.</u>

GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr POULET
Professeurs d'Université : Mr KEMOUN

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET

Assistants: Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE, Mme PESUDO

Adjoints d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr DIEMER
Professeurs d'Université Mr DIEMER

Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI, Mme RAPP

Assistant Associé Mr HAMDAN

Adjoints d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)

Chef de la sous-section : Mr CHAMPION

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants: Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA Adjoints d'Enseignement: Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA,

Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

58.03 <u>SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIO</u>MATÉRIAUX,

BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Chef de la sous-section : Mme JONIOT
Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE
Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR

Assistants: Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Adjoints d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats. (Délibération en date du 12 Mai 1891).

Mise à jour au 1er Décembre 2015

Je dédie cette thèse à

Jérémy, mon ami, mon confident.

Tu as apporté beaucoup de bonheur et de joie de vivre à ces 5 années d'étude. Je ne pouvais pas imaginer ton absence en ce jour si spécial pour moi. Tu me manques tellement, je ne t'oublie pas.

Remerciements

À ma famille,

À **mes parents**, merci d'avoir toujours été là pour moi, de m'avoir soutenu dans mes choix, il est certain que je ne serais pas là aujourd'hui sans vous. J'espère que votre fierté est à la hauteur de l'admiration que j'ai pour vous. Je vous aime.

À mon frère **Raphaël**, les années nous ont rapproché et j'aime beaucoup passer du temps avec toi, notre relation compte beaucoup à mes yeux.

À mes grands parents **Monika** et **Jacques**, quelle chance nous avons eu d'avoir des grands parents si jeunes! Merci de nous avoir emmené en vacances avec vous et de nous avoir supporté, je n'en garde que des beaux souvenirs.

À mes grands parents **Jacqueline** et **Gaston**, merci de nous avoir fait partager votre passion pour les voyages, la musique classique et les tintins! C'est en partie grâce à vous que je suis un petit peu cultivée aujourd'hui.

À mes amis,

À **Jachon**, il serait difficile pour moi de résumer notre relation en quelques mots. Tu as pris une place très importante dans ma vie et tu me comprends mieux que personne. J'espère que tous ces voyages et ces fous rires ne marquent que le début de cette belle rencontre. Je souhaite à tout le monde de connaître une amitié aussi forte que la notre.

À **Chatoune**, le 3ème membre du trio infernal. Tu es à la fois mon amie et « ma seconde maman ». Merci d'avoir été à mes côtés, dans les bons mais aussi dans les mauvais moments. Je vous souhaite beaucoup de bonheur avec **Quentin**, et j'espère que vous êtes fiers de votre fille.

À **Claire**, mon binôme de tp durant ces années d'études. J'ai adoré travailler avec toi, merci de m'avoir accueilli quelques semaines dans ton cabinet et dans ta maison. Continue de nous faire rire comme ça, ta bonne humeur et ta spontanéité sont ce que je préfère chez toi.

À **Antoine**, définitivement mon libanais préféré. Tu es un garçon en or et je suis contente de te compter parmi mes amis.

À **Tom**, tu es devenu un véritable ami au cours de ces derniers mois, et un acolyte parfait pour partager ma passion de la télé-réalité. Tu es un garçon vraiment génial bb!

À Marina et Sonia, et à tous nos petits repas à discuter et refaire le monde.

À **Cédric**, merci pour tous ces bons moments passés en ta compagnie.

A **Capucine**, **Caquine** et **Hélène** on s'est connues sur le tard, mais je suis très heureuse de ne pas être passée à coté de vous. Merci de me faire tellement rire!

À mes autres compatriotes de promo, **JC**, **Maxime**, **Eva** et **Arthur**, vous avez rendu ces 5 années d'études très agréables à vos cotés.

À **Sarah**, ma sister d'amour, tu es une de mes plus belles rencontres de ces études. Comme quoi, le crit ça rapproche! J'espère que nos soirées en amoureuses ne sont pas prêtes de se finir!

À mes viocs préférés, **Vincent** mon NBWU autant fan d'Afida que moi ; **Sophie** et ses petits plaisirs solitaires, je suis sure que vous serez de supers parents ; **Mathieu** le dieu de la dentisterie, merci de m'avoir fait confiance dans ton cabinet, **Cyrielle** ma relectrice officielle aux pieds fragiles et **Arezki**, qui partage ma passion pour les séries, et accessoirement pour les shokobons.

À **Cécilia**, une rencontre tardive au crit, mais quelle rencontre! Le kekilio a encore un long avenir devant lui. Merci de m'avoir emmené avec toi au Cap Esterel, que de bons souvenirs en ta compagnie!

À mes amis de la promo du dessus, **Anaik**, je sais pas toi, mais moi j'ai pas peur! Tu es ma twin d'amour et une rencontre exceptionnelle; **Maëva**, 3 ans pour s'aimer mais ça valait le coup d'attendre; **Amaury**, mon gros choux à la crème et nos petits verres en tête à tête; **Anaïs** et nos discussions interminables sur la vie; **Eli** et nos folles nuit à Valras plage; **Z** et ta gentillesse, le roi de la playlist en soirée.

À **Kylan** et **Soizic**, mes amis Nantais, une superbe rencontre et quel plaisir de vous avoir à Toulouse avec nous!

À **Pauline**, tu as égayé ma P1 et permis de traverser cette épreuve un peu plus facilement. La distance ne nous a pas éloigné et sache que je suis très fière de toi et de ton parcours.

À **Marie G**, une de mes plus vieilles amies, de la peinture sur soie à aujourd'hui, il s'en est passé des choses! Je te souhaite plein de bonheur en France ou ailleurs.

À mes amis de toujours, **Marie** et **Olivier** merci d'être toujours là pour moi, vous êtes mes piliers, déjà plus de 10 ans d'amitié et beaucoup d'autres années à venir. Mes souvenirs avec vous sont inépuisables et vous comptez énormément pour moi.

A notre président du jury,

Madame le Professeur NABET Cathy :

- -Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Diplôme d'Etudes Approfondies de Santé Publique Epidémiologie
- -Docteur de l'Université Paris XI,
- -Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- -Lauréate de la Faculté de Médecine,
- -Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- -Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Nous vous exprimons notre reconnaissance pour votre enseignement de qualité, votre implication dans le bon déroulement de nos études ainsi que pour votre engagement auprès des étudiants.

Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur ROTENBERG Maxime :

- -Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale,
- -Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales,
- -D.E.A. d'Anthropologie Génétique,
- -Docteur de l'Université Paul Sabatier.
- -Président de la Société Bioprogressive Ricketts,
- -Coordinateur Inter-Régional DES ODF

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury.

Nous vous remercions pour votre enseignement et votre implication depuis le début de nos études.

Veuillez trouver ici l'assurance de notre profond respect.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur JONIOT Sabine :

- -Maître de Conférences des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- -Responsable de la sous-section « Sciences Anatomiques et physiologiques, Occlusodontiques,

Biomatériaux, Biophysique, Radiologie »,

- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Docteur d'Etat en Odontologie,
- -Habilitation à diriger des recherches (HDR),
- -Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

Nous vous remercions pour votre sympathie, votre pédagogie et votre implication dans notre formation clinique.

Veuillez trouver ici l'assurance de notre sincère estime.

A notre directrice de thèse,

Madame le Docteur MARET-COMTESSE Delphine :

- -Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Doctorat de l'Université de Toulouse,
- -Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D,
- -Master 2 Recherche Epidémiologie Clinique,
- -CES d'Odontologie Légale,
- -Diplôme Universitaire de Recherche Clinique en Odontologie (DURCO),
- -Enseignant-chercheur, Laboratoire Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse (AMIS) CNRS,
- -Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Nous sommes honorés que vous ayez accepté de diriger cette thèse.

Nous vous remercions pour l'implication et la sympathie dont vous avez fait preuve dans la direction de ce travail ainsi que dans l'enseignement que vous nous avez dispense tout au long de notre cursus. Elles nous ont donné le goût de votre discipline.

Nous espérons avoir été à la hauteur de vos attentes. Veuillez trouver ici l'assurance de notre profond respect et de notre estime.

Table des matières

INTRODUCTION	V	14
1 Avant le tra	itement	16
1.1. Evaluati	on du risque carieux	16
1.1.1. Facto	eurs de risque	16
1.1.1.1. Int	errogatoire et anamnèse	16
1.1.1.2. Exa	amen clinique	17
1.1.1.3. Exa	amen radiographique	18
1.1.2. La sa	llive	18
	ofil bactérien	
	ractéristiques salivaires	
	ens diagnostics	
	sts microbiologiques	
	atest	
	ectroscope optique	
	sts colorimétriques	
	rio-Analyse	
	sure du pH et du pouvoir tampon	
	ures prophylactiques	
	rôle individuel de plaque dentaire	
	on du risque alimentaire	
	ement des sillons dentaires	
	entifrice	
	ernis fluoré	
•	nosphate de calcium	
2. Pendant le	traitement	28
2.1. Définition	on d'une « White Spot Lesion »	28
2.2. Moyens	de prévention	29
2.2.1. Moti	vation à l'hygiène	30
	rôle de la plaque dentaire	
	plication de fluor topique	
	fluor	
	s dentifrices fluorés et les bains de bouche	
	rernis fluorés	
	paraison entre l'action du fluor et du phosphate de calcium amorphe	
	ement des sillons	
	eils diététiques	
	es de contrôle	
	rents types de brackets	
	orackets en composite	
	orackets en céramique	
	prackets métalliques	
	èmes de collage et les attaches orthodontiques	
	ystèmes de collage	
	storique du collage	
	s colles	
	Les colles composites	
	Les ciments verres ionomères	
	sations dans les traitements orthodontiques	
	de citrique et acide phosphorique	
	mparaison du CVI/CVIMAR/Carboxylates de zinchésifs et forces de collage	
4.4.2.3. AU	1153113 Et 101 LES UE LUIIAZE	43

2.4.3. Les différents appareillages et ligatures	46
2.4.3.1. Appareillages complexes	
2.4.3.2. Les ligatures métalliques	
2.4.3.3. Les ligatures élastomériques	47
2.4.3.4. Les attaches autoligaturantes	48
2.5. Les différentes brosses à dents (manuelles, électriques)	48
2.6. Modifications salivaires	
2.6.1. Paramètres salivaire de la salive chez les patients sous traitement orthod	ontique
50	
2.6.2. Etudes complémentaires	
3. Après le traitement	
3.1. Les techniques de débaguage	
3.1.1. Les pinces à débaguer	
3.1.2. Les autres techniques	
3.2. Elimination de l'adhésif résiduel et polissage de l'émail après le débagua	
3.2.1. Elimination des restes d'adhésif	
3.2.2. Le polissage	
3.2.3. Perte amélaire	
3.2.4. Coloration de l'émail	
3.3. La prise en charge des WSL	
3.3.1. Prévalence des WSL	
3.3.2. Agents reminéralisants	
3.3.2.1. Le fluor	
3.3.2.2. Le CPP-ACP	
3.3.3. La microabrasion et les restaurations	
3.3.4. L'infiltration de résine	
3.3.4.1.Méthode	
3.3.4.2.Cas clinique	
3.3.5. Comparaison des différentes techniques de reminéralisation	
4. Recommandations générales par les orthodontistes	67
4.1. Résultat des conseils généraux avant et pendant le traitement orthodon	
4.1.1. Avant le traitement	
4.1.2. Pendant le traitement	
4.2. Fiche de suivi clinique du risque carieux par les dentistes omnipraticien	
4.2.1. Avant le traitement	
4.2.2. Pendant le traitement	
4.2.3. Après le traitement	
5. Arbre décisionnel	72
6. Conseils au patient	
6.1. Fiches conseils	
6.2. Méthode de brossage avec les bagues	73
CONCLUSION	74
ANNEXES	76
RIRI IOCRAPHIE	70

INTRODUCTION

De nos jours, de plus en plus de patients ont recours à un traitement orthodontique afin d'améliorer ou de corriger à la fois leur occlusion mais aussi leur esthétique.

Les traitements orthodontiques respectent l'intégrité des tissus dentaires, cependant, ils représentent un facteur de risque carieux indéniable et les déminéralisations de la surface amélaire demeurent des séquelles préjudiciables majeures des thérapeutiques multi-attaches vestibulaires.

Les appareils orthodontiques favorisent les sites de colonisation bactérienne et les étapes de collage et de dépose des attachements peuvent provoquer des lésions de l'émail.

Les brackets, les ligatures et les arcs compliquent le brossage des dents par le patient et constituent ainsi une entrave à un nettoyage efficace.

Un traitement orthodontique est souvent long et minutieux et son succès peut parfois être compromis par l'apparition de déminéralisations sous forme de tâches blanches appelées aussi « white spots lesions ».

Ces déminéralisations précarieuses peuvent évoluer vers de vraies caries.

Ainsi, leur prévention doit être au cœur d'une coopération entre le l'orthodontiste et l'odontologiste en amont mais également tout au long de la thérapeutique orthodontique.

Avant de débuter le traitement, le risque carieux individuel des patients doit être parfaitement évalué (faible ou élevé) et seule leur maîtrise tout au long de celui-ci permet d'assurer une prévention efficace de ces effets iatrogènes qui sont liés à un contrôle de plaque insuffisant et non directement au traitement orthodontique.

Quel comportement pouvons nous adopter face à ces déminéralisations qui peuvent compromettre le traitement orthodontique et quelles méthodes de préventions peuvent être envisagées avant, pendant et après le traitement afin de réduire leur survenue ?

Nous allons donc tenter de répondre à ces questions en abordant d'abord les moyens d'évaluation du risque carieux à notre disposition actuellement, puis en abordant les différentes approches prophylactiques envisageables et enfin en essayant de proposer une fiche de conduite en amont du traitement orthodontique, pendant et après celui-ci pour le chirurgien-dentiste et l'orthodontiste.

PARTIE I

AVANT LE TRAITEMENT

1 Avant le traitement

1.1. Evaluation du risque carieux

L'évaluation du risque carieux fait partie intégrante de l'activité du chirurgien-dentiste, mais sa mise en œuvre est loin d'être systématique.

La Haute Autorité de Santé recommande d'évaluer le risque carieux individuel (RCI) à l'occasion d'une première consultation, notamment lorsque se pose la question de l'indication d'un scellement de sillons. Ensuite, le RCI sera périodiquement réévalué car il peut varier au cours du temps.

Il est recommandé de ne distinguer que deux catégories de RCI – élevé et faible - en se fondant sur les résultats de l'interrogatoire, de l'examen clinique et du bilan radiologique.

L 'analyse de la littérature permet d'identifier des facteurs de risque de carie à retenir pour l'évaluation du RCI.

A l'échelle individuelle, il aide à une meilleure prise en charge du patient grâce à une information adaptée aux facteurs de risques et ainsi à la mise en place d'actes prophylactiques appropriés.

Il est donc évalué de façon dichotomique (faible ou élevé) et participe au choix des méthodes de diagnostic et de prévention mais son évaluation est aussi utilisée lors du traitement orthodontique et dans la fréquence du suivi du patient.(1)

Il existe de nombreuses techniques permettant de l'évaluer qui dépendent de l'âge du patient.

Même si celles-ci varient, elles se basent toujours sur des facteurs de risques relevés lors de l'interrogatoire, l'anamnèse et l'examen clinique.

1.1.1. Facteurs de risque (2)

1.1.1.1. Interrogatoire et anamnèse

- ✓ Age : la carie se développe à des âges spécifiques. Pour les dents temporaires, on observe un pic autour de 8 ans. Pour les dents permanentes, l'incidence est plus élevée chez les enfants au cours de la minéralisation et chez l'adolescent, du fait notamment de son changement de vie (traitement orthodontique, alimentation déséquilibrée, négligence de l'hygiène bucco-dentaire).
- ✓ Sexe : la sévérité des caries ne diffère pas entre fille et garçon.(3)
- ✓ Génétique : des études tendent à démontrer une similitude dans la prévalence et la localisation des caries chez les jumeaux monozygotes.

 La part due à la génétique est estimée de 40% à 64% (ajustement en fonction de l'âge).

- La santé dentaire familiale et plus particulièrement de la mère serait un facteur important, car celle ci transmettrait sa flore pathogène lors de certaines habitudes de maternage.
- ✓ Niveau socio-économique : plus le niveau socio-économique est bas, plus l'indice CAO est élevé.
 - En effet, la prévalence de la carie est plus élevée chez les classes ouvrières, et plus basse chez les cadres supérieurs.
- ✓ Régime alimentaire : la fréquence de prise de sucre a un rôle sur les caries plutôt que la quantité de sucre.
 La consommation de boissons sucrées, de bonbons ou encore la prise prolongée du biberon (après 18 mois) est à déterminer lors de l'interrogatoire.
- ✓ Hygiène bucco-dentaire : si le brossage n'est pas biquotidien, le risque est augmenté.
- ✓ Accouchements prématurés : une étude sur 7 ans (TARGINO & Coll. 2011) montre qu'un défaut d'émail lié aux accouchements prématurés et un faible poids à la naissance est un facteur de risque de carie chez l'enfant.(4)
- ✓ Autres : méthode de brossage, heure du coucher...

1.1.1.2. Examen clinique

- ✓ Indice CAO : quel que soit l'âge du patient, la présence de caries soignées ou non associée à l'existence de lésions actives reste le facteur prédictif le plus important de développement de caries ultérieures.
 - L'indice CAO est utilisé particulièrement sur les premières molaires chez les plus jeunes.
 - La présence d'extractions (avant 36 mois), de restaurations et l'absence de scellement de sillons ont une incidence sur l'évaluation du RCI.
- ✓ Morphologie des dents : infractuosités, sillons profonds ...
- ✓ Traitement orthodontique : s'il est en cours, il va être considéré comme un facteur de risque prédictif de nouvelles caries.
- ✓ Plaque : sa présence visible à l'œil nu (sans utilisation de révélateur de plaque) est un paramètre dans l'évaluation du RCI en denture temporaire et définitive.
- ✓ Pathologies : la présence de certains syndromes ou maladies ayant des répercussions sur la salive par exemple doit être prise en compte, tout comme les modifications de l'état général qui pourraient avoir un impact sur l'hygiène dentaire.

1.1.1.3. Examen radiographique (5)

La prescription d'examens radiographiques en complément est basée sur l'histoire médicale et le RCI de l'enfant, et dépend aussi de l'âge du patient et de son stade de dentition.

- Denture temporaire : dépend du RCI évalué lors de l'interrogatoire et de l'examen clinique (uniquement si RCI élevé).
 Le cliché rétrocoronaire est le cliché indiqué dans cette situation, l'examen panoramique sera prescrit uniquement pour un patient polycarié.
- ✓ Après 6 ans : la disparition des diastèmes entraine une augmentation du risque d'apparition de caries proximales et rend donc les clichés rétrocoronaires systématiques.
 La fréquence du renouvellement de ces examens va cependant dépendre du RCI (tous les 6 à 12 mois chez les patients à risque carieux élevé).

1.1.2. La salive

La cavité orale est un environnement ouvert qui arbore une communauté complexe de plus de 700 espèces différentes de bactéries, dont seulement 50% ont été étudiées. Cette flore buccale est connue pour jouer un rôle dans le maintien d'une homéostasie buccale et dans la protection de la cavité orale contre le développement des maladies.

1.1.2.1. Profil bactérien

Une étude menée par BELSTRØM & Coll. (2014) a permis grâce à la récolte de la salive à l'aide de cubes de paraffines de démontrer que les caries sont associées à des profils salivaires caractéristiques. (6)

Cette étude a montré que chez les patients présentant des caries, il existe un nombre très élevé de *Streptococcus Mutans*.

Les 2 principales espèces intervenant de manière antagoniste dans l'initiation de la carie sont :(3)

- Streptococcus mutans (SM)
- Streptococcus sobrinus (SS)

En 1980, LOESCHE & Coll. ont proposé que le ratio de SM/SS soit significatif du risque d'apparition de caries.

Cependant la détermination de ce ratio est compliquée car la distribution de SS et SM dans la cavité orale n'est pas homogène.

LI & Coll. ont proposé en 2008 une étude pour examiner la colonisation des SM et SS dans la cavité orale et son association avec les caries sévères chez l'enfant (14 enfants présentant des caries sévères et 8 enfants sans carie).

L'analyse de cette étude a montré que l'interaction entre SM et SS était un facteur significatif du statut carieux de l'enfant.

Le SS pourrait en effet jouer un rôle antagoniste du SM et donc empêcher sa colonisation.

La colonisation précoce par les SS semble protéger de la colonisation des SM. Chez les enfants présentant des caries sévères, un niveau élevé de SM mais aussi du total des streptocoques oraux est remarqué.

HONG & Coll. ont démontré que le taux de SM est lié à la présence de caries et la détermination du niveau de SM dans la salive peut être utilisée dans la prédiction des caries chez l'enfant. (3)

1.1.2.2. Caractéristiques salivaires (7)

La salive est reconnue comme étant un élément protecteur pour l'hôte, de ce fait, toute altération quantitative ou qualitative pourrait avoir un impact sur l'équilibre buccal et ainsi favoriser l'apparition de nouvelles lésions.

Le flux salivaire normal au repos se situe entre 0,25 et 0,35 ml/min.

La salive stimulée représente 80-90% de la production salivaire quotidienne et le flux salivaire stimulé varie entre 1 et 3 ml/min.

Le pH de la salive est approximativement neutre.

La capacité de la salive à nettoyer les micro-organismes et substrats et à maintenir la propreté orale peut être influencée par sa consistance et son flux.

Le rôle du pH est primordial.

Les personnes présentant des troubles salivaires dus à une pathologie (ex : Syndrome de Sjögren) qui entraine une diminution du flux montrent un taux plus élevé de caries.

1.1.3. Moyens diagnostics

La carie est le résultat de l'interaction de 3 facteurs : l'hôte, les bactéries et l'alimentation.

Comme elle est une maladie multifactorielle, de nombreux paramètres sont utilisés pour évaluer le risque carieux. Un des principaux paramètres utilisé est les bactéries. Malgré de nombreuses tentatives pour introduire des méthodes alternatives et fiables d'évaluation du risque carieux, l'existence de caries anciennes ou récentes reste le meilleur indicateur.

1.1.3.1. Tests microbiologiques

Des études ont montré le lien entre SM/SS et la présence de caries, ainsi qu'une variation du pH suivant la glycémie chez les sujets avec ou sans caries avec une production plus importante et plus rapide d'acide chez les sujets où il existe des caries actives.

Cependant ces méthodes nécessitent un long temps d'incubation, sont peu précises pour comparer les individus, nécessitent un laboratoire et sont chères. (8)

Les tests microbiologiques d'activité carieuse se basent sur 2 principes :

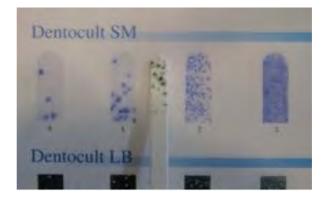
- Estimation du nombre de bactéries sous forme de colonie
- Estimation qualitative ou quantitative du produit de métabolisme des bactéries. Les méthodes conventionnelles de quantification des SM sont bien documentées dans la littérature mais restent chères et nécessitent du matériel spécifique.

L'existence d'anciennes caries, de *Streptococcus Mutans* et de *Lactobacillus* dans la salive a été mise en corrélation avec l'augmentation du nombre de caries.

Différents tests au fauteuil ont été proposés pour mesurer le taux de bactéries salivaires comme le *Dentocult SM Strip Mutans* et le *Dentocult LB*.(9)

Cependant ces techniques sont peu utilisées en raison de leur coût.





Test Dentocult SM Strip Mutans



Test Dentocult LB

1.1.3.2. Oratest (10)

Oratest est une méthode non invasive, facilement réalisable au fauteuil et économique, basée sur la détection et l'énumération du niveau bactérien oral en fonction du taux d'épuisement de l'oxygène dans les échantillons recrachés de lait, développée par ROSENBERG & Coll. (1989).

Elle est donc souvent utilisée dans les pays en voie de développement de part sa facilité de mise en place et son faible coût.

Le temps nécessaire à la disparition de l'indicateur (bleu de méthylène) est inversement proportionnel au nombre de micro-organismes présents dans l'échantillon.

Cette méthode a été modifiée, améliorée et adaptée à d'autres pathologies par PATALAY & Coll. (1996).

Le principe de l'Oratest est l'évaluation du taux de combustion d'oxygène par les microorganismes.

Le bleu de méthylène subit une réduction en leuco méthylène bleu ce qui montre l'activité métabolique des micro-organismes aérobies.

Le patient se rince toute la cavité buccale avec du lait.

Une étude récente a permis de montrer la corrélation entre Oratest et les SM, entre l'existence de caries et des SM et entre l'existence de caries et Oratest. Un groupe test (*I*) composé de 60 enfants de 6 à 12 ans qui présentent des caries évolutives mais pas de maladie parodontale et un groupe contrôle (*II*) de 30 enfants de 6 à 12 ans sans carie, gingivite, plaque.

- La méthode microbiologique (utilisation d'Agar): un échantillon de salive non stimulée est récupéré selon la méthode de KOHLER & BRATTHAL(1979), à l'aide d'une spatule en bois dans la bouche, tournée 10 fois.
 L'incubation des échantillons est réalisée pendant 4h à 37°C.
 La confirmation de la présence de SM est effectuée sous microscope.
- Procédure Oratest : un bain de bouche est réalisé avec 10ml de lait pendant 30 secondes.
 On y ajoute ensuite 0,12ml de bleu de méthylène 0,1% dans un milieu éclairé.

La couleur des échantillons est examinée toutes les 10 minutes.



Résultats:

❖ MSB AGAR

- Groupe I:

CAO	Nombre de colonies
2 à 5	56,4 +/- 10,1
6 à 10	109,6 +/- 12,1
11 à 18	154,9 +/- 11,9

- Groupe II:
- 4 à 30 colonies (moyenne 22,3)
- → Le groupe I est significativement supérieur au groupe II.

❖ Oratest

- Groupe I:

CAO	Temps de transformation (min)
2 à 5	164,9 +/- 18,5
6 à 10	53,6 +/- 6,8
11 à 18	33,8 +/- 6,4

- Groupe II:

247 à 305 minutes (médiane 271,4 min)

→ Le temps nécessaire au changement de couleur est inversement proportionnel au nombre de SM.

Le temps de décoloration est significativement supérieur chez le groupe contrôle (II).

Cette étude a donc montré une corrélation entre le nombre de SM présent en MSB et le temps d'Oratest (inverse), le statut carieux de l'enfant et le temps MSB/Oratest.

AVANTAGES INCONVENIENTS Simple, faible coût, rapide, N'identifie pas spécifiquement un reproductible et ne nécessite pas groupe de micro-organismes dans un opérateur entraîné une maladie spécifique Utilisé pour surveiller le rinçage de Ne peut pas différencier avec la bouche, l'hygiène dentaire, les précision le patient sain et le stade inflammations gingivales et le initial et progressif de la carie niveau de plaque N'apporte pas une perspective Bon outil d'éducation et de holistique dans la carie dentaire motivation pour les patients, à comme les autres tests carieux l'école et dans les programmes de Manque de spécificité dans les prévention dentaire gingivites et autres maladies orales communautaires Le vecteur du test est le lait Anticipe l'apparition des caries Les résultats peuvent aider les dentistes au renforcement de la motivation, du contrôle de plaque et du comportement

1.1.3.3. Spectroscope optique(8)

L'avantage de cette méthode est qu'elle permet de contrôler de multiples paramètres simultanément et rapidement.

Le spectroscope est très sensible aux changements mineurs, il présente une polyvalence géométrique, une certaine portabilité et facilité d'utilisation. Il n'y a pas d'interférences électromagnétiques.

Le spectroscope optique permet de surveiller le profil acidogénique médié par les bactéries de la salive suite à une interaction bactérie-saccharose.

1.1.3.4. Tests colorimétriques(9)

- VAN HOUTE (1994) a émis l'hypothèse qu'un certain groupe de micro-organismes à « pH bas » incluant les streptocoques non mutans, les LB et les actinomyces pouvaient être responsables de la formation des caries.
- KLEINBERG (2002) a développé une théorie mixte, incluant des hypothèses spécifiques et non spécifiques pour faire la lumière sur l'étiologie microbienne des caries dentaires.

➤ L'Alban test (1970)

C'est un test colorimétrique économique qui a été inventé avant le développement des tests quantitatifs. Il détermine la capacité acidogénique des bactéries présentes dans la salive en utilisant du glucose dans un milieu à pH faible en y incorporant un indicateur de pH.

Clinpro cario L-pop(11)

Ce test repose sur le fait que la production d'acides par les micro-organismes acidogéniques oraux résultant de la biodisponibilité des carbohydrates est un facteur déterminant dans le développement des caries.

Les SM sont principalement associés à la carie humaine chez les populations à travers le monde : ils utilisent le sucrose à un rythme plus rapide par unité de protéine cellulaire que les autres micro-organismes de la plaque dentaire et ils présentent une activité métabolique (production d'acides) optimale à un pH de 5, pH auquel l'émail dentaire se dissout.

Ce nouveau test biochimique mesure la production d'acide lactique par les bactéries cariogènes métaboliquement actives.

Plus l'activité métabolique est élevée, plus le potentiel de ces bactéries d'induire le développement de caries est élevé.

Clinpro cario-L-pop se base sur l'oxydation enzymatique de l'acide lactique par la lactate-déshydrogénase couplée à une cascade d'indicateurs d'oxydoréduction qui génèrent un signal bleu.

Cette réaction enzymatique basée sur le lactate déshydrogénase peut donc capturer un rang plus large de producteurs d'acides microbiens qui peuvent être induits dans la formation de caries, incluant les SM et les autres micro-organismes.

Une étude a été menée par BRETZ & Coll. (2007) afin d'évaluer l'utilité diagnostique du test Clinpro cario-L-pop par rapport au taux de caries et leur sévérité chez le nourrisson et l'enfant (771 nourrissons et enfants, moyenne d'âge 5,2 ans).

Un écouvillon est appliqué sur le dos de la langue des nourrissons par des mouvements de rotation pour générer un échantillon de biofilm. Il est ensuite inséré dans une ampoule contenant les réactifs diagnostics.

L'écouvillon est comparé à un nuancier représentant les différents niveaux de production d'acide :

- 1 à 3 : faible production d'acide lactique
- 3 à 6 : production moyenne d'acide lactique
- 7 à 9 : forte production d'acide lactique

On a noté pour les 2 derniers groupes une forte tendance à présenter des taux supérieurs de prévalence de caries de surface, de lésions profondes dentinaires et une augmentation de la sévérité des lésions.

→ Les résultats de cette étude nous montrent que le test Clinpro cario-L-pop distingue significativement les patients présentant des caries actives de ceux qui n'en ont pas développé (toute sorte de carie).

Il ne peut cependant pas prédire la sévérité des lésions.

Ce test a été prouvé comme méthode fiable dans la détermination de la production d'acide microbien.



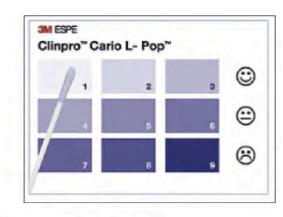


Fig 1.
Interpretation of Clinpro Cario-L-Pop test results.

1.1.3.5. Cario-Analyse: (11)

Ce test se base sur une hypothèse selon laquelle les patients présentant une concentration en SM ou LB supérieure à 10^5 colonies formant une unité (CFU)/ml sont à RCI élevé.

Cario-Analyse permet une indication des résultats numériques pertinents.

Le dosage salivaire seul des LB a été démontré utile par plusieurs études, mais ne fait cependant pas l'unanimité.

Il est réalisé à l'aide d'un prélèvement de salive non stimulé envoyé au laboratoire.

1.1.3.6. Mesure du pH et du pouvoir tampon (11)

Ces mesures permettent de prédire le développement de nouvelles caries sur les dents permanentes.

La mesure du pH est effectuée sur un échantillon de salive stimulée ou non, cependant celle du pouvoir tampon doit être réalisée à l'aide uniquement de salive stimulée. Ce test est réalisé à l'aide de bandelettes colorimétriques.

Seules des valeurs très basses qui expriment une acidité buccale doivent être prises en compte et alerter le praticien.

1.2. Les mesures prophylactiques

1.2.1. Contrôle individuel de plaque dentaire (12)

L'élimination de la plaque par une brosse à dent manuelle ou électrique reste la méthode préventive la plus efficace afin d'empêcher la progression des caries ou permettre leur stagnation.

- Révélateur de plaque
- Technique de brossage: Selon l'âge, le profil des patients ou leurs besoins spécifiques, les modèles de brosses à dents diffèrent et par conséquence la méthode de brossage.

1.2.2. Gestion du risque alimentaire

Conseils diététiques

1.2.3. Scellement des sillons dentaires(13)

Certains pays comme l'Allemagne ont adopté déjà depuis plusieurs années cet acte prophylactique qui consiste en l'application de résine dans les puits et fissures occlusaux des molaires permanentes entre 6 et 18 ans.

Les sealants ont un effet protecteur particulièrement chez les enfants et les adolescents ayant un haut risque carieux.

Cependant ces mesures de prévention manquent d'études pour démontrer leur efficacité.

Elles restent chères mais rentables. L'évaluation économique suggère une tendance à l'économie de coût.

Néanmoins, cette intervention ne peut pas être recommandée et étendue à toute la population.

	Éléments d'orientation(a)	Éléments d'indications(b)
Interrogatoire	Période postéruptive	Absence de brossage quotidien avec du dentifrice fluoré
	Niveau socioéconomique et/ou niveau d'éducation faible de la famille	Ingestions sucrées régulières en dehors des repas ou du goûter : - aliments sucrés
	Mauvais état de santé buccodentaire des parents ou de la fratrie Maladie et handicaps entraînant des difficultés de brossage	 - boissons sucrées - bonbons Prise au long cours de médicaments sucrés ou générant une hyposialie
Examen clinique	Antécédents de caries (dents obturées) Présence d'éléments favorisant la rétention de la plaque (restaurations défectueuses, appareils orthodontiques ou prothétiques)	Présence de caries (atteinte de la dentine) et/ou de lésions initiales réversibles (atteinte de l'émail) des dents temporaires ou/et permanente Sillons anfractueux au niveau des molaires Plaque visible à l'œil nu

⁽a) Ces facteurs de risque collectifs ne suffisent pas à classer un individu en RCI élevé. Ils doivent nous faire suspecter l'existence d'un RCI élevé confirmé en mettant ensuite en évidence un ou plusieurs facteurs de risque individuels. (b) Il suffit qu'un seul de ces facteurs de risque individuels soit présent pour que le sujet soit à RCI élevé.

1.2.4. Le dentifrice **(2)**

Le dentifrice peut être utilisé comme véhiculeur de substances pour améliorer la santé bucco-dentaire individuelle et celle des populations.

L'utilisation du fluor associé à l'effet mécanique du brossage joue un rôle primordial dans le contrôle des caries dentaires.

L'utilisation du dentifrice fluoré pour réduire les caries chez les enfants et les adultes est démontrée scientifiquement et est dépendant de la concentration (minimum de 1000 ppm de fluor) et la fréquence d'utilisation (minimum 2 fois par jour).

Parmi les autres substances thérapeutiques utilisées dans les dentifrices, il est démontré que le triclosan (copolymère) réduit le biofilm.

Les dentifrices sont utilisés depuis longtemps comme agents nettoyants, cependant, c'est seulement depuis le siècle dernier que les composants thérapeutiques tels que le fluor ont été incorporés dans leur formule, aboutissant à une amélioration significative de la santé bucco-dentaire mondiale.

Dans le mode d'action des dentifrices, 2 composants : (14)

- *les agents abrasifs* : ils sont efficaces dans le nettoyage des taches dentaires et de la plaque.
 - De plus, leur possible interaction avec le fluor rend celui ci insoluble et donc plus efficace
- les agents thérapeutiques : seul un dentifrice fluoré est capable de disperser du fluor dans toute la cavité buccale et ainsi d'entraver la progression des caries même là où le brossage est imparfait.

Le brossage seul (en l'absence de l'action thérapeutique du fluor) a seulement un effet limité sur le contrôle des caries.

Le brossage à l'aide de dentifrice fluoré induit une augmentation transitoire de la concentration de fluor dans la salive pendant plusieurs heures.

Il agit non seulement en améliorant la reminéralisation des surfaces dentaires propres mais aussi en réduisant la déminéralisation des surfaces recouvertes de restes de biofilm.

1.2.5. Le vernis fluoré (2)

Le topique le plus fluoré est le vernis fluoré à plus de 22 600 ppm.

Son utilisation biannuelle est à privilégier chez le sujet à RCI élevé car il serait plus efficace que sous forme de gel.

S'il est utilisé à cette concentration et de manière hebdomadaire il permet aussi d'intercepter les lésions initiales.

1.2.6. Le phosphate de calcium (2)

Dû à sa disponibilité en ion phosphate et calcium, il présente une activité carioprotectrice.

Cependant son efficacité n'ayant pas encore été quantifiée, il ne peut pas se substituer en prévention primaire aux autres apports de fluor.

PARTIE II

PENDANT LE TRAITEMENT

2. Pendant le traitement

2.1. Définition d'une « White Spot Lesion »

Les lésions carieuses en cours ou en fin de traitement orthodontique représentent un risque carieux individuel non parfaitement maitrisé.

Le terme « white spot lesion » (WSL) a été défini comme « le premier signe de caries qui peut être détecté à l'œil nu ».

Il a aussi été défini comme « porosité de l'émail due à une déminéralisation carieuse » qui se présente comme « une opacité blanche laiteuse quand elle est localisée sur une surface lisse ». (15)(16)

Cliniquement, la formation des WSL autour des attaches orthodontiques peut survenir dès 4 semaines de traitement, et leur prévalence chez les patients sous traitement orthodontique varie de 2% à 96% selon les auteurs. (17)

La WSL est la forme de déminéralisation qui apparaît le plus fréquemment chez les patients sous traitement orthodontique, sous forme de petites lignes en périphéries des brackets et chez quelques patients, comme une large déminéralisation avec ou sans cavitation. (1)



Figure 2. Classification of white spot lesion according to Gorelick and coworkers³ showing a small lesion (score 2), severe lesion (score 3), and cavitation (score 4). No lesion is recorded as score 1. (Color version of figure is available online.)

L'apparition de ces lésions peut s'expliquer par plusieurs facteurs (17) (18):

- Un contrôle de plaque insuffisant dû à l'encombrement provoqué par les dispositifs intrabuccaux : augmentation des sites de rétention de la plaque, stagnation des aliments, entrave à l'élimination de la plaque (diminution de l'action du brossage, diminution de la mastication et diminution du flux salivaire).
- Modification rapide de la flore buccale suite à la pose : une flore déséquilibrée est une flore pathogène. La présence de SM et LB ainsi que l'apparition de nouveaux sites de plaque dentaire sur l'émail entourant les attaches est commune chez les patients suivant un traitement orthodontique.
- La salive : le taux de déminéralisation de l'émail et la probabilité de reminéralisation amélaire sont influencés par les facteurs salivaires comme le pH, le taux, le flux et le pouvoir tampon de la salive.

 L'âge: plus l'enfant est jeune, plus le risque est élevé (cariosusceptibilité des dents venant de faire leur éruption due à l'immaturité de l'émail post-éruptif).

L'apparition de ces lésions survient principalement au tiers cervical ou médian des faces vestibulaires des incisives maxillaires, des canines maxillaires et des prémolaires maxillaires (rétention autour des attaches et pH inférieur).(5)

Certaines études ont montré une augmentation de la fréquence carieuse avec une prévalence supérieure des obturations chez les sujets recevant un traitement orthodontique, mais d'autres études n'ont pas confirmé cette corrélation. Plusieurs rapports, cependant, ont montré une augmentation de l'incidence des WSL sur la surface amélaire vestibulaire durant un traitement orthodontique. Les études où les dents ont été inspectées en utilisant des échelles visuelles ont montré

que 50% des sujets ont subit une augmentation du nombre de WSL pendant un traitement orthodontique multi-attaches. (2)

Ceci a été récemment confirmé dans une étude prospective en Norvège : environ 50% des patients recevant un traitement orthodontique ont développé une ou plusieurs WSL durant le traitement et 5,7% des dents étaient affectées (groupe témoin : 11% de WSL sur 0,4% des dents). (1)

Un risque carieux non maitrisé est une contre-indication au traitement orthodontique. Par conséquent, au début d'un traitement orthodontique, une évaluation de la susceptibilité du patient à la déminéralisation carieuse semble logique. De nombreux auteurs recommandent d'examiner un ensemble de facteurs de risque, dans le but d'identifier les patients à risque de développer des déminéralisations carieuses.(17)

2.2. Moyens de prévention

La pose d'appareil orthodontique n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années, du fait de l'augmentation de la demande esthétique.

La déminéralisation est un effet secondaire aux traitements orthodontiques, spécialement chez le patient présentant une pauvre hygiène.

Les WSL se développent en présence des brackets, des arcs, des ligatures et autres matériels orthodontiques qui compliquent l'hygiène dentaire et entraînent une accumulation de plaque.

Ce problème soulève le besoin de l'évaluation de la salive, du statut de l'hygiène buccale et le risque carieux avant le commencement du traitement et l'initiation de mesures prophylactiques. (17)

Cependant ces appareillages fixes agissent comme une surface de rétention supplémentaire.

Les brackets orthodontiques jouent un rôle significatif dans l'accumulation de plaque dentaire.(18)

Les mesures de prévention carieuse comme une bonne hygiène bucco-dentaire, un régime non cariogène et un apport régulier en fluor sont souvent insuffisants dans la prévention de l'apparition de nouvelles lésions carieuses chez les patients à haut risque carieux en cours de traitement orthodontique. (19)

Il est donc important d'évaluer l'influence des moyens de prévention (amélioration de l'hygiène orale, de la résistance de l'émail aux attaques acides microbiennes par l'utilisation de fluor topique...) dans la déminéralisation de l'émail pendant un traitement orthodontique et dans des conditions reproduisant l'environnement oral.

2.2.1. Motivation à l'hygiène

Il existe une corrélation entre une mauvaise coopération des patients aux mesures d'hygiène buccale lors du traitement orthodontique et l'apparition de lésions carieuses (indépendamment du sexe et de l'âge). (5)

Les méthodes de motivation peuvent être verbales, écrites, à l'aide d'un support vidéo ou encore par le biais d'une démonstration sur un modèle 3D.

L'utilisation de révélateur de plaque mais aussi de tests salivaires peut se révéler utile.

2.2.2. Contrôle de la plaque dentaire

Une mauvaise hygiène orale autour des appareils induit un faible pH au repos de la plaque qui pourrait réduire l'activité cariostatique d'un traitement au fluor. (1) Le brossage biquotidien est recommandé.

La fréquence de remplacement des brosses à dents doit être plus élevée due à son usure plus rapide.

L'utilisation de brossettes interdentaires ainsi qu'un nettoyage professionnel trimestriel doivent être recommandés.

L'utilisation d'une brosse à dents électrique ou un jet dentaire combiné à une brosse à dents manuelle peut être une méthode plus efficace dans la réduction de l'accumulation de plaque que la brosse à dent manuelle seule. (17)

Une hygiène orale optimale et l'utilisation biquotidienne de dentifrice fluoré et quotidienne de bain de bouche fluoré est essentiel et ont un effet synergique. (1)

L'accentuation chez les patients en orthodontie doit être placée sur la routine de l'hygiène, incluant un nettoyage dentaire professionnel et des instructions de soins à domicile.

Une part importante de la motivation du patient est de choisir les outils d'hygiène qui seront les plus adaptés à ses besoins.

Une méta-analyse (2005) a révélé que les brosses à dents électriques oscillo-rotatives réduisaient plus la plaque que les brosses à dents manuelles. (20)

D'autres études ont eu des résultats plus controversés : efficacité équivalente des deux brosses à dents.

Une autre étude réalisée par ARICI & Coll. en 2007 a comparé l'utilisation de 3 brosses à dents chez 30 adolescents entre 13 et 16 ans présentant un traitement orthodontique multi-attaches vestibulaire. (20)

Tous les sujets ont suivi un des 3 protocoles de brossage, dans une séquence assignée aléatoirement :

- *a*) Brosse à dents à poils courbés
- b) Brosse orthodontique à poils courts formant un V
- *c*) Brosse orthodontique en V + brossettes interdentaires

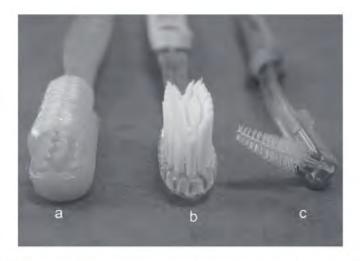


Figure 2 The toothbrushes used in the study: (a) curved bristle (b) orthodontic, and (c) orthodontic plus interproximal.

Des sabliers ont été remis aux sujets ainsi qu'un dentifrice fluoré standard et des instructions de brossage adaptées à chaque brosse à dents.

L'accent sur l'utilisation des brossettes interdentaires sous les arcs et entre les dents après le brossage avec la brosse à dent orthodontique est primordial.

Aucune utilisation d'autres agents (bains de bouche, fil dentaire...) durant cette étude. Les mesures de plaques ont été prises au niveau du bloc incisivo-canin supérieur et inférieur.

Contrairement aux attentes, il n'y a pas eu de différences significatives statistiquement au niveau de l'amélioration de l'indice de plaque entre *a*) et *b*).

Cette étude nous montre donc que chez les patients ayant un traitement multi-attaches, particulièrement à cet âge, il existe une grande difficulté à maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire.

De plus, un suivi périodique et un renforcement répétitif d'instructions d'hygiène sont cruciaux dans la motivation des patients.

Cette étude a révélé que la présence d'un appareil orthodontique compliquait l'hygiène, et l'utilisation de brosses à dents spéciales n'offre pas une solution simple et efficace pour le brossage.

Ni *a*), ni *b*) seules ne sont capables d'éliminer la plaque sous les arcs chez les patients présentant un faible brossage.

Cependant, l'utilisation des brossettes interdentaires s'est montrée efficace et doit donc être recommandée chez ces patients.

2.2.3. L'application de fluor topique

2.2.3.1. Le fluor

L'exposition à long terme de l'émail à des conditions acides mène à une dissolution d'hydroxyapatite supérieure en l'absence de fluor.(21)

Des instructions d'hygiène et un régime alimentaire strict peuvent contribuer grandement à l'inhibition de la déminéralisation durant un traitement orthodontique, cependant cela nécessite une grande coopération du patient. (22)

Certaines stratégies préventives qui ne nécessitent pas la coopération du patient peuvent donc être plus efficaces dans la prévention et la réduction de la déminéralisation.

De récentes avancées dans la recherche sur le fluor ont montré que les agents fluorés comme le fluorure stanneux ou le fluorure de titane en dépôt sur la surface dentaire peuvent résister à un pH même très bas et donc à des attaques carieuses sévères. (1)

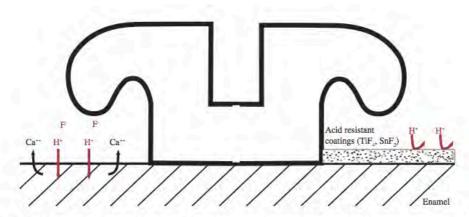


Figure 12. Acid resistant coating deposited from titanium fluoride or stannous fluoride protect the enamel surface against severe acid challenges (H⁺ ions under the right bracket wing). Conventional fluoride preparations have a reduced cariostatic effect in plaque with low pH (under the left bracket wing). Ca²⁺ loss illustrates the caries process. (Color version of figure is available online.)

Le fluor est utilisé sous différentes formes de vecteurs de distribution topique :

- Dentifrice
- Solution de bain de bouche
- Gels et vernis

Il est sans aucun doute l'agent cariostatique préventif le plus important.

Quand du fluor topique est appliqué, un complexe CaF2 se crée dans la plaque sur la surface dentaire (émail/dentine), ou dans les lésions naissantes, c'est l'effet cariostatique principal du fluor. (17)

Ce complexe agit comme réservoir d'ions fluorés à relarguer quand le pH diminue durant les attaques carieuses.

Le taux de dissolution du CaF2 à différents pH est contrôlé par le phosphate et les protéines. (1)(23)

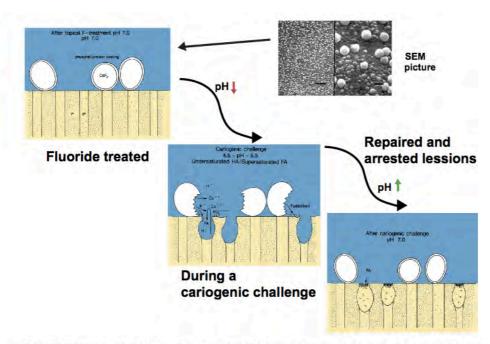


Figure 7. Illustration of how calcium fluoride acts as a pH-controlled reservoir of fluoride to be released during an acid attack. See text. (Color version of figure is available online.)

La limite de l'effet du fluor est atteinte quand le pH chute si bas que même le produit de solubilité de fluoroapatite pur est dépassé.

Ce pH est vraisemblablement en dessous de 4,5.

Il a été démontré que les bactéries associées aux caries (SM et LB) peuvent diminuer le pH de la plaque sous 4,5. À ce pH la phase liquide de la plaque sera sous saturée d'hydroxyapatite et de fluoroapatite et aucune reminéralisation ne se produira. L'effet préventif du fluor peut être illustré par la courbe de Stephan. (1)(23)

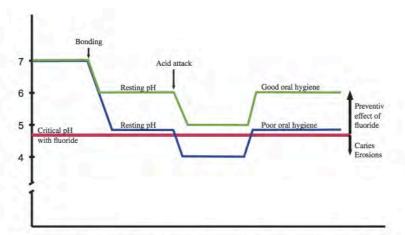


Figure 8. The Stephan curves in orthodontic patients with good or bad oral hygiene. After bonding, resting pH is lowered. An acid attack lowers the pH in the patient with bad oral hygiene below the critical pH of enamel. Assuming fluoride is frequently used, the critical pH of enamel is around 4.5 compared with 5.5 in the absence of fluoride. In the patient with good oral hygiene, fluoride is able to prevent lesions to develop. (Color version of figure is available online.)

Il présente des propriétés bactéricides et bactériostatiques qui agissent sur les microorganismes de la cavité orale comme le *Streptococcus mutans*. (18)

Dans des conditions de déminéralisation, l'utilisation de concentration basse et à haute fréquence de fluor en ambulatoire a une grande importance durant le mécanisme de reminéralisation et dans la prévention carieuse. (21)

Il est donc recommandé à ces patients d'utiliser des bains de bouche fluorés (0,05% NaF) quotidiennement en addition au dentifrice fluoré.

De plus, certains fluors topiques et certaines formes de vernis, solutions ou gels pourraient être recommandés.

Le choix de la méthode dépend du coût, de la commodité, de l'acceptation du patient et de la sécurité. (1)

2.2.3.2. Les dentifrices fluorés et les bains de bouche

Même avec une utilisation régulière de dentifrice fluoré, la dissolution de l'émail peut apparaître autour des attaches orthodontiques, mais certainement dans un taux plus bas. (1)

Différentes études chez les patients porteurs d'appareillage multi-attaches ont prouvé le bénéfice de l'utilisation biquotidienne d'un dentifrice à 1500 ppm de fluor associé à un bain de bouche quotidien de 0,05 % de fluorure de sodium, et/ou l'utilisation hebdomadaire d'un bain de bouche de fluorure de phosphate à 1,2%, dans la réduction de l'incidence de la déminéralisation amélaire. (17)(24)

GEIGER et Coll. ont reporté 25% de réduction du nombre des WSL chez les patients utilisant quotidiennement un bain de bouche fluoré.

Il a aussi été prouvé que dans les 2 semaines suivant l'utilisation quotidienne d'un bain de bouche au fluorure de sodium, la concentration en fluor de la salive augmente significativement. (25)(26)

O'REILLY & FEATHERSTONE ont montré que les dentifrices seuls étaient incapables de stopper les lésions se développant chez les patients sous traitement orthodontique. (1)(17)

> La chlorexidine

La chlorexidine est un agent antibactérien puissant contre les streptocoques et les caries dentaires.

Le bain de bouche Ortho-Kin (chlorexidine de gluconate, fluorure de sodium et acétate de zinc) est le plus efficace dans la diminution de l'accroissement des SM existants de la plaque autour des brackets et de la plaque elle même, de part sa composition en chlorexidine.

Son efficacité est supérieure de 14% par rapport à la Listerine. (19)

➤ La Listerine

La Listerine est composé de Tymol, d'Eucalyptol, de Menthol et de Methylsalicylate. Les études ont montrées que ce bain de bouche diminue efficacement la plaque microbienne et les gingivites. (19)

➤ Bain de bouche Oral B

Ce bain de bouche est composé de Paraben methylé, de cetyl pyridinium chloride, de fluorure de sodium, de propylparabène et d'alcool.

Il est plus efficace sur les bactéries de la plaque que la Listerine mais son pouvoir antimicrobien reste inferieur à celui de la chlorexidine. (19)

2.1.3. Les vernis fluorés

L'application professionnelle de vernis fluoré a été démontrée comme étant efficace dans la diminution du risque de lésion carieuse dans le cadre des traitements orthodontiques.

Le Duraphat (5% NaF), le Fluorprotector (1% difluorosilane et 0,1% fluor) et le Duraflor (5% NaF) sont les vernis fluorés les plus communément utilisés. (17)

Le vernis fluoré adhère à la surface amélaire plus longtemps que d'autres produits fluorés topiques et a été démontrée (*in vitro*) comme étant d'efficacité supérieure, grâce à son habilité à l'augmentation de la capture du fluor par l'émail. (22)

Il a été suggéré que l'application de chlorexidine sous forme de vernis diminue le nombre de SM de la plaque et de la salive pendant 4 semaines mais cet effet a été testé sur des dents ne présentant pas de traitement orthodontique. (19)

AZARPAZHOOH a conclu après une période de 3 ans de suivi, que l'application de vernis fluoré tous les 6 mois était la méthode la plus rentable et efficace chez les patients à fort risque carieux.

Il a aussi conclu que le relargage lent de fluor était observé jusqu'à 6 mois avec le Durafluor et Duraphat, et que le plus grand relargage apparaît durant les 3 premières semaines et plus graduellement après. (27)

Cependant, certaines études ont préconisé une application trimestrielle comme étant une protection adéquate. (17)

Parmi les méthodes de prévention par le fluor, l'utilisation de bains de bouche fluorés qui dépend de la coopération du patient peut être insuffisante et fournir seulement les bénéfices limités dans la prévention de la déminéralisation.

D'un autre côté, il a été démontré que les vernis fournissent une haute concentration de fluor pour diminuer la déminéralisation amélaire (*in vitro* et essais cliniques). (28) Ils ont l'avantage d'adhérer à la surface de l'émail plus longtemps que les autres produits fluorés topiques ce qui indique leur habilité à la capture du fluor par l'émail.

Ceci fournit donc un moyen de prévention contre la déminéralisation et en même temps permet au clinicien d'utiliser des résines composites à haute force d'adhésion pour le collage.

2.1.4. Comparaison entre l'action du fluor et du phosphate de calcium amorphe

Le Duraflor contient 5% de fluorure de sodium.

Son contact avec l'émail permet la formation de fluorure de calcium sur la surface dentaire et ainsi permet la prévention de la déminéralisation. Il fournit aussi un réservoir de fluor sur la surface amélaire contre les attaques acides cariogéniques sur une longue période de temps.

L'Enamel Pro contient du phosphate de calcium amorphe (ACP) et 5% de fluorure de sodium.

Il délivre l'ACP à l'émail pour encourager la formation d'hydroxyapatite pour améliorer la reminéralisation et ainsi prévenir la perte d'émail.



Une étude réalisée par NALBANTGIL & Coll. (2013) sur 72 prémolaires extraites pour des raisons orthodontiques (absence de WSL) a permis la comparaison de ces 2 vernis. (28)

Pour cette étude, trois groupes ont été formés : un groupe témoin (absence d'application de vernis), un groupe recevant le Duraflor et le dernier recevant l'Enamel Pro, ceux ci étant appliqués sur les dents autour des brackets.

Toutes les dents ont ensuite été immergées séparément dans 2ml de solution déminéralisante pendant 96 heures à température constante de 37 degrés, changée toutes les 4h; ce qui représente environ 3 mois en temps réel.

> Résultats

Les dents ayant reçu l'application de Duraflor et Enamel Pro présentent moins de déminéralisation que chez le groupe témoin.

Les dents porteuses de Duraflor présentent jusqu'à 50% moins de déminéralisation. L'Enamel Pro permet la création de cristaux ACP et la formation d'apatite sur la surface de l'émail : relargage de composants pour combattre les cavités (calcium et phosphate). L'affinité supérieure de l'ACP par rapport au fluor le rend capable de relargage de presque 4 fois plus de fluor dans la cavité orale par rapport aux autres vernis. L'ACP stabilise le calcium et les ions phosphates dans la salive et entraîne donc l'inhibition de la déminéralisation de l'émail et même de la dentine.

Conclusions:

- Le fluor arrête les lésions mais avec le temps il existe des risques de décolorations.
- Le fluor est l'agent cariostatique disponible le plus efficace et peut prévenir le développement des lésions carieuses.
- Tous les patients d'orthodontie doivent se brosser les dents biquotidiennement avec un dentifrice fluoré.
- L'utilisation quotidienne de bains de bouche est recommandée.
- L'hygiène orale autour de l'appareil est essentielle pour une bonne action du fluor.

- Bien que les méthodes préventives comme le dentifrice et les bains de bouche fluorés soient efficaces, elles n'ont pas été entièrement approuvées car elles dépendent de la coopération du patient.
- L'utilisation des vernis fluorés est donc adaptée
- D'autres recherches sont nécessaires.

Si l'activité carieuse demeure haute malgré l'utilisation régulière de dentifrice et d'application de fluor topique, des méthodes de prévention carieuse (augmentation de l'hygiène, antimicrobiens, dépose d'agents résistants aux attaques acides) doivent être appliquées au lieu d'augmenter le niveau d'exposition au fluor. (1)

2.1.5. Scellement des sillons

Les caries des puits et des sillons représenteraient 60% des lésions. Le scellement des sillons est efficace et il serait pertinent de l'étendre aux prémolaires et puits cingulaires des dents antérieures.(17) (5)

2.1.6. Conseils diététiques

Les patients présentant un haut risque de déminéralisation devraient diminuer la fréquence d'ingestion de potentielles boissons et nourritures cariogéniques et diminuer leur temps de contact avec les surfaces dentaires. (21)

2.1.7. Visites de contrôle

Examen clinique rigoureux trimestriel.

2.2. Les différents types de brackets

2.2.1. Les brackets en composite

Dès le début des années 70, les brackets en composite ont été mis sur le marché comme alternative esthétique aux brackets métalliques.

De tels brackets peuvent être utilisés dans des situations d'application de forces minimales et dans les traitements de courte durée, particulièrement chez les adultes. Cependant, ces brackets ont rapidement perdu de leur intérêt à cause de leurs fractures, déformations, décolorations et distorsions causées par l'absorption d'eau et par un torque faible. (29)

2.2.2. Les brackets en céramique

Au milieu des années 80, les premiers brackets à base de saphir monocristallin et de céramique polycristalline ont été commercialisés.

Ces brackets en céramique, contrairement à ceux en composite sont résistants au ternissement et à la distorsion et sont imperméables.

Mais ils possèdent cependant quelques désavantages comme une résistance faible à la fracture et une résistance de friction accrue entre les arcs métalliques et les brackets céramiques. (29)

Les brackets en céramique sont très rigides et fragiles, il faut donc moins d'énergie pour causer leur fracture par rapport à ceux en métal. (30)

Cliniquement, une fracture du bracket pendant le débaguage est indésirable car la présence de fragments de céramique sur la dent gène le polissage de l'émail. (31) De plus, à cause de la composition inerte de l'oxyde d'aluminium contenu dans les brackets en céramique, la cohésion chimique entre la base céramique et la résine adhésive est impossible. Les premiers brackets en céramique devaient donc être utilisés avec un agent de liaison (silane) qui agissait comme médiateur chimique entre la base du bracket céramique et la résine adhésive acrylique. Cette rétention chimique crée une force de collage extrêmement forte qui amène un stress durant le débaguage sur la surface email-adhésif. (32)

2.2.3. Les brackets métalliques

Bien que les matériaux utilisés en orthodontie aient beaucoup évolués, qu'ils existent sous de nombreux types et composent une variété de marques de brackets importante, les matériaux métalliques sont toujours très communément utilisés du fait de leurs caractéristiques physiques et chimiques, mais aussi de leurs propriétés mécaniques. Il existe une diversité des alliages dans les brackets, arcs et bagues comme les alliages cobalt-chrome, les aciers inoxydables et le titanium, tous comprenant du nickel comme un de leur principal composant. (33)

Les différentes propriétés des brackets varient selon leur composition en alliage.

2.3. Les systèmes de collage et les attaches orthodontiques

2.3.1. Les systèmes de collage (34)

Le collage en orthodontie fait appel au mécanisme d'adhésion définit par une composante physico-chimique (la mouillabilité) et une composante micromécanique (irrégularités de surface).

2.3.1.1. Historique du collage

- BOWEN (1962) : résines BisGMA
- NEWMAN (1965) : collage direct des attaches orthodontiques à l'aide d'une résine époxy en remplacement des systèmes de scellement des bagues (suite du travail de BOWEN)
- WILSON & KENT (1972): verres ionomères
- SILVERMAN (1974) : mordançage + résine BisGMA
- SILVERMAN & Coll. (1995) : technique de collage des brackets métalliques à l'émail humide sans utilisation de mordançage, à l'aide d'un CVI

2.3.1.2. Les colles

2.3.1.2.1. Les colles composites

Les systèmes de collage adhésif-résine composite sont classés selon la classification de DEGRANGE (2004) :

- Mordançage + rinçage : 3 temps (mordançage + primer + adhésif) ou 2 temps (mordançage + primer/adhésif)
- Système auto-mordançant : 2 temps (mordançage/primer + adhésif) ou 1 temps
- → Les principaux utilisés en orthodontie sont le mordançage et le rinçage en 2 temps ou le système auto-mordançant 1 temps.
 - Les systèmes mordançage et rinçage :

Colles hydror	phobes	Colles hydrocompatibles
Polymérisation chimique: Système pâte/pâte chémopolymérisable Prise en masse et taux de conversion non dépendant de l'opérateur Peu utilisé car nécessite 2 opérateurs Temps de travail réduit Peut produire des porosités et donc diminuer les propriétés mécaniques Risques d'altération de l'émail lors de la dépose des brackets et l'élimination de l'adhésif résiduel Ex: CONCISE (3M), ORTHOTWO (BISICO), PHASE 2 (RELIANCE) Système pâte-activateur ou colles dites de « contact » Consistance et épaisseur optimale Pas de mélange nécessaire Moins de porosités Temps de travail limité Prise par diffusion Iatrogène +++: risque de déminéralisation amélaire Ex: ONEPLUS (ORMCO), UNIT (3M), MONOCLOCK (RMO)	Photopolymérisation - Produits « monocomposants » : pas d'incorporation de porosité - Manipulation simple - Sensibles à la lumières Ex: TRANSBOND XT (UNITEK), ENLIGHT (ORMCO)	- Le composite n'a pas été modifié, seul l'adhésif a été rendu hydrophile Permettent de palier aux descellements fréquents des brackets dans les secteurs postérieurs. Ex: ORTHOSOLO (ORMCO), TRANSBONDMIP(3M)

Les colles hydrophobes présentent un risque de déminéralisation des tissus dentaires et une perte d'émail liée au traitement agressif à l'acide phosphorique et à la rigidité du composite.

Les colles hydrophiles présentent une certaines tolérance à l'humidité, de propriétés mécaniques suffisantes, des valeurs d'adhérence élevées et le confort de la photopolymérisation.

Cependant, comme les colles hydrophobes, elles entrainent une perte de l'émail due au mordançage agressif.

Le système résine TransbondPlusColorChange

Cette résine est capable d'inhiber les WSL autour des brackets, corroborant les résultats de la littérature, même dans des conditions cariogènes (pH de la salive égal à 4,5), durant une période de 14 jours. (35)

Dans ce cas, le fluor a agit comme un inhibiteur de la déminéralisation.

Il semble que durant la dynamique de déminéralisation, le fluor relargué par les résines et le calcium libre de la salive artificielle réincorporé dans la surface dentaire ont formé un fluorure d'hydroxyapatite et du fluorure de calcium sur l'émail.

Le fluorure d'hydroxyapatite est plus résistant à des situations très cariogènes (pH =4,5), donc pas de WSL autour des brackets.

Bien que le fluor agisse comme réducteur des WSL durant le traitement orthodontique, d'autres études ont montré que le fluor relargué par les composites est 5 à 20% plus faible que pour les CVI. (35)

De plus, la quantité de fluor incorporé dans les résines est insuffisante et la période de relargage est courte.

Les systèmes auto-mordançants

Les adhésifs sont constitués de monomères acides hydrophiles, de monomères hydrophobes, d'eau, de solvant et de charges.

Leur action repose sur une déminéralisation et une infiltration simultanée de la résine, et donc une pénétration identique à la profondeur de mordançage ce qui assure un excellent ancrage (infiltration de la résine dans les micro-rétentions de 2 à 3 mm) La déminéralisation acide est peu agressive et donc l'intégralité de l'émail est préservée à la dépose des attaches et le nettoyage est facilité.

Ces systèmes sont photopolymérisables.

Les valeurs d'adhérences correspondent aux exigences des traitements orthodontiques (10 MPa) : les propriétés mécaniques ne semblent donc pas affectées.

Leur utilisation à l'heure actuelle est une bonne alternative aux colles nécessitant un mordançage classique car elles ont une efficacité comparable mais sont moins iatrogènes pour l'émail.

Ex: TRANSBOND PLUS SELF ETCHING PRIMER (3M UNITEK)

2.3.1.2.2. Les ciments verres ionomères

Le fluor a été ajouté aux matériaux utilisés pour le collage des bagues et des brackets. Ces ciments verres ionomères de scellement agissent alors comme une source locale additionnelle de fluor près des attaches, où la quantité relarguée dépend du groupe et de la substance à laquelle appartient chaque matériau.

Leur utilisation a été préconisée et il a été suggéré que le fluor relargué par les ciments comme le carboxylate de zinc et les CVIMAR montrent moins de déminéralisation amélaire que le ciment phosphate de zinc. (17)(36)

Les CVI conventionnels ont été évalués dans le collage des brackets de par leur propriété anticariogénique attribuée à leur relargage de fluor.(35)

Les CVI modifiés ont une force d'adhésion supérieure aux CVI conventionnels et peuvent aussi avoir un contrôle sur les caries autour des attaches orthodontiques. (22)

Les CVI :

Ils sont composés d'un *acide* (homopolymère ou copolymère d'acide alkénoïque) et d'une *base* (verre d'alumino-silicate de calcium renfermant des fluorures).

L'absence de mordançage préalable permet une conservation de l'intégralité de l'émail lors du protocole de collage et à la dépose des attaches.

Ils sont biocompatibles grâce à leur capacité à relarguer du fluor et à se recharger par rapport au topique de fluor permettant de réduire le risque de déminéralisation adjacent aux attaches.

Plusieurs études *in vivo* et *in vitro* ont cependant montré une insuffisance de leurs propriétés mécaniques par rapport aux composites.

Les forces d'adhésion sont faibles et les taux de décollement (12,4% à 50,9% selon les auteurs) incompatibles avec la réalité clinique en orthodontie.

Ex: FUJI PLUS, KETAC-FIL, CONCISE

Les CVIMAR :

Ils sont composés d'une *poudre* (verre de fluoroaluminosilicate) et d'un *liquide* (copolymère d'acide acrylique et acide maléique, HEMA, eau, camphoroquinone et activateur).

Ils résultent de l'incorporation de résine aux CVI

Leur intérêt biologique est important, ils relarguent du fluor sans faire diminuer la force d'adhésion du ciment, et le nombre de SM est diminué dans la plaque environnante. Ils présentent une double, voire triple réaction de prise qui induit une excellente prise en masse du matériau quelque soit l'épaisseur.

Ils sont également tolérants vis à vis de l'humidité.

La cohésion est plus faible que pour les systèmes résineux mais cette fragilité mécanique permet une dépose facile des attaches et une élimination aisée de la colle résiduelle en fin de traitement.

Plusieurs études *in vitro* témoignent de forces d'adhésion suffisantes à une utilisation clinique en orthodontie pour le collage des attaches. (KOMORI ; McCARTHY) L'adhésion à l'émail sans déminéralisation préalable et sans rétention micromécanique le défini donc comme le système de collage qui respecte le mieux l'intégrité amélaire.

Cependant un conditionnement préalable à l'acide polyacrylique reste nécessaire car il améliore significativement l'adhérence des CVIMAR à l'émail : 19,6 MPa contre 8,3 MPa pour l'émail non traité (POWIS, JOBALAIA, LIPPITZ, HITMI).

Ex: FUJIORTHO (GC), KETAC-CEM PLUS

• Les CVIMAR en association avec un adhésif automordançant :

Cette association permet l'adhésion micromécanique et physico-chimique à l'émail, cela permet une augmentation de 70% de la tenue de l'assemblage par rapport à l'utilisation d'un verre ionomère et d'un acide polyacrylique.

Ils sont simples d'utilisation, rapides, tolérants à l'humidité et entraînent un faible endommagement de l'émail.

Le système BeautyOrtho Bond

Avec pour but de réduire, voire d'inhiber la déminéralisation autour des brackets sans utilisation de mordançage, différents types de CVI ou systèmes de collage avec relargage de fluor ont été développés dès les années 80. (35)

Un nouveau système a été créé : BeautyOrtho Bond qui est un adhésif automordançant + un ciment verre ionomère.

Ce ciment contient un verre ionomère préréactif (Surface Pre-reacted Glass Ionomer S-PRG filler).

Il a été démontré qu'une résine composite contenant un mastic S-PRG relargue du fluor à un taux supérieur aux ciments verres fluoroaluminosilicates.

o Etude in vitro par TOMIYAMA & Al. (2008) (23)

Cette étude a pour but la comparaison de 5 systèmes de collage relargant du fluor : BeautyOrtho Bond (BO); BeautyOrtho Bond + Salivatect (BOS); Transbond XT (TB) ; Kurasper F (KP) ; Fuji ORTHO LC (FO) et un sans relargage de fluor (témoin) : Superbond Orthomite (SB).

- BO, BOS: système auto-mordançant
- KP et SB: mordançage à l'acide phosphorique
- FO: CVIMAR
- TB: mordançage et rinçage

Résultats

Ce nouveau système contenant un ciment S-PRG a été développé dans le but de produire un matériau possédant à la fois une force structurelle ainsi qu'une capacité de relargage du fluor.

Cette étude a montré que le matériau fluoré relargué par le S-PRG contribuait à l'inhibition de la déminéralisation amélaire.

BO et BOS utilisés dans cette étude contiennent du ciment S-PRG comme source de fluor. Les particules du ciment ont été produites en utilisant un ciment verre ionomère préréactif.

Avec cette technologie, une phase de verre ionomère est formée sur les particules de verre par le biais de la réaction du verre fluoroaluminosilicate et de l'acide polycarboxylique en présence d'eau.

L'observation au microscope électronique après débagage a révélé que lors de l'utilisation de BO il y a moins de déminéralisation amélaire comparé avec KP et SB. Ceci indique que les systèmes adhésifs auto-mordançants causent moins de dommages à l'émail en comparaison au mordançage par l'acide phosphorique.

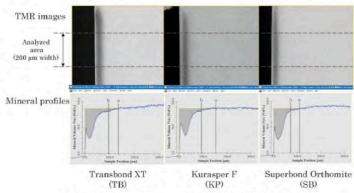


Fig. 2 Representative TMR images and mineral profiles of TB, KP, and SB.

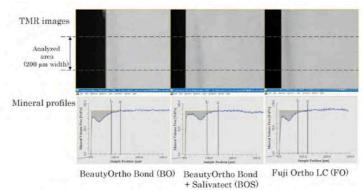


Fig. 3 Representative TMR images and mineral profiles of BO, BOS, and FO.

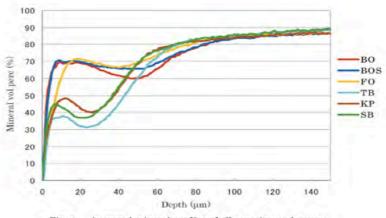


Fig. 4 Averaged mineral profiles of all experimental groups.

2.3.2. Utilisations dans les traitements orthodontiques

Généralement la plupart des matériaux de collage orthodontique sont constitués d'une résine à base de bis-GMA et il est indispensable d'effectuer un mordançage de l'émail. Cependant le collage direct des brackets en utilisant le mordançage augmente l'accumulation de plaque autour des brackets.

Ce phénomène augmente de manière conséquente le risque de formation de caries sur ces sites, puisque l'élimination de la plaque y est plus compliquée durant le traitement. Il a été démontré que ces déminéralisation ou WSL se développaient souvent autour des brackets en quelques semaines.(18)

Le mordançage de l'émail expose à des lésions plus prononcées que l'émail non mordancé, surtout en l'absence de fluor. (1)

Les adhésifs résiduels sur la surface amélaire autour des brackets sont connus pour être un facteur de risque dans la prédisposition de l'émail à la déminéralisation à cause de la surface rugueuse qui fournit un site de développement rapide pour les microorganismes.

L'adhésion bactérienne aux résines composites est due aux interactions électrostatiques et hydrophobes et aux forces de Van der Waals. (18)

De nombreuses études ont montré des altérations irréversibles de l'émail dues à la rétention de résine et un risque potentiel de dommages durant le débaguage. (5)(18)

2.3.2.1. Acide citrique et acide phosphorique

Pour contourner ces problèmes lors du débaguage, HOTZ et Coll. ont recommandé l'utilisation de l'acide citrique pour le prétraitement de l'émail avant la pose des brackets.

De plus, MIGUEL et Coll. (2010) ont reporté qu'il n'y avait pas de différence significative dans la force de collage entre le prétraitement de l'émail à l'acide citrique et celui à l'acide phosphorique. (5)

2.3.2.2. Comparaison du CVI/CVIMAR/Carboxylates de zinc

Une étude menée par KASHANI & Coll. en 2012 a cherché à évaluer le rôle de ces 3 ciments dans la déminéralisation adjacente aux attaches orthodontiques après un « pH cycling » *in vitro*. (22)

Les 3èmes molaires extraites ont été utilisées dans cette études, et on a ensuite réalisé le collage des brackets sur le 1/3 cervical de ces dents à l'aide des 3 différents ciments. Des caries ont ensuite été créées *in vitro* (utilisation de la méthode de White). Des agents colorants ont été utilisés pour faire apparaître les microfissures (bleu de méthylène).



Figure 1. Sample sectioned buccolingually through the midline of exposed window by disk.

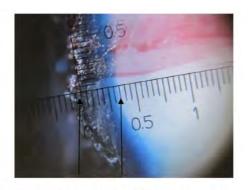


Figure 2. Stereomicroscopic view of methylene-blue penetration (×80 magnification). The area between arrows points to enamel demineralization region.

La profondeur de pénétration du colorant a ensuite été évaluée par 2 examinateurs. La plus grande profondeur de pénétration a été observée chez le groupe où le ciment polycarboxylate de zinc fut utilisé, suivi du groupe des CVI et enfin celui des CVIMAR.

L'expérience clinique montre que les attaches orthodontiques rendent les dents plus sensibles à la déminéralisation.

Ceci est dû au fait que ces attaches fournissent une place plus importante pour l'accumulation de plaque et quand l'attache n'est pas parfaitement collée à la dent, il y a un espace entre l'attache et la dent donc plus de déminéralisation.

Le CVIMAR semble être le ciment le plus adapté pour éviter au maximum les déminéralisation autour des attaches, cependant d'autres études sont encore nécessaires.

2.3.2.3. Adhésifs et forces de collage (34)

UNDERWOOD et Coll. ont démontré la durabilité et le potentiel anticariogénique de la résine relargant du fluor utilisée comme colle orthodontique.

De nombreuses études ont suggéré que la force de collage des brackets lors de l'utilisation de systèmes adhésifs auto-mordançant était plus faible que celle produite par l'utilisation de mordançage à l'acide phosphorique.

Actuellement beaucoup de praticiens utilisent donc des acides phosphoriques comme mordançage pour sécuriser leur force de collage entre le bracket et la surface amélaire. Cependant l'utilisation de ce dernier a montré une augmentation de l'activité carieuse (apparition de lésions blanches ou marrons autour ou sous les brackets après le débagage).

SCOUGALL VILCHIS RJ et Coll. ont quant à eux rapporté qu'aucune fracture de l'émail n'était observée durant les tests de forces de cisaillement quand le système automordançant était utilisé.

Cette étude a aussi montré que les différences d'acidité des agents de mordançage n'affectaient pas la déminéralisation.

Les CVI relargant du fluor ont donc montré leur efficacité dans la lutte contre la déminéralisation amélaire mais cependant les études restent mitigées quant à leur pouvoir mécanique.

2.3.3. Les différents appareillages et ligatures

2.3.3.1. Appareillages complexes

Certains types d'appareillage pourraient augmenter le risque d'agrégation de plaque malgré une hygiène orale correcte fournie par le patient.

Des appareils compliqués comme les boucles, arcs auxiliaires, ressorts, bobines et certains correcteurs de classe II créent des aires qui sont presque impossibles à nettoyer avec une technique de brossage adéquate et un équipement adapté. (1)



Figure 9. Complicated designed appliances make oral hygiene difficult to carry out. (Color version of figure is available online.)

2.3.3.2. Les ligatures métalliques

Selon plusieurs auteurs, elles sont préférables à des ligatures élastomériques. (1) Les dents ligaturées avec des bagues élastomères montrent un plus grand nombre de micro-organismes cariogéniques que chez les dents ligaturées avec des fils de ligature en aciers inoxydables. (17)



Steel ligatures

2.3.3.3. Les ligatures élastomériques (24)

Les élastomères relargant du fluor peuvent continuellement le relarguer dans les aires proches des zones susceptibles d'être confrontés à la déminéralisation.



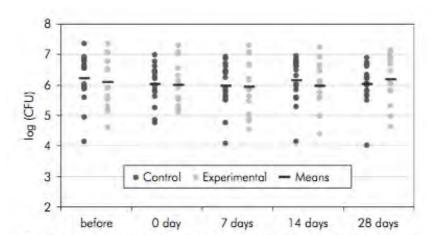
Elastic ligatures

Des études *in vitro* ont démontré que ces élastomères relargaient du fluor en très grande quantité mais que le niveau décroissait après 1 semaine.

Dans une étude de MIURA (2007) présentant 2 groupes (un expérimental et un contrôle), composé de 40 garçons et filles entre 12 et 20 ans, deux échantillons salivaires ont été récoltés à 14 jours d'intervalle pour déterminer le nombre de SM (2mL de salive non stimulée).

A T7/T14/T28, des échantillons sont collectés dans les 2 groupes.

→ Pas d'évidence de différence entre les 2 groupes ou de changement significatif du nombre de SM dans la salive.



Graph 1 - S. mutans log(CFU) in saliva per group before treatment, at 0, 7, 14 and 28 days, and mean values.

Le fluor relargué par les élastomères des ligatures ne contrôle pas de manière efficace la progression des formations de colonies de micro-organismes des attaches orthodontiques.

BANKS & Coll. (2000) ont eu des résultats contraires : 26% des dents chez 73% des patients avec des ligatures conventionnelles avaient des déminéralisations contre 16% des dents chez 63% des patients avec des ligatures élastomériques

Il est préférable d'éviter l'utilisation de ligatures élastomériques chez les patients avec une difficulté de bonne hygiène bucco-dentaire.

2.3.3.4. Les attaches autoligaturantes

Il existe un nouveau système d'attaches autoligaturantes qui permettrait de faciliter l'hygiène buccodentaire, mais il existe cependant un manque de recul sur cette méthode.



2.4. Les différentes brosses à dents (manuelles, électriques)

o Etude sur l'effet combiné d'une répétition de motivation à l'hygiène et le type de brosse à dent utilisé (37)

Une hygiène orale optimale requiert des instructions professionnelles, des outils adéquats et une motivation du patient.

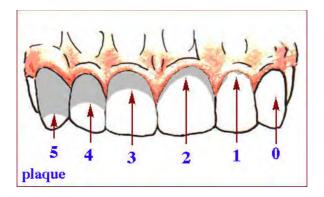
60 patients ont répondus aux critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude.

4 groupes ont ainsi été formés :

			Motivation à l'hygiène				
Groupe	Nombre de participants	Type de brosse à dents	то	T4	T12	T16	T20
E1	15	Electrique	Х	Χ	Х	Х	Х
E2	15	Electrique	Х				
M1	15	Manuelle	Х	Χ	Х	Х	Х
M2	15	Manuelle	Х				

Les patients ont tous reçu des brossettes interdentaires et des nouvelles brosses à dents (manuelles ou nouvelles têtes pour brosses à dents électriques). Le relevé de l'indice de plaque s'est effectué grâce à l'indice de plaque modifié de QUIGLEY-HEIN:

Scores	Critères
0	Absence de plaque
1	Tâches de plaque distinctes au niveau de la marge cervicale
2	Une fine bande continue de plaque (jusqu'à 1mm) au niveau de la marge cervicale
3	Une bande de plaque plus large qu'1mm mais couvrant moins d'un tiers de la couronne
4	Plaque recouvrant entre 1/3 et 2/3 de la couronne
5	Plaque recouvrant 2/3 ou plus de la couronne



Les méthodes de brossage selon les brosses à dents ont été expliquées à tous les groupes ; le brossage recommandé est de 2 minutes par arcade, 3 fois par jour avec du dentifrice à 1450 ppm.

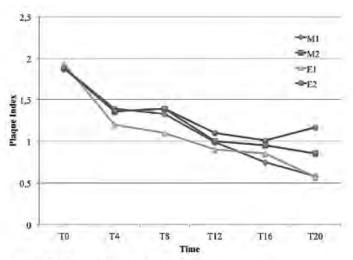


Figure 2. PI score trend during time.

→ L'effet d'une motivation à l'hygiène répétée a été significativement efficace. L'influence du type de brosse à dent ne semble pas significative. Les études sont contradictoires mais la nouveauté de celle ci est l'association de la motivation à l'hygiène à un type de brosse à dents : la motivation répétée est cruciale dans la réduction de la plaque, peu importe le type de brosse à dent.

2.5. Modifications salivaires

La qualité (définie par le contenant en protéine de la salive, la viscosité et le pouvoir tampon) et la quantité de salive jouent un rôle crucial dans l'équilibre entre la déminéralisation et la reminéralisation de l'émail dans un environnement cariogène.

Des changements spécifiques comme une augmentation du pH, du pouvoir tampon et du flux peuvent contribuer à la modification de la sensibilité aux caries. (38) Toutes ces propriétés salivaires deviennent importantes durant un traitement orthodontique fixe où l'augmentation de rétention de plaque et une plus grande difficulté de maintenance de l'hygiène semblent prédisposer à la déminéralisation amélaire et aux WSL.

Il n'y a pas toujours de consensus quant à la quantité et la qualité de la salive durant un traitement orthodontique.

Jusqu'à maintenant, les investigations ont étudié seulement les 6 premiers mois après le placement de l'appareil et il n'existe pas de données disponibles à long terme.

2.5.1. Paramètres salivaire de la salive chez les patients sous traitement orthodontique (38)

PEROS & Coll. ont réalisé une étude en 2011 dont le but était d'évaluer le pH salivaire, le pouvoir tampon et le flux au début du traitement orthodontique et après 1 an en utilisant un simple test salivaire au fauteuil avec l'hypothèse qu'il n'y a pas de différence entre le départ et à T+1 an.

Dans cette étude :

- Critères d'insertion :
- 20 patients (11 garçons et 9 filles)
- Etat de santé général OK
- Denture permanente
 - Critères d'exclusion :
- Médicaments modifiant le flux salivaire
- Grossesse
- Fumeurs
- Mauvaise hygiène bucco dentaire
- Caries actives ou problèmes parodontaux
- Traitements orthodontiques anciens

Tous les 3 mois : maintenance de l'hygiène par des professionnels.

Echantillons salivaires : entre 9h et midi, 2h après le repas et le brossage.

Utilisation du kit GC Saliva-Check

Salive stimulée et non stimulée à T0 et T1an.

→ Résultats

Pas de différences entre filles et garçons. Seul critère diminué : pouvoir tampon.

Table 1 Data for salivary unstimulated flow rate (UFR), resting pH, saliva whole flow rate (SWFR) and buffer capacity before (T0; baseline assessment) and 1 year after placement of fixed orthodontic appliances (T1; half-treatment assessment)

		UF	R (s)		H	SWFR (ml/min)	Buffer	capacity
n = 20	Time points	ТО	T1	TO	II	ТО	T1	ТО	T1
	Median	37.0	37.5	6.8	6.9	1.4	1.4	7.4 (2.04) ^a	7.15 (2.23) ^a
	Interquartile range	17.5	39.25	1	1.15	0.83	0.93	8 ^b	9 ^b

Mean (standard deviation); brange.

2.5.2. Etudes complémentaires

CHANG & Coll. (1999) ont conclu que le flux de salive stimulé, le pH et le pouvoir tampon augmentent significativement après 3 mois de traitement orthodontique. Résultats similaires décrits par LARA-CARILLO & Al. (2010) à 1 mois. PEROS & Coll. : pH à 12 semaines et flux salivaire stimulé à 18 semaines augmentent alors que le pouvoir tampon semble inchangé. (39)

Conclusions:

- Ces données nous montrent que l'augmentation des propriétés non microbiennes de la salive sont généralement détectées dans des périodes précoces, ce qui semblerait correspondre à une réponse physiologique à la stimulation mécanique résultant de la présence de l'appareil orthodontique comme résultat d'une homéostasie orale dérangée.
- Selon certains auteurs, les modifications pourraient être une sorte d'effet protecteur dans le développement des caries.
- A long terme, pas de changement physiologique des propriétés salivaires qui pourraient influencer le risque de développement carieux devant un traitement orthodontique.

PARTIE III

APRÈS LE TRAITEMENT

3. Après le traitement

3.1. Les techniques de débaguage

L'objectif du débaguage est de retirer tous les attachements de la surface dentaire et de la restaurer de manière aussi proche que possible de son état avant le traitement, sans aucun dommage iatrogène.

Pour parvenir à ces objectifs, une technique correcte est fondamentale car le débaguage est chronophage et dégradant pour l'émail s'il n'est pas réalisé par une main expérimentée.

De nombreuses méthodes de débaguage ont été décrites dans la littérature, comme l'utilisation de pinces spéciales de débaguages, les ultrasons, le laser, le débaguage électrothermique qui transmet de la chaleur à l'adhésif à travers la bracket, des dispositifs d'impulsion d'air, des fraises diamantées pour retirer la bracket de la surface dentaire, ainsi que d'autres instruments spécifiques.(29)

Il a aussi été décrit les matériaux de baguage se présentant sous forme de microcapsules thermo expansibles facilitant le débaguage. (40)

Indéniablement, la méthode idéale de débaguage doit être indolore pour le patient et inoffensive pour l'émail.

3.1.1. Les pinces à débaguer

Il existe de nombreuses pinces à débaguer utilisées par les orthodontistes, qui sont adaptées selon les cas et le type de bracket, et présentent chacune leurs avantages et leurs inconvénients.

La dépose de la plupart des brackets composites et céramiques est réalisée à l'aide de pinces spéciales appliquant une force de tension ou de cisaillement sur la surface dentaire.

Dans un effort de réduction des forces appliquées sur la surface amélaire et pour diminuer les éventuels dommages sur l'émail, différentes techniques de débaguage utilisant des pinces conventionnelles ont été testées.

SWARTZ recommande l'utilisation d'un instrument tranchant placé à l'interface émailadhésif et une « force d'extrusion graduelle lente » jusqu'au décollement du bracket. BISHARA & Coll. ont préconisé l'application d'une force de cisaillement latérale lors de l'utilisation d'une pince coupante dans la dépose des brackets céramiques, ne produisant ainsi aucun dommage sur l'émail. (29)

3.1.2. Les autres techniques

➤ Les ultrasons : les études ont rapporté une absence de fracture des brackets durant l'utilisation des instruments ultrasoniques, tandis que 10 à 35% de fractures étaient reportées dans l'utilisation des pinces de torsion.

Cependant, c'est une technique longue : 38 à 50 secondes contre 1 seconde par bracket pour les pinces à débaguer. (41)(42)

- Le débaguage électrothermique : cette méthode a été développée pour surmonter les problèmes de fracture des brackets, les dommages amélaires et les forces trop importantes lors du débaguage.
 - Les instruments utilisés transfèrent de la chaleur à travers le bracket, créant ainsi une fracture de l'interface bracket-adhésif par la déformation de l'adhésif due à la haute température.
 - Cependant cette méthode n'est pas totalement sûre, il existerait des risques pour la pulpe, d'autres études sont nécessaires. (43)
- Utilisation de fraises diamantées: c'est une méthode laborieuse et qui présente de potentiels risques pour l'émail, avec une perte amélaire pouvant aller jusqu'à 19,2 μm. (41)(42)

Bien que toutes ces méthodes puissent être utilisées avec succès dans le débaguage, l'utilisation des pinces et l'application de forces de tension sur les brackets reste la plus populaire. (29)

3.2. Elimination de l'adhésif résiduel et polissage de l'émail après le débaguage

La mise en place des brackets n'est plus un problème, mais leur dépose et le polissage de l'émail après le débaguage sont devenus une préoccupation.

L'adhésion entre la résine orthodontique et l'émail est unique en dentisterie car elle doit être temporaire, mais cependant assez durable pour supporter les forces orthodontiques. (44)

Après la fin du traitement, les brackets et la résine doivent être éliminés avec un minimum de traumatisme pour les dents et, idéalement, sans vestige de résine. L'élimination complète de cette résine résiduelle attachée à la surface de l'émail est recommandée pour éviter l'accumulation prolongée de la plaque bactérienne, ce qui pourrait plus tard mener à des décalcifications et des problèmes parodontaux. La recherche d'une méthode efficace et sûre a attiré l'attention de beaucoup de chercheurs, ce qui a aboutit à l'élaboration de nombreux outils et techniques. Néanmoins, les techniques qui fournissent un polissage de l'émail efficace présentent une longue séquence clinique.

Ainsi, de nombreux cliniciens ont adopté leur propre méthode de dépose de résine et de polissage basée sur des essais et des échecs sans connaître les dommages réels qui pourraient apparaître sur l'émail du patient. (45)

3.2.1. Elimination des restes d'adhésif

Après un traitement orthodontique, les brackets sont déposés mécaniquement et l'adhésif résiduel doit être éliminé puisque des restes de résine entraineraient une accumulation de plaque et pourraient aussi se décolorer. (46)

L'enjeu demeure dans l'élimination de l'adhésif résiduel en évitant des lésions iatrogènes, comme une surface rugueuse et des fissures verticales amélaires ou encore une nécrose pulpaire, et de minimiser la perte de la couche externe de l'émail car elle est la plus dure et la plus minéralisée.

Ces lésions peuvent être causées par une technique inappropriée, le matériel de collage, le mordançage et la similarité de couleur entre l'émail et l'adhésif.

La rigidité du matériau idéal pour l'élimination de restes d'adhésif doit être supérieure à celle de l'adhésif mais plus faible que celle de la structure de l'émail.(47)

Il n'existe actuellement pas de consensus quant à la meilleure technique provoquant le moins de dommage amélaire.

Il semblerait en effet qu'aucune technique ne permettrait d'éliminer la résine résiduelle sans causer des lésions dans l'émail, en partie à cause du mordançage acide qui conduit à une infiltration de résine dans l'émail, mais aussi à la rigidité amélaire plus faible que les matériaux abrasifs utilisés (quartz, aluminium, acier, oxyde de zirconium et carbure de tungstène). (46)

Cependant, la littérature énumère une grande variété de méthode d'élimination de l'adhésif résiduel : (47)

• Pince pour retirer la colle



Cette technique a de bons résultats car elle est moins invasive et apporte plus de confort pour le patient puisqu'il n'y a pas de vibrations (présentes lors de l'utilisation des ultrasons ou des fraises carbure de tungstène).

De plus, elle est rapide d'utilisation.

Cependant de nombreux auteurs la décrivent comme la pire méthode.

En effet, cette procédure cause une usure de l'épaisseur de l'émail.

les lasers

Les dommages amélaires causés par le laser à radiations de CO2 dépendent de la puissance utilisée, des brûlures peuvent être causées, cette méthode peut être plus dangereuse que les fraises carbure de tungstène.

ER : Yag Laser cause significativement plus de lésions sévères de l'émail que les fraises carbure de tungstène. (46)

• la fraise Shofu,

• les disques Sof-Lex



Ces disques permettent de conserver les caractéristiques initiales de l'émail dans 50% des cas (surface régulière).

Cependant c'est une méthode chronophage, dû au passage de 4 disques et elle n'élimine pas totalement l'adhésif. (48)

• Les fraises en fibres de verre



Leur utilisation est recommandée dans l'élimination des restes d'adhésifs car c'est une méthode rapide et elle possède une capacité de distinction entre l'adhésif et l'émail entrainant donc une absence de lésion de l'émail à son contact.

• Les ultrasons :



Ils sont considérés comme nuisibles, entrainant des surfaces amélaires fragilisées. Cette méthode est difficile à utiliser car les inserts ne couvrent pas toute la surface de travail. Elle requiert donc plus de temps et de passage sur l'émail. La dureté de l'instrument est aussi responsable de ces effets secondaires. De plus, les vibrations causent une rupture des prismes de l'émail. • Les fraises carbures de tungstène à faible ou grande vitesse :



C'est une méthode efficace qui cause moins de dommages et présente une plus grande rapidité d'utilisation.

ZARRINNIA & Coll. (1995) ont comparé 7 procédures différentes d'élimination de l'adhésif résiduel et ont conclu que les fraises en carbure étaient efficaces mais produisent une surface amélaire insatisfaisante, ce qui peut être arrangé par une finition à l'aide des disques Sof-Lex et un polissage réalisé avec un manchon en caoutchouc et une pâte au silacate de zirconium.(46)

Selon une étude réalisée en 2015 par LEAO FILHO & Coll, l'utilisation d'une fraise carbure de tungstène à basse vitesse entraîne un résidu d'adhésif sur la surface amélaire plus faible que lors de l'utilisation de cette même fraise à grande vitesse. (31)

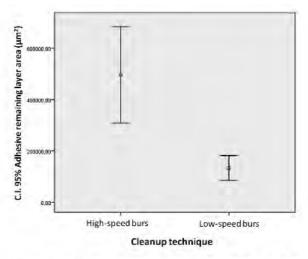


Figure 4. Confidence intervals and the mean remaining adhesive layer area (µm2) after cleanup.

De plus, IRELAND & Coll. (2005) ont également rapporté une perte plus faible d'épaisseur d'émail (2-28 μ m) lors de l'utilisation de fraises carbure de tungstène à faible vitesse. (49)

La dépose des brackets est une procédure à risque pour l'émail : fissures, rayures ou encore perte tissulaire.

La clé de la préservation de ce tissu peut être l'utilisation de techniques de débaguage qui préviennent le développement des fractures de l'adhésif au niveau de l'interface émail-adhésif, laissant le plus possible d'adhésif sur la surface dentaire. (31) KNOSEL & Coll. (2010) et ZACHRISSON & Coll. (1980) ont observé que le maintien de l'intégrité amélaire après le débaguage coïncide avec la présence d'une large quantité d'adhésif résiduel. (50)

Une autre étude (2015) a montré à l'aide d'une analyse au microscope électronique qu'une surface amélaire plus lisse était obtenue lors d'un polissage réalisé avec une pâte à l'oxyde d'aluminium en comparaison avec une pierre ponce. Visuellement, on retrouve aussi une surface plus brillante. (45)

Conclusions:(47)

- Toutes les méthodes d'élimination d'adhésif modifient la rugosité et la topographie de l'émail.
- Deux aspects iatrogéniques doivent être considérés dans ces techniques d'élimination de l'adhésif : la perte amélaire par le mordançage, le meulage et le polissage ; et l'augmentation de la rugosité amélaire.
- Les ultrasons et les fraises diamantées sont inadaptés pour retirer de la résine composite.
- Les méthodes de choix sont par ordre décroissant : les disques Sof-Lex, les fraises en fibres de verre, les fraises carbure de tungstène et la pince.
- Les disques Sof-Lex et les fraises en fibres de verre doivent être utilisées en association avec un polissage pour être capables de restaurer les conditions initiales amélaires.

3.2.2. Le polissage

Il est réalisé à l'aide d'embouts en caoutchouc et d'eau ou de pâte de diamant. (47)

3.2.3. Perte amélaire

FITZPATRICK & WAY (1977) ont trouvé une perte d'émail de 55 μm après l'élimination des restes de résine adhésive. (46)

AL SHAMSI & Coll. (2007) ont rapporté que la perte d'émail après la dépose des brackets et l'élimination de l'adhésif avec une fraise carbure de tungstène est de 22,8 μ m pour les adhésifs photopolymérisables et 50,5 μ m pour les brackets pré-enduits. (51) TÜFEKCI & Coll. ont rapporté une perte d'émail de 0,16 μ m lors de l'utilisation des fraises carbure de tungstène et de 0,10 μ m pour les disques Sof-Lex. (52)

Il est admis que l'élimination de la couche externe de l'émail entraine une diminution de la résistance amélaire (et donc l'augmentation de sa sensibilité à la déminéralisation), car la couche la plus externe est la plus rigide et la plus minéralisée et doit donc être protégée.

Cependant, l'infiltration de la résine résultant du mordançage de l'émail peut aller jusqu'à 50 µm.

Ainsi, une élimination complète de cet adhésif requiert un meulage de la couche d'émail. (46)

3.2.4. Coloration de l'émail

ELIADES & Coll. (2001) ont rapporté que la couleur de l'émail est aussi affectée par le débaguage et les différentes procédures de nettoyage.

En plus des effets iatrogéniques du traitement orthodontique comme une surface plus rugueuse, le changement de couleur de l'émail peut aussi provenir d'une décoloration de la résine résiduelle qui a pénétré de manière irréversible la surface amélaire. La résine résiduelle peut changer la couleur de la dent de part à la fois de changements internes dus à une réaction physico-chimique de la résine adhésive et de changements

3.3. La prise en charge des WSL

Depuis l'apparition des appareils multi-attaches, les WSL sont devenus un problème clinique, pouvant être attribués aux difficultés de la réalisation de l'hygiène orale et l'accumulation prolongée de la plaque dentaire. (16) (53)

externes causés par une absorption superficielle de pigments alimentaires. (44)

Le traitement préventif des WSL consiste en une combinaison de fluoration locale et une abrasion par le brossage dentaire, avec ou sans une dissimulation esthétique par un blanchiment externe ou par une infiltration de résine dans le but de stopper la progression de la déminéralisation. (54)

3.3.1. Prévalence des WSL

La prévalence des WSL chez les patients sous traitement orthodontique varierait entre 2% et 97% selon les auteurs ; une étude de 2011 reporte que 72,9% des patients développent une WSL durant le traitement. (55)

Les facteurs de risque incluent : une hygiène orale pauvre, un pouvoir tampon et un flux salivaire faible, la présence ou l'absence de fluoration locale, et un surplus de mordançage des surfaces amélaires qui ne sont pas recouvertes par les brackets ou les sealants. (54)

Il est admis que ces lésions peuvent disparaître grâce à une reminéralisation par la salive une fois que l'appareil orthodontique sera retiré et l'hygiène buccale restaurée. (55)(56)

Cependant, l'élimination seule de la plaque stagnante n'est pas suffisante pour achever complétement la disparition des WSL, et certaines taches secondaires au débaguage peuvent durer jusqu'à 5 à 12 ans. (57)

La régression des WSL après la dépose de l'appareil orthodontique survient principalement dans les 3 premiers mois, et les lésions présentes après cette période sont susceptibles de persister. (55)

Il peut donc être nécessaire d'appliquer des agents reminéralisants pour réparer les parties les plus profondes des WSL pour de meilleurs résultats esthétiques. Bien que les traitements post-orthodontiques des WSL diffèrent de leur prévention pendant le traitement, il existe des agents reminéralisants communs comme le fluor et le phosphate de calcium. (16)

3.3.2. Agents reminéralisants

3.3.2.1. Le fluor

Le fluor est reconnu comme bloquant le développement et la progression des lésions carieuses durant le traitement orthodontique, mais du fluor concentré n'est pas recommandé dans le traitement des WSL sur les faces vestibulaires des dents, puisqu'une hyper minéralisation maintient la blancheur de ces lésions. (16)(56) De plus, bien que la capacité de reminéralisation de l'émail par le fluor soit démontrée, les preuves sont insuffisantes pour supporter l'efficacité du fluor dans la reminéralisation des WSL post-orthodontiques. (16)

3.3.2.2. Le CPP-ACP

Cet agent agit en augmentant le niveau d'ions calcium et phosphate sous la surface de la lésion, et son efficacité peut être améliorée par l'incorporation de fluor.

Il a donc le potentiel d'achever la reminéralisation de la sous-surface et de réparer esthétiquement les WSL.

Des études *in vitro* et *in situ* ont démontré que le complexe CPP-ACP peut promouvoir la reminéralisation de la sous surface des lésions amélaires ; cependant, les preuves cliniques actuelles sont insuffisantes pour prouver leur bénéfice clinique dans la gestion non invasive des WSL post-orthodontiques. (16)

La thérapie topique de reminéralisation est un traitement d'approche pour les WSL ; cependant, l'utilisation de CPP-ACP, de faible concentration de fluor, ou d'une combinaison des deux ont été prouvées comme minimales et souvent cliniquement inefficaces. (55)

Des études supplémentaires sont nécessaires pour prouver la réelle efficacité de ces agents dans la reminéralisation de l'émail après un traitement orthodontique.

3.3.3. La microabrasion et les restaurations

Bien que les microabrasions puissent éliminer les WSL, cette technique élimine potentiellement une large quantité d'émail.

Les WSL touchant surtout une population de jeunes patients, le pronostic à long terme de la dent restaurée est un préoccupation importante.

Les techniques restauratrices à l'aide de composite ou de céramique ont été très utilisées avec des résultats esthétiques excellents, mais sont associés à une perte substantielle de tissu dentaire dur. (58)

Considérant le caractère invasif de la microabrasion (peut retirer jusqu'à 250 μ m d'émail (59)) et des restaurations traditionnelles en comparaison avec la faible quantité d'émail déminéralisé, une technique moins invasive serait préférable. (60)

3.3.4. L'infiltration de résine

3.3.4.1. Méthode

Avec le temps, la reminéralisation de la surface externe de la lésion diminue l'accès aux ions calcium (et aux autres ions) à la portion la plus profonde de la lésion, aboutissant à l'arrêt du processus de reminéralisation, on l'appelle alors « WSL arrêtée».

DAVILA & Coll. proposèrent l'infiltration de résine il y a plus de 40 ans, mais c'est KIELBASSA & Coll. (2009) qui ont mis en place des avancées dans la technique et les matériaux pour la rendre plus efficace. (55)

Cette technique fut initialement développée dans le but d'arrêter la progression des lésions interproximales. (58)

L'infiltration de résine est un traitement présenté comme très peu invasif et implique la pénétration de résine dans le corps de la WSL, avec une perte minimal d'émail.

Dans cette méthode, le clinicien utilise un acide de mordançage pour retirer la couche extérieure reminéralisée de l'émail, exposant ainsi le corps de la lésion déminéralisée. De la résine à basse viscosité pénètre ensuite dans la lésion grâce aux forces capillaires. Ainsi, les porosités des lésions carieuses sont bouchées et la diffusion d'acides et de minéraux est réduite. Par conséquent, la progression de la lésion est empêchée et la progression carieuse ralentit voire même s'arrête. (61)

Le camouflage des caries amélaires est du à l'infiltration de la lésion par des résines possédant un index de réfraction similaire aux cristaux d'apatite de l'émail (*IR*=1,62). (55)(58)(59)

L'émail sain a donc un index de réfraction de 1,62 tandis que les WSL ont de nombreux pores remplis d'eau (IR=1,33) et d'air (IR=1,00).

La différence des IR entre les cristaux de l'émail et le milieu des porosités affecte la dispersion de la lumière et donne à ces lésions une apparence blanche, spécialement quand elles sont asséchées.

Quand les micropores des WSL sont infiltrés par la résine (*IR=1,46*), qui a un IR similaire à l'émail et ne peut pas s'évaporer, la différence des IR entre les porosités et l'émail est à un niveau négligeable et les WSL retrouvent alors leur translucidité, apparaissant ainsi similaire à l'émail sain l'entourant.(59)

Les résultats des études *in vitro* ont montré des résultats significatif dans l'amélioration esthétique des WSL à l'aide de cette méthode.(58) (62)

Une étude menée par SENESTRARO & Coll. (2013) a conclu que cette technique améliore significativement l'apparence clinique des WSL et réduit leur taille.

De plus, cette amélioration fut stable durant la période de 8 semaines de l'étude. (55) Une autre étude clinique (2011) a démontré un masquage réussi des lésions post-orthodontiques avec un traitement par infiltration : 61% complètement masquées et 33% en partie masquées. (63)

Cependant, certaines lésions ne répondent pas ou seulement en partie à l'infiltration de résine. Une approche prometteuse pour améliorer cette technique serait de varier les IR des résines. (58)

Le polissage de ces lésions infiltrées améliore la stabilité de l'effet camouflage probablement grâce à la réduction de la surface poreuse et l'élimination de la couche d'inhibition d'oxygène.

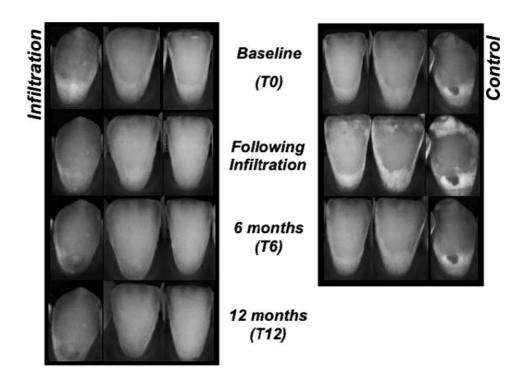
Au contraire, un polissage de lésions non traitées a résulté en l'écroulement de certaines surfaces anciennement intactes augmentant ainsi sévèrement le risque de décoloration.(58)

Un récent essai clinique randomisé (2013) sur 6 mois portant sur la durabilité de l'effet de camouflage des WSL par l'infiltration de résine a montré qu'il y avait une réduction significative et cliniquement pertinente de la couleur et de la transparence de l'émail chez les patients traités par rapport au groupe contrôle. (64)

Une étude réalisée en 2015 par ECKSTEIN & Coll. a proposé d'étudier cet effet de camouflage sur 1 an. (54)

Les conclusions ont été les suivantes :

- L'apparence des WSL a été améliorée par l'infiltration de la lésion
- Le matériau infiltrant et la dissimulation des lésions ont été stables sur une période de 12 mois *in vivo*, pas de modification significative de la couleur des lésions dans les 6 à 12 mois après l'infiltration, permettant de valider la durabilité esthétique de cette technique.
- Les patients n'ont pas reporté d'effets secondaires indésirables sur cette période suivant l'infiltration.



3.3.4.2. Cas clinique (61)

6 patients entre 14 et 17 ans ont été sélectionnés, ayant reçu un traitement orthodontique pendant 2 ans et présentant après le débaguage des WSL évidentes. Les photos montrent un de ces 6 patients qui présentait des lésions sur ses dents. Une digue a été placée pour travailler en milieu sec (1).

Le mordançage a ensuite été réalisé à l'aide d'acide chlorhydrique à 15%, pendant 2 minutes (2).

Il est ensuite rincé pendant 30 secondes (3), et suivi par l'application d'éthanol pour le séchage (4).

La résine à basse viscosité est appliquée et laissée pendant 3 minutes pour s'assurer de sa pénétration (5).

L'excès est ensuite retiré à l'aide d'un fil dentaire et la photopolymérisation est réalisée (6).

On applique une seconde couche de résine pendant environ 1 minute et le même protocole est appliqué.

On remarque cliniquement des changements dans l'opacité et une amélioration esthétique (7). Cette amélioration est même retrouvée en milieu humide (8).



1. Photographie pré-opératoire



2. Application de l'acide de mordançage



3. Rinçage du mordançage



4. Séchage à l'aide d'une solution d'ethanol



4. Application de la résine d'infiltration



5. Photopolymérisation de la résine



6. Esthétique améliorée en post traitement



7. Esthétique améliorée en milieu humide

3.3.5. Comparaison des différentes techniques de reminéralisation (59)

Une étude menée par YUAN & Coll. (2014) s'est basée sur 114 prémolaires et molaires permanentes humaines extraites.

Les critères d'exclusion étaient : présence de métal, déminéralisation, cavité, fluorose, défaut de l'émail ou restaurations.

Après extraction, les dents ont été immédiatement nettoyées avec de l'eau et gardées dans une solution à 0,05% de thymol.

Des WSL ont ensuite été créées en utilisant du gel déminéralisant à 37 degrés pendant une semaine.

Après cette procédure, chaque dent présentait une WSL artificielle de 2mm x 3mm.

Les dents ont ensuite été réparties en 4 groupes :

- Le groupe fluorure de calcium: immersion des dents dans 300 ml à 500 ppm de solution de fluorure de calcium et remuée à 100 rpm pendant 5 minutes (pour imiter la possible reminéralisation entrainée par le brossage quotidien au dentifrice fluoré).
- Le groupe CPP-ACP: une crème ACP est appliquée sur les dents en utilisant une microbrosse et laissées en état pendant 5 minutes.

- Le groupe à infiltration de résine : un mordançage à 15% d'acide hypochlorique est réalisé sur les WSL qui sont ensuite rincées à l'eau pendant 30 secondes. Les WSL sont séchées pendant 10 secondes, suivi d'une application d'éthanol pendant 30 secondes, puis de nouveau séchage pendant 10 secondes. Puis la résine est appliquée et laissée pendant 3 minutes. La résine est photopolymérisée pendant 60 secondes. Un polissage de 20 secondes est ensuite réalisé pour terminer le protocole.
- *Le groupe témoin* : les dents sont plongées dans 300 ml d'eau distillée et remuées à 100 rpm pendant 5 minutes.

Les dents ont ensuite été analysées par un spectrophotomètre pour mesurer le changement de couleur de l'émail (ΔE) et par une fluorescence quantitative photoinduite pour évaluer la perte de fluorescence des dents (ΔQ).

Les valeurs de ΔE et ΔQ ont diminuées significativement dans le groupe à infiltration de résine, indiquant que cette méthode était la plus efficace des 3 traitements dans le camouflage des WSL ainsi que pour ramener l'émail à sa couleur naturelle. Ceci car l'air et l'eau dans les microporosités des WSL ont été remplacés par de la résine, entrainant une diminution de la dispersion de la lumière dans l'émail.

Le fluor est utilisé largement dans la reminéralisation des WSL, et un bain de bouche quotidien au NaF peut réduire l'apparition et la sévérité de ces lésions durant le traitement orthodontique.

Cependant, l'amélioration esthétique des WSL traitées par le fluor est peu probante. Dans cette étude, il a été démontré que la couleur initiale de l'émail ne peut pas être retrouvée avec une utilisation seule de traitement à 500 ppm de NaF.

Dans cette étude, le CPP-ACP n'a pas eu d'effet significatif sur le rétablissement de la couleur de la WSL, surement parce que le traitement consistait en une seule application rapide. Il existe un manque d'étude quant à l'efficacité de CPP-ACP à long terme.

- L'infiltration de résine semble donc être la meilleure méthode testée dans le traitement des WSL.
- L'application d'acide chlorhydrique à 15% comme mordançage a été démontré comme étant supérieur de 37% à l'acide phosphorique dans l'élimination de la couche superficielle de la lésion amélaire quand il est appliqué pendant 120 secondes. (61)
- En contraste à la microabrasion, seulement 30 à 40 μm sont éliminés dans cette technique, la rendant réellement micro-invasive. (61)
- Cependant, l'effet à long terme de cette méthode en pratique clinique doit être plus étudié.
- Le temps de traitement au fluor et CPP-ACP et le temps de reminéralisation doivent être prolongés pour déterminer combien de temps prennent les modalités de reminéralisation pour restaurer l'apparence amélaire normale des WSL.

PARTIE IV

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES ET FICHES DE SUIVI CLINIQUE DU RISQUE CARIEUX

4. Recommandations générales par les orthodontistes

Le succès de la prévention repose sur la collaboration de tous les acteurs : le patient, les parents, l'odontologiste généraliste ou pédiatrique et l'orthodontiste.(5) Une étude allemande de la littérature menée en 2015 par OOSTERKAMP & Coll. (65) combinée à l'opinion d'experts a permis d'établir une base de conduite de pratique clinique sur la gestion des WSL avant et durant un traitement orthodontique.

Mesures/recommandations générales préventives précédant le traitement ODF (MG)

- 1. La bouche doit être sans plaque, caries et gingivites avant de commencer le traitement
- 2. Explication de la situation actuelle d'hygiène orale
- 3. Conseils diététiques
- 4. Motivation à l'hygiène, évaluation des capacités psychomotrices, et quand elles ne sont pas appropriées, conseils sur le brossage à l'aide de la brosse à dent électrique
- 5. Application de vernis fluoré sur les WSL présentes/visibles
- 6. Brossage à l'aide d'un dentifrice fluoré (1450 ppm) deux fois par jour

Mesures/recommandations spécifiques durant le traitement ODF (MS)

- 1. Utilisation d'un dentifrice fluoré (1450 ppm) deux fois par jour
- 2. Dépose des arcs, nettoyage et polissage des dents, application de vernis fluoré
- 3. Nutrition appropriée et conseils d'hygiène
- 4. Lettre au (parents du) patient avec une explication du problème et une copie au cabinet dentaire d'omnipratique
- 5. Lettre au (parents du) patient contenant des informations sur les dommages carieux visibles et explication du problème, et une copie au cabinet dentaire d'omnipratique
- 6. Lettre au (parents du) patient concernant le débaguage et copie au cabinet dentaire d'omnipratique
- 7. Débaguage

4.1. Résultat des conseils généraux avant et pendant le traitement orthodontique

4.1.1. Avant le traitement

SANTE ORALE	HYGIENE ORALE	PRISE DE SUCRE	MESURES PREVENTIVES	TRAITEMENT
Saine	Satisfaisante	Faible	MG	Début
		Forte		
Restaurations/Sealants	Satisfaisante	Faible	MG	Début
		Forte	MG 2-5*	Report
WSL	Modérée	Faible	MG 3,6*	Report
		Forte	MG 2-6*	-

^{*}Prêter plus attention à

4.1.2. Pendant le traitement

SANTE ORALE	HYGIENE ORALE	PRISE DE SUCRE	MESURES PREVENTIVES
Saine	Satisfaisante	Faible	MG/ MS 1
		Forte	MG/ MS 1,3
	Modérée	Faible	MG/MS 3
		Forte	MG/ MS 1-3
	Insatisfaisante	Faible	MG/ MS 3,4
		Forte	MG/ MS 2-4
Restaurations/sealants	Satisfaisante	Faible	MG/ MS 1
		Forte	MG/ MS 2,3
	Modérée	Faible	MG/ MS 1
		Forte	MG/ MS 1-3
	Insatisfaisante	Faible	MG/ MS 3,4
		Forte	MG/ MS 2-4
WSL	Satisfaisante	Faible	MG/ MS 2,3
		Forte	MG/ MS 1,2,3,5
	Modérée	Faible	MG/ MS 1,2,3,5
		Forte	MG/ MS 1,2,3,5
	Insatisfaisante	Faible	MG/ MS 1,2,3,5
		Forte	MG/MS 2,3,6,7

4.2. Fiche de suivi clinique du risque carieux par les dentistes omnipraticiens

La réussite du traitement orthodontique ne se limite pas à des critères d'alignements et d'occlusion molaire de classe I d'angle ; il nécessite une connaissance et un plein contrôle des risques potentiels associés comme la déminéralisation (WSL). Les traitements orthodontiques augmentent le risque d'apparition des lésions carieuses si le risque carieux n'est pas maîtrisé, ce qui porte préjudice au patient et compromet la réussite du traitement.

Le risque carieux doit être réévalué périodiquement tout au long du traitement, à raison d'une visite trimestrielle :

- Examen clinique rigoureux de l'ensemble des surfaces dentaires après un nettoyage dentaire professionnel,
- Réévaluation des paramètres comportementaux du patient
- Eventuellement tests salivaires

Chaque visite chez le dentiste doit être l'occasion de renforcer la motivation à l'hygiène orale et l'application de vernis fluorés et/ou d'agents antimicrobiens.

OPSAHL VITAL & Coll. (2010) ont mis en place une démarche diagnostique spécifique et une présentation des mesures de prévention spécifiquement validées à mettre en œuvre parallèlement au traitement orthodontique. (5)

4.2.1. Avant le traitement

CHRONOLOGIE	MESURES STANDARDS	MESURES OPTIONNELLES
Préparation initiale Avant la pose des attaches Séance 1	 Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires Examen carieux clinique et radiographique Enseignement et motivation à l'hygiène Prescription dentifrice fluoré à 1500 ppm et bain de bouche au fluorure de sodium à 0,05% Entretien alimentaire 	- Scellement des sillons des 1ères et 2èmes molaires - Scellement des sillons des prémolaires et des cingulum des incisives - Réalisation de tests biologiques d'aide à l'évaluation du risque carieux Ex : Clinpro Cario L-Pop (3M système), Cario-Analyse (Pierre Fabre Oral Care)
Préparation initiale Avant la pose des attaches Séance 2 ou 3 en fonction du patient	- Contrôle de l'hygiène orale - Contrôle du traitement de toutes les caries - Etablissement du calendrier de suivi carieux au cours du traitement d'orthodontie * Si le risque carieux n'est pas maîtrisé, le traitement doit être reporté	- Application de vernis fluorés à 22 500 ppm

4.2.2. Pendant le traitement

CHRONOLOGIE	MESURES STANDARDS	MESURES OPTIONNELLES
Pose des attaches	 Utilisation d'un CVIMAR 	- Préférer les attaches
	pour le scellement des	orthodontiques aux bagues sur
	bagues et le collage des	les molaires
	attaches	- Préférer les ligatures
		métalliques aux élastomériques
		- Utilisation d'attaches auto-
		ligaturantes

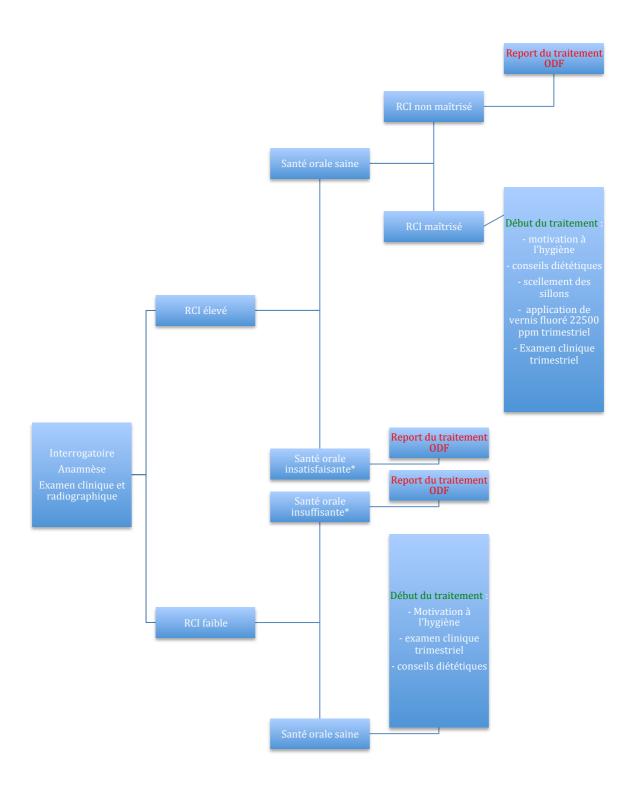
Weite de contrôle à 2	Control J. M. ()	Application January C. (1)
Visite de contrôle à 3 mois Visite de contrôle à 6 mois Visite de contrôle à 9 mois	- Contrôle de l'hygiène orale - Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires - Examen dentaire minutieux - Motivation à l'hygiène dentaire - Contrôle de l'hygiène orale - Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires - Examen dentaire minutieux - Motivation à l'hygiène dentaire - Contrôle du scellement des bagues et collage des attaches * Si le risque carieux n'est pas maîtrisé et entraîne l'apparition de lésions carieuses, le système multi-attaches doit être déposé et le traitement différé - Contrôle de l'hygiène orale - Nettoyage	- Application de vernis fluorés à 22 500 ppm SI l'hygiène orale n'est pas satisfaisante : - Prescription d'une brosse à dent électrique - Application de vernis à la chlorexidine à 1% Si défaut du programme de fluoration à domicile : - Application de vernis fluorés à 22 500 ppm - Réalisation de tests biologiques pour le suivi du risque carieux - Application de vernis à la chlorexidine à 1% - Application de vernis
Visite de contrôle à 9 mois	attaches * Si le risque carieux n'est pas maîtrisé et entraîne l'apparition de lésions carieuses, le système multi-attaches doit être déposé et le traitement différé - Contrôle de l'hygiène	biologiques pour le suivi du risque carieux - Application de vernis à
	surfaces dentaires - Examen dentaire minutieux - Motivation à l'hygiène dentaire	
Visite de contrôle à 12 mois	- Contrôle de l'hygiène orale - Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires - Examen dentaire minutieux - Motivation à l'hygiène dentaire - Contrôle du scellement des bagues et du collage des attaches *Si le risque carieux n'est pas maîtrisé et entraîne l'apparition de lésions carieuses, le système multi-attaches doit être déposé et le traitement différé	 Application de vernis à la chlorexidine à 1% Application de vernis fluorés à 22 500 ppm Réalisation de tests biologiques pour le suivi du risque carieux
Visite de contrôle à 15 mois	 Contrôle de l'hygiène orale Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires Examen dentaire minutieux 	 Application de vernis à la chlorexidine à 1% Application de vernis fluorés à 22 500 ppm

	 Motivation à l'hygiène dentaire 	
Visite de contrôle à 18 mois	- Contrôle de l'hygiène orale - Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires - Examen dentaire minutieux - Motivation à l'hygiène dentaire - Contrôle du scellement des bagues et du collage des attaches *Si le risque carieux n'est pas maîtrisé et entraîne l'apparition de lésions carieuses, le système multi-attaches doit être déposé et le traitement différé	 Application de vernis à la chlorexidine à 1% Application de vernis fluorés à 22 500 ppm Réalisation de tests biologiques pour le suivi du risque carieux
Visite de contrôle à 21 mois	Contrôle de l'hygiène orale Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires Examen dentaire minutieux Motivation à l'hygiène dentaire	 Application de vernis à la chlorexidine à 1% Application de vernis fluorés à 22 500 ppm
Dépose des attaches à 24 mois	 Nettoyage prophylactique des surfaces dentaires Vérification de l'élimination complète des agents de scellement et de collage orthodontiques Examen carieux clinique et radiographique 	 Reminéralisation des lésions carieuses par application de vernis fluorés à 22 500 ppm ou par infiltration de résine Soins des lésions dentinaires

4.2.3. Après le traitement

CHRONOLOGIE	MESURES STANDARDS	MESURES OPTIONNELLES
Visite de contrôle 3 mois après la dépose	- Examen carieux clinique et radiographique	- Suite du traitement de reminéralisation
	 Contrôle du traitement des lésions 	

5. Arbre décisionnel



^{*} présence de caries, gingivites ...

6. Conseils au patient

De simples recommandations peuvent être fournies au patient afin de limiter les risques de carie lors du traitement orthodontique, comme « l'ABCD buccodentaire » :

- *A comme alimentation* : le respect d'un équilibre alimentaire et d'un régime non cariogène sont un facteur déterminant dans la prévention de la maladie carieuse.
- *B comme brossage* : une technique adaptée au patient doit être enseignée par un professionnel et elle doit être maîtrisée et effectuée dans le cadre d'un brossage biquotidien au minimum.
- *C comme contrôles réguliers* : l'évaluation du RCI doit être réalisée avant et pendant le traitement par le chirurgien dentiste.
- *D comme dentifrice fluoré* : l'apport quotidien de fluor est un effet carioprotecteur et réduit le taux de dissolution de l'émail.

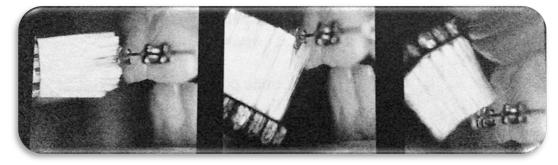
6.1. Fiches conseils

Une fiche de conseil peut alors être remise au patient, en fonction du RCI évalué par le praticien.

Voir annexes

6.2. Méthode de brossage avec les bagues

3 minutes



Technique de brossage *



Passage de la brossette sous l'arc *

^{*} Photos provenant du livret remis au patient par l'orthodontiste au centre hospitalier de Rangueil

CONCLUSION

Dans le cadre de la prévention de la maladie carieuse durant les traitements orthodontiques, la coopération entre le chirurgien dentiste et l'orthodontiste devrait être constante avant, pendant et après le traitement afin d'optimiser les conseils de prophylaxie donnés par ces deux praticiens.

La compliance des patients est également primordiale car la plupart des mesures de prévention des déminéralisations amélaires post orthodontiques nécessitent leur implication bien plus encore que celle de l'odontologiste et de l'orthodontiste.

Il est important que l'état buccodentaire des patients soit parfaitement évalué avant le début d'un traitement orthodontique et qu'il réponde à des critères rigoureux d'hygiène, afin de ne pas être la source de complications comme les déminéralisations amélaires, reconnues comme un effet iatrogène, qui ne sont cependant pas la conséquence directe du traitement orthodontique mais plutôt le résultat d'un contrôle de plaque dentaire insuffisant.

Ainsi, avant le traitement, les facteurs de risque carieux individuels des patients doivent être parfaitement évalués et seule leur maîtrise tout au long du traitement permet d'assurer la prévention des déminéralisations.

Un suivi régulier du patient (comportement alimentaire, hygiène buccale...), mené conjointement par l'odontologiste et l'orthodontiste, sont les garants d'un parfait état de santé buccodentaire en fin de traitement orthodontique.

Sur l'émail, des colorations, des déminéralisations voire des caries, fêlures, fractures peuvent être constatées pendant le traitement orthodontique ou lors de la dépose des attaches.

Toutes ces lésions peuvent être considérées comme un échec thérapeutique et la responsabilité du praticien peut être engagée. De ce fait, des moyens préventifs et curatifs se développent.

De simples recommandations comme un régime alimentaire équilibré, une technique de brossage efficace, des contrôles trimestriels chez le dentiste et l'apport quotidien de fluor doivent être mises en place et interviennent ainsi avant même l'apparition des lésions carieuses, permettant d'abaisser durablement et efficacement le risque carieux individuel.

En cours de traitement, le contrôle de plaque doit être optimal à l'aide d'apport de fluor et d'agents antimicrobiens.

Les progrès des dernières années en odontologie comme l'emploi des CVIMAR dans le collage des attaches orthodontiques ont permis une diminution du risque carieux iatrogène.

Certaines techniques sont donc à privilégier par l'orthodontiste pour éviter au maximum les WSL comme l'utilisation d'acide polyacrylique et les automordancants avec les CVIMAR

L'utilisation de brackets en métal est préférable aux boitiers céramiques, et les excès de colle doivent être parfaitement éliminés.

Les déminéralisations amélaires post orthodontiques peuvent donc être limitées si la participation active du patient est présente conjointement avec l'action complémentaire du chirurgien dentiste et de l'orthodontiste tout au long du traitement, mais aussi en amont et après la dépose des attaches orthodontiques.

ANNEXES

> Dans le cas d'un RCI faible :



Utilisation d'une brosse à dent manuelle ou electrique



Il faut changer plus régulièrement de brosse à dent car elle s'use plus vite



Utilisation de brossettes interdendaires pour nettoyer sous les arcs



Dentifrice à 1500 ppm de fluor 2 fois par jour



Eviter les aliments et boissons sucrés



Bain de bouche quotidien



Contrôle tous les 3 mois chez le dentiste

> Dans le cas d'un RCI élevé :



Utilisation d'une brosse à dent electrique avec une tête orthodontique



Changer régulièrement sa brosse à dent car elle s'use plus vite



Utilisation de brossettes interdendaires pour nettoyer sous les arcs



Dentifrice à 2500 ppm de fluor 2 fois par jour



Bain de bouche quotidien



Eviter les aliments et boissons trop sucrés



Contrôle tous les 3 mois chez le dentiste

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Øgaard B. White Spot Lesions During Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects. Semin Orthod. sept 2008;14(3):183-93.
- 2. Hadler-Olsen S, Sandvik K, El-Agroudi MA, Øgaard B. The incidence of caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents with a comprehensive caries prophylactic regimen—a prospective study. Eur J Orthod. 1 oct 2012;34(5):633-9.
- 3. Ge Y, Caufield PW, Fisch GS, Li Y.; Streptococcus mutans and Streptococcus sanguinis Colonization Correlated with Caries Experience in Children. Caries Res. 2008;42(6):444-8.
- 4. dos Santos Junior VE, de Sousa RM, Oliveira MC, de Caldas Junior AF, Rosenblatt A. Early childhood caries and its relationship with perinatal, socioeconomic and nutritional risks: a cross-sectional study. BMC Oral Health. 2014;14(1):47.
- 5. Opsahl Vital S, Haignere-Rubinstein C, Lasfargues J-J, Chaussain C. Caries risk and orthodontic treatment. Int Orthod. mars 2010;8(1):28-45.
- 6. Belstrøm D, Holmstrup P, Nielsen CH, Kirkby N, Twetman S, Heitmann BL, et al. Bacterial profiles of saliva in relation to diet, lifestyle factors, and socioeconomic status. J Oral Microbiol [Internet]. 1 avr 2014 [cité 5 nov 2014];6(0).
- 7. Cunha-Cruz J, Scott J, Rothen MM, Mancl L, Lawhorn T, Brossel K, et al. Salivary characteristics and dental caries: evidence from general dental practices. J Am Dent Assoc 1939. 2013;144(5):e31.
- 8. Shrestha A, Mohamed- Tahir M, Hegde J, Azarpazhooh A, Kishen A. Caries-risk assessment with a chairside optical spectroscopic sensor by monitoring bacterial-mediated acidogenic-profile of saliva in children. J Conserv Dent JCD. 2011;14(4):395-400.
- 9. Baca P, Parejo E, Bravo M, Castillo A, Liebana J. Discriminant ability for caries risk of modified colorimetric tests. Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal. 2011;e978-83.
- 10. Sundaram M, Nayak UA, Ramalingam K, Reddy V, Rao AP, Mathian M. A comparative evaluation of Oratest with the microbiological method of assessing caries activity in children. J Pharm Bioallied Sci. juin 2013;5(Suppl 1):S5-9.
- 11. Bretz WA, Corby PMA, Costa S, Quadros M, Tavares VS, Moreira G, et al. Microbial acid production (Clinpro Cario L-Pop) and dental caries in infants and children. Quintessence Int Berl Ger 1985. 2007;38(4):e213.
- 12. Lang T, Staufer S, Jennes B, Gaengler P. Clinical validation of robot simulation of toothbrushing comparative plaque removal efficacy. BMC Oral Health. 4 juill 2014;14:82.
- 13. Neusser S, Krauth C, Hussein R, Bitzer EM. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of fissure sealants in children and adolescents with a high caries risk. GMS Health Technol Assess [Internet]. 2014 [cité 27 oct 2014];10. Disponible sur: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4185365/
- 14. Cury JA, Tenuta LMA. Evidence-based recommendation on toothpaste use. Braz Oral Res. 24 janv 2014;28(spe):1-7.
- 15. Sangamesh B, Kallury A. Iatrogenic effects of Orthodontic treatment–Review on white spot lesions. Int J Sci Eng Res. 2011;2:16.
- 16. Chen H, Liu X, Dai J, Jiang Z, Guo T, Ding Y. Effect of remineralizing agents on white spot lesions after orthodontic treatment: A systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. mars 2013;143(3):376-82.e3.
- 17. Srivastava K, Tikku T, Khanna R, Sachan K. Risk factors and management of white spot lesions in orthodontics. J Orthod Sci. 2013;2(2):43.

- 18. Velazquez-Enriquez U, Scougall-Vilchis RJ, Contreras-Bulnes R, Flores-Estrada J, Uematsu S, Yamaguchi R. Quantitative analysis of S. mutans and S. sobrinus cultivated independently and adhered to polished orthodontic composite resins. J Appl Oral Sci. 2012;20(5):544-9.
- 19. Fard BK, Ghasemi M, Rastgariyan H, Sajjadi SH, Emami H, Amani M, et al. Effectiveness of Mouth Washes on Streptococci in Plaque around Orthodontic Appliances. ISRN Dent. 2011;2011:1-4.
- 20. Arici S, Alkan A, Arici N. Comparison of different toothbrushing protocols in poortoothbrushing orthodontic patients. Eur J Orthod. 1 oct 2007;29(5):488-92.
- 21. Caldeira EM, Fidalgo TK da S, Passalini P, Marquezan M, Maia LC, Nojima M da CG. Effect of fluoride on tooth erosion around orthodontic brackets. Braz Dent J. 2012;23(5):581-5.
- 22. Kashani M, Farhadi S, Rastegarfard N. Comparison of the effect of three cements on prevention of enamel demineralization adjacent to orthodontic bands. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2012;6(3):89.
- 23. Tomiyama K, Mukai Y, Teranaka T. Acid resistance induced by a new orthodontic bonding system in vitro. Dent Mater J. 2008;27(4):590-7.
- 24. Miura KK, Ito IY, Enoki C, Elias AM, Matsumoto MAN. Anticariogenic effect of fluoride-releasing elastomers in orthodontic patients. Braz Oral Res. 2007;21(3):228-33.
- 25. Sanchez DJ, Walker MP, Kula K, Williams KB, Eick JD. Fluoride Prophylactic Agents Effect on Ceramic Bracket Tie-Wing Fracture Strength. Angle Orthod. mai 2008;78(3):524-30.
- 26. Alexander SA, Ripa LW. Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. Angle Orthod. 2000;70(6):424-30.
- 27. Azarpazhooh A, Main PA. Fluoride varnish in the prevention of dental caries in children and adolescents: a systematic review. J-Can Dent Assoc. 2008;74(1):73.
- 28. Nalbantgil D, Oztoprak MO, Cakan DG, Bozkurt K, Arun T. Prevention of demineralization around orthodontic brackets using two different fluoride varnishes. Eur J Dent. 2013;7(1):41.
- 29. Choudhary G. Comparison of the Debonding Characteristics of Conventional and New Debonding Instrument used for Ceramic, Composite and Metallic Brackets An Invitro Study. J Clin Diagn Res [Internet]. 2014 [cité 4 nov 2015]; Disponible sur: http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-
- 709x&year=2014&volume=8&issue=7&page=ZC53&issn=0973-709x&id=4617
- 30. Ozcan M, Finnema K, Ybema A. Evaluation of failure characteristics and bond strength after ceramic and polycarbonate bracket debonding: effect of bracket base silanization. Eur J Orthod. 21 janv 2008;30(2):176-82.
- 31. Leão Filho JCB, Braz AKS, Araujo RE de, Tanaka OM, Pithon MM. Enamel Quality after Debonding: Evaluation by Optical Coherence Tomography. Braz Dent J. août 2015;26(4):384-9.
- 32. Johnson G, Walker MP, Kula K. Fracture strength of ceramic bracket tie wings subjected to tension. Angle Orthod. 2005;75(1):95-100.
- 33. Shintcovsk RL, Knop LAH, Gandini Jr LG, Martins LP, Pires AS. Comparison surface characteristics and chemical composition of conventional metallic and Nickel-Free brackets. Braz Oral Res. 2015;29(1):01-8.
- 34. Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. avr 2015;147(4):S56-63.
- 35. Passalini P, Fidalgo TK da S, Caldeira EM, Gleiser R, Nojima M da CG, Maia LC. Preventive effect of fluoridated orthodontic resins subjected to high cariogenic

- challenges. Braz Dent J. 2010;21(3):211-5.
- 36. Foley T, Aggarwal M, Hatibovic-Kofman S. A comparison of in vitro enamel demineralization potential of 3 orthodontic cements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. mai 2002;121(5):526-30.
- 37. Marini I, Bortolotti F, Parenti SI, Gatto MR, Bonetti GA. Combined effects of repeated oral hygiene motivation and type of toothbrush on orthodontic patients: A blind randomized clinical trial. Angle Orthod. 18 mars 2014;84(5):896-901.
- 38. Bonetti GA, Parenti SI, Garulli G, Gatto MR, Checchi L. Effect of fixed orthodontic appliances on salivary properties. Prog Orthod. 2013;14(1):1-4.
- 39. Peros K, Mestrovic S, Anic-Milosevic S, Slaj M. Salivary microbial and nonmicrobial parameters in children with fixed orthodontic appliances. Angle Orthod. sept 2011;81(5):901-6.
- 40. Pithon MM, Santos Fonseca Figueiredo D, Oliveira DD, Coqueiro R da S. What is the best method for debonding metallic brackets from the patient's perspective? Prog Orthod [Internet]. déc 2015 [cité 4 nov 2015];16(1). Disponible sur: http://www.progressinorthodontics.com/content/16/1/17
- 41. Ulusoy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. J Appl Oral Sci. 2009;17(3):209-15.
- 42. Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, van Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. Eur J Orthod. 1 févr 2012;34(1):25-32.
- 43. Swinburne ML, Willmot D, Patrick D. The use of debonding microspheres in electrothermal debonding. Eur J Orthod. 1 août 2011;33(4):407-12.
- 44. Knösel M, Mattysek S, Jung K, Sadat-Khonsari R, Kubein-Meesenburg D, Bauss O, et al. Impulse debracketing compared to conventional debonding: Extent of enamel damage, adhesive residues and the need for postprocessing. Angle Orthod. nov 2010;80(6):1036-44.
- 45. Yassaei S, Shahraki N, Aghili H, Davari A. Combined effects of Er: YAG laser and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on the inhibition of enamel demineralization: An in vitro study. Dent Res J. 2014;11(2):193-8.
- 46. Boncuk Y, Çehreli ZC, Polat-Özsoy Ö. Effects of different orthodontic adhesives and resin removal techniques on enamel color alteration. Angle Orthod. juill 2014;84(4):634-41.
- 47. Vidor MM, Felix RP, Marchioro EM, Hahn L. Enamel surface evaluation after bracket debonding and different resin removal methods. Dent Press J Orthod. avr 2015;20(2):61-7.
- 48. Grocholewicz K. Effect of Orthodontic Debonding and Adhesive Removal on the Enamel Current Knowledge and Future Perspectives a Systematic Review. Med Sci Monit. 2014;20:1991-2001.
- 49. Cardoso LAM, Valdrighi HC, Vedovello Filho M, Correr AB. Effect of adhesive remnant removal on enamel topography after bracket debonding. Dent Press J Orthod. déc 2014;19(6):105-12.
- 50. Eminkahyagil N, Arman A, Çetinsahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. Angle Orthod. 2006;76(2):314-21.
- 51. Ireland AJ. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. Eur J Orthod. 1 août 2005;27(4):413-9.
- 52. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional

measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: An in-vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. mars 2007;131(3):301.e9-301.e15.

- 53. Tüfekçi E, Merrill TE, Pintado MR, Beyer JP, Brantley WA. Enamel loss associated with orthodontic adhesive removal on teeth with white spot lesions: an in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. juin 2004;125(6):733-9.
- 54. Mensinkai PK, Ccahuana-Vasquez RA, Chedjieu I, Amaechi BT, Mackey AC, Walker TJ, et al. In situ remineralization of white-spot enamel lesions by 500 and 1,100 ppm F dentifrices. Clin Oral Investig. août 2012;16(4):1007-14.
- 55. Eckstein A, Helms H-J, Knösel M. Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: *One-year follow-up*. Angle Orthod. mai 2015;85(3):374-80.
- 56. Senestraro SV, Crowe JJ, Wang M, Vo A, Huang G, Ferracane J, et al. Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. J Am Dent Assoc. 2013;144(9):997-1005.
- 57. Uysal T, Amasyali M, Ozcan S, Koyuturk AE, Akyol M, Sagdic D. In vivo effects of amorphous calcium phosphate-containing orthodontic composite on enamel demineralization around orthodontic brackets. Aust Dent J. 1 sept 2010;55(3):285-91.
- 58. Marchisio O, Esposito MR, Genovesi A. Salivary pH level and bacterial plaque evaluation in orthodontic patients treated with Recaldent® products. Int J Dent Hyg. 1 août 2010;8(3):232-6.
- 59. Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. J Dent. nov 2013;41:e28-34.
- 60. Yuan H, Li J, Chen L, Cheng L, Cannon RD, Mei L. Esthetic comparison of white-spot lesion treatment modalities using spectrometry and fluorescence. Angle Orthod. mars 2014;84(2):343-9.
- 61. Akin M, Basciftci FA. Can white spot lesions be treated effectively? Angle Orthod. sept 2012;82(5):770-5.
- 62. Gugnani N, Pandit I, Gupta M, Josan R. Caries infiltration of noncavitated white spot lesions: A novel approach for immediate esthetic improvement. Contemp Clin Dent. 2012;3(6):199.
- 63. Torres CRG, Borges AB, Torres LMS, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. J Dent. mars 2011;39(3):202-7.
- 64. Kim S, Kim E-Y, Jeong T-S, Kim J-W. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. Int J Paediatr Dent. 1 juil 2011;21(4):241-8.
- 65. Knösel M, Eckstein A, Helms H-J. Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: A single-center, split-mouth, randomized clinical trial. Am J Orthod Dentofacial Orthop. juill 2013;144(1):86-96.
- 66. Oosterkamp BCM, Sanden WJM, Frencken JEFM, Kuijpers-Jagtman AM. Caries preventive measures in orthodontic practice: the development of a clinical practice guideline. Orthod Craniofac Res [Internet]. 1 oct 2015 [cité 4 nov 2015]; Disponible sur: https://onlinelibrary-wiley-com.docadis.ups-tlse.fr/doi/10.1111/ocr.12107/abstract

Thèse: GRESET Victor

« Le collage en orthodontie, données actuelles » - 104 pages Thèse d'exercice : odontologie conservatrice, Nancy, 2013, n°6032 DURANT Camille 2016 TOU3 3008

PRÉVENTION DE LA MALADIE CARIEUSE DANS LES TRAITEMENTS MULTI-ATTACHES VESTIBULAIRES

RÉSUMÉ EN FRANÇAIS : Les facteurs de risque identifiés comme la présence de bactéries cariogènes ou une mauvaise hygiène dentaire permettent de classer les patients en fonction de leur risque carieux individuel, faible ou élevé. À côté de ces facteurs de risque carieux habituels, le traitement orthodontique en représente aussi un non négligeable qui nécessite une coopération entre le chirurgien-dentiste et l'orthodontiste à la fois avant, pendant et après le traitement multi-attaches. En effet, l'état buccodentaire des patients doit être parfaitement évalué avant le début du traitement et répondre à des critères rigoureux d'hygiène, afin de ne pas être la source de complications, en particulier comme les déminéralisations amélaires. Seuls un suivi sérieux et une évaluation régulière de ces risques, menés conjointement par les deux praticiens permettent un parfait état de santé buccodentaire en fin de traitement orthodontique.

TITRE EN ANGLAIS: Carious disease prophylaxy in vestibular multi-attachments treatments

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE: Chirurgie dentaire

MOTS-CLÉS: prévention, carie, white spot lesion, déminéralisation, facteurs de risque, orthodontie, traitement multi-attaches, évaluation risque carieux, tests salivaires, fluor, reminéralisation

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III- Paul Sabatier Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Docteur Delphine MARET COMTESSE