



**HAL**  
open science

# Intérêts de la technique d'érosion-infiltration sur un émail déminéralisé lors d'un traitement orthodontique fixe

Jérémy Wachenheim

► **To cite this version:**

Jérémy Wachenheim. Intérêts de la technique d'érosion-infiltration sur un émail déminéralisé lors d'un traitement orthodontique fixe. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01628536

**HAL Id: dumas-01628536**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01628536>**

Submitted on 3 Nov 2017

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

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

UNIVERSITÉ NICE-SOPHIA ANTIPOLIS  
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE  
24 Avenue des Diables Bleus, 06357 Nice Cedex 04

**INTÉRÊTS DE LA TECHNIQUE D'ÉROSION-INFILTRATION SUR  
UN ÉMAIL DÉMINÉRALISÉ LORS D'UN TRAITEMENT  
ORTHODONTIQUE FIXE**

Année 2017

Thèse n°42-57-17-22

**THÈSE**

Présentée et publiquement soutenue devant  
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice  
Le 27/06/2017 Par

**Monsieur Jérémy WACHENHEIM**

Né(e) le 20/05/1992 à Nice

Pour obtenir le grade de :

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)**

---

Examineurs :

Madame le Professeur

Madame le Docteur

Madame le Professeur

Madame le Docteur

Armelle MANIÈRE-EZVAN

Laura DUVERNEUIL

Marie-France BERTRAND

Clara JOSEPH

Président du jury

Directeur de Thèse

Assesseur

Assesseur

---

## CORPS ENSEIGNANT

### 56<sup>ème</sup> section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

#### **Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE**

Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle  
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme PIERRE Audrey

#### **Sous-section 02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle  
Assistante Associée-Praticien Associé : Mme OUEISS Arlette  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BUSSON Floriant

#### **Sous-section 03 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités : Mme LUPI-PEGURIER Laurence  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme SOSTHE Anne Laure  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme BORSA Leslie

### 57<sup>ème</sup> section : SCIENCES BIOLOGIQUES, MEDECINE ET CHIRURGIE BUCCALE

#### **Sous-section 01 : PARODONTOLOGIE**

Maître de Conférences des Universités : M. CHARBIT Yves  
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BORIE Gwenaël  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. RATHELOT Benjamin

#### **Sous-section 02 : CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE, ANESTHESIE ET REANIMATION**

Professeur des Universités Associées : Mme MERIGO Elisabetta  
Maître de Conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice  
Maître de Conférences des Universités : M. SAVOLDELLI Charles  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. PAUL Adrien

#### **Sous-section 03 : SCIENCES BIOLOGIQUES**

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle  
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène  
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine

### 58<sup>ème</sup> section : SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES ENDODONTIQUES ET PROTHETIQUES

#### **Sous-section 01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE**

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France  
Professeur des Universités : M. MEDIONI Etienne  
Professeur Emérite : M. ROCCA Jean-Paul  
Maître de Conférences des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie  
Maître de Conférences Associé des Universités : M. CEINOS Romain  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. MORKOWSKI-GEMMI Thomas  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DUVERNEUIL Laura  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. GANDJIZADEH GHOUCHANI Mir-Payam

#### **Sous-section 02 : PROTHESES**

Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire  
Maître de Conférences des Universités : M. ALLARD Yves  
Maître de Conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier  
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CERETTI Léonor  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. OUDIN GENDREL Antoine  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SABOT Jean-Guy  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SAMMUT Arnaud

#### **Sous-section 03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES**

Professeur des Universités : M. BOLLA Marc  
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick  
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie  
Maître de Conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AZAN Cindy

# Remerciements

## **À Madame le Professeur Armelle MANIERE-EZVAN**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Professeur des universités, Praticien Hospitalier  
Sous-section Orthopédie Dento-Faciale

Je vous remercie d'avoir acceptée de présider ce jury de thèse. Vous avez su m'enseigner avec passion, les bases fondamentales de l'orthodontie, durant toutes mes années d'études. Veuillez trouver dans ce travail, mon profond respect, et l'expression de ma reconnaissance et de tous mes remerciements.

## **À Madame le Docteur Laura DUVERNEUIL**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Assistant Hospitalier Universitaire, Praticien Hospitalier  
Sous-section Odontologie Conservatrice, Endodontie

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de m'encadrer pour la réalisation de ce travail. Ce fut un grand plaisir d'être moniteur de travaux pratiques à vos côtés, pendant ma dernière année d'étude. Merci pour votre bonne humeur, votre gentillesse, ainsi que vos conseils. Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de toute ma reconnaissance, ainsi que mon profond respect.

## **À Madame le Professeur Marie-France BERTRAND**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Professeur des Universités, Praticien Hospitalier  
Sous-section Odontologie Conservatrice, Endodontie

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail. Merci pour votre présence, votre écoute et votre soutien pendant tout mon parcours universitaire. Veuillez trouver dans cette thèse, le témoignage de toute ma reconnaissance.

## **À Madame le Docteur Clara JOSEPH**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier  
Sous-section Odontologie Pédiatrique

C'est un grand plaisir de vous compter parmi les membres de ce jury. Je vous remercie de m'avoir tant appris en pédodontie, aussi bien à la faculté qu'à l'hôpital : je n'oublierai pas tous ces mercredi après-midi passés au centre de soins. Veuillez trouver dans ce travail, mes remerciements et mon profond respect.



# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>2. BASES FONDAMENTALES.....</b>	<b>7</b>
2.1 Email.....	7
2.1.1 Composition.....	7
2.1.2 Structure.....	8
2.1.3 Propriétés.....	8
2.2 Mécanisme de déminéralisation – reminéralisation.....	9
2.3 White spot.....	11
2.3.1 Définition.....	11
2.3.2 Histopathologie.....	11
2.3.3 Étiologie.....	13
2.3.3.1 Hygiène bucco-dentaire.....	14
2.3.3.2 Flore microbienne.....	14
2.3.3.3 Facteurs salivaires.....	14
2.3.3.4 Alimentation.....	15
2.4 Prévalence.....	15
2.4.1 Avant traitement orthodontique fixe.....	15
2.4.2 Pendant et après traitement orthodontique fixe.....	16
<b>3. LA RESINE INFILTRANTE : ICON® .....</b>	<b>16</b>
3.1 Définition.....	16
3.2 Indications.....	16
3.2.1 Lésions carieuses.....	16
3.2.2 Hypo minéralisation (fluoroses, traumatismes).....	17
3.2.3 Hypo minéralisation molaires incisives.....	17
3.3 Avantages.....	17
3.4 Inconvénients.....	18
3.5 Limites.....	18
3.6 Gradient Thérapeutique.....	18
3.6.1 Définition.....	18
3.6.2 Place dans le gradient thérapeutique.....	19
3.7 Commercialisation.....	20
3.7.1 Infiltration des caries – surfaces proximales « starter kit ».....	20
3.7.2 Infiltration des caries – surfaces proximales « cube ».....	20
3.7.3 Infiltration des caries – surfaces vestibulaires « starter kit ».....	21

3.7.4	Infiltration des caries – surfaces vestibulaires « cube ».....	21
3.8	Composition .....	22
3.8.1	ICON etch®.....	22
3.8.2	ICON dry® .....	22
3.8.3	ICON infiltrant®.....	23
3.9	Protocole clinique.....	23
3.9.1	Infiltration proximale.....	23
3.9.2	Infiltration vestibulaire .....	25
	CAS CLINIQUE réalisé au sein du CHU de Nice .....	25
3.10	Principe du masquage optique.....	29
3.10.1	Indice de réfraction .....	29
3.10.2	Cas des lésions « profondes » .....	31
3.10.3	Protocole clinique pour le masquage optique .....	32
<b>4.</b>	<b>POURQUOI ET COMMENT INTEGRER L'ICON® AU TRAITEMENT ORTHODONTIQUE PAR MULTI-BAGUES ?.....</b>	<b>36</b>
4.1	Intérêt de traiter les patients présentant des « white spot ».....	36
4.2	Rappel sur le mécanisme de collage des brackets .....	37
4.3	Comment coller sur un émail déminéralisé ?.....	38
4.3.1	Présentation du panel thérapeutique des lésions non cavitaires .....	39
4.3.1.1	Fluor.....	39
4.3.1.2	Micro abrasion.....	39
4.3.1.3	Phosphopeptine de Caséine-Phosphate de calcium amorphe.....	40
4.3.1.4	CVI ClinPro XT Varnish ® .....	41
4.3.1.5	ICON®.....	41
4.4	Revue systématique de la littérature .....	42
4.5	Discussion .....	55
<b>5.</b>	<b>PERENNISATION ET DEVENIR DU COLLAGE PENDANT LE TRAITEMENT MULTI-BAGUES .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>61</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUCTION

De nos jours, les patients jeunes comme adultes, ont de plus en plus recours à l'orthodontie pour des raisons autant esthétiques que fonctionnelles. Il n'est pas rare de déceler, pendant et à la fin d'un traitement multi-bagues, des lésions opaques blanches, aussi appelées « white spot », à la surface des dents. Cette complication fréquente, correspond en fait à une zone de déminéralisation amélaire qui se forme autour des brackets lors du traitement. Cette lésion de l'émail est le résultat de l'accumulation de plaque dentaire, le nettoyage bucco-dentaire étant rendu difficile par l'appareillage orthodontique.

Cependant, il arrive que ces lésions soient déjà présentes chez des patients avant tout traitement orthodontique, pouvant ainsi compromettre la fixation des brackets. Nous avons à notre disposition un large panel thérapeutique pour la prise en charge de ces lésions : l'application topique de fluor, la micro abrasion, la Phosphopeptine Caséine-Phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP)... L'utilisation d'une résine de basse viscosité (ICON®-DMG), initialement développée pour le traitement de lésions carieuses débutantes, montre des résultats prometteurs dans ce genre de situation, notamment sur les faces proximales.

L'objectif de ce travail est d'évaluer le collage des brackets à un émail déminéralisé qui aura été préalablement traité à la résine infiltrante ICON® : un traitement amélaire avec cette technique d'érosion infiltration compromet-t'il le collage ?

Pour cela, nous ferons dans une première partie un rappel sur la structure de l'émail et les mécanismes de déminéralisation. Puis nous introduirons la résine infiltrante : ses propriétés, ses indications, le protocole clinique. Il s'agira alors dans une troisième partie, après avoir fait un bref rappel sur le mécanisme de collage des brackets à l'émail, de faire un comparatif entre les différentes thérapeutiques mises à notre disposition pour le traitement de ces déminéralisations et l'ICON®, afin d'évaluer les effets de cette résine sur le collage. Enfin, nous étudierons le devenir de cette résine au cours du traitement orthodontique multi-bagues.

## 2. BASES FONDAMENTALES

### 2.1 Email

#### 2.1.1 Composition

L'émail, avec la dentine, le cément et la pulpe est l'un des tissus constituant l'organe dentaire. Il englobe la totalité de la couronne dentaire visible, recouvrant ainsi la dentine sous-jacente. Il a une origine ectodermique (1). C'est un tissu qui ne peut se renouveler, en effet, une fois sa phase de maturation terminée, les cellules responsables de sa formation, les améloblastes, se décomposent.

L'émail a une structure morphologique unique : on observe d'une part, une phase inorganique, constituée à 96% de minéraux hautement organisés et d'autre part, une phase organique (environ 4%) : essentiellement des protéines non collagéniques (dont 90% sont de l'amélogénine (2)) et de l'eau. Les minéraux composant la phase inorganique sont du phosphate de calcium représentés sous la forme de cristaux d'hydroxyapatites carbonatés, dont la formule chimique est la suivante : (3)

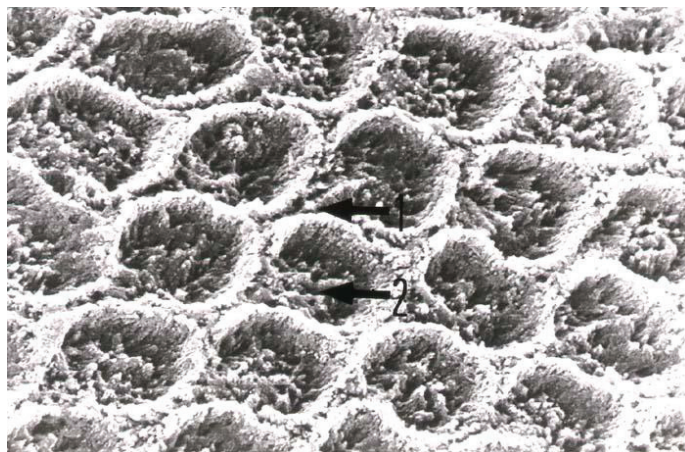


Figure 1 : Email inter prismatique (1) ; Prisme d'émail (2) ;  
(Atlas d'Histologie Humaine et Animale)

Ces cristaux sont donc essentiellement formés de calcium et de phosphate. En termes de volume il y a 1000 fois plus de cristaux dans l'émail que dans l'os, la dentine et le ciment. (4)

### 2.1.2 Structure

Les cristaux d'émail sont extrêmement longs par rapport à leur épaisseur (environ 40 nm de diamètre) et sont fortement orientés : en effet ils sont parallèles entre eux pour former des unités architecturales hautement organisées : **les prismes d'émail**.

Ces prismes d'émail sont entourés d'une gaine et ont un diamètre de 4 à 8  $\mu\text{m}$ , ils s'étendent de la jonction amélo-dentinaire à la surface de la dent (5).

Ils forment des hexagones qui sont maintenus les uns aux autres par une substance inter prismatique qui a la même composition, mais dont l'orientation des cristaux diffère.

C'est cette haute organisation des cristaux qui confère à l'émail ses propriétés. (6)

### 2.1.3 Propriétés

Du fait de cette haute organisation architecturale, l'émail est le tissu le plus minéralisé (7) et le plus dur du corps humain. Néanmoins, malgré sa dureté il reste cassant.

D'un point de vue optique, l'émail est translucide, lisse et brillant, il apparaît radio opaque aux rayons X (8).

Son épaisseur varie en fonction de sa localisation (importante au niveau des cuspides, plus réduite dans le fond des sillons)

Il est acellulaire, non vascularisé, non innervé et **il est vulnérable à l'attaque acide**. (9)

## 2.2 Mécanisme de déminéralisation – reminéralisation

C'est un processus dynamique.

La présence de plaque à la surface des dents, conduit à la formation d'un « biofilm ». La fermentation des glucides alimentaires par les bactéries présentes dans ce biofilm entraîne la production d'acides organiques qui vont contribuer à la déminéralisation de l'émail. Cette acidité peut également provenir directement de l'alimentation (sodas...).

Lors de cette attaque acide il y a une double dissolution chimique, l'une concerne la partie inorganique (l'hydroxyapatite étant soluble dans l'acide), l'autre la partie organique : ceci est provoqué par la présence d'eau dans l'émail et de la dentine, qui facilite la diffusion des ions (10). Ainsi les acides diffusent à travers la substance inter prismatique et déminéralisent les bords des cristaux : l'émail perd alors du calcium et du phosphate à partir de ces cristaux. (5)

La surface de l'émail reste intact, la zone déminéralisée se trouve sous cette couche : **c'est la lésion précoce** ; si l'exposition aux acides continuent, la dissolution se poursuit en profondeur et la lésion devient cavitaire (ICDAS IV).

Dans des conditions normales le pH est de 7, la salive est saturée en ions phosphates et calcium (11). Cependant plus le pH diminue, plus l'apport en calcium et phosphate, pour atteindre saturation par rapport à l'hydroxyapatite, va être important.

On parle de « pH critique » (5.5 pour l'hydroxyapatite) quand il y a un équilibre : on n'observe plus de dissolution des cristaux mais il n'y a pas non plus de précipitation de minéraux. Il est intéressant de noter que le « pH critique » est plus élevé chez les enfants, ils présentent donc un risque plus important de déminéralisation.

**Sous le pH critique il y a déminéralisation, au-dessus il y a reminéralisation.**



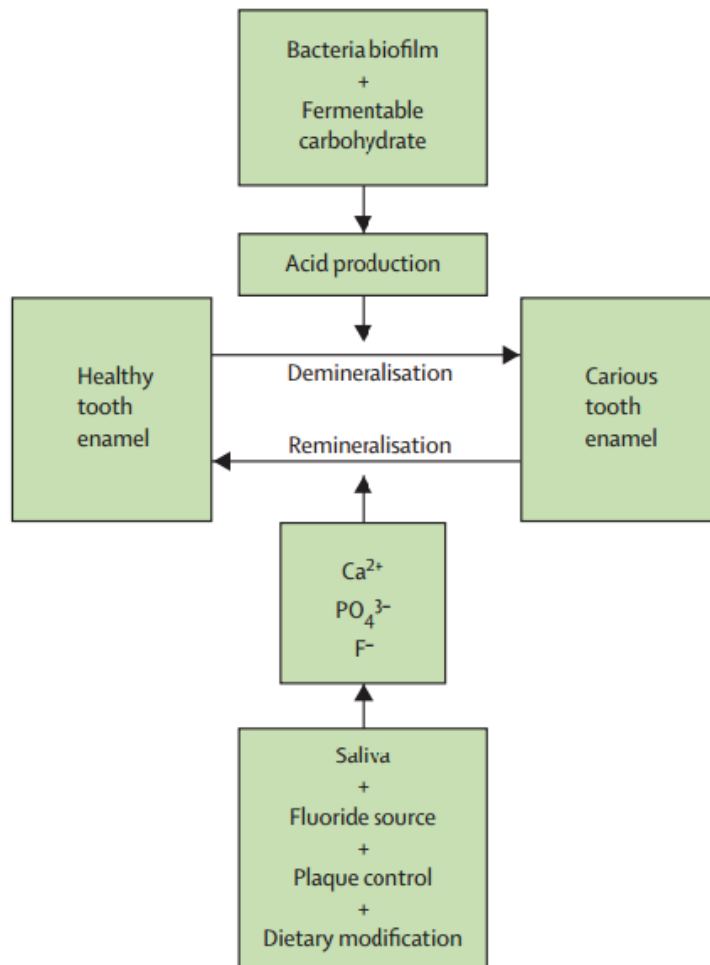


Figure 2 : Processus de déminéralisation-reminéralisation (Selwitz et al. 2007)

La déminéralisation est un processus réversible (12), ainsi la reminéralisation de la lésion peut être obtenue par un maintien de l'intégrité de la surface de la dent.

La reminéralisation consiste en la diffusion de calcium et de phosphate (par la salive essentiellement) à travers la dent : c'est l'enrichissement d'un tissu partiellement déminéralisé ; par la formation de nouveaux cristaux ou bien la croissance de cristaux normaux sur des cristaux qui ont été déminéralisés. (13)

Elle est favorisée par la présence de fluorures (apport par la nourriture, l'eau, les dentifrices...) qui protègent l'émail de surface contre les phénomènes de dissolution et permet la reprécipitation d'éléments minéraux. Le calcium et le phosphate sont les composants indispensables pour la reminéralisation. (14)

Les processus de déminéralisation-reminéralisation peuvent se produire simultanément ou alternativement.

Cependant, une fois qu'un certain degré de déminéralisation s'est produit, la lésion prend une apparence de tâche blanche et devient cliniquement détectable : **les « white spot »**.

### 2.3 White spot

#### 2.3.1 Définition

Les lésions « white spot » sont les premiers signes de la maladie carieuse, visible à l'œil nu à la surface de l'émail. (15)

Elles consistent en une porosité de surface de l'émail et se présentent sous la forme d'une lésion opaque blanche laiteuse, lorsqu'elles sont situées sur des surfaces lisses, contrastant avec un émail sain qui est brillant (16). Ce contraste augmente si l'émail est préalablement séché.

Ces lésions initiales se retrouvent généralement : au collet des dents, sur les faces proximales (non visibles car masquées par la dent adjacente), sur les surfaces lisses : faces vestibulaires des dents antérieures.

Ces lésions sont indécélables radiographiquement.

#### 2.3.2 Histopathologie

La lésion carieuse débutante de l'émail se caractérise par 4 zones histopathologiques distinctes, représentées sous la forme d'un cône, dont la pointe se dirige vers la jonction amélo-dentinaire (12) (17):

- **La zone translucide** : il s'agit de la zone de progression de la lésion où la perte minérale est très faible. La microporosité est de 1%. Cette zone n'est observée qu'une fois sur deux.

- **La zone sombre / opaque** : elle constitue une zone de reminéralisation spontanée. Sa microporosité est comprise entre 2-4%. Cette zone sera d'autant plus importante que la progression de la lésion carieuse est lente.
- **Le corps de la lésion** : c'est la partie la plus importante de la lésion située à 15-30  $\mu\text{m}$  de profondeur sous l'émail intacte. Sa microporosité est comprise entre 5-25%. C'est donc dans cette zone où la déminéralisation est la plus importante.
- **La zone de surface** : c'est la partie intacte de la lésion, avec une microporosité inférieure à 5%. Cette zone sera plus importante en présence d'une carie arrêtée, car il y aura eu une reprécipitation des minéraux.

Parmi ces 4 zones, on distingue ainsi deux zones de déminéralisation (la zone translucide, le corps de la lésion) et deux de reminéralisation (la zone sombre/opaque, la zone de surface).

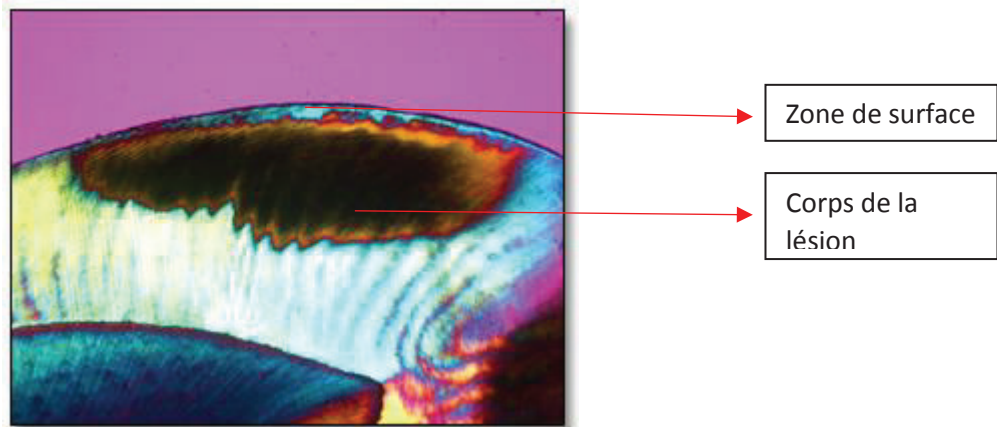


Figure 3 : Lésion carieuse amélaire sous microscope à lumière polarisée  
(Dr James Wefel)

### 2.3.3 Étiologie

Dans la formation de lésions carieuses, 4 acteurs entre en jeu : **les bactéries, le sucre, la dent et le temps.** (18)

D'un point de vue général, on note la présence de nombreux facteurs de risques, tel que : l'âge, le sexe, l'état de santé, la génétique, la forme des dents, les facteurs sociaux économiques...

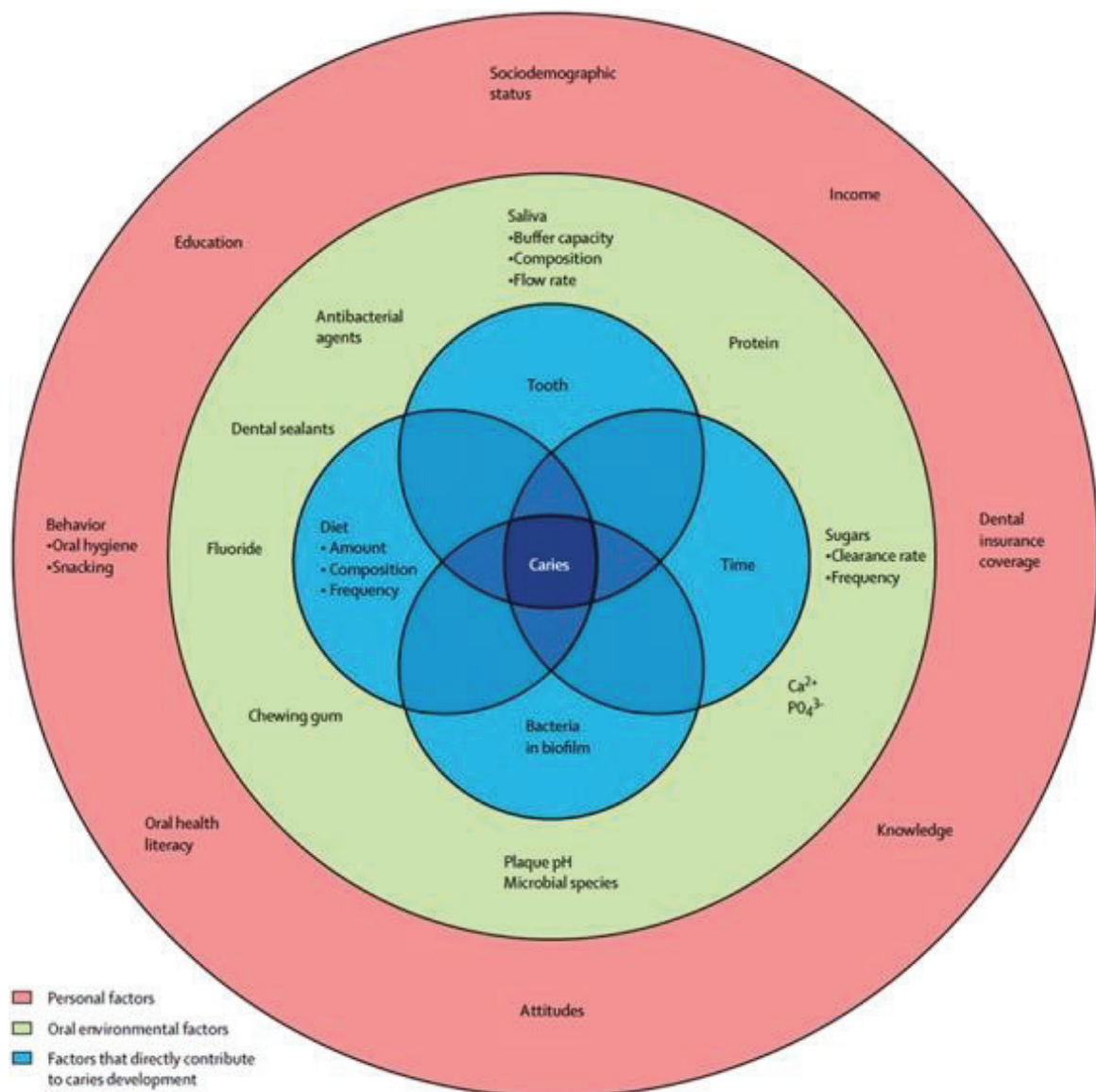


Figure 4 : Facteurs de risques responsables de l'apparition de lésions carieuses  
(Selwitz et al. 2007)

D'un point de vue local, on distingue les facteurs de risque suivants :

#### 2.3.3.1 Hygiène bucco-dentaire

Parmi les facteurs augmentant le risque carieux individuel, il y a l'**absence de brossage quotidien avec du dentifrice fluoré** (19). En effet cela conduit à une accumulation de plaque sur les surfaces dentaires, qui en plus d'entraîner une inflammation de la gencive, contribue à déminéraliser l'émail, par une modification de la flore bactérienne et une diminution du pH.

Le brossage bucco-dentaire est rendu difficile chez les patients appareillés orthodontiquement, de plus, ces appareils empêchent l'action auto nettoyante de la langue, des joues et des lèvres à retirer les débris alimentaires de la surface des dents, d'où l'importance de leur donner des conseils d'hygiène orale.

#### 2.3.3.2 Flore microbienne

La présence de *Streptococcus mutans*, bactérie commensale ayant un rôle clé dans la formation du biofilm, dans la plaque dentaire est un facteur de risque dans la formation de lésions carieuses, tout comme la présence de *Lactobacillus*. En effet ces bactéries, sont responsables de la production d'acides organiques via la fermentation des glucides. (19)

Elles sont retrouvées en nombre important chez les patients présentant un appareil orthodontique fixe, notamment dans la plaque s'accumulant autour des brackets, et ceci d'autant que la durée du traitement et/ou le nombre de brackets est important (20).

#### 2.3.3.3 Facteurs salivaires

La salive, par son pouvoir tampon et sa capacité à transporter les ions (notamment le fluor à l'émail), influence les mécanismes de déminéralisation-reminéralisation (15).

La capacité tampon de la salive permet de compenser la diminution du pH suite à un repas afin de protéger les dents de l'attaque acide.

Son débit et sa consistance sont importants, en effet elle va contribuer à nettoyer physiquement la surface des dents.

Certaines surfaces dentaires sont plus exposées aux glucides alimentaires et moins exposées à la salive : ce sont des lieux de risque de déminéralisation (dents antérieures maxillaires).

#### 2.3.3.4 Alimentation

L'apport fréquent de glucides alimentaires, augmente l'exposition de l'émail aux attaques acides, sans permettre au temps de faire son travail réparateur (15). Ainsi les mauvaises habitudes alimentaires comme le grignotage, en plus d'avoir des répercussions négatives sur la santé, favorise la diminution du pH et donc la déminéralisation.

Le régime alimentaire joue également un rôle important : la consommation fréquente de boisson sucrée (sodas), d'aliments riches en glucides (bonbons, sucre) fait pencher la balance du côté de la déminéralisation.

### 2.4 Prévalence

#### 2.4.1 Avant traitement orthodontique fixe

La mise en place d'un appareil orthodontique fixe type multi-bagues, est un facteur de risque supplémentaire aux développements des caries. Cependant, ces déminéralisations peuvent être présentes avant le traitement.

Ces patients représentaient à l'époque 24% de la population, selon les travaux de « *Gorelick et al.* » (21). Dans des études plus récentes de 2011 (22) et 2012 (23) on observe respectivement que 11 à 13% des patients présentent des zones de déminéralisations avant même la fixation de brackets orthodontiques.

Une étude de 2011, réalisée par *Enaia Mahmoud* (24), portant sur les lésions « white spot » pendant un traitement orthodontique, a mis en évidence que sur les 400 patients, 32.3% d'entre eux présentaient déjà ce type de lésion avant même la mise en place de l'appareil orthodontique.



#### 2.4.2 Pendant et après traitement orthodontique fixe

L'appareillage rendant le nettoyage bucco-dentaire difficile, le risque de développer ces lésions est plus important. La plupart des patients en traitement développeront au moins une lésion.

Selon l'article « *Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta-analysis* (16) regroupant 14 études, soit 2041 patients, l'incidence et la prévalence des lésions « white spot » chez les patients présentant un traitement orthodontique fixe est respectivement de 45.8% et 68.4%.

### 3. LA RESINE INFILTRANTE : ICON®

#### 3.1 Définition

Le principe du produit ICON® est d'infiltrer en profondeur une résine extrêmement fluide, par capillarité, à travers les pores de l'émail. Le processus carieux est ainsi stoppé en bloquant la pénétration des acides cariogènes et la structure dentaire est préservée (25).

#### 3.2 Indications

##### 3.2.1 Lésions carieuses

L'indication principale de l'ICON® est le traitement des lésions carieuses débutantes des surfaces lisses, non cavitaires (26), communément appelées « white spot », du fait de leur coloration blanche à la surface de l'émail.

Ces lésions peuvent concerner les surfaces proximales ou vestibulaires de la dent, mais ne doivent pas dépasser la jonction amélo-dentinaire, voire le tiers externe de la dentine.

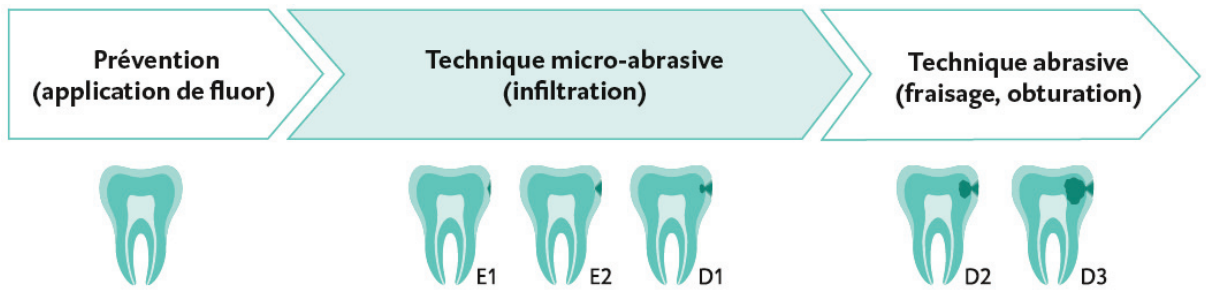


Figure 5 : Schéma d'indication d'utilisation de l'ICON® (donnée du fabricant)

### 3.2.2 Hypo minéralisation (fluoroses, traumatismes)

L'une des conséquences de l'infiltration de résine dans les pores de l'émail est le masquage optique des taches blanches de l'émail, caractéristiques du processus initial de déminéralisation (27).

Cette découverte a permis d'étendre le domaine d'utilisation de cette résine, en esthétique notamment, dans le masquage des défauts d'hypo minéralisation de l'émail, qu'ils soient dus à une fluorose ou bien d'origine traumatique.

### 3.2.3 Hypo minéralisation molaires incisives

Les MIH sont des hypo minéralisations amélaire débutant à partir de la jonction amélo-dentinaire et qui s'étendent dans toute l'épaisseur de l'émail. Ce sont donc des lésions profondes. De récents travaux ont permis, par une modification du protocole initiale du produit, d'utiliser l'ICON® dans le traitement de ces lésions internes de l'émail (28).

## 3.3 Avantages

Cette résine permet d'intervenir précocement, dès les premiers stades de la lésion carieuse, en stoppant le processus carieux avant qu'il n'atteigne un stade plus avancé.

Il préserve le tissu dentaire sain, car il n'y a pas besoin d'utiliser d'instruments rotatifs (29), c'est une technique d'infiltration, il n'y a aucune perte de substance dentaire.

C'est une thérapeutique indolore, ne nécessitant pas d'anesthésie préalable et qui peut être réalisée en une seule séance.

Enfin, il permet d'obtenir de bons résultats esthétiques, notamment dans le masquage optique des tâches de l'émail (30).

### 3.4 Inconvénients

C'est un protocole assez long à mettre en place et qui demande un respect strict de l'indication pour laquelle il a été développé.

De plus, la mise en place de cette thérapeutique demande une isolation parfaite (par l'utilisation d'une digue) des dents à traitées (31) afin de protéger la muqueuse du gel de mordantage et également parce que la résine est hydrophobe.

### 3.5 Limites

Cette résine ne peut être utilisée que sur des lésions carieuses débutantes, non cavitaires. Au-delà il faudra se tourner vers les techniques classiques d'obturation (résine composite, verre ionomère, amalgame...). De même il sera difficile d'obtenir un résultat esthétique satisfaisant dans les cas de fluoroses et MIH sévères.

### 3.6 Gradient Thérapeutique

#### 3.6.1 Définition

Ce sont les *Drs Jean Pierre Attal* et *Gil Tirlet* qui ont introduit la notion de « gradient thérapeutique » (32). Il s'agit de regrouper, dans un contexte de préservation tissulaire, les thérapeutiques qui sont à notre disposition, de la plus conservatrice à la plus mutilante. Le praticien doit avoir cette notion de gradient thérapeutique face à une demande esthétique croissante et dans un contexte actuel de conservation tissulaire.

### 3.6.2 Place dans le gradient thérapeutique

L'érosion infiltration est une technique micro abrasive, située entre l'orthodontie d'un côté et la méga abrasion de l'autre.

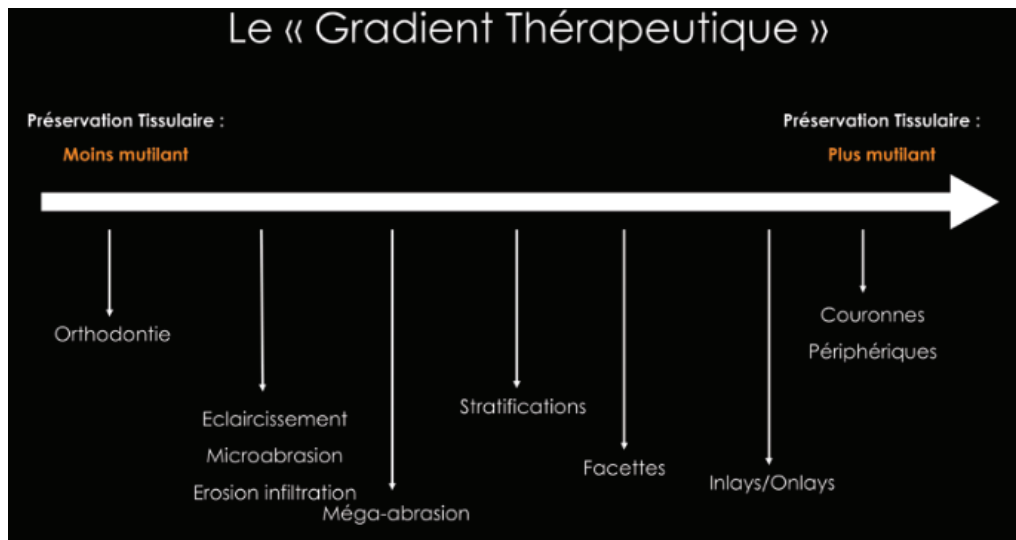


Figure 6 : Le « Gradient Thérapeutique » (Jean Pierre Attal ; Gil Tirlet)

De gauche à droite de l'axe, soit du moins mutilant au plus mutilant, nous avons :

- l'orthodontie qui constitue la thérapeutique la moins mutilante
- éclaircissement et micro abrasion
- méga abrasion
- les techniques de stratifications au composite
- les facettes
- les inlays / onlays
- les couronnes périphériques

L'érosion infiltration constitue donc une thérapeutique très conservatrice des tissus dentaires.



### 3.7.3 Infiltration des caries – surfaces vestibulaires « starter kit »

Le « Starter Kit » comprend 2 kits de traitement contenant chacun :

- 1 seringue de 0.3mL Icon-Etch®
- 1 seringue de 0.45mL Icon-Dry®
- 1 seringue de 0.45 mL Icon-infiltrant®
- 6 embouts vestibulaires
- 1 canule



**Figure 8 :** Infiltration de caries – vestibulaires « starter kit »

### 3.7.4 Infiltration des caries – surfaces vestibulaires « cube »

Le « cube » comprend 7 kits de traitements contenant le même matériel que dans le « starter kit ».



### 3.8 Composition

#### 3.8.1 ICON etch®

Ce gel de mordantage est composé d'acide chlorhydrique à 15%, de silice pyrogénée et de substances tension-actives. Il va permettre l'accès à la lésion en déminéralisant la surface de l'émail.



Figure 9 : ICON etch®

#### 3.8.2 ICON dry®

C'est de l'éthanol à 99%. Il a pour rôle d'assécher la lésion pour permettre l'infiltration de la résine qui est hydrophobe.

De plus, dans le masquage optique des lésions de l'émail il aura le rôle d'indicateur d'infiltration, il va donner le feu vert pour infiltrer la lésion, il va pré visualiser le résultat final. Ainsi lors de l'application de l'alcool, si le masquage de la tâche semble suffisant on peut infiltrer la lésion.



Figure 10 : ICON dry®

### 3.8.3 ICON infiltrant®

Il est composé d'une matrice à base de résines de méthacrylate hydrophobe (TEGDMA : triéthylène glycol diméthacrylate), d'initiateurs et d'additifs.



Figure 11 : ICON-infiltrant®

## 3.9 Protocole clinique

### 3.9.1 Infiltration proximale

- En préalable, la mise en place d'un écarteur orthodontique (48h avant) entre les dents à traiter, permettra un meilleur accès à la lésion.
- Mise en place indispensable d'un champ opératoire : la digue, afin d'éviter les éventuelles brûlures suite à la mise en place de l'*ICON etch*, et pour se mettre à l'abri de l'humidité.
- Insérer les coins inter dentaires entre les dents concernées.
- Nettoyage des surfaces dentaires à l'aide d'une brossette montée sur contre angle et d'une pâte prophylactique.
- Mordançage pendant 2 min avec l'*ICON etch*® : le but est d'éliminer la couche superficielle à l'aide de l'acide chlorhydrique à 15% afin d'accéder à la lésion.

- Rinçage pendant 30s - Séchage.
  
- Application de l'alcool (ICON dry®) pendant 30s : permet d'éliminer l'eau pour une meilleure pénétration de la résine – Séchage.
  
- Application de l'ICON – infiltrant® pendant 3min. Retrait de l'excès.
  
- Photo polymérisation pendant 40s.
  
- Ré application de la résine infiltrante pendant 1 min. Retrait de l'excès.
  
- Photo polymérisation pendant 40s.
  
- Finir par un polissage minutieux des surfaces dentaires traitées.

### 3.9.2 Infiltration vestibulaire

CAS CLINIQUE réalisé au sein du CHU de Nice

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé au CHU de Nice en 2016, un cas clinique sur une jeune patiente en cours de traitement orthodontique multi-bagues.

La patiente présentait des lésions « white spot » au niveau du secteur incisivo-canin maxillaire, dû à un manque d'hygiène bucco-dentaire.

Après une nouvelle motivation à l'hygiène orale de la patiente, nous avons décidé de réaliser une infiltration de résine ICON® sans déposer les brackets.

Les photos ont été réalisées par le Dr Joseph. (Docteur en Chirurgie Dentaire Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier).



Figure 12 : Situation initiale : white spot sur 22-23 pendant traitement multi-bagues

- Mise en place indispensable d'un champ opératoire : la digue, afin de protéger les tissus mous du gel de mordançage et de se mettre à l'abri de l'humidité.
- Nettoyage des surfaces dentaires à l'aide d'une brosette montée sur contre angle et d'une pâte prophylactique.
- Mordançage pendant 2 min avec l'*ICON etch*<sup>®</sup> : le but est d'éliminer la couche superficielle à l'aide de l'acide chlorhydrique à 15% afin d'accéder à la lésion.



Figure 13 : Application *ICON etch*<sup>®</sup> / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).

- Rinçage pendant 30s – Séchage.
- Application de l'alcool pendant 30s : éliminer toute l'eau contenue dans les microporosités à l'aide d'une solution d'éthanol à 99% – Séchage.



Figure 14 : Application ICON dry® / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).

- Application de l'ICON – infiltrant® pendant 3min. Retrait de l'excès.



Figure 15 : Application ICON infiltrant® / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).



- Photo polymérisation pendant 40s.
- Ré application de la résine infiltrante pendant 1 min. Retrait de l'excès.
- Photo polymérisation pendant 40s.
- Finir par un polissage minutieux des surfaces dentaires traitées.



Figure 16 : Après polissage / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).

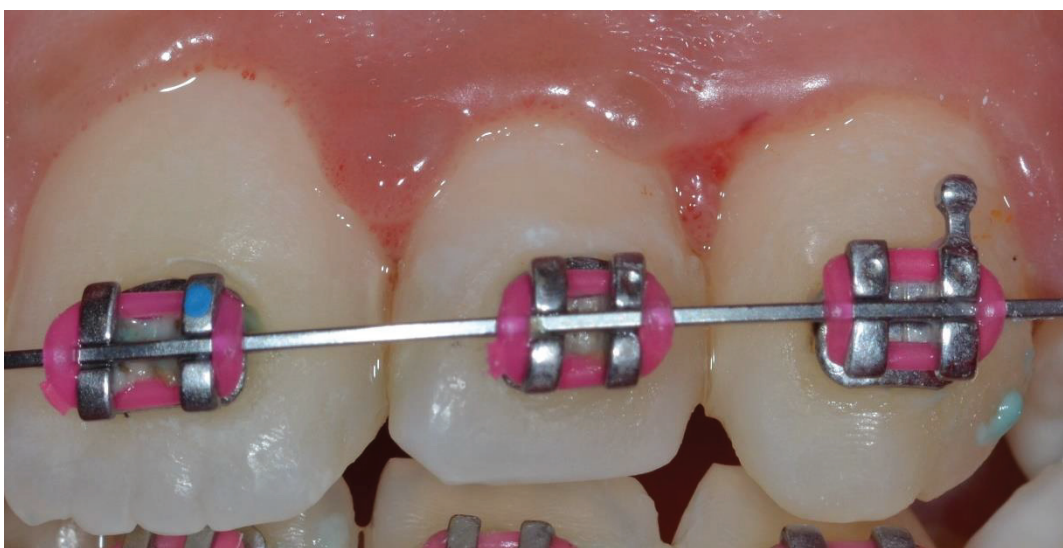


Figure 17 : Situation finale / Réalisé au CHU de Nice

### 3.10 Principe du masquage optique

Comme nous avons pu le voir précédemment, l'application de la résine infiltrante permet de jouer sur le masquage optique des taches blanches de l'émail.

En effet, appliquer l'ICON® sur ces zones de déminéralisation ou d'hypominéralisation, permet une diminution (plus ou moins importante, selon la profondeur de la lésion) du défaut optique. Ces tâches blanchâtres, sont dues à la présence de poches d'air et d'eau dans l'émail dentaire poreux.

#### 3.10.1 Indice de réfraction

Lorsque l'on regarde la surface d'une dent, il faut imaginer qu'un rayon incident part de notre œil et va traverser l'émail (composé essentiellement de cristaux d'hydroxyapatite) pour aller jusqu'à la dentine, puis revenir à notre œil. Les prismes composant l'émail étant parfaitement organisés celui-ci va nous apparaître translucide.

Cependant si l'émail présente un défaut il est poreux et les cristaux d'hydroxyapatites sont désorganisés, ainsi le rayon incident, qui était initialement renvoyé dans une seule direction, parcourt maintenant ce que l'on appelle un « labyrinthe optique » et va être renvoyé dans toutes les directions. (33) -> Il en résulte une zone lumineuse qui n'apparaît plus translucide pour notre œil, mais opaque.

Lorsque l'infiltration d'une résine de très basse viscosité est réalisée un niveau du défaut amélaire, les porosités de l'émail sont comblés par un matériau dont l'indice de réfraction est très proche de celui de l'émail. Ainsi, le rayon incident n'est pas plus réfracté dans une multitude de direction, mais dans une seule, très similaire à la situation initiale. La tâche est camouflée et n'est plus cliniquement visible.

L'indice de réfraction : $n$ (hydroxyapatite) = 1.62 $n$ (infiltrant) = 1.52
--

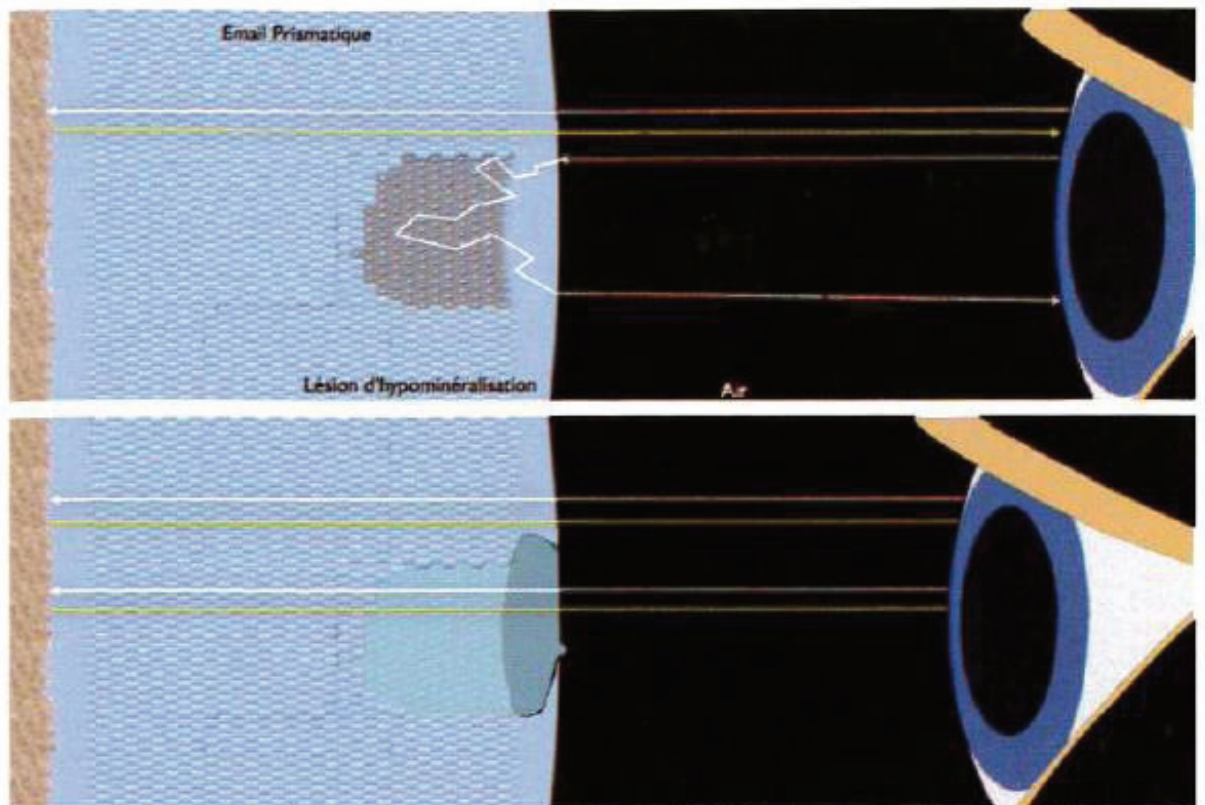


Figure 18 : Email poreux ; Email infiltré (33)

Les caries débutantes, les fluoroses légères ou les hypo minéralisations d'origine traumatique superficielles sont des lésions qui ne nécessitent aucune préparation dentaire pour la technique d'infiltration, car ces lésions sont localisées dans la partie superficielle de l'émail.

### 3.10.2 Cas des lésions « profondes »

Dans le cas de MIH (où la lésion se situe à la jonction amélo-dentinaire), de fluoroses sévères ou de traumatisme sévères, les lésions sont trop profondes pour que l'érosion permette l'accès à la lésion et que l'on obtienne un masquage optique suffisant.

En effet, le « plafond » de la lésion ne sera jamais atteint et donc jamais infiltré, on pourra au mieux atténuer les lésions sans avoir un résultat esthétique « satisfaisant ».

L'un des moyens pour accéder au « plafond » de la lésion, est de réaliser une légère abrasion de surface (par air abrasion ou fraisage par exemple), pour permettre une infiltration en profondeur.

La perte de substance sera remplacée par un composite teinté « émail »



Figure 19 : Pièce à main pour air-abrasion (source : velopex.com)

### 3.10.3 Protocole clinique pour le masquage optique

Protocole spécifique mis en place par l'équipe de *J.P. Attal* et *G. Tirlet*. (33,34,28).

Selon l'importance de la lésion, il est recommandé de réaliser un éclaircissement préalable afin d'atténuer les taches. Évidemment si la tâche est suffisamment masquée à cette étape-là et qu'elle n'est pas d'origine carieuse, il est inutile d'appliquer la résine.

Le cas clinique suivant a été réalisé par le Docteur Antoine OUDIN (Docteur en Chirurgie Dentaire et Assistant Hospitalier Universitaire au CHU de Nice).

Il illustre le principe de « masquage optique » décrit précédemment.

Le patient présentait des fluoroses sur ces incisives maxillaires.

Un éclaircissement dentaire a été réalisé au préalable puis une légère abrasion de surface à l'aide d'une fraise bague rouge a été nécessaire avant l'infiltration de la résine ICON®. Pour pallier à la légère perte de substance, un composite émail adapté à la teinte des dents a été appliqué en fin de séance.



Figure 20 : Situation initiale (Photo Dr OUDIN)



- Mise en place indispensable d'un champ opératoire
- Nettoyage des surfaces dentaires à l'aide d'une brosse montée sur contre angle et d'une pâte prophylactique.
- Mordançage pendant 2 min avec l'*ICON etch*<sup>®</sup> : le but est d'augmenter la porosité de l'émail afin d'accéder à la lésion.

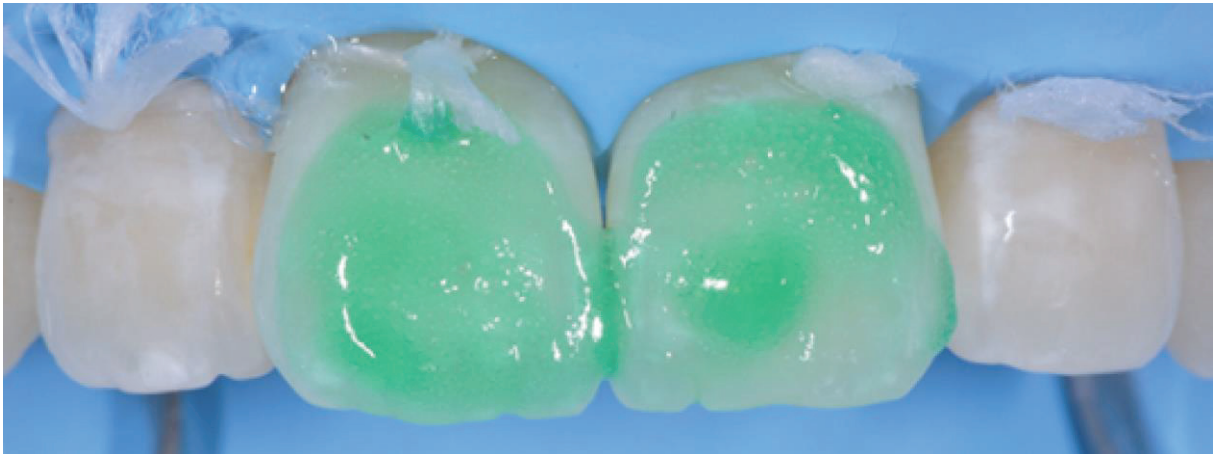


Figure 21 : Application *ICON etch*<sup>®</sup> (Photo Dr OUDIN)

- Rinçage pendant 30s – séchage.



Figure 22 : Après rinçage et séchage (Photo Dr OUDIN)

- Application de l'alcool pendant 30s : il va avoir le rôle d'indicateur. En effet, si la luminosité de la tâche diminue après application de l'alcool on peut passer à l'infiltration.

En revanche si elle n'a pas diminuée, au recommence l'étape de mordançage. À partir de 3 étapes de mordançages, si on n'a toujours pas obtenu la luminosité souhaité après application de l'alcool, on pourra réaliser un sablage-fraisage de surface et appliquer à nouveau le gel de mordançage puis l'alcool.

- Séchage pour évaporer l'éthanol.
- Application de la résine infiltrante (*ICON – infiltrant®*) pendant 3min.



Figure 23 : Application *ICON infiltrant®* (Photo Dr OUDIN)

- Retrait de l'excès.
- Photo polymérisation pendant 40s.
- Ré application de la résine infiltrante pendant 1 min.
- Retrait de l'excès.
- Photo polymérisation pendant 40s.



Figure 24 : Après polymérisation et avant polissage. (Photo Dr OUDIN).

- Finir par un polissage minutieux des surfaces dentaires traitées.

Si on a réalisé un sablage-fraisage de la surface (dans le cas de lésions profondes), il faudra combler la perte de substance par application d'une résine composite « émail » voire « body » si le fraisage a été important.



Figure 25 : Situation Finale (Photo Dr OUDIN)



Figure 26 : Situation finale / filtre polarisée (Photo Dr OUDIN)



#### 4. POURQUOI ET COMMENT INTEGRER L'ICON® AU TRAITEMENT ORTHODONTIQUE PAR MULTI-BAGUES ?

##### 4.1 Intérêt de traiter les patients présentant des « white spot »

Nous avons donc vu qu'il était possible chez une partie de la population de déceler des zones de déminéralisations amélares : les « white spot ». L'ICON® peut alors être utilisé comme traitement de ces lésions, puisque cette résine fait aujourd'hui partie intégrante de notre panel thérapeutique.

De même, les patients présentant des zones d'hypominéralisations comme des tâches de fluoroses peuvent très bien être traités, pour des raisons esthétiques, avec la résine ICON® afin d'atténuer cette lésion opaque (comme nous avons pu le voir dans le chapitre « principe du masquage optique »).

Parmi cet ensemble de patients qui aura eu recours à un traitement à l'ICON® certains seront amenés, pour des raisons autant esthétiques que fonctionnelles, à suivre un traitement orthodontique par multi-bagues. Si la résine a été appliquée sur les surfaces vestibulaires, nous sommes amenés à nous poser la question suivante : **L'utilisation de la résine infiltrante ICON® a-t-elle une influence sur le collage des brackets orthodontiques lors d'un traitement multi-bagues ?**

Il faut également prendre en compte les patients présentant ces défauts amélares mais qui n'auront pas été pris en charge et dont la pose d'un multi-bagues est indiqué. Outre le fait qu'une hygiène bucco-dentaire irréprochable leur sera demandée avant de recevoir le traitement orthodontique, il faudra aussi traiter ces déminéralisations amélares sinon le collage des brackets ne pourra être réalisé. De même, il faudra traiter les patients présentant des « white spot » en cours de traitement orthodontique. **Mais alors quelles thérapeutiques employer ? l'utilisation de l'ICON® est-elle indiquée ?**

C'est à ces questions que nous allons tenter de répondre au travers des chapitres suivants.

#### 4.2 Rappel sur le mécanisme de collage des brackets

Le collage en orthodontie fait intervenir 3 acteurs : le bracket, la colle, le substrat (émail, dentine, résine, céramique...). La qualité du collage est directement liée aux propriétés de la colle ainsi qu'aux interfaces colle/substrat et colle/bracket.

L'adhésion doit être suffisamment forte entre le bracket et la surface dentaire pour éviter tout décollement du bracket pendant la durée du traitement orthodontique.

Dans notre situation, le substrat sera soit l'émail dentaire soit la résine d'infiltration ICON®. Le collage sur cette résine ne pose pas de problèmes car elle est composée de méthacrylate et est donc compatible avec les systèmes adhésifs. Il faut cependant que cette résine soit suffisamment récente car son vieillissement entraîne une diminution du potentiel de collage.

La colle est le matériau d'assemblage qui réunit les deux substrats : ça peut être une résine (composite, adhésive), un ciment verre ionomère (traditionnels ou modifiés par adjonction de résine : CVIMAR).

Il faut travailler dans un milieu où l'humidité est contrôlée pour éviter toute contamination salivaire : écarteur de bouche, aspiration, rouleau de coton, spray-air.

Le protocole est le suivant :

- Élimination du biofilm salivaire qui est déposé instantanément sur l'émail au contact de la salive : car il empêche le collage, c'est une barrière physique faiblement attachée à la surface dentaire, qui ne s'enlève pas avec un simple rinçage, mais avec un ponçage prophylactique des surfaces dentaires. (35)
- Traitement de surface de l'émail : mordantage par application d'acide (ortho phosphorique le plus souvent 15 à 30s (36)) pour créer des anfractuosités et permettre une « adhésion par micro-clavetage », c'est un ancrage mécanique.

- Rinçage
- Séchage
- Application de la colle sur la base du bracket (selon les données du fabricant et des propriétés de la colle)
- Mise en place du bracket et retrait des excès
- Photo polymérisation

#### 4.3 Comment coller sur un émail déminéralisé ?

Comme nous avons pu le voir précédemment il y a deux interfaces lors d'un collage. Nous nous intéressons ici à l'interface colle/substrat.

Dans la plupart des cas ce substrat est représenté par l'émail dentaire.

Outre le traitement de surface de l'émail et le choix de la colle, qui sont tous deux praticien-dépendant, la qualité de l'émail joue également un rôle important dans le collage.

En effet, comme nous avons pu le voir, il arrive que l'émail présente des zones de déminéralisation, or il n'est pas possible pour le praticien de réaliser un collage correct et fiable dans le temps sur un émail déminéralisé. Il faudra d'abord traiter ces lésions avant d'envisager la pose des brackets (37).

De plus réaliser un collage de bracket sur un émail présentant une déminéralisation de surface engendre un risque significatif de fracture de l'émail.

Il existe de nos jours un certain nombre de thérapeutiques de reminéralisation de ces lésions. Chacune présente des avantages et des inconvénients, mais surtout nous allons voir que le choix du matériau employé aura un impact direct sur la qualité du collage.

#### 4.3.1 Présentation du panel thérapeutique des lésions non cavitaires

##### 4.3.1.1 Fluor

Le fluor a une action cariostatique par la formation de **fluorure de calcium** et favorise la reminéralisation. (38)

Il peut être administré par voie systémique : eau, sel ou encore comprimés. Cela se traduit par une augmentation de la concentration de fluor dans la cavité buccale. Il peut également être administré par voie topique : gel, vernis, dentifrice, bain de bouche ou encore dans les ciments, colles et résines (39). On obtient ainsi une augmentation de concentration en fluor dans la salive, la plaque et les surfaces dentaires.

L'application sur les surfaces dentaires de fluor permet la formation de réservoirs de fluorures de calcium qui sont libérés lorsque le pH est abaissé par une attaque acide : il y a une régulation des cycles de déminéralisation-reminéralisation, en privilégiant la reminéralisation.

Une bonne hygiène bucco-dentaire combinée à l'utilisation quotidienne de fluor (dentifrice, solutions de bain de bouche) réduit significativement le risque de déminéralisation de l'émail.

##### 4.3.1.2 Micro abrasion

C'est une méthode efficace qui consiste en **un traitement physique et chimique** (40) qui vise à éliminer les couches supérieures de l'émail (celles concernées par la déminéralisation). Il s'agit de réaliser un mordantage à l'acide afin d'obtenir une érosion, combiné à une abrasion de surface avec des particules abrasives : oxyde d'alumine ou oxyde de silicium.

Pour que l'action soit efficace il doit y avoir un frottement de surface entre la pâte abrasive obtenue et les surfaces amélares concernées.

Ainsi, on obtient une perte de substance minime, seul l'émail déminéralisé de surface est éliminé. (41)

#### 4.3.1.3 Phosphopeptine de Caséine-Phosphate de calcium amorphe

Ce sont des peptides dérivés de la caséine du lait. Il affecte le processus de déminéralisation-reminéralisation (42).

**Le complexe CPP-ACP est un réservoir de calcium et de phosphate (43)**, ce nano-complexe adhère à la paroi bactérienne des micro-organismes et des surfaces dentaires. Lors d'une attaque acide, ces ions sont libérés et la salive est alors saturée en calcium et phosphate par rapport à l'émail dentaire : inhibant la déminéralisation et favorisant la reminéralisation (44).

Il se présente sous la forme d'une crème ou gel à appliquer deux fois par jour sur les dents après le brossage. Cette crème doit agir au moins 3 minutes sur l'ensemble des dents. C'est pendant cette période que le complexe va agir comme agent réparateur.

Pour une action efficace, il faudra éviter de manger, boire ou se rincer pendant au moins 30 minutes après l'application.



Figure 27 : Dentifrice Recaldent® à base de CPP-ACP

#### 4.3.1.4 CVI ClinPro XT Varnish®

C'est un **ciment verre ionomère** indiqué pour le traitement des hypersensibilités, mais qui peut être utilisé dans le traitement des déminéralisations, car il libère du fluor, du phosphate et du calcium (45).

Il forme une barrière temporaire contre les attaques acides, tout en favorisant la reminéralisation : son action protectrice a une durée de 6 mois. Il peut être rechargé avec l'utilisation de dentifrices fluorés.

#### 4.3.1.5 ICON®

*Décrit précédemment.*



Figure 28 : Résine ICON® kit d'infiltration proximal et vestibulaire.

#### 4.4 Revue systématique de la littérature

Depuis quelques années, plusieurs études ont été réalisées dans le but d'évaluer le collage de brackets orthodontiques sur un émail déminéralisé ayant subi un traitement de reminéralisation (application de fluor, résine infiltrante...). Pour cela la résistance du bracket aux forces de cisaillement est mesurée dans chaque étude.

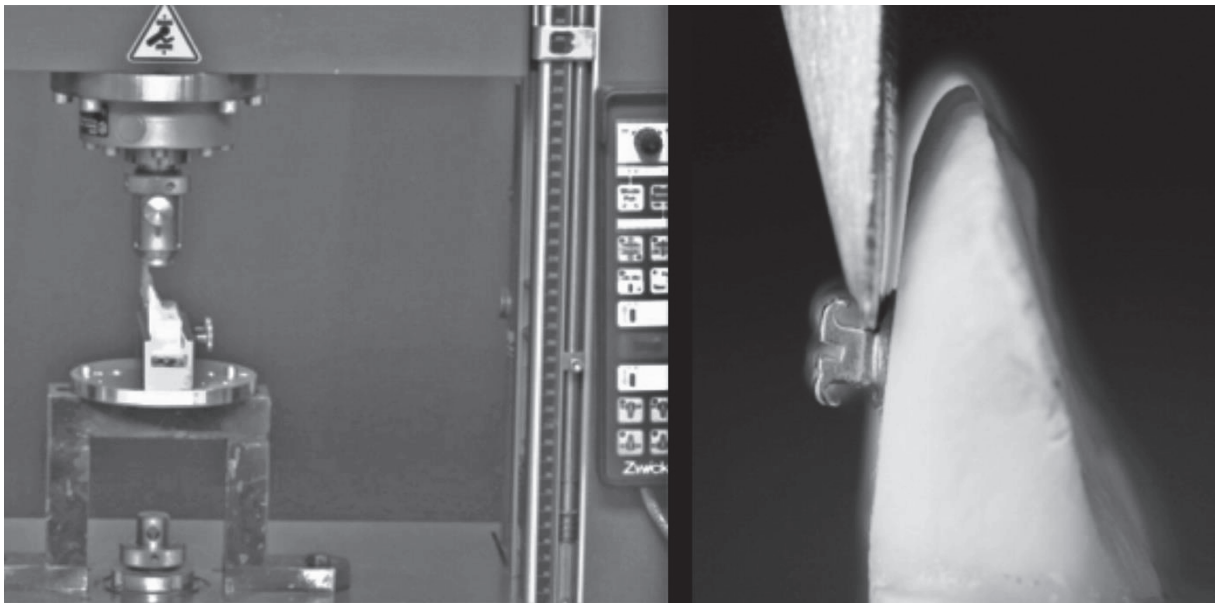


Figure 29 : Appareil permettant la mesure de la résistance aux tests de cisaillements

(46)

Nous allons tout d'abord commencer par évaluer le collage d'un bracket orthodontique sur un émail préalablement traité avec la résine infiltrante ICON®, à travers deux études (47) (46).

## Étude n°1

---

Auteurs : Ewelina Naidu ; Bogna Stawarczyk ; Pune Nina Tawakoli ; Rengin Attin ; Thomas Attin ; Annette Wiegand<sup>f</sup>

Journal : Angle Orthod.

Année de Publication : 2013

Pays : Suisse

Titre : Shear bond strength of orthodontic resins after caries infiltrant preconditioning

---

Objectif : évaluer les effets de la résine infiltrante sur le collage des brackets orthodontiques à un émail sain et un émail déminéralisé.

L'étude porte sur 300 couronnes dentaires d'origines animales. Un premier groupe, comprenant la moitié des dents (150) subi une déminéralisation artificielle, l'autre groupe reste sain. Puis chacun des deux groupes est divisé en 5 sous-groupes correspondant aux 5 systèmes de collages utilisés :

- *Heliosit Orthodontic*®,
- *Transbond XT Primer*®,
- *Transbond Plus Self Etching Primer*®,
- *Fuji Ortho*®,
- *Concise Orthodontic Bonding System*®

Puis pour chaque sous-groupe, le collage se fera soit sur un émail traité au préalable à l'ICON® soit sur un émail n'ayant reçu aucun traitement.

Enfin la résistance aux forces de cisaillement lors du retrait du bracket est mesurée.

Résultats : ils montrent qu'un prétraitement à la résine infiltrante sur un émail sain améliore le collage de 3 systèmes de collage sur 5 (*Transbond XT Primer*®, *Transbond Plus Self Etching Primer*®, *Fuji Ortho*®). **Tandis que sur un émail déminéralisé il améliore significativement le collage de chaque sous-groupe à l'exception de *Concise Orthodontic Bonding System*®.** De plus l'application de cette résine a permis de réduire nettement le risque de fracture d'émail lors du retrait du bracket.



## Étude n°2

---

Auteurs : Laura Mews ; Matthias Kern ; Robert Ciesielski ; Helge Fischer-Brandies ; Bernd Koos

Journal : Angle Orthod.      Année de Publication : 2014    Pays : Allemagne

<u>Titre</u> : Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel after application of a caries infiltrant
---

---

Objectif : Évaluer le collage de brackets orthodontiques sur émail présentant différents degrés de minéralisation, après application d'une résine infiltrante ou d'un adhésif conventionnel.

L'étude est effectuée sur un total de 320 couronnes dentaires d'origines animales, réparties en 8 groupes. Les brackets sont fixés au moyen de la colle Transbond XT®. La résistance aux forces de cisaillements est mesurée lors du retrait du bracket.

Groupe 1 : Mordançage à l'acide phosphorique puis application de l'adhésif

Groupe 2 : Uniquement mordançage

Groupe 3 : Déminéralisation artificielle, mordançage à l'acide phosphorique puis application de l'adhésif

Groupe 4 : Déminéralisation artificielle, résine infiltrante

Groupe 5 : Déminéralisation artificielle, résine infiltrante, puis application de l'adhésif

Groupe 6 : Déminéralisation artificielle, résine infiltrante, mordançage à l'acide phosphorique puis application de l'adhésif

Groupe 7 : Déminéralisation artificielle + résine infiltrante en distal ; Mordançage + adhésif en mésial

Groupe 8 : Déminéralisation artificielle + résine infiltrante en distal ; Mordançage en mésial ; adhésif en mésial et distal

Résultats : Les meilleures valeurs sont retrouvées dans le groupe 6 (application de la résine infiltrante). Ces valeurs sont comparables aux deux premiers groupes, où il n'y a pas eu de déminéralisation artificielle (=émail sain).

**Ainsi dans cette étude, l'application de la résine infiltrante sur un émail déminéralisé permet d'obtenir un meilleur collage.**

De même la structure de l'émail se voit renforcée : moins de fracture amélaire.

Bien que réalisées sur l'animal, ces premières études permettent de mettre en lumière le potentiel de la résine infiltrante à améliorer le collage orthodontique sur un émail déminéralisé.

Maintenant, nous allons comparer ce produit aux différentes thérapeutiques de reminéralisation amélaire existantes dont nous disposons aujourd'hui. Pour cela, une série de 7 études (2 portant sur l'animal et 5 sur l'homme), réalisées entre 2011 et 2016, va nous permettre de faire cette comparaison. (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54).

Le cas clinique que nous avons réalisé précédemment (CHU de Nice) illustre notre propos : face à l'apparition de « white spot » lors d'un traitement orthodontique multi-bagues, quelles thérapeutiques de reminéralisation employer ?



Figure 30 : « White spot » localisés sur 23 - 22 au cours d'un traitement multi-bagues

### Étude n°3

---

Auteurs : Attin R ; Stawarczyk B ; Keçik D ; Knösel M, Wiechmann D, Attin T

Journal : Angle Orthod.

Année de Publication : 2011

Pays : Suisse

<u>Titre</u> : Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods
--

---

Objectif : Évaluer l'influence d'un émail déminéralisé ou prétraité avec des techniques de reminéralisation, sur le collage de brackets orthodontiques.

L'étude est réalisée sur 60 couronnes dentaires d'origines animales répartis en 5 groupes : un groupe contrôle et quatre groupes subissant une déminéralisation artificielle. Les brackets sont collés au moyen de la colle Transbond XT®. Puis la résistance aux forces de cisaillement est mesurée dans chacun des groupes.

Groupe 1 : contrôle (ni déminéralisation – ni traitement)

Groupe 2 : déminéralisation - pas de traitement

Groupe 3 : déminéralisation – application de Fluor (Elmex®)

Groupe 4 : déminéralisation - application CVI (ClinPro Varnish®)

Groupe 5 : déminéralisation – application ICON®

Résultats : on observe un meilleur collage dans le groupe contrôle. Les moins bons résultats ont été obtenus dans le groupe 2 (déminéralisation, pas de traitement). Toutes les techniques de reminéralisation ont contribué à améliorer le collage par rapport au groupe 2, mais **l'amélioration la plus significative est représentée par le groupe ayant été traité à la résine infiltrante ICON®.**

De plus, il n'y a eu **aucune fracture de l'émail dans le groupe traité à l'ICON®** : les fractures sont situées au niveau de l'adhésif.

#### Étude n°4

---

Auteurs : Julia Sotero Vianna ; Mariana Marquezan ; Thiago Chon Leon Lau ; Eduardo Franzotti Sant'Anna

Journal : Dental Press J Orthod.      Année de Publication : 2016      Pays : Brésil

Titre : Bonding brackets on white spot lesions pretreated by means of two methods

---

Objectif : Évaluer le collage de brackets orthodontiques sur un émail déminéralisé, prétraité à la résine infiltrante ICON® et au ciment verre ionomère ClinPro XT Varnish®.

L'étude porte sur 75 incisives d'origines animales. Cinq groupes sont formés : un groupe contrôle et quatre subissant une déminéralisation artificielle. Le vieillissement de la résine et du CVI est également évalué.

Groupe 1 = contrôle : pas de déminéralisation, pas de traitement

Groupe 2 : déminéralisation - application ICON®

Groupe 3 : déminéralisation - application ICON® + vieillissement artificiel

Groupe 4 : déminéralisation - application CVI

Groupe 5 : déminéralisation - application CVI + vieillissement artificiel.

Les brackets sont collés au moyen de la colle Transbond XT®.

Résultats : Les meilleurs résultats sont obtenus dans le groupe 4 (CVI). **La résine infiltrante montre des valeurs similaires au groupe contrôle donc comparable au collage sur un émail sain.**

De plus les résultats des groupes 3 et 5 montrent que le vieillissement artificiel n'a pas affecté négativement le collage orthodontique.

## Étude n°5

---

Auteurs : Abdullah Ekizer ; Yahya Orcun Zorba ; Tancan Uysal ; Servet Ayrikcila

Journal : Korean J Orthod.    Année de Publication : 2012    Pays : Turquie

Titre : Effects of demineralization-inhibition procedures on the bond strength of brackets bonded to demineralized enamel surface

---

Objectif : Étudier les effets des différentes techniques de reminéralisation sur le collage de brackets orthodontiques à un émail déminéralisé.

80 prémolaires maxillaires humaines saines et extraites pour raisons orthodontiques, subissent un processus de déminéralisation artificielle et sont répartis en 4 groupes.

Groupe 1 = contrôle : déminéralisation - pas de traitement

Groupe 2 : déminéralisation - application ICON®

Groupe 3 : déminéralisation - application gel APF® (fluorure de phosphate acidulé)

Groupe 4 : déminéralisation - application CPP-ACP®

Les brackets sont fixés à l'aide de la colle Transbond XT® et les tests de résistance aux forces de cisaillement sont effectués.

Résultats : Les meilleurs résultats ont été retrouvés dans les groupes 2 et 4 (ICON® et CPP-ACP®) en comparaison avec le groupe contrôle. Les moins bons résultats sont attribués au groupe 3 (gel APF®).

**Ici c'est bien la résine infiltrante ICON® qui obtient la plus grande résistance aux forces de cisaillement et donc améliore significativement le collage.** Dans ce groupe les fractures sont cohésives et situées au niveau de l'interface bracket – colle, traduisant une meilleure liaison entre l'émail infiltré et la résine de collage.

## Étude n°6

---

Auteurs : Ilknur Veli ; Mehmet Akin ; Zeliha Müge Baka ; Tancan Uysal

Journal : Acta Odontologica Scandinavica

Année de Publication : 2016      Pays : Turquie

<p><u>Titre</u> : Effects of different pre-treatment methods on the shear bond strength of orthodontic brackets to demineralized enamel</p>
---

---

Objectif : Comparer les effets des différentes méthodes de reminéralisation d'un émail déminéralisé, sur le collage de brackets orthodontiques.

L'étude porte sur 140 prémolaires maxillaires humaines saines, extraites avant la réalisation d'un traitement orthodontique et répartis en 7 groupes : tous les groupes subissent une déminéralisation artificielle à l'exception du groupe contrôle.

Groupe 1 : contrôle

Groupe 2 : déminéralisation - pas de traitement

Groupe 3 : déminéralisation - application CPP-ACP®

Groupe 4 : déminéralisation - application Fluor

Groupe 5 : déminéralisation - micro abrasion

Groupe 6 : déminéralisation - micro abrasion<sup>2</sup>

Groupe 7 : déminéralisation - application ICON®

Les brackets sont alors fixés à l'aide de la colle Transbond XT® puis les tests de cisaillements sont effectués.

Résultats : Toutes les techniques de reminéralisation ont permis d'obtenir un meilleur collage que sur un émail déminéralisé.

Les valeurs les plus basses sont obtenus dans le groupe 2 (déminéralisation, pas de traitement), tandis que **les meilleures valeurs sont obtenues dans le groupe 7 = utilisation de la résine infiltrante ICON®**. L'adhésion des brackets est même meilleure que dans le groupe contrôle.

## Étude n°7

---

Auteurs : Baka ZM ; Akin M ; Ileri Z ; Basciftci FA

Journal : Angle Orthod.

Année de Publication : 2016

Pays : Turquie

Titre : Effects of remineralization procedures on shear bond strengths of brackets bonded to demineralized enamel surfaces with self-etch systems

---

Objectif : Comparer les effets de différentes méthodes de reminéralisation sur le collage de brackets orthodontiques à un émail déminéralisé préalablement traités par ces méthodes.

L'étude porte sur 140 prémolaires maxillaires humaines non carieuses, extraites pour raisons orthodontiques et répartis en 7 groupes : un groupe contrôle et 6 groupes subissant une déminéralisation artificielle.

Groupe 1 : contrôle

Groupe 2 : déminéralisation - pas de traitement

Groupe 3 : déminéralisation - application CPP-ACP®

Groupe 4 : déminéralisation - application de fluor

Groupe 5 : déminéralisation - micro abrasion

Groupe 6 : déminéralisation - micro abrasion<sup>2</sup>

Groupe 7 : déminéralisation - application ICON®

Les brackets sont alors fixés à l'aide de la colle Transbond XT® puis les tests de cisaillements sont effectués.

Résultats : Toutes les techniques employées ont permis d'améliorer le collage et de diminuer la rugosité de surface, comparé à un émail déminéralisé, mais c'est **l'infiltration d'ICON® qui a permis d'obtenir des valeurs similaires au collage sur un émail sain**. De toutes les techniques de reminéralisation, c'est celle-ci qui permet d'obtenir la meilleure résistance aux forces de cisaillement.

## Étude n°8

---

Auteurs : Mona A Montasser ; Mahasen Taha

Journal : Prog Orthod.

Année de Publication : 2014

Pays : Egypte

<p><u>Titre</u> : Effect of enamel protective agents on shear bond strength of orthodontic brackets</p>
---

---

Objectif : Étudier l'influence de deux agents de prévention amélaire sur le collage de brackets orthodontiques, en utilisant soit un système de collage conventionnel soit un système auto-mordançant.

Il y a soixante prémolaires maxillaires humaines extraites pour raisons orthodontiques et répartis en 3 groupes :

Groupe 1 : traité à l'ICON®

Groupe 2 : traité au CVI Clinpro Varnish XT®

Groupe 3 : contrôle = aucun traitement

Puis chaque groupe est divisés en deux sous-groupe : l'un utilisant le système auto-mordançant (Transbond XT light cure adhesive ® et Transbond Plus Self Etching Primer®), l'autre le système conventionnel (Transbond XT light cure adhesive®, Transbond XT primer® et de l'acide ortho phosphorique à 37%). Puis les tests de cisaillements sont réalisés 72h après le collage.

Résultats : Les moins bons résultats ont été retrouvés dans le groupe associant le CVI au système auto mordançant, tandis que les meilleurs résultats sont à attribués au groupe associant le CVI au système conventionnel.

**La résine infiltrante ICON® quant à elle, a obtenu des valeurs comparables au groupe contrôle et n'a donc pas affecté négativement le collage, même sur émail sain.** Ici la structure de l'émail est renforcée avec l'ICON® : l'arrachement est situé au niveau de l'interface bracket – colle.



## Étude n°9

---

Auteurs : Aline Costenoble ; Elsa Vennat ; Jean-Pierre Attal ; Elisabeth Dursun

Journal : Angle Orthodontist Année de Publication : 2016 Pays : France

Titre : Bond strength and interfacial morphology of orthodontic brackets bonded to eroded enamel treated with calcium silicate–sodium phosphate salts or resin infiltration

---

Objectif : Évaluer le collage de brackets orthodontiques sur un émail érodé et traité avec différentes techniques de prévention.

Ainsi 91 dents humaines sont réparties en 7 groupes. Hormis le groupe contrôle, toutes subissent un phénomène d'érosion artificielle. Les brackets sont fixés au moyen de la colle Transbond XT® et les tests de cisaillements sont effectués.

Groupe 1 : contrôle (pas d'érosion artificielle, pas de traitement)

Groupe 2 : érosion artificielle - pas de traitement

Groupe 3 : érosion artificielle - dentifrice fluorée (CSP « regenerate toothpaste®)

Groupe 4 : érosion artificielle - application ICON®

Groupe 5 : érosion artificielle - application ICON® (collage du bracket différé d'un mois)

Groupe 6 : érosion artificielle - résine infiltrante expérimentale

Groupe 7 : érosion artificielle - résine infiltrante expérimentale (collage du bracket différé d'un mois)

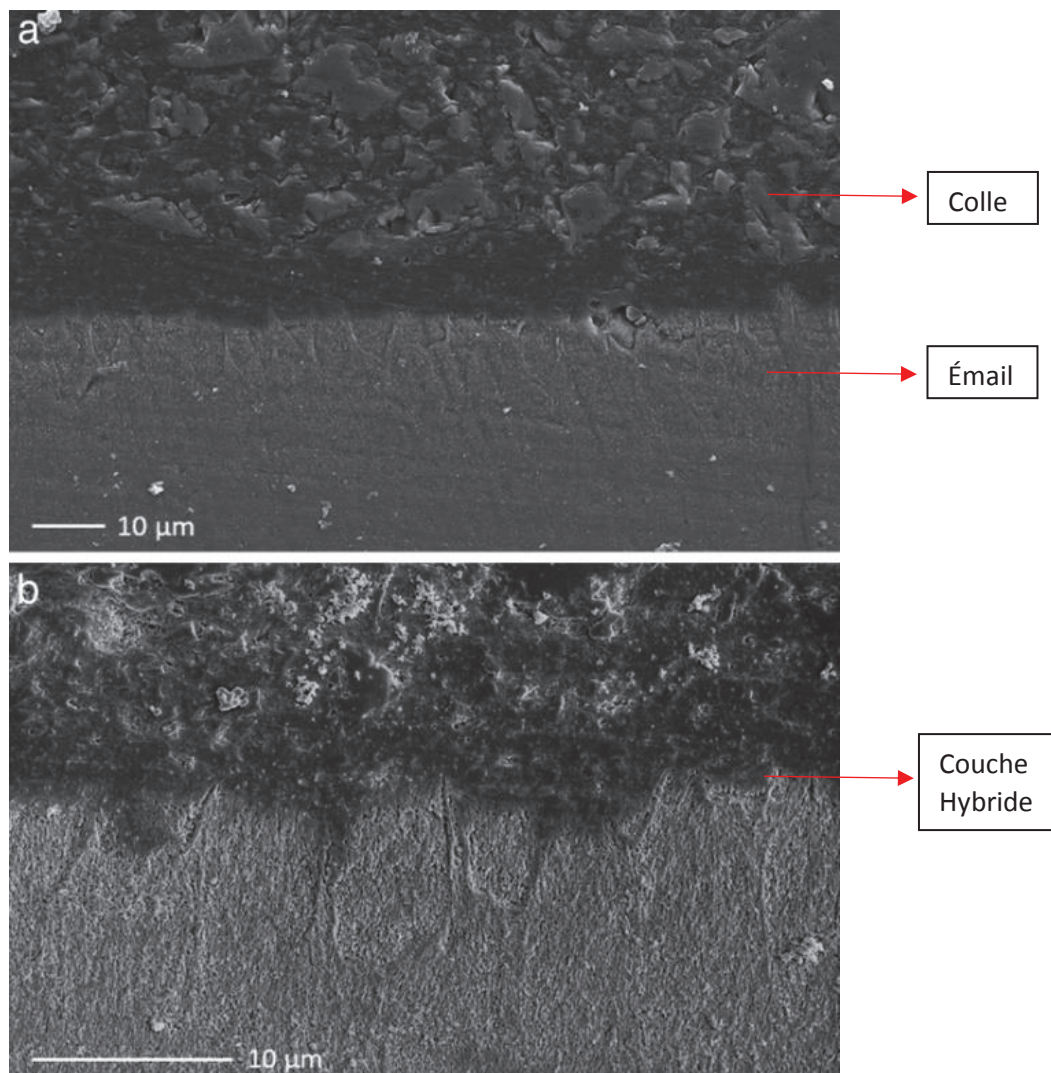
Résultats : Les valeurs sont comparables entre le groupe contrôle et le groupe 2 (émail érodé et non traité), celui-ci obtenant même les meilleurs valeurs. . L'utilisation de fluor n'a pas affecté négativement le collage.

**L'ICON® et la résine infiltrante expérimentale présentent des valeurs comparables au groupe contrôle**, cependant pour les groupes 5 et 7 (collage différé) ces valeurs sont plus basses que le groupe contrôle.

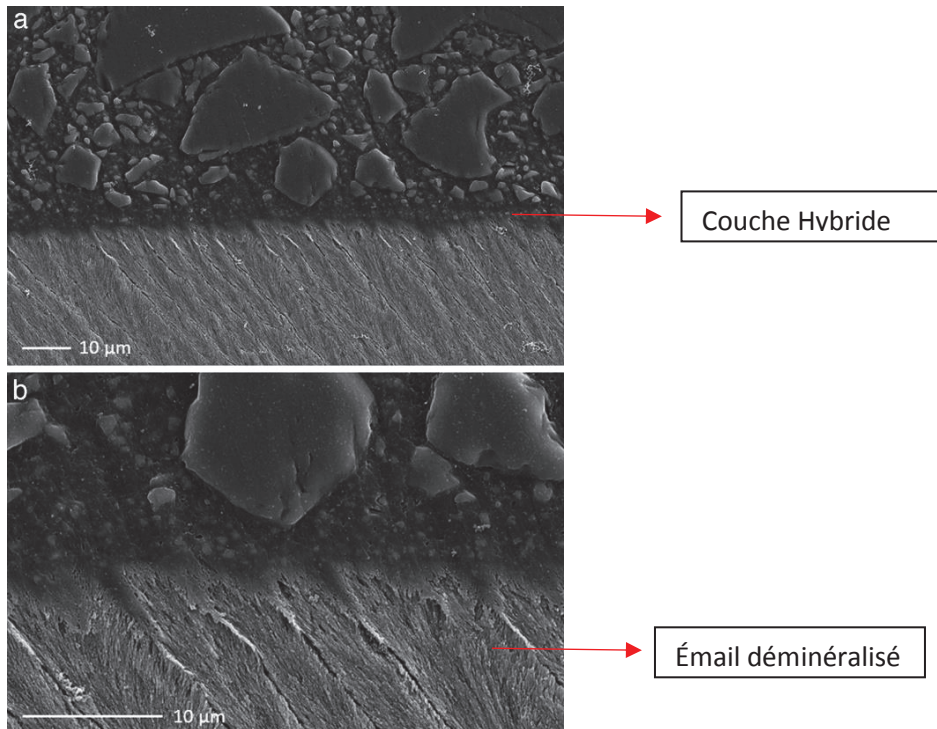
Ainsi pour un meilleur collage, la fixation du bracket doit se faire peu de temps après l'infiltration de résine. On n'observe **aucune fracture amélaire** pour le groupe traité à l'ICON®.

Sur les images au microscope électronique à balayage on remarque pour les groupes 1 à 3 (émail sain, érodé, et traité au fluor) une couche hybride bien homogène (la surface amélaire semble plus rugueuse pour les groupes 2 et 3).

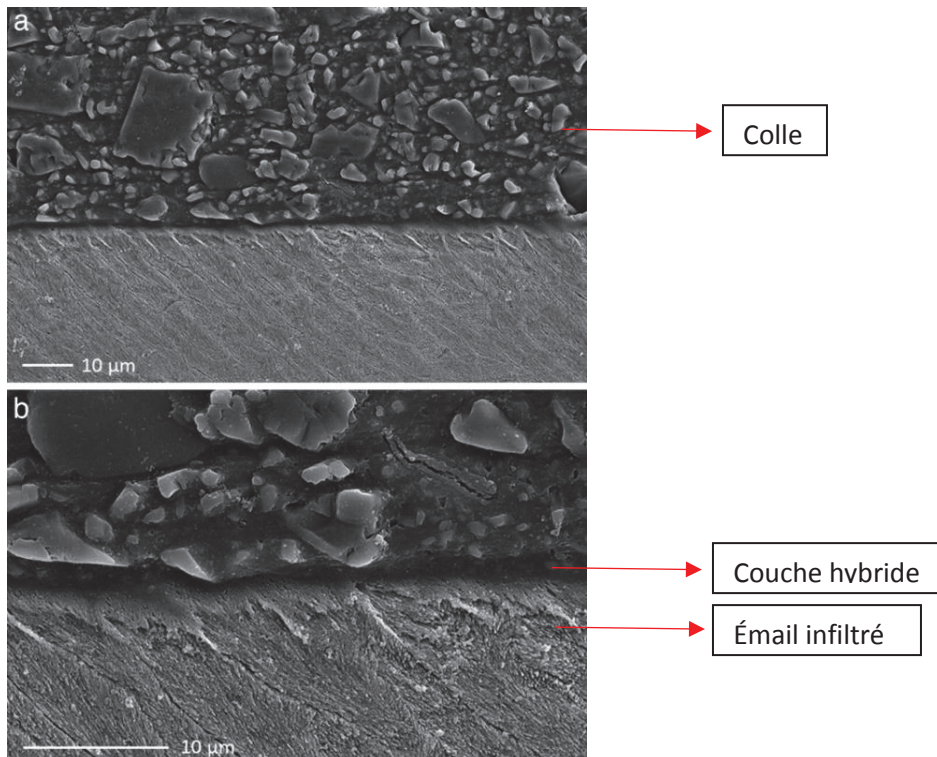
**Pour les groupes traités à la résine infiltrante on note une pénétration homogène de la résine qui recouvre bien la surface amélaire et qui semble bien polymérisé avec l'adhésif.**



**Figure 31 :** Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail sain et adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000)



**Figure 32 :** Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail déminéralisé et adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000)



**Figure 33 :** Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail/ICON®/adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000)

#### 4.5 Discussion

Nous avons regroupé dans 2 tableaux, les valeurs (en MPa) des résultats aux tests de cisaillements pour les études 3 à 9 décrites précédemment. Les deux premières études ne sont pas prises en compte, car elles ne comparent l'ICON® à aucun autre produit. Les valeurs les plus hautes sont en rouge et celles concernant l'ICON en gras.

<u>Groupes</u>	<u>Étude 3</u>	<u>Étude 4</u>
Contrôle (émail sain)	<b>30.8</b>	11.54
Email déminéralisé	1.8	-
Fluor (Elmex®)	3.0	-
ClinPro Varnish®	5.3	<b>18.6</b>
<b>ICON®</b>	<b>17.0</b>	<b>10.61</b>
ClinPro Varnish® (après vieillissement)	-	12.46
<b>ICON® (après vieillissement)</b>	-	<b>12.65</b>

Figure 34 : Tableau récapitulatif ; résultats aux tests de cisaillements (Valeur en MPa)

Ces deux études ont pour défauts d'avoir été réalisées sur des dents d'origines animales, cependant leurs résultats permettent de tirer les mêmes conclusions :

Dans la troisième étude, les meilleures valeurs sont obtenues lorsque le collage se fait sur un émail sain, mais c'est l'ICON® qui se voit être le meilleur agent de reminéralisation.

Dans la quatrième étude, c'est l'utilisation du CVI qui permet d'obtenir le meilleur collage, mais l'ICON® obtient des valeurs comparables au collage sur un émail sain.

Ainsi, ces deux études, permettent d'envisager qu'un collage orthodontique sur un émail déminéralisé prétraité à la résine ICON® ne réduit pas, mais au contraire, peut augmenter la qualité du collage. De même, le vieillissement de la résine (étude 4) ne compromet pas le collage.

De plus, dans ces deux études il a été observé que l'infiltration de résine diminue les risques de fractures amélares lors du décollage. La résine infiltrante comme traitement de déminéralisation permettrait un renforcement de la structure dentaire.

Dans ce second tableau, sont regroupées les valeurs des études 5 à 9, elles sont réalisées sur des dents humaines, contrairement aux études précédentes.

	<u>Étude 5</u>	<u>Étude 6</u>	<u>Étude 7</u>	<u>Étude 8</u>	<u>Étude 9</u>
<b>Email sain</b>	-	18.8	<b>10.21</b>	21.1 (système conventionnel) 20.2 (système auto mordançant)	21.1
<b>Email déminéralisé</b>	12.3	6.8	2.62	-	<b>26.2</b>
<b>Fluor</b>	9.9	11.5	7.92	-	19.2
<b>CPP-ACP®</b>	19.8	16.2	9.04	-	-
<b>Micro abrasion</b>		12.6 – 14.8	6.18 – 6.54	-	-
<b>ClinPro Varnish XT®</b>	-	-	-	<b>21.3</b> (système conventionnel) 11.2 (système auto mordançant)	-
<b>ICON®</b>	<b>20.6</b>	<b>19.1</b>	<b>10.06</b>	<b>20.2</b> (système conventionnel) <b>17.6</b> (système auto mordançant)	<b>20.4</b> <b>16.6</b> (collage différé)

Figure 35 : Tableau récapitulatif ; résultats aux tests de cisaillements (valeur en MPa)

Dans l'étude 5, l'utilisation de CPP-ACP® comme de l'ICON® favorisent un meilleur collage que sur un émail déminéralisé seul. **C'est bien la résine infiltrante qui obtient la résistance aux forces de cisaillement la plus importante.** Le gel APF®, quant à lui, n'a pas permis un collage correct (valeur inférieur à un émail déminéralisé).

Les études six et sept sont similaires dans leurs démarches et dans leurs résultats. Ici, c'est bien l'ICON® qui obtient les meilleurs valeurs (le collage étant même meilleur que sur un émail sain dans l'étude 6 et très semblable dans l'étude 7). **L'utilisation de la résine infiltrante sur un émail déminéralisé permettrait de retrouver des valeurs de collage comparable à ceux sur un émail sain.** Toutes les techniques de reminéralisation employées permettent un meilleur collage que sur un émail déminéralisé non traité (notamment le CPP-ACP®).

Le collage dans la huitième étude se fait sur un émail sain, c'est le système de collage qui est différent. Ici c'est le CVI qui obtient les meilleurs résultats, **mais ceux de l'ICON® sont comparables au groupe contrôle.**

Cependant c'est le système conventionnel avec mordantage préalable qui permet d'obtenir le meilleur collage, ceci peut s'expliquer par le fait que l'acide de mordantage contenu dans le système auto mordant ne permet pas une déminéralisation suffisante une fois que le CVI ou la résine infiltrante ont été appliqués, donc une moins bonne liaison avec la colle.

Enfin dans la 9<sup>ème</sup> étude il est question d'érosion. Une fois de plus, **l'utilisation de l'ICON® permet d'obtenir des valeurs comparables au collage sur un émail sain.** Cette étude est intéressante car elle permet de souligner le fait que le collage des brackets doit être réalisé peu de temps après l'infiltration, afin d'obtenir le meilleur collage possible.



## 5. PERENNISATION ET DEVENIR DU COLLAGE PENDANT LE TRAITEMENT MULTI-BAGUES

La revue de littérature du chapitre précédent a montré que l'utilisation de l'ICON® comme traitement des déminéralisations de surfaces amélaire permet un meilleur collage des brackets.

Cependant, les patients ayant eu recours à cette technique d'érosion-infiltration afin de soigner les symptômes de la maladie carieuse dès les premiers stades, présentaient un risque carieux individuel élevé.

Il est donc nécessaire de sensibiliser ces patients à de possibles lésions ultérieures en leur fournissant des conseils d'hygiène bucco-dentaire spécifiques ainsi que des habitudes alimentaires adaptées.

En effet le port d'un appareil multi-bagues représente à lui seul un facteur de risque supplémentaire.

Les praticiens doivent donc accroître la surveillance de ces patients à risque qui peuvent ne pas observer suffisamment leurs recommandations.

**Ainsi nous nous sommes demandé comment vieillit cette résine dans le temps, comment réagit-elle aux attaques acides pendant la durée du traitement multi-bagues ? Permet-elle une protection optimale de la surface dentaire si l'hygiène bucco-dentaire n'est pas correctement respectée ?**

Pour répondre à cette question nous avons étudié un article de 2013 (55) réalisé par *Shaza M. Hammad et Enas T. Enan*.

## Étude n°10

---

Auteurs : Hammad SM ; Enan ET

Journal : Angle Orthod.

Année de Publication : 2013

Pays : Egypte

<p><u>Titre</u> : In vivo effects of two acidic soft drinks on shear bond strength of metal orthodontic brackets with and without resin infiltration treatment methods</p>
--

---

Objectif : évaluer les effets de deux sodas sur le collage de brackets orthodontiques à l'émail avec et sans traitement préalable à l'ICON®.

L'étude porte sur 60 prémolaires maxillaires humaines non cariées et devant être extraites chez 30 patients, pour raisons orthodontiques. Elles sont divisées aléatoirement en deux groupes selon le soda testés, puis 4 sous-groupes sont créés.

Groupe 1 : traitement à l'ICON® ; pose du bracket ; utilisation de Coca-Cola®

Groupe 2 : traitement à l'ICON® ; pose du bracket ; utilisation de Sprite®

Groupe 3 : pose du bracket ; utilisation de Coca-Cola®

Groupe 4 : pose du bracket ; utilisation de Sprite®

Les patients ont pour consignes de se rincer la bouche avec le soda qui leur est attribué pendant 5 minutes, 3 fois par jour, sur une durée de 3 mois. Ils doivent également se brosser les dents 3 fois par jour pendant 3 minutes. À la fin des 3 mois, les prémolaires sont extraites (sans endommager le bracket), et la résistance aux forces de cisaillement est mesurée.

Résultats : Les résultats de cette étude montrent une résistance aux forces de cisaillements bien supérieures pour les deux premiers groupes, c'est-à-dire ceux ayant eu un traitement préalable à l'ICON®. Ceci s'explique par le fait que la résine infiltrante remplit complètement les pores de l'émail bloquant ainsi toute pénétration d'acide supplémentaire. Le collage est ainsi optimisé et la surface dentaire protégée.



L'étude au microscope électronique à balayage va dans le même sens : dans les groupes 1/2 on observe un émail plus lisse et moins érodé que dans les groupes 3 et 4 qui n'ont pas eu d'infiltration de résine.

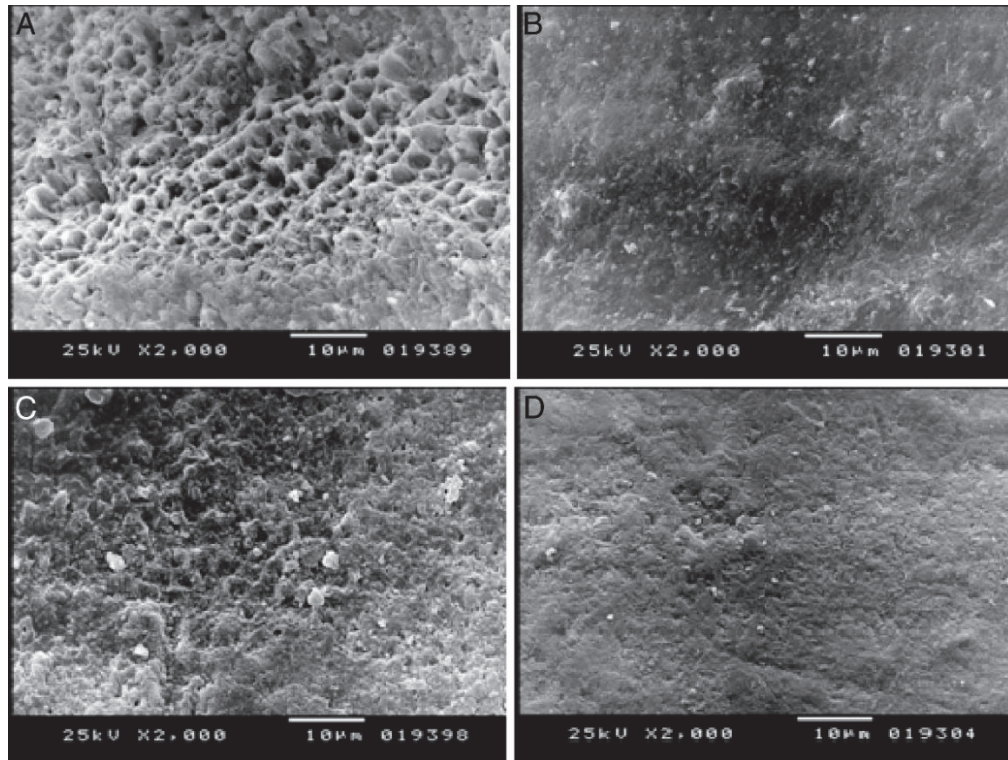


Figure 36 : Coupe microscope électronique à balayage x2000 (figure A = groupe 3 ;  
Figure B = groupe 1 ; Figure C : groupe 4 ; Figure D : groupe 2)

**Ainsi, la résine infiltrante aura permis tout au long du traitement de mieux protéger la surface dentaire et d'assurer un meilleur collage des brackets, par rapport aux dents n'ayant subi aucun traitement.**

Bien que ces résultats soient prometteurs, d'autres études sont nécessaires pour vraiment confirmer les effets de cette technique. Cependant, de nouvelles perspectives s'ouvrent à nous : l'utilisation de l'ICON® comme agent de prévention chez les patients à risque carieux élevé pendant un traitement multi-bagues orthodontique.

## 6. CONCLUSION

En orthodontie, un traitement des déminéralisations amélares peut être nécessaire en amont et/ou pendant la mise en place d'un appareillage multi-bagues.

Jusqu'à aujourd'hui il n'existait pas de matériau « idéal » pour le traitement de ces déminéralisations non cavitaires : chacun présentait avantages et inconvénients.

La résine infiltrante ICON® a fait ses preuves pour le traitement des lésions carieuses initiales, elle offre maintenant des perspectives intéressantes dans l'amélioration du collage des brackets, lorsque celui-ci doit être réalisé sur un émail déminéralisé.

Les différentes études que nous avons passées en revue nous ont montrées les qualités de cette résine dans ce domaine :

- renforcement de la structure amélaire
- meilleure adhésion entre la colle et l'émail infiltré
- masquage des défauts optiques

De plus il semblerait que l'infiltration amélaire par l'ICON® permettrait de prévenir l'apparition de ces lésions, notamment chez les patients à risque.

*Cependant, bien que ce matériau présente des caractéristiques encourageantes, nous manquons de recul clinique, et son utilisation en tant qu'agent de prévention chez les patients présentant un risque carieux individuel élevé devra faire l'objet de plus de recherche.*

## 7. BIBLIOGRAPHIE

1. Abou Neel EA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, et al. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*. 2016;11:4743–63.
2. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function*. Maryland Heights, MO : Mosby; 2008.
3. LeGeros RZ. Calcium phosphates in oral biology and medicine. *Monogr Oral Sci*. 1991;15:1–201.
4. Simmer JP, Hu JC. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *J Dent Educ*. 2001 Sep 1;65(9):896–905.
5. Dowker SEP, Anderson P, Elliott JC, Gao XJ. Crystal chemistry and dissolution of calcium phosphate in dental enamel. *Mineral Mag*. 2016;63(6):791–800.
6. Cao Y, Mei ML, Li Q-L, Lo ECM, Chu CH. Enamel prism-like tissue regeneration using enamel matrix derivative. *J Dent*. 2014 Dec;42(12):1535–42.
7. Gutiérrez-Salazar M del P, Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Mater Res*. 2003 Jun;6(3):367–73.
8. Triller M. *Histologie Dentaire*. Masson, 1987;
9. Piette E, Goldberg M. *La dent normale et pathologique*. De Boeck Supérieur; 2001. 392 p.
10. Featherstone JDB, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2006;20:66–76.
11. Goldstep F. *Dental Remineralization : Simplified*. Oral health - December 2012. 2012;
12. Roopa K, Pathak S, Poornima P, Neena I. White spot lesions : A literature review. *J Pediatr Dent* 2015;3:1-7. 2015;
13. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J*. 2008 Sep;53(3):286–91.
14. Lasfargues JJ, Colon P. *Odontologie conservatrice et restauratrice. Tome 1 : une approche médicale globale*. Cahiers de Prothèses; (JPIO).
15. Srivastava K, Tikku T, Khanna R, Sachan K. Risk factors and management of white spot lesions in orthodontics. *J Orthod Sci*. 2013;2(2):43–9.
16. Sundararaj D, Venkatachalapathy S, Tandon A, Pereira A. Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta-analysis. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015;5(6):433–9.
17. Riethe P, Rau G. *Atlas de Médecine Dentaire. Prophylaxie et traitement conservateur des caries dentaires*. Flammarion Médecine-Sciences (1994);
18. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet Lond Engl*. 2007 Jan 6;369(9555):51–9.

19. Bahoum A, Bahije L, Zaoui F. [Enamel demineralization in orthodontics. Systematic use of fluoride in prevention and treatment]. *Schweiz Monatsschrift Zahnmed Rev Mens Suisse Odonto-Stomatol Riv Mens Svizzera Odontol E Stomatol*. 2012;122(10):937–47.
20. Faltermeier A, Bürgers R, Rosentritt M. Bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* to esthetic bracket materials. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. 2008 Apr;133(4 Suppl):S99-103.
21. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod*. 1982 Feb;81(2):93–8.
22. Tufekci E, Dixon JS, Gunsolley JC, Lindauer SJ. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod*. 2011 Mar;81(2):206–10.
23. Lucchese A, Gherlone E. Prevalence of white-spot lesions before and during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod*. 2013 Oct;35(5):664–8.
24. Enaia M, Bock N, Ruf S. White-spot lesions during multibracket appliance treatment: A challenge for clinical excellence. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. 2011 Jul;140(1):e17-24.
25. Subramaniam P, Girish Babu KL, Lakhota D. Evaluation of penetration depth of a commercially available resin infiltrate into artificially created enamel lesions: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD*. 2014;17(2):146–9.
26. Ducamp R, Holmgren C, Leger S, Domejean S. Cariologie - Le point sur l'infiltration résineuse. *Clinic (Paris, France)* 35:185.188. 2014;
27. Tirlet G, Chabouis HF, Attal J-P. Infiltration, a new therapy for masking enamel white spots: a 19-month follow-up case series. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent*. 2013;8(2):180–90.
28. Attal JP, Atlan A, Denis M, Vennat E, Tirlet G. Nouveau concept pour le masquage des tâches de l'émail. L'infiltration en profondeur - Partie III. Traitement d'une MIH sévère. *L'information dentaire*. 2014;
29. Taher NM, Alkhamis HA, Dowaidi SM. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study. *Saudi Dent J*. 2012 Apr;24(2):79–84.
30. Shivanna V, Shivakumar B. Novel treatment of white spot lesions: A report of two cases. *J Conserv Dent JCD*. 2011;14(4):423–6.
31. Arnold WH, Bachstaedter L, Benz K, Naumova EA. Resin Infiltration into Differentially Extended Experimental Carious Lesions. *Open Dent J*. 2014 Dec 29;8:251–6.
32. Tirlet G, Attal JP. Le gradient thérapeutique, un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'information dentaire*. 2009;41/42.
33. Attal JP, Tirlet G, Denis M, Atlan A, Elsa Vennat. L'infiltration en profondeur - un nouveau concept pour le masquage des tâches de l'émail - partie I. *L'information dentaire*. 2013;
34. Attal J-P, Atlan A, Denis M, Vennat E, Tirlet G. White spots on enamel: treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). *Int Orthod*. 2014 Mar;12(1):1–31.

35. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J Am Dent Assoc.* 1985;110(3): p.329-32.
36. Roulet JF, Degrange M. Collage et adhésion, la révolution silencieuse. Ed Q Int. 2000 Paris;
37. Uysal T, Baysal A, Uysal B, Aydinbelge M, Al-Qunaian T. Do fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate affect shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a demineralized enamel surface? *Angle Orthod.* 2011 May;81(3):490–5.
38. Ogaard B, Rølla G, Arends J, ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 1988 Aug;94(2):123–8.
39. Carey CM. Focus on Fluorides: Update on the Use of Fluoride for the Prevention of Dental Caries. *J Evid-Based Dent Pract.* 2014 Jun;14 Suppl:95–102.
40. Bassir MM, Rezvani MB, Ghomsheh ET, Hosseini ZM. Effect of Different Surface Treatments on Microtensile Bond Strength of Composite Resin to Normal and Fluorotic Enamel After Microabrasion. *J Dent Tehran Iran.* 2016 Nov;13(6):431–7.
41. Pini NIP, Sundfeld-Neto D, Aguiar FHB, Sundfeld RH, Martins LRM, Lovadino JR, et al. Enamel microabrasion: An overview of clinical and scientific considerations. *World J Clin Cases WJCC.* 2015 Jan 16;3(1):34–41.
42. Vashisht R, Indira R, Ramachandran S, Kumar A, Srinivasan MR. Role of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate in remineralization of white spot lesions and inhibition of *Streptococcus mutans*? *J Conserv Dent JCD.* 2013;16(4):342–6.
43. Treatment of white spot lesions with ACP paste and microabrasion. *Angle Orthod.* 2012 Feb 21;82(5):765–9.
44. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res.* 2008 Apr;87(4):344–8.
45. Mehta A, Paramshivam G, Chugh VK, Singh S, Halkai S, Kumar S. Effect of light-curable fluoride varnish on enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in-vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 2015 Nov;148(5):814–20.
46. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel after application of a caries infiltrant. *Angle Orthod.* 2014 Aug 26;85(4):645–50.
47. Naidu E, Stawarczyk B, Tawakoli PN, Attin R, Attin T, Wiegand A. Shear bond strength of orthodontic resins after caries infiltrant preconditioning. *Angle Orthod.* 2013 Mar;83(2):306–12.
48. Attin R, Stawarczyk B, Keçik D, Knösel M, Wiechmann D, Attin T. Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. *Angle Orthod.* 2011 Jul 27;82(1):56–61.
49. Vianna JS, Marquezan M, Lau TCL, Sant’Anna EF. Bonding brackets on white spot lesions pretreated by means of two methods. *Dent Press J Orthod.* 2016;21(2):39–44.

50. Ekizer A, Zorba YO, Uysal T, Ayrikcila S. Effects of demineralization-inhibition procedures on the bond strength of brackets bonded to demineralized enamel surface. *Korean J Orthod*. 2012 Feb;42(1):17–22.
51. Effects of remineralization procedures on shear bond strengths of brackets bonded to demineralized enamel surfaces with self-etch systems. *Angle Orthod*. 2015 Nov 2;86(4):661–7.
52. Veli I, Akin M, Baka ZM, Uysal T. Effects of different pre-treatment methods on the shear bond strength of orthodontic brackets to demineralized enamel. *Acta Odontol Scand*. 2016;74(1):7–13.
53. Montasser MA, Taha M. Effect of enamel protective agents on shear bond strength of orthodontic brackets. *Prog Orthod* [Internet]. 2014 Jul 18 [cited 2017 Mar 6];15(1). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4138552/>
54. Bond strength and interfacial morphology of orthodontic brackets bonded to eroded enamel treated with calcium silicate–sodium phosphate salts or resin infiltration. *Angle Orthod*. 2016 Mar 21;86(6):909–16.
55. In vivo effects of two acidic soft drinks on shear bond strength of metal orthodontic brackets with and without resin infiltration treatment. *Angle Orthod*. 2013 Jan 11;83(4):648–52.

# Table des Illustrations

Figure 1 : Email inter prismatique (1) ; Prisme d'émail (2) ; (Atlas d'Histologie Humaine et Animale) .	7
Figure 2 : Processus de déminéralisation-reminéralisation (Selwitz et al. 2007) .....	10
Figure 3 : Lésion carieuse amélaire sous microscope à lumière polarisée (Dr James Wefel .....	12
Figure 4 : Facteurs de risques responsables de l'apparition de lésions carieuses (Selwitz et al. 2007)	13
Figure 5 : Schéma d'indication d'utilisation de l'ICON® (donnée du fabricant).....	17
Figure 6 : Le « Gradient Thérapeutique » (Jean Pierre Attal ; Gil Tirlet) .....	19
Figure 7 : Infiltration de caries – proximales « starter kit » .....	20
Figure 8 : Infiltration de caries – vestibulaires « starter kit ».....	21
Figure 9 : ICON etch® .....	22
Figure 10 : ICON dry® .....	22
Figure 11 : ICON-infiltrant® .....	23
Figure 12 : Situation initiale : white spot sur 22-23 pendant traitement multi-bagues .....	25
Figure 13 : Application ICON etch® / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).....	26
Figure 14 : Application ICON dry® / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).....	27
Figure 15 : Application ICON infiltrant® / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph).....	27
Figure 16 : Après polissage / Réalisé au CHU de Nice. (Photo Dr Joseph). .....	28
Figure 17 : Situation finale / Réalisé au CHU de Nice.....	28
Figure 18 : Email poreux ; Email infiltré (33) .....	30

Figure 19 : Pièce à main pour air-abrasion (source : velopex.com) .....	31
Figure 20 : Situation initiale (Photo Dr OUDIN).....	32
Figure 21 : Application ICON etch® (Photo Dr OUDIN) .....	33
Figure 22 : Après rinçage et séchage (Photo Dr OUDIN).....	33
Figure 23 : Application ICON infiltrant® (Photo Dr OUDIN) .....	34
Figure 24 : Après polymérisation et avant polissage. (Photo Dr OUDIN).....	34
Figure 25 : Situation Finale (Photo Dr OUDIN) .....	35
Figure 26 : Situation finale / filtre polarisée (Photo Dr OUDIN).....	35
Figure 27 : Dentifrice Recaldent® à base de CPP-ACP.....	40
Figure 28 : Résine ICON® kit d'infiltration proximal et vestibulaire.....	41
Figure 29 : Appareil permettant la mesure de la résistance aux tests de cisaillements (46) .....	42
Figure 30 : « White spot » localisés sur 23 - 22 au cours d'un traitement multi-bagues.....	45
Figure 31 : Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail sain et adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000) .....	53
Figure 32 : Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail déminéralisé et adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000) .....	54
Figure 33 : Coupe microscope électronique à balayage : interface entre émail/ICON®/adhésif (a : grossissement x1000 ; b : grossissement x 3000) .....	54
Figure 34 : Tableau récapitulatif ; résultats aux tests de cisaillements (Valeur en MPa) .....	55
Figure 35 : Tableau récapitulatif ; résultats aux tests de cisaillements (valeur en MPa).....	56
Figure 36 : Coupe microscope électronique à balayage x2000 (figure A = groupe 3 ; Figure B = groupe 1 ; Figure C : groupe 4 ; Figure D : groupe 2).....	60



## *Serment d'Hippocrate*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Approbation – Improbation

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

Lu et approuvé,

Vu,

Nice, le

Le Président du jury,

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

Professeur

Professeur Armelle MANIERE

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

# Jérémy Wachenheim

## INTÉRÊTS DE LA TECHNIQUE D'ÉROSION-INFILTRATION SUR UN ÉMAIL DÉMINÉRALISÉ LORS D'UN TRAITEMENT ORTHODONTIQUE FIXE

**Thèse** : Chirurgie Dentaire, Nice, 2017, n°42-57-17-22

**Directeur de thèse** : Laura DUVERNEUIL

### **Mots-clés** :

- Collage
- Déminéralisation amélaire
- Érosion-infiltration
- ICON®
- Orthodontie
- White spot

### **Résumé**:

L'apparition de lésions opaques blanches, ou « white spot », à la surface des dents est une complication fréquente lors des traitements orthodontiques fixes. Ce sont des zones de déminéralisations amélaire qui se forment autour des brackets, résultat de l'accumulation de plaque, l'hygiène bucco-dentaire étant rendu difficile par l'appareillage multi-bagues.

Cependant, il arrive que ces lésions soient déjà présentes chez des patients en amont de tout traitement orthodontique, pouvant ainsi compromettre la fixation des brackets. Il existe des thérapeutiques pour la prise en charge de ces lésions : l'application topique de fluor, la micro abrasion, la Phosphopeptine Caséine–Phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP)...

Ce travail démontre que l'utilisation d'une résine de basse viscosité (ICON-DMG), initialement développée pour le traitement de lésions carieuses débutantes, propose des résultats prometteurs dans ce genre de situations. En effet, le concept d'érosion-infiltration ici étudié, permet de stopper le processus carieux au niveau de ces zones de déminéralisation, améliore le rendu esthétique mais surtout, dans le cadre d'un traitement orthodontique fixe, optimise le collage des brackets.

Il semblerait de plus qu'il ait un rôle préventif chez les patients à risque carieux élevé.