

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

[Année de soutenance : 2017]

N°:

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 30 JANVIER 2017

Par Anne KARASIEWICZ

Née le 21 AOÛT 1991 à AUCHEL (62)

**LA PRISE EN CHARGE DES LESIONS CARIEUSES DEBUTANTES**

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Monsieur le Docteur Maxime BEAURAIN

**ACADEMIE DE LILLE**

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2**

**\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_**

**FACULTE de chirurgie dentaire**

**PLACE DE VERDUN**

**59000 LILLE**

**\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_**

Président de l'Université : X. VANDENDRIESSCHE  
Directeur Général des Services de l'université : P-M. ROBERT  
Doyen : Pr. E. DEVEAUX  
Vice-doyens : Dr. E. BOCQUET, Dr L. NAWROCKI et  
Pr. G. PENEL  
Responsable des Services : S. NEDELEC  
Responsable de la scolarité : L. LECOCQ

\*\*\*\*\*

**PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

P. BEHIN Prothèses  
T. COLARD Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques  
Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie  
E. DEVEAUX Odontologie Conservatrice – Endodontie  
**Doyen de la Faculté**  
G. PENEL Responsable de la Sous-Section des **Sciences Biologiques**

**PROFESSEUR EMERITE :**

E. DELCOURT-DEBRUYNE : Parodontologie

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

T. BECAVIN Responsable de la Sous-Section d'**Odontologie Conservatrice-  
Endodontie**  
F. BOSCHIN Responsable de la Sous-Section de **Parodontologie**

<b>E. BOCQUET</b>	Responsable de la Sous-Section d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable de la Sous-Section de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale</b>
A. CLAISSE	Odontologie Conservatrice – Endodontie
M. DANGLETERRE	Sciences Biologiques
A. de BROUCKER	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. DELCAMBRE	Prothèses
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable de la Sous-Section d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Odontologie Conservatrice – Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDEBERT	Odontologie Conservatrice – Endodontie
<b>J.M. LANGLOIS</b>	Responsable de la Sous-Section de <b>Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation</b>
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Odontologie Conservatrice – Endodontie
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Chirurgie Buccale, Pathologie, et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation Responsable du Service d'Odontologie-CHRU Lille
C. OLEJNIK	Sciences Biologiques
P. ROCHER	Sciences anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable de la Sous-Section des <b>Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie</b>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable de la Sous-Section de <b>Prothèses</b>

### ***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

***Aux membres du jury...***



**Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX**  
**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**  
*Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Docteur en Sciences Odontologiques  
Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2  
Habilité à Diriger des Recherches

**Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille**

Membre associé national de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire  
Personne compétente en Radioprotection  
Ancien Président de la Société Française d'Endodontie

*Vous me faites l'honneur de présider le jury  
de cette thèse, et je vous en remercie.  
Au cours de mes études, j'ai pu apprécié  
la qualité de votre enseignement.  
Vous m'avez donné le goût pour le travail bien fait,  
et de la rigueur, importante dans notre métier.  
Veuillez recevoir l'expression de mon humble  
reconnaissance et de ma profonde estime.*

**Monsieur le Docteur Marc LINEZ**

**Maître de Conférences des Universités - Praticien hospitalier des CSERD**

*Sous-section Odontologie Conservatrice-Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Santé

Responsable de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Conservatrice Endodontie

*Je vous remercie d'avoir accepté de siéger au sein de ce jury. Malgré un emploi du temps chargé et de nombreuses responsabilités, vous êtes parvenus à vous libérer et je vous en suis très reconnaissante. C'est un honneur pour moi d'avoir bénéficié de la qualité de vos enseignements et de votre grande expérience clinique.*

**Monsieur le Docteur Thibault BÉCAVIN**

**Maitre de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD**

*Sous-Section Odontologie Conservatrice - Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master I Informatique Médical - Lille2

Master II Biologie et Santé - Lille2

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Responsable de la Sous-Section d'Odontologie Conservatrice et Endodontie

*Votre présence au sein de ce jury m'honore.  
Pour vos qualités humaines d'écoute et de  
compréhension dont vous avez toujours fait  
preuve au cours de mes études, soyez assuré de  
ma grande reconnaissance et de mon profond respect.*

**Monsieur le Docteur Maxime BEURAIN**

**Assistant Hospitalier Universitaire**

*Sous-section Odontologie Conservatrice-Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master 1 en Biologie et Santé – parcours Biomatériaux

CES d'Odontologie Chirurgicale mention médecine buccale - CES d'Odontologie

Conservatrice – Endodontie

*Merci Maxime d'avoir accepté de diriger cette thèse.  
Je suis ravie d'avoir travaillé en ta compagnie.  
Tu t'es toujours montré très disponible et à l'écoute,  
et je tenais à t'exprimer ma gratitude.  
J'espère que ce travail est à la hauteur de tes espérances.*





# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Les lésions carieuses amélares</b>	<b>15</b>
2.1	Histologie	15
2.1.1	Structure de l'émail sain	15
2.1.2	Structure de la lésion carieuse amélaire	16
2.1.2.1	Les cycles de déminéralisation et reminéralisation	16
2.1.2.2	Aspect macroscopique de la lésion amélaire	17
2.1.2.3	Aspect microscopique de la lésion amélaire	18
2.1.3	Microcavitation de l'émail	19
2.2	Étiopathogénie	20
2.2.1	Généralités	20
2.2.1.1	Le schéma de Keyes	20
2.2.1.2	Le schéma de Keyes modifié par Newbrun	20
2.2.2	Les différents facteurs de risque	21
2.2.2.1	Le biofilm	21
2.2.2.2	L'hôte	23
2.2.2.3	Le facteur temps	25
2.3	La démarche diagnostique	26
2.3.1	L'examen clinique	26
2.3.1.1	L'interrogatoire du patient	26
2.3.1.2	L'examen visuel	26
2.3.1.3	Le sondage	28
2.3.1.4	La transillumination	28
2.3.1.5	Les élastiques séparateurs	30
2.3.2	Les examens complémentaires	30
2.3.2.1	L'examen radiographique : la radiographie rétro coronaire	30
2.3.2.2	Les aides visuelles directes	31
2.3.2.3	La fluorescence laser	32
2.3.2.4	La caméra LED à fluorescence	33
2.3.2.5	Les colorants révélateurs de carie	34
2.3.2.6	Les méthodes endoscopiques	34
2.3.2.7	Les méthodes électriques	34
2.3.3	Tableau récapitulatif	35
<b>3</b>	<b>La prise en charge non invasive des lésions carieuses amélares</b>	<b>36</b>
3.1	La reminéralisation	36
3.1.1	Spontanée	36
3.1.2	Provoquée	36
3.1.2.1	Les fluorures	36
3.1.2.2	Les fluorures de calcium	38
3.1.2.3	Les protéines du lait ou peptides	43
3.1.2.4	Le phosphopeptide de caséine phosphate de calcium amorphe (PPCa PCA)	43
3.1.2.5	Les ions métalliques	47
3.1.2.6	L'héxamétaphosphate de sodium	47
3.2	Les scellements protecteurs	48
3.2.1	Le scellement préventif	48
3.2.1.1	Les matériaux	48
3.2.1.2	Les indications	48
3.2.1.3	Mise en place	49

3.2.2	Le scellement thérapeutique .....	51
3.2.2.1	Le principe .....	51
3.2.2.2	Mise en place .....	51
3.3	L'érosion/infiltration.....	53
3.3.1	Le principe.....	53
3.3.2	Les indications .....	53
3.3.3	Le protocole .....	54
3.3.4	Les avantages.....	55
3.4	Le traitement par l'ozone.....	56
3.4.1	Le principe.....	56
3.4.2	Les indications .....	56
3.4.3	Le protocole .....	56
3.4.3.1	Le diagnostic avec Diagnodent®.....	56
3.4.3.2	La stérilisation de la lésion carieuse à l'HealOzone®.....	57
3.4.3.3	La reminéralisation .....	57
3.4.4	Les avantages.....	58
3.4.5	Les inconvénients .....	58
<b>4</b>	<b>Approche thérapeutique invasive <i>a minima</i> des lésions carieuses</b>	
<b>amélares.....</b>	<b>.....</b>	<b>59</b>
4.1	Les techniques mécaniques.....	59
4.1.1	La microa instrumentation .....	59
4.1.2	La sonoa abrasion .....	60
4.1.2.1	Le principe .....	60
4.1.2.2	Les inserts .....	61
4.1.2.3	Les avantages .....	62
4.1.2.4	Les inconvénients.....	62
4.1.3	L'ultrasonoa abrasion .....	63
4.1.3.1	Le principe .....	63
4.1.3.2	Les inserts .....	64
4.1.3.3	Les avantages .....	68
4.1.3.4	Les inconvénients.....	68
4.2	Les techniques non mécaniques.....	69
4.2.1	L'excavation manuelle .....	69
4.2.2	L'air abrasion.....	69
4.2.2.1	Le principe .....	69
4.2.2.2	Les indications.....	71
4.2.2.3	Les contrea indications .....	71
4.2.2.4	Le protocole.....	72
4.2.3	La microa abrasion .....	73
4.2.3.1	Le principe .....	73
4.2.3.2	Le protocole.....	73
4.2.4	Le laser .....	74
4.2.4.1	Le laser Era YAG.....	74
4.2.4.2	Ses avantages.....	74
4.2.4.3	Ses inconvénients .....	75
<b>5</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>76</b>
	<b>Tables des illustrations.....</b>	<b>77</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>78</b>



# 1 Introduction

La carie dentaire est le 3<sup>e</sup> fléau mondial d'après l'Organisation Mondiale de la Santé. C'est une maladie infectieuse multifactorielle caractérisée par la destruction des tissus dentaires sous l'effet des acides produits par la fermentation bactérienne des glucides alimentaires.

Autrefois, le traitement des lésions carieuses était chirurgical, c'est-à-dire un aménagement cavitaire aux dépens des tissus dentaires sains. Depuis les années 1990, cette logique du traitement systématiquement invasif de la carie dentaire a été remplacée par une approche plus médicale.

L'évolution des moyens de prévention, des matériels et matériaux d'obturation ainsi que le souci croissant de préservation du capital dentaire ont privilégié une microdentisterie. Les progrès dans la détection des lésions carieuses permettent actuellement une prise en charge précoce et ainsi de limiter au maximum l'impact de la carie sur la dent. Par ces méthodes, l'objectif est de diminuer le nombre de lésions ainsi que leurs conséquences.

Face à cette problématique, de nombreuses techniques non ou moins invasives ou invasives *a minima* ont été développées. Le praticien est confronté tous les jours aux lésions carieuses débutantes et il doit connaître les moyens nécessaires à leur prise en charge.

Dans un premier temps, avant de s'intéresser à ces outils, il est indispensable de comprendre la formation de la lésion carieuse et ses différentes étiologies, ainsi que les différents moyens diagnostics actuellement à notre disposition.

Dans un second temps les différentes techniques non ou moins invasives des lésions carieuses débutantes seront analysées.

Enfin, dans un troisième temps, les thérapeutiques invasives *a minima* des lésions carieuses amélares seront étudiées.

À travers cette thèse, les avantages et inconvénients de chaque thérapeutique selon leurs indications seront traités afin que les praticiens puissent utiliser la méthode la plus adaptée.

## 2 Les lésions carieuses amélares

### 2.1 Histologie

#### 2.1.1 Structure de l'émail sain

L'émail est un tissu dentaire d'origine ectomésenchymateuse qui recouvre la dentine sur l'ensemble de la couronne. Il est composé à 96% de minéraux, à 2% d'eau, à 1,7% de matières organiques et des impuretés.

Il est constitué d'unités tubulaires : les prismes de l'émail, qui parcourent toute son épaisseur, de la jonction amélo-dentinaire jusqu'à la surface de la dent, selon un trajet sinueux.

Un prisme est composé de phosphates de calcium, en majorité de cristaux d'apatite, qui sont regroupés en faisceaux. Cette organisation prismatique de l'émail crée un réseau de pores et de micropores. Ce réseau suit le trajet des gaines prismatiques et constitue le réservoir des liquides qui baignent les phosphates de calcium de l'émail [54] (figure 1).

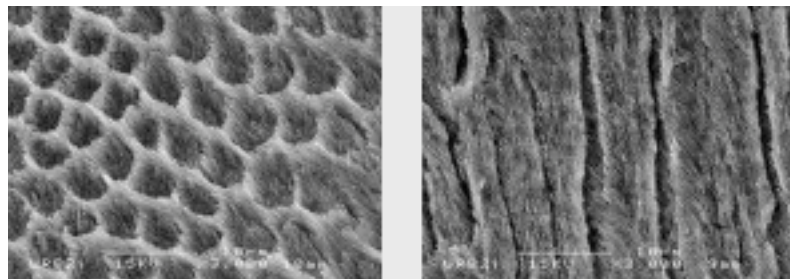


Figure 1: Vue au microscope électronique à balayage de l'émail en section transversale et longitudinale (x 40) [54]

Lors du développement dentaire, les appositions d'émail successives forment les stries de Retzius. Chaque fois qu'un prisme franchit une strie de Retzius, sa trajectoire est déviée [60].

Lorsque ces stries atteignent la surface dentaire, elles forment des vagues ou dépressions appelées périkymaties (figure 2). Ces dernières couvrent tout le pourtour de la couronne lui donnant une texture rugueuse [63].

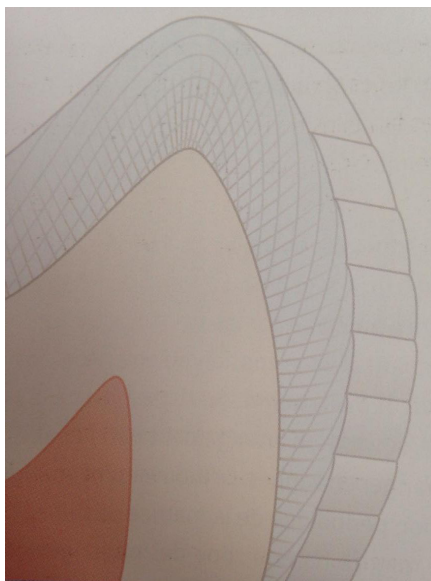


Figure 2: Caractéristiques structurales de l'émail sain [60]

## 2.1.2 Structure de la lésion carieuse amélaire

### 2.1.2.1 Les cycles de déminéralisation et reminéralisation

#### 2.1.2.1.1 La déminéralisation

Une lésion carieuse amélaire débute par une déminéralisation chimique locale, qui résulte des activités métaboliques bactériennes qui ont lieu dans le biofilm à la surface dentaire. Les cycles de déminéralisation/reminéralisation sont gérés par des processus physico-chimiques [60].

Dans un environnement à pH neutre, le composant minéral de l'émail, l'hydroxyapatite, est en équilibre avec l'environnement aqueux local qui est saturé en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  [63].

Les activités métaboliques bactériennes provoquent des modifications de pH au niveau du biofilm, en particulier lors de la consommation de sucres (hydrates de carbone) [60].

Lorsque le pH atteint le seuil critique de 5,5, les ions acides interagissent progressivement avec les groupes phosphate de l'hydroxyapatite. Ces groupes phosphate ne participent plus à l'équilibre normal de l'hydroxyapatite, ce qui provoque une dissolution partielle ou totale de la surface cristalline [63].

Si le pH acide persiste, il se produit une rupture de l'équilibre déminéralisation/reminéralisation en faveur de la déminéralisation. Cela aboutit à une

perte ou relocation des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  à la surface de l'émail qui donne naissance à une tache blanche. Ces lésions sont réversibles [60].

#### **2.1.2.1.2 La reminéralisation**

Les cristaux d'hydroxyapatite partiellement dissous peuvent être reconstitués si le processus de déminéralisation est inhibé : c'est la reminéralisation. Elle a lieu lorsque le pH est neutre et s'il y a, dans l'environnement, suffisamment d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  reconstitués ou substitués, en apatite plus ou moins soluble ou en structure non apatitique comme la whitlockite par exemple [63].

Cet équilibre entre déminéralisation et reminéralisation maintient l'intégrité de la surface dentaire.

#### **2.1.2.2 Aspect macroscopique de la lésion amélaire**

##### **2.1.2.2.1 Au niveau des surfaces lisses**

La structure histologique de l'émail conditionne l'évolution de la lésion [55]. Lorsque les baisses de pH se répètent fréquemment, la dissolution des minéraux produit des chéneaux sous la surface de l'émail (subsurface) [104].

Les indices de réfraction lumineuse sont modifiés par l'altération des structures cristallines. Au niveau des surfaces lisses libres, la lésion carieuse apparaît alors comme une tache blanche, plus ou moins discontinue. Sa surface reste dure [55].

Lorsque les conditions d'acidité s'amplifient ( $\text{pH} < 4,1$ ), les porosités dans l'émail augmentent. Une lésion de subsurface se crée alors. Elle est surmontée par une zone de surface d'apparence intacte et qui semble bien minéralisée par rapport à la lésion sous-jacente. Cette persistance de la zone de surface dure est liée aux pouvoirs tampons et à l'action physico chimique de surface.

Au niveau macroscopique, on distingue des pertes de substance, des signes de dissolution cristalline et des élargissements des espaces inter cristallins. Ils forment des micro-chenaux qui s'insinuent en profondeur de l'émail. Ce sont autant de voies de progression ultérieure de la lésion.

Au fur et à mesure que le processus pathologique se poursuit, la zone de surface se détériore [104].

### **2.1.2.2 Au niveau des puits et sillons**

L'émail bordant les fissures et sillons occlusaux est fin et fragile. La lésion carieuse débute des deux côtés de la fissure plutôt qu'à sa base et se dirige perpendiculairement à la jonction amélo-dentinaire [92].

La lésion de subsurface n'existe pas et le phénomène de reminéralisation de surface ne s'effectue pas de la même façon que sur les surfaces lisses [97].

Les sillons occlusaux sont fréquemment colorés en brun et ceci doit être interprété différemment chez le jeune et chez l'adulte. Chez le jeune, il s'agit souvent d'une lésion active qui s'est secondairement colorée, alors que chez l'adulte cela correspond fréquemment à une carie arrêtée [92].

### **2.1.2.3 Aspect microscopique de la lésion amélaire**

#### **2.1.2.3.1 Au niveau des surfaces lisses**

Sur des coupes longitudinales, la lésion prend l'aspect d'un triangle appelé « cône carieux », dont le sommet est dirigé vers la dentine.

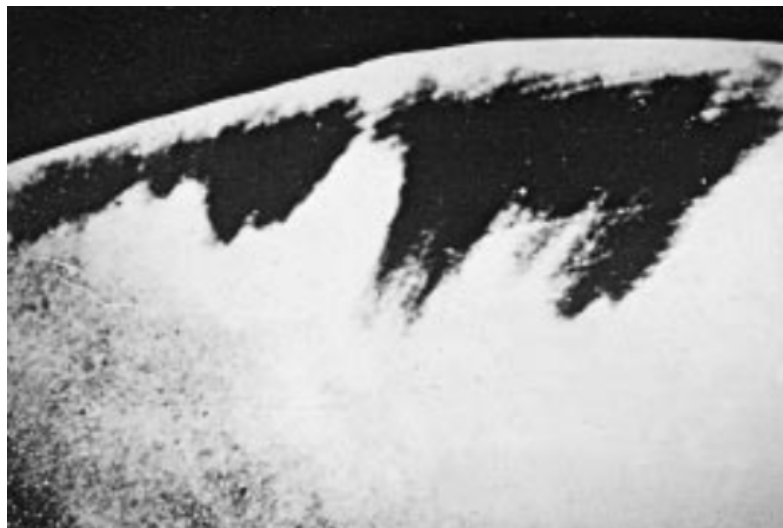
Lors de l'évolution du processus carieux, l'altération de l'émail progresse selon les étapes suivantes :

- Elargissement des espaces interprismatiques
- Déminéralisation au cœur des prismes
- Pénétration des bactéries dans les zones de déminéralisation
- Désorganisation de la structure tissulaire [104].

Microscopiquement, la carie amélaire comprend 4 zones [25] :

- **La zone translucide** : c'est la zone la plus profonde de la lésion, elle se situe au niveau de la jonction amélo-dentinaire. Sa porosité est de 1% (celle de l'émail sain étant de 0,1%, on note une augmentation de la porosité). Elle est peu déminéralisée. On observe cette zone dans un cas sur deux [25].
- **La zone opaque** : elle est localisée entre la zone translucide et le corps de la lésion. On l'observe dans 85% des cas, c'est donc le caractère le plus constant de la lésion amélaire. Sa porosité varie entre 2 et 4%, avec des pores de plus petit diamètre [25].

- **Le corps de la lésion** : c'est la zone la plus poreuse (5% en périphérie et 25% au centre) et la plus volumineuse de la lésion. Elle se caractérise par la mise en évidence accrue des stries de Retzius [25].
- **La zone superficielle** : elle recouvre le corps de la lésion. Sa microporosité est de 1%, et sa charge minérale est d'environ 85% : elle est d'apparence intacte, mais il y a perte du matériel organique suite à la destruction des cristaux d'hydroxyapatite [80]. Elle est plus fine dans les caries actives et plus épaisse dans les caries arrêtées [31] (figure 3).



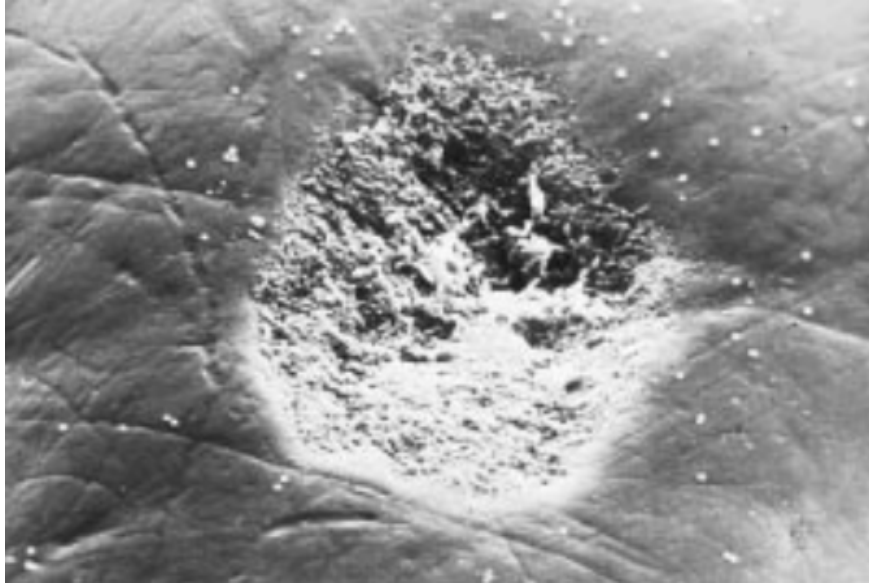
*Figure 3: Mise en évidence, sur microradiographie, de la zone superficielle de la lésion carieuse initiale [92]*

#### **2.1.2.3.2 Au niveau des puits et sillons**

L'aspect microscopique de la lésion au niveau des puits et sillons est comparable à son aspect au niveau des surfaces lisses. On retrouve la zone translucide, la zone opaque, le corps de la lésion et la zone superficielle, mais le développement de la lésion est guidé par les prismes de l'émail ce qui donne une cavité plus étendue le long de la jonction amélo-dentinaire [104].

#### **2.1.3 Microcavitation de l'émail**

Sans traitement, la lésion amélaire s'étend le long de la jonction amélo-dentinaire puis vers la dentine en profondeur (figure 4).



*Figure 4: En microscopie électronique à balayage, aspect de la surface d'émail au cours de l'évolution du processus carieux (x300) [56].*

Lorsque la couche d'émail en surface s'effondre, la lésion devient cavitaire ce qui signe son irréversibilité [92].

## **2.2 Étiopathogénie**

### **2.2.1 Généralités**

#### **2.2.1.1 Le schéma de Keyes**

La carie est une altération de la dent d'origine multifactorielle [25]. En 1962, Keyes met en évidence les 3 facteurs étiologiques principaux de la carie :

- les bactéries,
- l'hôte,
- le régime alimentaire ou substrat [49].

#### **2.2.1.2 Le schéma de Keyes modifié par Newbrun**

En 1978, Newbrun modifie le schéma de Keyes pour y ajouter le facteur temps, afin de tenir compte de la répétitivité et de la durée de l'exposition [in 25] (figure 5).



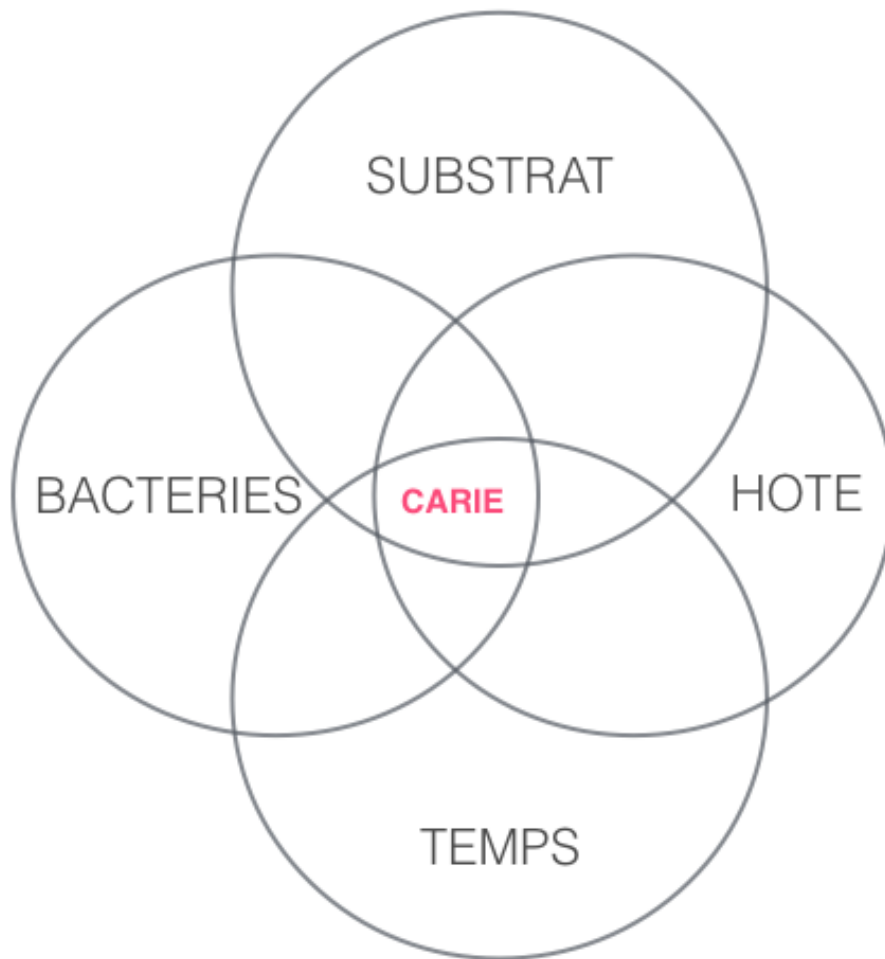


Figure 5: Schéma de Keyes modifié par Newbrun [68]

## 2.2.2 Les différents facteurs de risque

### 2.2.2.1 Le biofilm

Le biofilm dentaire, aussi appelé « plaque dentaire » est « une accumulation hétérogène, adhérente à la surface des dents ou située dans l'espace gingivo-dentaire, composée d'une communauté microbienne riche en bactéries enrobées dans une matrice intercellulaire de polymères d'origine microbienne et salivaire » [65].

#### 2.2.2.1.1 Sa composition

On peut le représenter comme une matrice entourée de populations bactériennes adhérentes entre elles et/ou à des surfaces et interfaces. Il existe 2 types de biofilms dentaires classés en fonction des bactéries qui la composent :

- Le biofilm supra gingival : il est le premier à se former et se développe lors d'une forte consommation de sucres fermentescibles. Il est composé majoritairement de bactéries aérobies, responsables des lésions carieuses,

comme *Streptococcus mutans* (de type cocci à gram positif) et *Lactobacillus* (de type bacille à gram positif), propices à l'acidification du milieu et à la déminéralisation de l'émail.

Au fur et à mesure que le biofilm se forme sur les surfaces supra-gingivales et au contact de la fibromuqueuse gingivale, sa composition bactérienne varie, permettant ainsi la croissance de formes et de colonies bactériennes pouvant déclencher une inflammation gingivale. Il est détecté facilement au cours d'un examen clinique à l'aide d'une sonde ou de colorants.

- Le biofilm infra gingival : il se développe dans l'espace gingivo-dentaire, qui est dépourvu d'oxygène. Il est donc composé d'une flore aéro-anaérobie facultative, composée de cocci à Gram positif, et évolue vers une flore anaérobie stricte à Gram négatif. La composition bactérienne de la plaque mature varie en fonction de la surface dentaire qu'elle colonise. Ce biofilm est à l'origine des maladies parodontales [112].

#### **2.2.2.1.2 Sa formation**

C'est un processus dynamique qui est composé de 3 étapes : la formation de la pellicule acquise exogène, la fixation des bactéries pionnières sur des récepteurs protéiniques spécifiques et la maturation de la plaque dentaire [88].

##### **2.2.2.1.2.1 La formation de la pellicule acquise exogène**

C'est un film organique très fin (son épaisseur ne dépasse pas 1 µm) d'origine salivaire qui se forme spontanément à la surface dentaire et qui offre des récepteurs spécifiques aux adhésines des bactéries. Ces protéines créent un lien entre les surfaces dentaires à coloniser et les bactéries du biofilm [96]. Toute surface exposée à l'environnement buccal est rapidement recouverte et on trouve ainsi des protéines détectables à peine 3 minutes après brossage et polissage professionnel.

##### **2.2.2.1.2.2 La fixation des bactéries pionnières sur des récepteurs protéiniques**

Grâce aux récepteurs moléculaires, les bactéries dites pionnières se fixent sur la surface dentaire. Les bactéries majoritaires sont les streptocoques oraux : *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus gordonii* et *Streptococcus oralis* [13] [88].

Quelques minutes après leur fixation, les bactéries se servent des sucres alimentaires pour synthétiser des polysaccharides extracellulaires, afin que de nouvelles espèces puissent co-adhérer. C'est une véritable communauté bactérienne [63].

#### **2.2.2.1.2.3 La maturation de la plaque dentaire**

Les bactéries peuvent adopter deux modes de vie radicalement différents : soit à l'état planctonique dans lequel les organismes isolés flottent dans le milieu buccal, soit dans un biofilm où les bactéries attachées à une surface dentaire vivent en communauté. Elles passent de l'un à l'autre au cours de la maturation [96].

Peu à peu le biofilm se densifie. De nouvelles espèces adhèrent aux bactéries pionnières et en attirent d'autres, ce qui augmente la diversité du biofilm. La disponibilité des niches augmente. Le biofilm prend alors de l'épaisseur et lorsqu'il n'est pas éliminé, la communauté est de plus en plus complexe [65].

Le fait d'adhérer à une surface change le phénotype bactérien. Des processus de coopération bactérienne apparaissent, des bactéries dans un biofilm sont 10 à 1000 plus résistantes que sous leur forme planctonique [103].

Le biofilm mature est acidogène et cariogène [23]. Son adhésion aux structures dentaires est réversible grâce à une action mécanique (brossage, polissage) ou chimique (incorporation d'agents antimicrobiens) [96].

### **2.2.2.2 L'hôte**

#### **2.2.2.2.1 Les facteurs intrinsèques**

##### **2.2.2.2.1.1 La salive**

La salive joue un rôle essentiel dans la protection des dents contre les lésions carieuses. Suite à une attaque acide, elle constitue la principale source de protection naturelle et de réparation [63]. Elle possède une pellicule agissant comme une barrière, un pouvoir tampon, une action antibactérienne, un rôle de réservoir d'ions et une clairance buccale [29]. Elle contient des ions fluorures (à un taux bas mais suffisamment pour contribuer à la protection de la dent), et les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  qui participent au pouvoir tampon [63].

La quantité et la qualité de la salive influent sur le risque carieux. La diminution ou l'absence de salive (hyposialie ou asialie) entraînent des altérations rapides de la

structure dentaire. Cette xérostomie peut résulter d'un stress prolongé [29], d'une irradiation des glandes salivaires, d'une prescription médicamenteuse (atropinique, antihistaminique, antispasmodiques, neuroleptiques, antidépresseurs) ou de certaines pathogénies (comme le syndrome sec de Goujerot-Sjögren) [63].

Des tests de quantification de la salive (test de sialométrie), et de qualification de la salive (test de titration, mise en culture bactérienne) existent [15].

#### **2.2.2.2.1.2 L'état général du patient et la médication**

Les déficiences mentales ou physiques du patient influent sur son hygiène bucco-dentaire, son accès au soin et sa compliance. Le risque carieux est donc augmenté.

De plus, les médicaments entraînent des répercussions au niveau de la flore buccale. On distingue les médicaments contenant des sucres (les sirops, pastilles, comprimés à sucer), ceux causant une sécheresse buccale, et ceux exposant la dent à des déminéralisations (les cyclines) [15].

#### **2.2.2.2.1.3 Les facteurs locaux aggravants**

Les facteurs locaux aggravants potentialisent les facteurs de risque carieux. Ils sont rétenteurs de plaque dentaire et/ou ne permettent pas un contrôle minutieux de l'hygiène dentaire [25]. Il s'agit :

- des malpositions dentaires et de la morphologie des dents,
- des appareils d'orthodontie, des prothèses fixées inadaptées, des restaurations dentaires inadéquates,
- des édentements non compensés,
- de l'environnement parodontal.

#### **2.2.2.2.1.4 La motivation**

Si le patient n'accorde pas d'intérêt à son hygiène bucco-dentaire, alors une répercussion sur sa cavité buccale est observée et le risque carieux sera plus élevé [15].

Il peut être modifié favorablement si le patient est décidé à modifier ses habitudes d'hygiène orales et comportementales de façon à améliorer le contrôle des processus de reminéralisation.

Il est impératif que le praticien prenne le temps d'éduquer le patient quant aux techniques de brossage et le motive à une hygiène bucco-dentaire régulière [63].

## **2.2.2.2 Les facteurs extrinsèques**

### **2.2.2.2.1 L'hygiène bucco-dentaire**

La fréquence et la qualité du brossage sont à prendre en compte. Pour les enfants, un brossage non supervisé est un facteur de risque carieux. L'utilisation régulière de matériel d'hygiène orale (fil dentaire, brossettes interdentaires, bains de bouche, agents antibactériens) est un indicateur de bonne hygiène dentaire [15].

### **2.2.2.2.2 Les habitudes alimentaires**

Une fréquence élevée d'apports sucrés (plusieurs fois par jour), les régimes, les jus et boissons sucrées, les grignotages répétés sont des facteurs de risque carieux [16].

La fréquence d'ingestion ainsi que le type d'hydrates de carbone ingérés ont une influence plus grande sur le risque carieux que la quantité ingérée [5].

La texture de l'aliment, collant ou non, et sa forme, liquide ou solide, modifient le temps de rétention de l'aliment, et donc son pouvoir cariogène [25].

Certains aliments sont carioprotecteurs, comme les produits laitiers (en particulier les fromages) et les noisettes. Les aliments qui demandent une mastication vigoureuse permettent l'augmentation du flux salivaire et donc du pouvoir tampon [63].

### **2.2.2.2.3 Les habitudes nocives**

La consommation de tabac, de drogues et d'alcool tend à augmenter le risque carieux [25].

### **2.2.2.2.4 La socio-démographie**

Un lien a été constaté entre le contexte socio-économique du patient et le risque carieux. Ce contexte influence les comportements préventifs et diététiques du patient [15]

Les inégalités en matière de santé bucco-dentaire continuent à exister. En effet, l'élargissement des disparités sociales en matière de santé orale existe entre les pays à bas, moyen ou haut niveau de développement à cause de l'absence de prévention et de matériel d'hygiène orale [14].

## **2.2.2.3 Le facteur temps**

La carie est une maladie évolutive dans le temps. Les conditions de son développement ne sont pas figées tant que les facteurs étiologiques persistent [25].

## **2.3 La démarche diagnostique**

Les outils de diagnostic précoce des lésions carieuses se perfectionnent mais ne remplacent pas le sens clinique du praticien. Un examen clinique rigoureux oriente le praticien sur le risque carieux du patient et conditionne sa démarche diagnostique et thérapeutique.

### **2.3.1 L'examen clinique**

#### **2.3.1.1 L'interrogatoire du patient**

C'est le point de départ de la prise en charge du patient. L'anamnèse médicale et odontologique doit être actualisée régulièrement. La date du dernier contrôle dentaire, les habitudes d'hygiène bucco-dentaire, les parafunctions et les éventuels symptômes permettent d'orienter le praticien sur le risque carieux [3].

#### **2.3.1.2 L'examen visuel**

L'examen visuel doit être réalisé sur des dents propres, séchées, à l'aide d'un miroir, dent par dent et face par face, sous un bon éclairage [68]. Il est important que les dents soient nettoyées avant l'observation afin que les lésions initiales et l'entrée des sillons puissent être identifiables [60].

Puis un séchage plus ou moins prolongé des zones les plus suspectes est réalisé. Cela permet de diminuer l'indice de réfraction des espaces intercrystallins et de faire ainsi ressortir les taches de déminéralisation [3].

Cet examen permet de déceler tout changement de la translucidité de l'émail, coloration ou opacité [68].

Cliniquement, le premier stade décelable est celui de la tâche blanche, aussi appelé «white spot» [53]. Si un «white spot» est détecté avant même que la dent ne soit séchée, la lésion initiale est alors plus avancée que celle qui nécessite un séchage pour être identifiable [60].



*Figure 6: White spot [31]*

La localisation de l'hypominéralisation est à rapprocher avec une zone préférentielle d'accumulation de plaque bactérienne [31], ici suite au port d'un appareillage orthodontique par multi-attache (figure 9).

Ces taches peuvent prendre un aspect brunâtre par incorporation de pigments exogènes issus de la salive et/ou de la plaque dentaire, lors des processus de reprecipitations. On parle alors de « brown spots » [22] (figure 7).



*Figure 7: Brown spot [60]*

L'examen visuel est rapide et facile à exécuter. Il donne la possibilité de suivre les lésions dans le temps, et peu de moyens sont à mettre en place pour sa réalisation [22].

Mais il reste un examen très subjectif (puisque opérateur dépendant), qui nécessite l'utilisation de critères précis pour rendre cette méthode reproductible. De plus, il est difficile d'accéder à certains sites (surtout au niveau proximal), et l'éclairage au niveau des zones postérieures est compliqué à obtenir [22].

L'examen endo-buccal est témoin de l'activité carieuse. On distingue les lésions carieuses inactives des lésions carieuses actives de par l'aspect de la surface dentaire : la surface d'une lésion inactive paraît lisse et brillante tandis que la surface d'une lésion active est molle et mate [60].

### **2.3.1.3 Le sondage**

Le sondage nécessite le recours à des sondes exploratrices (sonde 6, 7 et 23). Pendant longtemps, la résistance ressentie par l'opérateur au retrait d'une sonde introduite en force au niveau d'un sillon suspect ou d'une anfractuosité était en corélation avec la présence d'une carie dentaire [66].

Mais plus récemment, l'utilisation d'une sonde pour la détection des lésions carieuses a été déconseillée pour deux principales raisons :

- premièrement, le sondage n'offre pas d'avantages comparé à un examen visuel minutieux d'une dent sèche. La sensibilité et la spécificité de l'examen ne sont pas augmentées, en particulier sur les surfaces lisses [58],
- deuxièmement, le sondage sous pression augmente le risque de détruire des zones d'émail déminéralisées, transformant une lésion de subsurface en une lésion cavitaire et ainsi accentuer le développement de la carie [52].

De plus, via le sondage, il y a une transmission croisée des bactéries d'un site à un autre, ce qui induit une contamination des sites sains [22].

### **2.3.1.4 La transillumination**

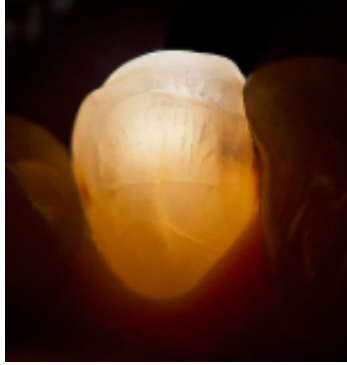
#### **2.3.1.4.1 Par fibre optique simple ou FOTI**

La méthode de transillumination consiste en l'utilisation d'une source de lumière de haute intensité conduite par une fibre optique transilluminant la dent. On constate un contraste entre l'émail sain (qui apparaît lumineux), et l'émail déminéralisé (qui apparaît sombre) [25] (figure 8).

C'est une méthode facile, rapide et peu chère, mais elle demande un entraînement et une certaine expérience pour interpréter correctement les informations [66].

Un des systèmes de transillumination par fibre optique utilisés au cabinet dentaire est le Microlux transilluminator à.





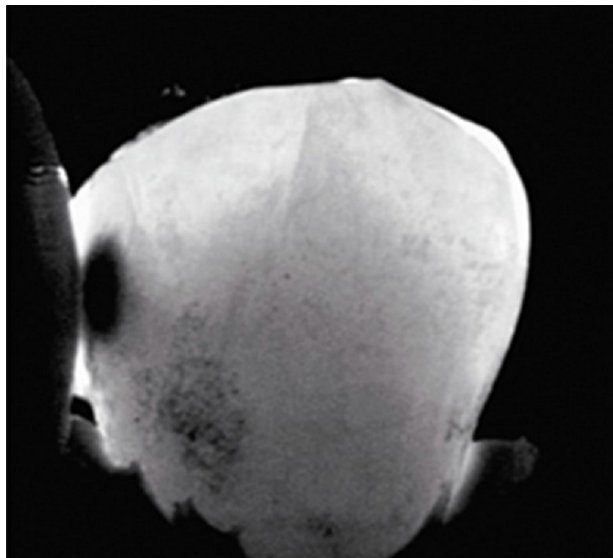
*Figure 8: Utilisation de FOTI sur une incisive mandibulaire [25]*

En complément d'un examen radiographique et s'il n'y a pas d'interférences dues aux restaurations adjacentes, la transillumination par fibre optique constitue une bonne aide au diagnostic des caries interproximales. Mais les caries amélares dans les zones postérieures restent difficiles à diagnostiquer avec cette méthode [60].

#### **2.3.1.4.2 Par fibre optique avec imagerie numérique ou DIFOTI**

Une lumière de radiation visible et non ionisante est utilisée pour cette technique. La transmission de cette lumière à travers les tissus dentaires est fonction du gradient d'indice réfractaire anisotropique [22].

On peut détecter une lésion amélaire grâce aux images des dents obtenues par cette technique, même lorsque celle-ci n'est pas visible sur un cliché radiographique.



*Figure 9: Image d'une lésion proximale avec DIFOTI, la carie apparaît en foncé [102]*

La brillance sur une image provient de la combinaison de la transmission élevée de la lumière au niveau de l'émail et des vides causés par une diminution de la densité de l'émail (figure 9) [91].

La sensibilité de DIFOTI à la détection des lésions carieuses débutantes est supérieure à celle de la radiographie [91].

### **2.3.1.5 Les élastiques séparateurs**

Ils sont utilisés en orthodontie pour sceller les bagues orthodontiques. Utilisés pour l'aide au diagnostic précoce des lésions carieuses, les élastiques séparateurs permettent un écartement temporaire des dents, et ainsi un examen direct des surfaces dentaires proximales [22].

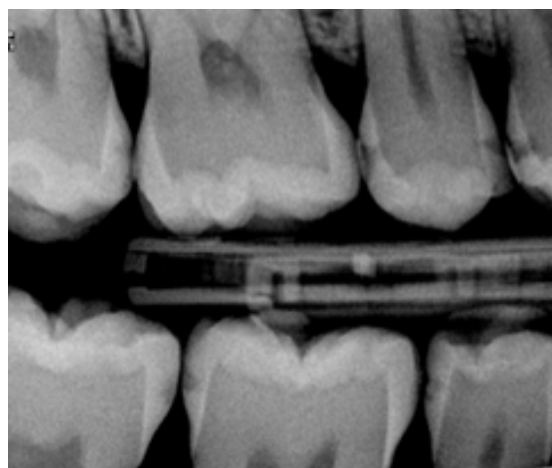
## **2.3.2 Les examens complémentaires**

### **2.3.2.1 L'examen radiographique : la radiographie rétro-coronaire**

L'utilisation de la radiographie rétro-coronaire (ou bite-wing) apporte un maximum d'informations (figure 10). Qu'elle soit argentique ou numérique, c'est la méthode de choix pour la détection des caries précoces proximales [22] [28]. Environ 75% de ce type de lésions carieuses sont détectées par cette méthode [60].

Cependant, pour les lésions carieuses initiales occlusales, cette technique reste limitée à cause de la superposition d'une grande épaisseur de tissus dentaires en vestibulaire et lingual [22].

Il est conseillé de réaliser deux radiographies rétro-coronaires avant la prise en charge d'un patient à risque carieux élevé ou en cas de suspicion de lésions carieuses [1].



*Figure 10: Radiographie rétro-coronaire*

### **2.3.2.2 Les aides visuelles directes**

Plusieurs types d'aides optiques sont proposés aux praticiens pour améliorer leur confort, leur qualité de travail et leur ergonomie, et affiner le diagnostic. Ces aides optiques peuvent être des loupes ou des microscopes opératoires.

#### **2.3.2.2.1 Les loupes**

Les loupes présentent plusieurs avantages :

- une augmentation de la distance de travail,
- un grossissement, jusqu'à x3,8, donc une meilleure observation,
- une meilleure posture, qui conduit à un soulagement du dos (musculature et colonne vertébrale).

L'éclairage frontal avec une lampe LED est quasi-indissociable des loupes binoculaires. Il améliore le champ visuel et élimine totalement les zones d'ombre quelle que soit la difficulté de l'accès.

Cependant, la vue d'ensemble est limitée, ainsi que le grossissement (au niveau de la profondeur de champ) [60].

Il existe les loupes de type Galilée et les loupes de type Kepler.

Leur coût varie selon la qualité de l'optique, de quelques centaines d'euros à plus de 2 000 euros (pour les binoculaires Leica®).

#### **2.3.2.2.2 Les microscopes opératoires**

Les microscopes opératoires permettent une bonne ergonomie : la posture est plus droite et détendue, et la distance de travail convenable. Le grossissement est libre (de x4 à x40), le flux lumineux permet une visibilité excellente. Le praticien peut se concentrer sur un champ opératoire très étroit.

Son utilisation demande un apprentissage consciencieux, et représente un coût : de 800 euros à plus de 30 000 euros [60].

Concernant la détection des caries, les loupes et les microscopes ont les mêmes critères que pour l'examen visuel direct. Aujourd'hui, il est conseillé de réaliser un examen visuel systématiquement avec une aide optique [25].

### 2.3.2.3 La fluorescence laser

Cette méthode est fondée sur la mesure de la fluorescence induite par les dents après irradiation lumineuse afin de faire la différence entre l'émail sain et l'émail carié. Une fluorescence jaune caractérise l'émail sain, tandis que les zones déminéralisées apparaissent sombres [22].

Lorsque l'énergie rayonnante est appliquée à une dent, certaines molécules subissent une transition électronique et passent alors en état excité [60].

Deux types de fluorescence laser sont distinguées :

- **la fluorescence laser quantitative (QLF)** : ce principe est appliqué dans un dispositif de détection carieuse : le DIAGNOdent® pen (DDpen) (anciennement DIAGNOdent®), commercialisé par la marque KaVo [60]. L'embout intra oral est de deux types : l'un est cylindrique, pour la détection des caries occlusales, et l'autre, plat, pour la détection des caries proximales [59] (figure 11). Il permet à la fois la détection des lésions carieuses précoces et la quantification du degré de minéralisation. Il peut être utilisé de manière préventive [15].
- **la fluorescence laser expérimentale avec marqueur DELF** : il fonctionne selon le même principe que la QLF. La différence est que la fluorescence laser expérimentale utilise un marqueur (des molécules fluorescentes exogènes) afin de permettre la détection de la lésion initiale, mais il ne permet pas la quantification du degré de minéralisation [33].



Figure 11: Diagnodent® pen permet la détection des caries proximales [100]



*Figure 12: Utilisation de Diagnodent® pen sur une incisive centrale maxillaire [100]*

Les dents sont illuminées avec une lumière laser de longueur d'onde égale à 655 nm qui est absorbée par la substance organique et inorganique, la lumière est plus ou moins déviée selon l'homogénéité des couches d'émail. Plus les couches d'émail sont inhomogènes et plus la lumière sera dispersée et déviée [82]. La lumière réémise est proche d'une lumière fluorescente infrarouge. Le changement de la substance dentaire associé à la progression carieuse se traduit par une augmentation de la lumière fluorescente [22] (figure 12).

La lumière indésirable est filtrée. Le plus haut degré de fluorescence peut être localisé sur un site spécifique grâce à un signal sonore qui se modifie quand l'extrémité du système est inclinée [60].

La fluorescence laser donne de bons résultats pour la détection des lésions carieuses débutantes [33] [60].

#### **2.3.2.4 La caméra LED à fluorescence**

Le principe est identique à la QLF. Grâce à la caméra LED à fluorescence, les zones de déminéralisation sont détectées [45].

L'émail poreux absorbe le signal lumineux émis, puis ce signal est reconstitué et analysé par un logiciel de traitement d'image. Chaque couleur obtenue correspond à un stade de déminéralisation :

- bleue : c'est une déminéralisation superficielle de l'émail,
- rouge : c'est une déminéralisation plus profonde,
- orange ou jaune : c'est une déminéralisation dentinaire [25].

Le dispositif Soprolife® de la société Acteon est apparu en 2009. Il émet une lumière bleue de longueur d'onde égale à 450 nm à partir d'une LED contenue dans la caméra. Il permet un grossissement de la dent sur l'écran compris entre 30 et 100.

#### **2.3.2.5 Les colorants révélateurs de carie**

Pour les lésions amélares, cette méthode reste limitée, la pénétration du colorant à base de Rhodamine B étant réduite. La fluorescence du colorant variant avec le degré de la perte minérale occasionnée par la carie, cette méthode est plus fiable pour la carie dentinaire. Cette méthode est peu sensible [22].

#### **2.3.2.6 Les méthodes endoscopiques**

Cette méthode est utilisée avec un endoscope, et une source de lumière blanche ou la fluorescence. C'est une méthode lente, qui demande au préalable un isolement et un séchage rigoureux des dents [81].

La sensibilité est légèrement augmentée pour la détection des lésions occlusales amélares par rapport à l'inspection visuelle [46].

#### **2.3.2.7 Les méthodes électriques**

Les dents possèdent une faible conductivité électrique liée à la présence de l'émail. Quand le volume de l'émail est diminué (hypominéralisation ou déminéralisation), la conductivité électrique augmente [42]. La salive, qui joue le rôle d'électrolyte, obture les microcavités de déminéralisation. Ainsi le courant électrique est transmis.

Le principe de cette méthode est donc basé sur la détection de l'augmentation de la conductivité électrique [81].

Néanmoins, selon certaines études, la précision de cette méthode pour la détection des caries amélares est inférieure à celle d'un examen visuel [42].

Le dispositif disponible en cabinet dentaire est le CariScan pro® de la société IDMoS. Il est commercialisé depuis 2008.

## 2.3.3 Tableau récapitulatif

Tableau 1: Récapitulatif de l'application des méthodes de diagnostic en fonction du site concerné

	Site occlusal	Site proximal	Site cervical
<b>EXAMEN VISUEL</b>	+/-	--	++
<b>SONDAGE</b>	+ (mais avec embouts mousses et pressions douces)	--	+
<b>TRANSILLUMINATION</b>	-	++	-
<b>ÉLASTIQUE SÉPARATEUR</b>	--	++	--
<b>RADIOGRAPHIE</b>	--	+++	--
<b>AIDES VISUELLES</b>	++	--	++
<b>FLUORESCENCE LASER</b>	++	++	++
<b>COLORANT DENTAIRE</b>	-	-	-
<b>MÉTHODE ENDOSCOPIQUE</b>	+	-	+
<b>MÉTHODE ÉLECTRIQUE</b>	+/-	-	-

### Légende :

- - : méthode très peu efficace
- : méthode peu efficace
- +/- : méthode moyennement efficace
- + : méthode efficace
- ++ : méthode très efficace
- +++ : méthode de choix

## **3 La prise en charge non invasive des lésions carieuses amélares**

### **3.1 La reminéralisation**

#### **3.1.1 Spontanée**

Comme vu dans le paragraphe 2.1.2.1. p. 15, une reminéralisation partielle spontanée des lésions est possible. Lorsque les conditions de pH deviennent neutres, les ions calcium et phosphate provenant de la salive et de la plaque diffusent vers l'émail [25]. L'action commune des ions phosphate et des ions calcium de la salive inhibe le processus de dissolution des cristaux d'hydroxyapatite.

Ces interactions sont fortement améliorées par la présence d'ions fluorures au niveau du site de la réaction. Les ions fluorures peuvent s'insérer dans les cristaux en cours de reformation de la surface et de la subsurface de l'émail contribuant à la formation de cristaux enrichis en hydroxyapatite fluorée. Les cristaux deviennent moins solubles et les ions fluorures leur confèrent une plus grande stabilité, donc une plus grande résistance à l'attaque acide [63].

#### **3.1.2 Provoquée**

##### **3.1.2.1 Les fluorures**

Un lien entre l'utilisation des fluorures et la diminution des caries a été observé par de nombreux auteurs ces dernières années. En effet, les ions fluorures jouent un rôle déterminant dans le processus de déminéralisation/reminéralisation [63].

Le mécanisme d'action des fluorures a été étudié pour la première fois par Ogaard et coll. sur des dents de requins, qui présentent une résistance limitée à la carie. Une faible application topique de fluorures a largement diminué la déminéralisation [69].

Leur mécanisme d'action comprend la promotion de la reminéralisation et l'inhibition de la déminéralisation :

- **la promotion de la reminéralisation** :

Un émail sain est composé d'hydroxyapatite fluorée (FHAP) en très petite quantité (moins de 10%) qui longe la structure de l'hydroxyapatite (HAP). L'HAP représente la forme la plus stable du phosphate de calcium [60].



A un pH de 5,5, les concentrations en ions calcium et phosphate sont insuffisantes pour maintenir l'émail en état stable, une dissolution de l'émail se produit alors. Cependant, dans cet environnement acide, la FHAP reste stable. La dissolution de la FHAP se produit à un pH plus faible, d'environ 4,7 [60].

Lors de la reminéralisation, une redistribution des phases minérales a lieu après une attaque acide, la proportion de la FHAP stable augmente aux dépens de l'HAP riche en carbonates. La FHAP est donc la première phase de phosphate calcique de l'émail reformée [60].

La présence d'ions fluorures favorise la reminéralisation de la dent en permettant la formation de FHAP et en constituant des réserves de fluorures de calcium dans le biofilm [25].

Le contenu en fluor de l'émail natif est inférieur à celui d'un émail déminéralisé puis reminéralisé. Les ions fluorures sont incorporés successivement lors des phases de déminéralisation/reminéralisation [60].

Lors d'une étude de Weatherell [in 64], des concentrations de 1100 ppm en fluorures étaient mesurées au niveau de la surface des lésions initiales, tandis que des concentrations de 450 ppm ont été trouvées au niveau de la surface de l'émail intact, d'où l'importance majeure des applications locales répétées du fluor.

- **l'inhibition de la déminéralisation** :

D'après les études de Ogaard et coll., les fluorures en solution dans les fluides baignant la dent jouent un rôle plus important dans l'inhibition de la déminéralisation que les ions fluorures incorporés au tissu dentaire. La présence de fluorures en solution à proximité des cristaux d'émail possède un potentiel cario-protecteur très supérieur à celui de la FHAP contenue dans l'émail [69].

En plus d'éviter le développement de lésions initiales, les ions fluorures stabilisent également les lésions existantes. Ils contribuent ainsi à la reminéralisation des lésions carieuses débutantes [63].

### **3.1.2.2 Les fluorures de calcium**

Lorsque des produits contenant du fluor sont localement utilisés (dentifrice, gel), un précipité de fluorure de calcium se forme à la surface de la dent. C'est une réaction très rapide qui est privilégiée par rapport à celle de la FHAP devant la forte concentration en fluorure et le faible pH de l'agent topique [25].

Le fluorure de calcium fonctionne comme un réservoir à fluor. Lors d'une attaque acide ou une baisse de pH, le fluorure de calcium relargue les ions fluorures [60].

Chez les sujets à haut risque carieux, des applications topiques de fluor sont recommandées. Le fluor topique est plus efficace pour inhiber les caries des surfaces lisses et favoriser la reminéralisation de l'émail. Mais il est moins efficace sur les caries des sillons ou les caries interproximales en raison de la difficulté à supprimer une plaque mature [63].

Les applications topiques de fluor peuvent être réalisées seules ou de façon complémentaire, par le patient ou par le praticien au cabinet dentaire.

Avant toute prescription, un bilan des apports fluorés du patient (eau de boisson, sels alimentaires) est nécessaire afin d'éviter les surdosages [25]. La dose maximale journalière tolérée est de 5 milligrammes de fluor par kilogramme de poids corporel. Un surdosage chez les enfants pendant la phase de développement dentaire peut provoquer une fluorose dentaire [63].

Plusieurs facteurs influencent l'efficacité de l'application topique fluorée [63] :

- la concentration initiale du fluor : le taux de rétention du fluor, même à faible concentration, est très important. C'est pourquoi une forte concentration ne doit être utilisée que si le processus carieux est très actif,
- la clairance buccale du fluor : les ions fluorures peuvent être retenus dans la cavité buccale pendant de longues périodes, grâce à un taux de clairance par ingestion et absorption très lent,
- la période d'application : elle est plutôt conseillée la nuit car il y a une rétention prolongée du fluor due à une diminution du flux salivaire pendant le sommeil,
- la durée d'application : elle doit être d'au moins 3 minutes,
- la forme d'application : le gel de fluorophosphate acidulé offre la meilleure incorporation.

### 3.1.2.2.1 Les topiques à application personnelle

#### 3.1.2.2.1.1 Les dentifrices fluorés

L'utilisation bi-quotidienne, matin et soir, d'un dentifrice fluoré doit être la règle de base de la pratique de l'hygiène bucco-dentaire pour tous les patients.

Les dentifrices contiennent en général : du fluorure de sodium (NaF) à 1,0%, ou du fluorophosphate de sodium ( $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ ), de fluorure stanneux ( $\text{SnF}_2$ ) à 0,4% et/ou de fluorure d'amine (AmF) [63].

Ils contiennent en moyenne 1 mg/g de fluor (1000 ppm). Si le dosage en fluor est supérieur à 1500 ppm, alors ces dentifrices sont classés en médicaments, avec une autorisation de mise sur le marché [32].

Il existe des dentifrices dosés à 5000 ppm de fluor (Duraphat® 5000, PreviDent® 5000 Plus, Clinpro® 5000) que les praticiens peuvent prescrire (figure 13).

Il est recommandé de les utiliser une fois par jour, à la place du dentifrice habituel, et d'éviter de les rincer au moins trente minutes après le brossage. Ils sont contre-indiqués chez les enfants de moins de 16 ans.



Figure 13: Exemples de dentifrices à 5000ppm de fluor

Leur utilisation est plus adaptée pour les lésions des secteurs postérieurs. En effet, à dose élevée, le fluor empêche le passage des ions dans les couches les plus profondes [47]. A doses plus faibles, le fluor permet une reminéralisation des couches les plus profondes jusqu'aux couches de surface, donc avec un meilleur rendu esthétique, ce qui convient mieux aux lésions antérieures [9].

#### 3.1.2.2.1.2 Les solutions concentrées

Les solutions concentrées contiennent du fluorure stanneux à 20%, dissout par la chaleur dans la glycérine pour le stabiliser et dilué pour les applications topiques locales [63].

Il est utilisé après le brossage, et la bouche est rincée avec cette solution pendant une minute. Il ne faut pas manger, boire, ou rincer la bouche pendant les 30 minutes suivant le traitement.

#### 3.1.2.2.1.3 Les gels concentrés

Le gel à 1,23% de Pro-Foam Mousse de fluorure de phosphate acidulé (FPA) (figure 14) est plus efficace que le fluorure de sodium dans la protection prolongée des caries.

Mais il est contre-indiqué s'il y a déjà des reconstitutions à base de verres ionomères ou des céramiques car il peut provoquer un mordantage acide de ces restaurations.

Il contient 12300 ppm d'ions fluorures à un pH de 3,5.

Chez un enfant de moins de 6 ans au risque carieux élevé, une toute petite quantité de ce gel peut être appliqué par les parents sur l'ensemble des dents une fois par semaine [63].



Figure 14: gel à 1,23% de FPA

#### 3.1.2.2.1.4 Les bains de bouche fluorés

L'utilisation des bains de bouche fluorés entraîne une diminution du nombre des déminéralisations quel que soit le protocole d'utilisation : soit à faible dose (0,02% en fluor) pour application quotidienne, soit à forte dose (0,2% en fluor) pour application hebdomadaire [6].

Ils peuvent être acidulés [63].

Seul le Fluocaril Bifluoré® (2,5 mg/100 mL) dispose d'une Autorisation de Mise sur le Marché.

### 3.1.2.2.1.5 Protocoles pour une thérapie complémentaire au fluor

Tableau 2: Protocoles pour une thérapie complémentaire au fluor

Situation clinique	Protocoles thérapeutiques
Pour la protection carieuse standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentifrice au fluor matin et soir</li> <li>- Gel topique au fluor tous les mois pendant 12 mois</li> </ul>
Pour une protection carieuse supplémentaire, suite à un traitement orthodontique ou une grossesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentifrice au fluor matin et soir</li> <li>- Bains de bouche quotidiens à 0,02% de fluorure de sodium</li> </ul>
Haut risque carieux après l'âge de 7 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentifrice au fluor matin et soir</li> <li>- Bains de bouche quotidiens à 0,2% de fluorure de sodium avant le coucher, ou un gel à 2% de fluorure de sodium une fois par semaine.</li> </ul>
Haut risque carieux avant l'âge de 6 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deux brossages journaliers des dents sous surveillance, avec un dentifrice au fluor.</li> <li>- Gel à 1,23% de Pro-Foam Mousse de fluorure de phosphate acidulé (FPA) : de très petites quantités appliquées par les parents sur les dents une fois par semaine.</li> </ul>
Si manque de suivi à domicile	<p>Contrôle au cabinet dentaire toutes les 6 semaines pour l'auto-application du gel de FPA à 1,23%</p>

### **3.1.2.2 Les topiques à application professionnelle**

#### **3.1.2.2.1 Les gels fluorés**

S'il y a un manque de suivi à domicile, alors l'application de gels fluorés se fera en cabinet toutes les 6 semaines.

Le gel fluoré à 1,23% de FPA est distingué du gel contenant du fluorure stanneux à 2% (10 000 ppm d'ions fluorures à un pH de 7) [63].

Ces gels sont appliqués à l'aide de gouttières thermoformées réalisées au préalable. Après un nettoyage prophylactique des surfaces dentaires, les gouttières sont remplies de gel fluoré et mises en bouche. Il est conseillé de les laisser pendant cinq minutes, tout en maintenant l'aspiration pour limiter l'ingestion de produit.

Après l'acte, le patient ne devra ni boire, ni manger, ni se brosser les dents pendant au moins trente minutes.

#### **3.1.2.2.2 Les vernis fluorés**

La concentration en fluorure de sodium dans les vernis fluorés varie de 0,1% à 5% (25 mg de fluor par ml) [63]. Il existe :

- le Fluor Protector® (Ivoclar Vivadent) dosé à 0,1% de fluor,
- le Duraphat® (Colgate) dosé à 2,2%,
- le Bifluoride® (Voco) dosé à 5%.

Ils adhèrent plus longtemps à la surface amélaire que les autres topiques fluorés, ils possèdent donc une meilleure diffusion pendant une durée prolongée. C'est une bonne méthode pour le traitement des lésions initiales [99].

Leur utilisation est simple. Tout d'abord, un nettoyage prophylactique est réalisé à l'aide d'une brosse sur contre-angle avec pâte prophylactique. Puis les surfaces dentaires sont rincées et séchées. Enfin, le vernis fluoré est appliqué à l'aide d'un pinceau.

Le patient ne pourra pas boire pendant 40 minutes, et ni manger et se brosser les dents pendant les 4 heures suivant l'acte [93].

D'autres substances, autres que le fluor, sont également capables d'influencer l'équilibre ionique afin de promouvoir la reminéralisation.

### **3.1.2.3 Les protéines du lait ou peptides**

La plus grande partie des protéines du lait de vache est constituée par la caséine à 80% [60]. Elle possède une forte affinité pour les sites de fixation à l'hydroxyapatite et rivalise donc avec les bactéries [7].

La caséine peut réduire la solubilité de l'hydroxyapatite, améliorer le pouvoir tampon de la pellicule acquise, prévenir la déminéralisation et induire la reminéralisation. Elle possède également un effet anticariogène [60].

Cependant, une grande quantité est nécessaire afin d'obtenir ce pouvoir anticariogène. De plus, elle possède des antigènes allergisants concernant ses propriétés organoleptiques [2].

Ainsi il a été développé à partir de la caséine un autre peptide : la phosphopeptide de caséine phosphate de calcium amorphe (PPC-PCA).

### **3.1.2.4 Le phosphopeptide de caséine phosphate de calcium amorphe (PPC-PCA)**

Le PPC-PCA correspond à plus ou moins 10% en poids de la caséine. Il est facile de l'isoler de la caséine par un fractionnement enzymatique à l'aide de trypsine [60].

#### **3.1.2.4.1 Le mécanisme d'action de PPC-PCA**

La caséine phosphopeptide (PPC) stabilise les ions calcium et les ions phosphate en se liant au phosphate de calcium amorphe (PCA), formant ainsi les complexes PPC-PCA [43].

Le PPC-PCA garde donc dans un état soluble et amorphe les ions calcium et phosphate. Ils restent sous forme ionique, le PPC-PCA étant un réservoir de calcium et phosphate, ils peuvent diffuser dans l'émail et rester dans la plaque supra-gingivale [84].

D'après des études de Reynolds et coll., le PPC-PCA se lie fortement à l'émail et à la plaque dentaire. Ainsi une forte concentration de PCA est retrouvée à la surface dentaire, sans précipitation cristalline et sans augmenter la formation de tartre [85].

Dans un environnement acide, le PPC-PCA relargue des ions calcium et des ions phosphate nécessaires à la formation d'hydroxyapatite, la plaque se retrouve saturée

en phosphate et en calcium ce qui conduit à un gradient de concentration réduisant ainsi la déminéralisation et favorisant la reminéralisation de l'émail [43].

#### 3.1.2.4.2 L'utilisation des PPC-PCA dans le traitement des lésions carieuses initiales

Le PPC-PCA est commercialisé sous le nom de Recaldent™ et se présente sous forme de crèmes dentaires topiques, de chewing-gums ou de pastilles [60].

Ces différentes formes d'administration sont capables de maintenir de fortes concentrations de PPC au niveau de la plaque de telle sorte que les ions calcium et phosphate soient en mesure de diffuser dans une lésion carieuses initiales grâce à l'augmentation du gradient de concentration [84].

L'effet de PPC-PCA dépend de sa concentration. Une forte concentration de PPC-PCA à la surface dentaire représente donc un obstacle à la diffusion des ions lors de futurs processus de reminéralisation [19].

#### 3.1.2.4.3 Les gommes à mâcher

Des études in situ menées à l'aide de gommes à mâcher contenant du Recaldent™ ont montré que les zones d'émail reminéralisées par le PPC-PCA étaient plus résistantes à l'acide que celles qui avaient été reminéralisées par d'autres gommes à mâcher sans PPC-PCA [20] [94].

De plus, le flux salivaire augmente lors de la mastication de ces gommes à mâcher, ce qui fait intervenir un mécanisme d'action supplémentaire [11].

Actuellement, les gommes à mâcher contenant du Recaldent™ ne sont pas disponibles à la vente en France. Mais il est possible de les trouver sur le marché américain sous le nom commercial Trident Xtra Care® (Kraft Food), et Recaldent-Gum® (Warner-Lambert) (figure 15).



Figure 15: Trident Xtra Care® commercialisé aux Etats-Unis



D'après les études in situ, avec ces gommes à mâcher, des reminéralisations de lésions carieuses initiales ont été observées après 14 jours d'utilisation à raison d'une exposition de 4 heures par jour [94].

### 3.1.2.4.4 Les crèmes dentaires topiques

Des crèmes dentaires topiques à base de Recaldent™ sont commercialisées par le laboratoire GC. Il en existe deux sortes : le Tooth Mousse® (ou MI Paste®), et le MI Paste Plus®. Ce sont des pâtes à base d'eau et sans sucre, existant dans 5 arômes.

Il existe aussi une pâte dentifrice, Enamelon™, qui est une forme de phosphate de calcium amorphe non stabilisé, en vente uniquement aux Etats-Unis.

#### 3.1.2.4.4.1 GC Tooth Mousse®

Le GC Tooth Mousse® délivre du PPC-PCA pour rétablir l'équilibre des minéraux dans l'environnement buccal (figure 16). Il aide à neutraliser les attaques acides des bactéries acidogènes dans la plaque et fournit une protection supplémentaire pour les dents.

Il est indiqué pour :

- améliorer les déficiences salivaires telles que la xérostomie,
- aider les patients à exécuter les mesures d'hygiène buccale,
- réduire l'hypersensibilité dentinaire,
- réduire l'opacité visuelle des white spots.



Figure 16: GC Tooth Mousse® décliné sous 5 arômes

#### 3.1.2.4.4.2 GC MI Paste Plus®

Le GC MI Paste Plus® regroupe tous les avantages de GC MI Paste® ajoutés à 900ppm de fluorure (figure 17). Cela entraîne une meilleure reminéralisation des lésions initiales comparée à l'utilisation du CPP-ACP seul [95].

Le GC MI Paste Plus® est indiqué pour :

- les patients à haut risque carieux,
- l'érosion dentaire,
- les femmes enceintes,
- les patients présentant un mauvais contrôle de plaque,
- les patients souffrant de reflux gastriques,
- pendant et/ou après des traitements orthodontiques.



Figure 17: GC MI Paste Plus®

La prescription de ces crèmes dentaires est contre-indiquée chez les patients présentant une allergie à la caséine du lait de vache.

#### 3.1.2.4.4.3 Leur mode d'utilisation

L'application de ces pâtes est simple. Elle peut être faite aussi bien par le chirurgien-dentiste, au fauteuil, à l'aide d'un porte empreinte individuel ou un tampon, un doigt ganté, une brosse interproximale dans les zones difficile d'accès mais aussi par le patient lui-même, à domicile, avec un doigt propre et sec ou un bout de coton.

Au cabinet dentaire :

- Au préalable, un gel d'acide phosphorique à 37% peut être appliqué sur les lésions et l'émail environnant sain pendant une minute. La porosité des surfaces est alors augmentée, et la diffusion des principes actifs facilitée.
- Les excès de salive sont retirés des surfaces dentaire à l'aide d'une boulette de coton.

- Le MI Paste® est appliqué avec un doigt ganté et en quantité suffisante. Pour les zones proximales, des brossettes interdentaires enduites de pâtes peuvent être utilisées.
- Il est recommandé de laisser agir la pâte pendant trois minutes.
- Le patient étale les restes de pâte avec sa langue. Un nouveau temps d'action de deux minutes est respecté, tout en évitant d'ingestion de la pâte par le patient.
- Le patient peut cracher les excès. Il ne devra ni boire, ni manger dans les trente minutes suivant l'acte.

#### 3.1.2.4.4 Enamelon™

Enamelon™ contient du fluorure stanneux. Il a un effet carioprotecteur et aide à la promotion de la reminéralisation des lésions débutantes (figure 18).



Figure 18: Enamelon™

#### 3.1.2.5 Les ions métalliques

Des études in situ ont montré que le fer aurait un pouvoir carioprotecteur [61] et préviendrait la déminéralisation [18]. Les protéines des ions métalliques réduisent la solubilité amélaire [60].

Cependant, ils présentent les inconvénients de colorations dentaires et de mauvais goût.

#### 3.1.2.6 L'héxamétaphosphate de sodium

L'héxamétaphosphate de sodium est un phosphate linéaire condensé inorganique utilisé comme antioxydant dans de nombreux aliments. Il intervient dans l'inhibition de la déminéralisation, de par sa liaison sur les valences libres du calcium amélaire et son dépôt dans la pellicule acquise [60].

## **3.2 Les scellements protecteurs**

### **3.2.1 Le scellement préventif**

Les scellements de sillons ou sealants sont utilisés avec succès dans la prévention des caries des puits et sillons [37]. C'est une mesure préventive, simple, efficace et peu onéreuse [60].

La sécurité sociale rembourse aujourd'hui largement ces soins pour les premières et deuxièmes molaires permanentes jusqu'à l'âge de 14 ans (à la hauteur de 21,69 euros par dent remboursés à 70%).

#### **3.2.1.1 Les matériaux**

Les résines bis-GMA avec bisphénol A et sans bisphénol A sont distinguées des verres ionomères.

Les verres ionomères sont utilisés de façon transitoire sur des dents en cours d'éruption, mais la rétention est insuffisante. Ils ont la capacité à développer une adhésion avec l'émail par un mécanisme d'échange d'ions et par un relargage continu de fluor [63].

La marque GC Fuji VII ® en est un exemple [98].

Au long terme, les résines composites et les verres ionomères s'usent suite aux contraintes occlusales. Toutefois, les verres ionomères permettent un relargage prolongé de fluor assurant ainsi une meilleure résistance aux récurrences carieuses même lorsque le matériau de scellement a disparu [63].

#### **3.2.1.2 Les indications**

Le scellement préventif de sillons est indiqué pour :

- les sillons à risque : chez l'enfant et l'adolescent, présentant des sillons profonds et anfractueux, à risque carieux élevé et s'il ne bénéficie pas d'une suppléance fluorée,
- les sillons suspects : chez le jeune adulte, dont le fond de sillons présente une importante déminéralisation [63].

Il concerne les molaires permanentes immatures et matures, au niveau des sillons occlusaux, des sillons vestibulaires mandibulaires et des sillons palatins maxillaires.

Au niveau des prémolaires, il concerne les sillons occlusaux. Au niveau des incisives latérales maxillaires, il intéresse les sillons palatins, c'est-à-dire les cingulum [44].


Pour la première molaire, dont l'éruption est à 6 ans, il est conseillé de réaliser le scellement des sillons jusqu'à l'âge de 8 ans.

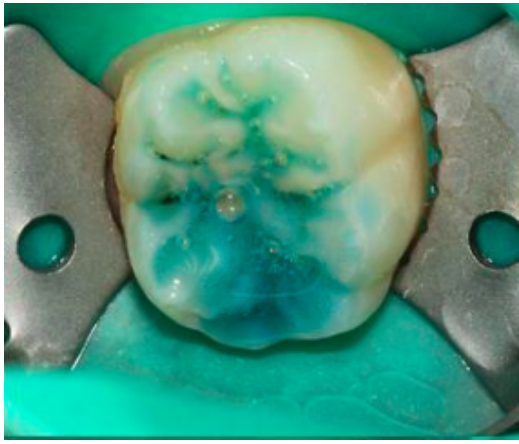

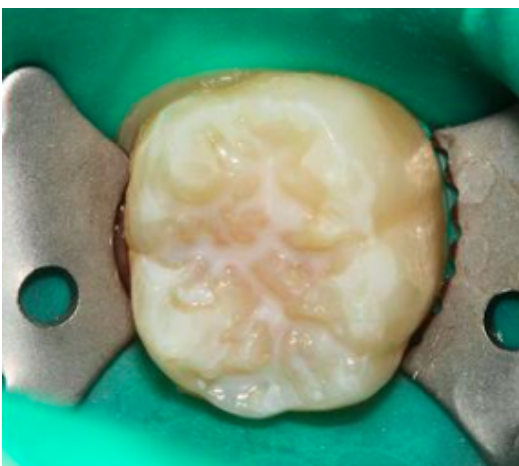
Pour la deuxième molaire, dont l'éruption est à 12 ans, il est conseillé de réaliser le scellement des sillons jusqu'à l'âge de 14 ans.

Le plus tôt elles sont protégées et au mieux elles résisteront. Si le scellement n'est pas réalisé au cours des 2 ou 3 premières années suivant l'éruption, les sillons sont obturés partiellement par des débris, ce qui peut causer des déminéralisations [63].

Le scellement de sillons est aussi indiqué lors d'anomalies de l'émail, ou préalablement à un traitement ODF, ou au niveau des sillons accessoires en complément d'un soin avec composites [98].

### **3.2.1.3 Mise en place**

	<p>1) <u>Nettoyage</u></p> <p>Il est recommandé d'utiliser une brosse sèche (sans ponce ou pâte prophylactique car cela pourrait laisser des débris susceptibles d'altérer le collage de la résine) sur instrument à vitesse rotative lente ou de réaliser un aéropolissage [38].</p> <p>2) <u>Isolation</u></p> <p>La dent à sceller doit être de préférence isolée avec une digue. La rétention du matériau de scellement est meilleure. De plus la contamination salivaire nuit à l'étanchéité des scellements de sillons [12].</p>
---	--

	<p>3) <u>Préparation et conditionnement de l'émail</u></p> <p>Le conditionnement acide de l'émail est réalisé à l'acide orthophosphorique à 35-37 % pendant au moins 15 secondes [38].</p>
	<p>4) <u>Rinçage et séchage</u></p> <p>Rinçage puis séchage minutieux de la dent jusqu'à obtention d'un émail blanc crayeux au niveau de la surface à sceller. L'utilisation d'un système adhésif n'est pas recommandée car il n'améliore pas la rétention du matériau de scellement.</p>
	<p>5) <u>Pose du matériau de scellement</u></p> <p>Il est appliqué au pinceau fin et doit être strictement limité aux sillons, sans débordement. Une fois le matériau en place, la vérification de la rétention du matériau se fait à la sonde avant dépose de la digue [38].</p>

Source : <http://www.dr-dominici-gabriel.chirurgiens-dentistes.fr/scellement-des-sillons>

## 3.2.2 Le scellement thérapeutique


### 3.2.2.1 Le principe

C'est aussi une approche thérapeutique pour les lésions carieuses débutantes. L'idée est d'empêcher les substrats de parvenir aux bactéries grâce au scellement agissant comme une barrière de diffusion et empêchant ainsi la progression carieuse [70]. Le processus de déminéralisation est alors arrêté, même lorsque le matériau de scellement est appliqué après une légère déminéralisation [63].

Les scellements sont plus efficaces que les vernis fluorés. Au niveau d'une lésion carieuse débutante, la propagation carieuse est moins importante au niveau d'une surface scellée qu'au niveau d'une surface avec pose de vernis fluoré [36].

### 3.2.2.2 Mise en place

En cas de lésions carieuses amélares, l'ouverture des sillons n'est pas recommandée [38].

	<p>La flèche rouge indique un sillon très fin et anfractueux dans lequel les poils de brosse à dents ne pénètrent jamais.</p> <p>Le risque de carie est majeur dans ce cas.</p> <p>Dans un premier temps, la dent est nettoyée et isolée à l'aide d'une digue.</p> <p>Puis la surface de l'émail est traitée chimiquement à l'acide orthophosphorique comme précédemment. Rinçage et séchage suivent.</p>
---	---

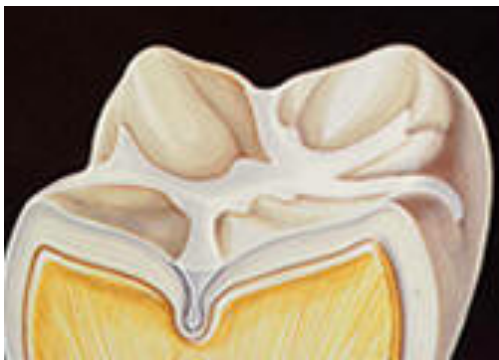




Le sealant est appliqué avec un pinceau fin ou à l'aide d'une sonde. Son application est limitée aux sillons. Le temps de pénétration est d'au moins 20 secondes.



Le matériau de scellement est polymérisé.



Polissage et vérification de la rétention à l'aide d'une sonde. Les sillons sont ainsi protégés [38].

Source : <http://cabinetdentairedelamuette.fr/les-fiches-conseils/les-soins-chez-les-enfants/35-sealants?showall=1>



### **3.3 L'érosion/infiltration**

#### **3.3.1 Le principe**

Lors d'une attaque acide, les pores de l'émail et les espaces intercrystallins s'élargissent permettant la propagation des acides en profondeur. D'autres substances, en particulier les résines fluides, peuvent également emprunter cette voie afin de pénétrer en profondeur la lésion. Ainsi, une lésion débutante peut être « remplie et scellée » [73].

Dès l'apparition du « white spot », une résine d'infiltration peut être utilisée pour sceller les pores de cette lésion, apporter un support mécanique aux tissus lésés et rétablir l'esthétique par le masquage de la tâche blanche [86] [101]. En effet, la résine change les propriétés optiques de l'émail hypominéralisé [76].

L'utilisation de ces résines vise non seulement à empêcher la progression de la déminéralisation mais également l'apparition de nouvelles lésions [57].

Deux étapes sont nécessaires, l'érosion et l'infiltration :

#### **- L'érosion :**

C'est une préparation nécessaire pour faciliter le processus d'infiltration. Les lésions initiales ont une couche de surface d'environ 40 microns qui agit comme une barrière face à la reminéralisation des couches plus profondes de l'émail, elle doit être éliminée.

Un mordantage avec un gel d'acide chlorhydrique à 15% pendant 120 secondes permet d'éliminer cette couche de surface et d'exposer la substance poreuse de la lésion sous-jacente [62].

#### **- L'infiltration :**

L'infiltration permet une pénétration optimale de la résine dans le corps de la lésion et le scellement des microporosités qui la constituent. Seules les résines composées de tri-éthylène-glycérol di-méthacrylate (TEGDMA) avec adjonction d'éthanol, du fait de leur coefficient de pénétration élevé, sont capables de pénétrer les lésions en profondeur, par capillarité [72] [74].

#### **3.3.2 Les indications**

La technique d'érosion/infiltration est indiquée pour :

- les lésions initiales proximales,
- les lésions initiales vestibulaires,


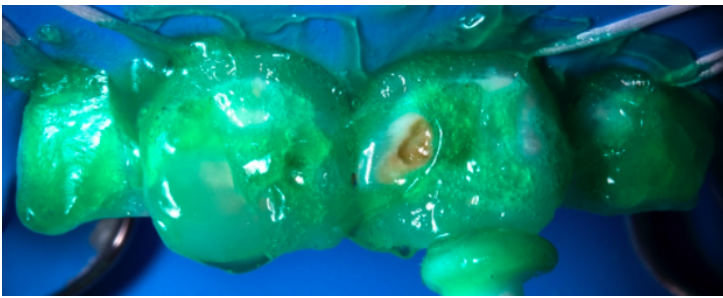
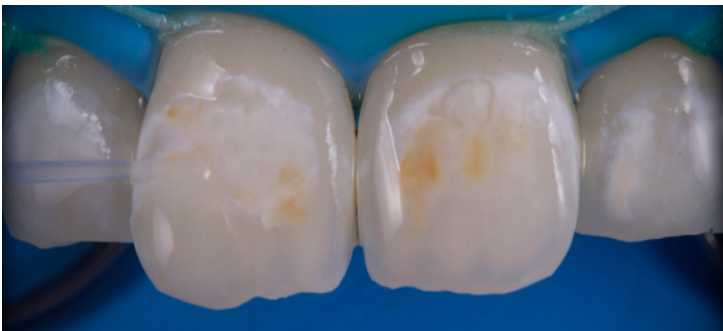
- les altérations de l'émail (MIH, fluorose) [89],
- les altérations provoquées par des traumatismes.



### 3.3.3 Le protocole

Un seul produit est commercialisé à ce jour : c'est le kit Icon® par le laboratoire DMG. Il est composé de [79] :

- l'Icon-Etch® : gel d'acide chlorhydrique à 15%,
- l'Icon-Dry® : solution d'éthanol à 99% qui va assécher la dent et permettre l'infiltration dans un environnement sec,
- l'Icon-Infiltrant® : matrice à base de résine de méthacrylate (TEGDMA), hydrophobe et de faible viscosité.

Il existe un kit Icon® proximal et un vestibulaire [111].

	<p>1) Nettoyage des surfaces dentaires à l'aide d'une brossette montée sur contre-angle et d'une pâte prophylactique</p> <p>2) Mise en place d'un champ opératoire étanche</p>
	<p>3) <u>Erosion</u> : Traitement à l'acide chlorhydrique à 15% (ICON-Etch®) pendant 2 minutes, puis rinçage pendant 30 secondes.</p>
	<p>4) Déshydratation avec la solution d'éthanol (ICON-Dry®). La tâche ne doit plus être visible, sinon une nouvelle étape d'érosion est alors nécessaire. Séchage.</p>

	<p>5) <u>Infiltration</u> : Mise en place de la résine hydrophobe (ICON-Infiltrant®) à l'aide de l'embout applicateur, à l'abri de la lumière, pendant 3 minutes. Photopolymérisation pendant 40 secondes.</p>
 <p>[111]</p>	<p>6) Une seconde infiltration de résine est recommandée, pendant une minute. Photopolymérisation pendant 40 secondes.</p> <p>7) Elimination des excès de matériau puis polissage à l'aide d'instruments en silicone ou de disques à polir de granulométrie décroissante.</p>

### 3.3.4 Les avantages

Les avantages de l'érosion/infiltration sont :

- d'augmenter la micro dureté de l'émail déminéralisé et d'entraîner une meilleure résistance de l'émail sain face aux attaques acides [110],
- de stopper les lésions initiales tout en préservant les structures dentaires saines [78],
- de donner des résultats esthétiques instantanés et stables dans le temps [75],
- d'être réalisé en une séance unique, indolore, ne nécessitant ni anesthésie, ni fraisage. Elle convient donc même chez les enfants [77].

En conclusion, l'érosion/infiltration est une technique non invasive innovante offrant des résultats esthétiques très satisfaisants pour le traitement des lésions carieuses débutantes proximales et vestibulaires.

### **3.4 Le traitement par l'ozone**

#### **3.4.1 Le principe**

L'ozone possède un fort pouvoir oxydant qui lui confère une action antimicrobienne très importante. Ainsi ce pouvoir est utilisé afin d'éliminer les bactéries acidogènes et aciduriques des lésions carieuses, de permettre la diffusion des ions phosphate et calcium et donc promouvoir la reminéralisation de la lésion.

Le HealOzone® (Kavo, Bibberach, Germany) est un appareil portatif de libération d'ozone (figure 19). Il a été introduit récemment comme traitement alternatif et conservateur des lésions carieuses débutantes, avec pour but de diminuer voire d'éliminer complètement les microorganismes présents dans la lésion [21].



*Figure 19: Appareil HealOzone® [21]*

#### **3.4.2 Les indications**

Les indications du traitement par ozone sont les lésions amélaire des sillons, des surfaces lisses et cervicales ; et l'hypersensibilité des collets [48].

#### **3.4.3 Le protocole**

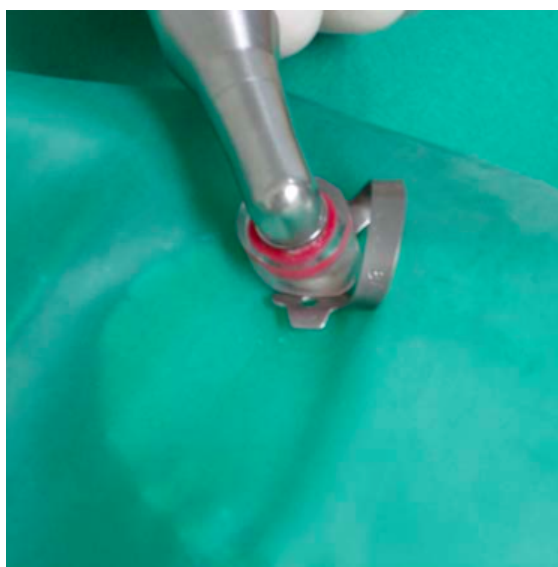
##### **3.4.3.1 Le diagnostic avec Diagnodent®**

Il permet une mesure quantitative de la lésion et suit ainsi l'évolution de la lésion après le traitement à l'ozone. En fonction de la valeur mesurée avec le Diagnodent®, le temps d'exposition à l'ozone est déterminé.

Une lésion amélaire nécessite 10 secondes d'application d'HealOzone® [40].

### **3.4.3.2 La stérilisation de la lésion carieuse à l'HealOzone®**

Une « cupule » en silicone, de diamètre de 3 à 8 mm montée sur le contre-angle de l'appareil, est appliquée sur la dent à traiter. Cet embout empêche la libération d'ozone dans l'environnement si l'étanchéité n'est pas assurée. Une pompe à vide aspire l'air présent dans la « cupule » afin de pouvoir injecter l'ozone sur la lésion. Le gaz est alors projeté sur la dent durant 10 secondes puis réaspiré par l'appareil en circuit fermé [40] (figure 20).



*Figure 20: Stérilisation de la lésion carieuse à l'aide de l'HealOzone [40]*

### **3.4.3.3 La reminéralisation**

Les minéraux présents dans la salive sont absorbés par le site traité. Un « kit patient HealOzone® » est remis au patient en ambulatoire afin d'aider cette reminéralisation. Ce kit comprend un dentifrice et deux bains de bouche.

Le dentifrice est composé essentiellement de phosphate monofluoré sodique et de saccharine sodique. Le bain de bouche est constitué principalement de fluorure de sodium, de xylitol, de chlorure de zinc et de saccharine sodique. Les concentrations en fluorure de sodium sont dans les deux cas de 1000 ppm.

La reminéralisation dure généralement entre 4 et 12 semaines.

### **3.4.4 Les avantages**

Les avantages de l'utilisation de l'ozone sont :

- la structure physique de l'émail n'est pas modifiée, un collage est possible. L'HealOzone® peut donc être utilisé préalablement à la pose de sealant pour s'assurer de l'absence de bactéries dans les sillons,
- le confort du patient : ce traitement est sans douleur et ne nécessite pas de fraisage ni d'anesthésie, l'acte est rapide (l'application dure de 10 à 40 secondes),
- il n'y a pas de délabrement supplémentaire des tissus dentaires existants et le traitement est atraumatique [21].

### **3.4.5 Les inconvénients**

Les inconvénients de l'utilisation de l'ozone sont :

- sa toxicité pour les poumons : le dispositif doit donc être parfaitement sécurisé,
- le coût de l'appareil,
- il demande une maintenance régulière,
- l'étanchéité au niveau de la dent à traiter est difficile à réaliser : la forme des embouts silicone n'est pas adaptée à la morphologie dentaire, en particulier à la morphologie des molaires. La présence de fuite est fréquente et parfois empêche même l'utilisation de cet appareil sur certaines dents [21].

## 4 Approche thérapeutique invasive *a minima* des lésions carieuses amélares.

Le but d'une approche thérapeutique invasive *a minima* est de traiter la lésion carieuse en éliminant les tissus infectés tout en conservant le maximum de tissu sain. Cette préservation tissulaire couplée à une maintenance régulière améliore le pronostic de la conservation de la vitalité pulpaire et, à long terme, de la conservation de la dent.

Plusieurs techniques se détachent : les techniques mécaniques avec la sono-abrasion et l'ultrasono-abrasion, et les techniques non mécaniques avec l'excavation manuelle, l'air abrasion, la micro-abrasion et le laser.

### 4.1 Les techniques mécaniques

#### 4.1.1 La micro-instrumentation

De nouvelles fraises diamantées pour des préparations *a minima* ont été développées. Elles sont destinées à la préparation d'une cavité superficielle.

Ces fraises sont caractérisées par une petite tête non orientable, un long col élancé permettant une vue directe de la préparation, un profil fin permettant une bonne irrigation dans les cavités étroites et un maintien rigide dans la tête du rotatif.

Elles sont utilisées de préférence avec un contre-angle bague rouge à une vitesse maximale de 160 000 tours/minute, accompagné d'un spray, et à faible pression pour éviter la rupture de leur col [67].

Chez Komet, le coffret de fraise 4337 est destiné aux préparations *a minima* (figure 21).



Figure 21: Coffret de fraise 4337 de Komet

Les fraises de petites tailles (889M/ 838M/ 830RM) sont utilisées pour le traitement des caries de sillons. Les fraises en forme d'ampoule (953M/ 953AM) servent pour le curetage des caries plus profondes et pour le curetage des faces proximales [50].

#### **4.1.2 La sono-abrasion**

La technique de sono-abrasion est apparue dans les années 90 [41]. Elle s'applique pour traiter des lésions précoces de l'émail présentant des cavitations de surface, particulièrement pour le traitement des lésions proximales débutantes non reminéralisables et tout en conservant les crêtes marginales dans la préparation, par un abord vestibulaire ou palatin ou lingual.

Elle peut être utilisée pour l'élimination sélective d'un émail altéré (déminéralisations d'origine carieuse, dysplasie, amélogénèse imparfaite, MIH) dont l'ablation se fera préférentiellement par rapport aux zones correctement minéralisées.

Elle est en particulier indiquée lorsque les traitements chimiques (reminéralisation, érosion-infiltration) sont insuffisants et aussi pour masquer les séquelles de reminéralisation carieuse visibles (brown spot) [30] [35].

##### **4.1.2.1 Le principe**

Les pièces à main sonores s'utilisent à la fréquence 6 000 Hz avec 3 niveaux de puissance en fonction du traitement, et délivrent une amplitude inférieure à 200 µm. Les vibrations sont générées par l'air comprimé de l'unit dentaire qui est transmis dans le corps de la pièce à main. Aucun générateur supplémentaire n'est nécessaire. L'air pressurisé actionne un rotor pneumatique qui provoque une oscillation circulaire transmise à l'insert. L'insert a une activité travaillante selon un mouvement elliptique tridimensionnel [30].

L'action travaillante des inserts sono-abrasifs s'effectue par quatre effets différents :

- **La vibration :**

Elle est caractérisée par une fréquence et règle l'impact de l'instrument sur les tissus. Elle varie selon la puissance donnée par le générateur, selon l'insert utilisé et selon la quantité de fluide utilisé en association (quand le débit de fluide augmente, la vibration s'affaiblit).



- **L'abrasion :**

C'est l'effet mécanique associé à la vibration. Elle est fonction de la granulométrie du revêtement diamanté de l'insert, de la puissance générée et des tissus traités. Elle est plus efficace sur les tissus durs, c'est-à-dire sur l'émail, et totalement inoffensive sur la gencive à puissance et pression égales [35].

- **L'effet thermique :**

L'élévation de la température liée au déplacement de l'insert doit être contrôlée par l'irrigation. Il est recommandé de travailler par contact intermittent pour ne pas créer d'échauffement des tissus [30] [35].

- **La cavitation :**

La cavité est désinfectée par la vibration sonore grâce aux micro-courants et à la cavitation. La cavitation correspond à l'implosion des micro-bulles, formées par les ondes sonores, dans le liquide d'irrigation. Elle joue un rôle important dans le nettoyage des surfaces et l'élimination des débris [30] [35].

#### ***4.1.2.2 Les inserts***

Les pièces à main choisies seront de dernière génération, limitant ainsi la pollution sonore (< 70 dB), dotées de spray refroidissant, à lumière LED intégrée, par exemple Kavo SONICflex Lux 2003L, Komet SF1LM, ZA-55LM de WH [30]. Des présentoirs autoclavables permettent de gérer leur utilisation de façon ergonomique [26].

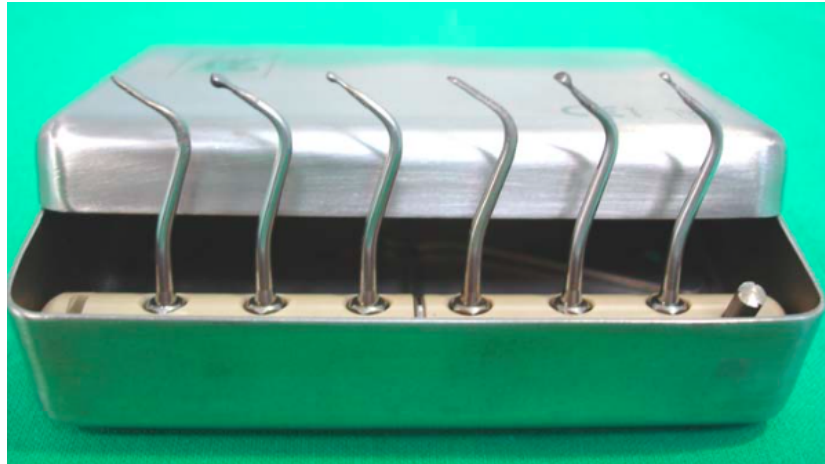
La forme générique des inserts (très long col et extrémité travaillante miniaturisée) permet un dégagement visuel maximal et un accès facilité y compris à des zones inaccessibles à la fraise. Ces caractéristiques en font un instrument de choix pour le travail sous aide optique [30].

Le système Sonicsys® micro Kavo Vivadent, par la diversité de ses inserts, va permettre de sélectionner la voie d'accès la mieux adaptée dans le respect du principe d'économie tissulaire (figure 22). Ces inserts sont adaptés pour la mise en forme de cavités suite à une faible perte de substance, propices à l'adhésion.

Toute une gamme d'inserts différents par leur forme existe et ne possèdent qu'une seule surface travaillante, le côté opposé étant lisse pour éviter de délabrer la dent adjacente.

Il existe 8 inserts, 4 pour les cavités mésiales et 4 pour les cavités distales. Ces inserts permettent l'accès à la lésion et l'éviction de l'émail carié. Après avoir

déterminé le point d'impact de l'insert, l'instrument doit être simplement maintenu dans la bonne orientation sans exercer la moindre pression [24].



*Figure 22: Système Sonicsys® micro Kavo Vivadent*

Un autre système, le système EMS, possède des inserts sous une seule forme mais avec différentes angulations. Quatre tailles sont proposées : la plus petite permet un accès par voie vestibulaire et peut être comparée au précédent système Sonicsys® micro Kavo Vivadent.

#### **4.1.2.3 Les avantages**

Les avantages de la sono-abrasion sont :

- la préservation de la surface proximale adjacente : le design « héli travaillant » de certains inserts représente une sécurité pour la préservation des dents adjacentes,
- la préservation de la crête marginale,
- un faible risque de fracturer l'émail,
- la préservation de l'esthétique naturelle [26] [71].

#### **4.1.2.4 Les inconvénients**

Les inconvénients de la sono-abrasion sont :

- la nécessité d'une pièce à main spécifique à refroidissement à eau,
- une forte pression d'air est nécessaire (supérieure à 3 bars),
- l'efficacité des instruments dépend de la dureté du tissu dentaire,
- la formation de boue dentinaire,
- le temps de travail est augmenté par rapport au fraisage [26] [106].

Les techniques sono-abrasives ne viennent pas se substituer à l'instrumentation rotative conventionnelle, mais constituent un complément à ces techniques quant à la mise en œuvre de réalisations ultraconservatrices. C'est une technique de préparation sélective des tissus amélaire d'un excellent rapport efficacité/qualité/sécurité.

### **4.1.3 L'ultrasono-abrasion**

Les instruments ultrasonores ont été introduits par Zinner en 1955 pour la préparation des cavités, mais ensuite leur utilisation était limitée au détartrage. Ce n'est que récemment que de nouvelles techniques ultrasoniques sont apparues en dentisterie restauratrice [51].

#### **4.1.3.1 Le principe**

Les inserts ultrasoniques utilisés dans cette technique sont diamantés exclusivement sur la partie travaillante.

Les pièces à main ultrasonores délivrent une fréquence élevée de 20 000 Hz à 40 000 Hz. Elles bénéficient de la technologie LED et s'utilisent sur des générateurs piézoélectriques avec réglage du spray d'irrigation et de la puissance, en fonction du type de traitement : pour le traitement des lésions carieuses, ils sont utilisés à forte puissance et sous irrigation maximum [30] [35].

Le principe de fonctionnement est basé sur un courant alternatif amplifié par un générateur, conduit au travers de pastilles de céramique. Ces pastilles, contenues dans la pièce à main, réagissent en changeant de forme (contraction et élongation). Une vibration résulte de cette alternance qui, amplifiée et transmise à l'insert, donne une capacité travaillante [30].

Comme l'effet recherché est celui de l'abrasion, l'insert est toujours utilisé tangentiellement à la dent. Les inserts possèdent des actions mécaniques et physico-chimiques [35].

#### **4.1.3.1.1 Les actions mécaniques**

##### **4.1.3.1.1.1 Le martèlement ou percussion**

Dans un premier temps, l'action de martèlement permet d'effondrer l'émail non soutenu et de préserver les parois résistantes [35] [107].

#### **4.1.3.1.1.2 Le balayage**

L'insert est déplacé latéralement par un léger mouvement de brossage en va-et-vient. Le balayage abrase de proche en proche les parois amélares de la cavité. Une ouverture *a minima* est ainsi réalisée [35].

#### **4.1.3.1.1.3 L'abrasion**

C'est le même principe que pour la sono-abrasion (paragraphe 4.1.2.1. p. 60).

### **4.1.3.1.2 Les actions physico-chimiques**

#### **4.1.3.1.2.1 L'irrigation**

L'irrigation est située à l'extrémité de l'insert et permet le nettoyage du champ opératoire par un rinçage abondant des débris de la taille.

Elle permet aussi un refroidissement de l'insert ainsi que son nettoyage ce qui conserve son efficacité [35].

#### **4.1.3.1.2.2 La cavitation**

C'est le même principe que pour la sono-abrasion (paragraphe 4.1.2.1. p. 60).

#### **4.1.3.1.2.3 L'échauffement**

C'est le même principe que pour la sono-abrasion (paragraphe 4.1.2.1. p. 60).

### **4.1.3.2 Les inserts**

Les inserts diamantés sont utilisés sur une pièce à main à refroidissement par eau qui émet des vibrations ultrasoniques. Ils sont retrouvés en présentoir ou cassette autoclave selon les marques [26]. En fonction de la situation de la lésion carieuse et de ses rapports avec les dents adjacentes, différents inserts sont employés [35].

Il existe deux systèmes : EMS et Acteon-SATELEC.

#### **4.1.3.2.1 Le système EMS**

Les inserts diamantés sont présentés dans une cassette de type Steribox autoclavable. Les générateurs sont de série Piezon Master 600/700, Mini Master et Mini Piezon.

Les inserts peuvent être utilisés pour réaliser une préparation cavitaire, des obturations et finitions, et une aide au collage [26].

Les inserts pour préparation cavitaire sont :

- **SM instruments type D5-051A/052A** : pour les préparations proximales (figure 23).



*Figure 23: insert EMS SM [26]*

- **SB DS-057A** : instrument forme boule de préparation (figure 24).



*Figure 24: insert EMS SB [26]*

- **PF6062A** : pour la préparation des puits et fissures (figure 25).



*Figure 25: insert EMS PF [26]*

#### 4.1.3.2.2 Le système Acteon-SATELEC

Les inserts diamantés sont sous forme de présentoir autoclavable. Il existe un code couleur pour autoréguler la puissance efficace du générateur (par puissance croissante : couleur verte, jaune, rouge et bleue), qui est repérable sur l'insert et sur le variateur ultrasonique du générateur (le Cruise control system) de la gamme P5 Newtron (XS, LED) ou de la gamme Pmax Newtron XS [26].

Ils sont utilisés pour les préparations périphériques et les préparations cavitaires. Pour les préparations cavitaires, les différents inserts sont en forme de boule de 1,7 mm de diamètre et recouverts de revêtement diamanté de 46  $\mu\text{m}$  [35] :

- **EX1 ball diamond tip** : pour la préparation des surfaces occlusales et cervicales (figure 26).



Figure 26: EX1 ball diamond tip [26]

- **EX2 half ball diamond tip** : pour la préparation des surfaces proximales sans atteinte des dents adjacentes (figure 27).



Figure 27: EX2 half ball diamond tip [26]

- **EX3 half ball diamond tip** : pour la préparation des surfaces distales sans atteinte des dents adjacentes (figure 28).



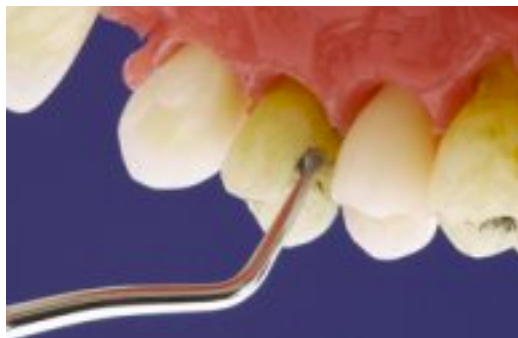
*Figure 28: EX3 half ball diamond tip [26]*

- **EX-L half ball diamond tip** : orienté de 45 degrés vers la gauche, permet un accès à la lésion sans atteinte des dents adjacentes (figure 29)



*Figure 29: EX-L half ball diamond tip [26]*

- **EX-R half ball diamond tip** : orienté de 45 degrés vers la droite, permet un accès à la lésion sans atteinte des dents adjacentes (figure 30).



*Figure 30: EX-R half ball diamond tip [26]*

#### **4.1.3.3 Les avantages**

Les avantages de l'ultrasono-abrasion sont :

- le confort du patient : la sensibilité dentaire est réduite pendant la taille par rapport à l'utilisation d'une fraise, et le patient ressent moins les vibrations,
- une bonne ergonomie : le champ de vision est bien dégagé, la forme et la courbure des inserts permet un accès idéal pour des préparations micro-invasives, et la maniabilité et leur précision permet une grande qualité de préparation cavitaire,
- les faces des dents adjacentes sont préservées grâce à un seul côté de l'extrémité de l'insert qui travaille,
- une préservation de l'esthétique naturelle et de la crête marginale [26] [35].

#### **4.1.3.4 Les inconvénients**

Les inconvénients de l'ultrasono-abrasion sont :

- le changement des inserts peut être difficile,
- des fissures ou fractures amélares peuvent être provoquées par des fortes percussions non maîtrisées,
- une aide optique est nécessaire pour le contrôle visuel de l'instrument,
- une formation de boue dentinaire,
- l'efficacité des instruments dépend de la dureté du tissu dentaire,
- la vitesse de taille est inférieure à celle d'un instrument rotatif,
- l'efficacité de coupe est uniquement bonne sur l'émail et la dentine saine [26] [35].

Intrinsèquement, les ultrasons possèdent une efficacité abrasive supérieure à celle des sons. Cependant l'ultrasono-abrasion présente un risque plus élevé de produire des microcraquelures amélares [35].



## **4.2 Les techniques non mécaniques**

### **4.2.1 L'excavation manuelle**

C'est historiquement la première méthode à avoir été utilisée. Malgré l'abandon de certains instruments désuets et l'apparition des fraises, elle perdure toujours dans notre pratique quotidienne. Elle est réalisée à l'aide d'excavateurs, disponibles sous différents profils, mais présentant tout de même des caractéristiques communes telles qu'une forme contre coudée et la présence d'un bord tranchant incurvé à leurs extrémités.

Les excavateurs diffèrent de par leur degré d'angulation entre le manche et la tige, et entre la tige et la lame, ainsi que par la longueur de leur extrémité. Ces variantes permettent un accès à la zone cariée quelle que soit la configuration de la cavité. De plus, pour augmenter leur efficacité, les excavateurs présentent des lames à orientation inverse de chaque côté du manche.

Leurs principaux avantages résident dans le fait qu'ils permettent une grande finesse tactile et qu'ils assurent une excavation complète de la dentine déminéralisée.

C'est un système utilisé dans les pays défavorisés grâce à leur simplicité d'action et leur coût.

### **4.2.2 L'air abrasion**

#### **4.2.2.1 Le principe**

Depuis les années 1990, de multiples systèmes d'air-abrasion se sont développés parmi lesquels l'Air-Flow Prep K1 de la société EMS [34].

Ce système projette des particules d'alumine à l'aide d'un spray air/eau. Ce jet d'air/eau est comprimé puis éjecté à haute vitesse afin de préparer les surfaces dentaires et possède un effet de coupe permettant la mise en forme des cavités [8] [17].

L'Air-Flow Prep K1 se présente sous forme de boîtier possédant un compartiment circulaire sur le dessus, destiné à recevoir la poudre d'alumine. Celle-ci est ensuite conduite par un tuyau flexible jusqu'à une pièce à main percée par un second orifice pour le passage de l'eau préalablement réchauffée dans l'appareil. Cette pièce à

main est démontable et stérilisable et est commandée par une pédale. Deux boutons sur la façade permettent de contrôler les débits d'eau et de poudre. Plus le débit d'air est important, plus l'efficacité est grande, les particules étant projetées avec plus de vitesse [34] (figure 31).



Figure 31: Air-Flow prep K1 [34]

Plusieurs paramètres influencent la forme de la préparation à l'air abrasion : le type et la taille des particules abrasives, le diamètre et l'orientation de la buse de sortie, la pression d'air et la distance d'application du spray.

#### **4.2.2.1.1 Le type et la taille des particules abrasives**

L'abrasif le plus employé est l'oxyde d'aluminium. D'autres types de particules, comme des poudres de phosphosilicate de sodium, appelées verres bio-actifs, peuvent aussi être utilisées.

Les particules d'oxyde d'alumine sont plus dures que celles de phosphosilicate de sodium. Plus les particules sont dures, plus l'abrasion est efficace, alors l'oxyde d'alumine est un meilleur abrasif [108].

Généralement les particules ont un diamètre compris entre 27 et 50 microns. Le diamètre influe sur l'efficacité du système : plus les particules sont grosses plus l'action de coupe sera importante, mais une sensation d'inconfort peut alors apparaître chez le patient [64].

#### **4.2.2.1.2 La pression d'air**

La projection des particules est réalisée grâce à un système d'air comprimé. Chaque système délivre une pression qui lui est propre, mesurée en psi (pound per square inch).

Une modification de la pression de sortie a une incidence sur l'efficacité de coupe. Une pression de 100 psi est recommandée afin de préparer les tissus amélaire [39]. L'effet de coupe est ainsi proportionnel à la pression de sortie.

#### **4.2.2.1.3 Le diamètre et l'orientation de la buse de sortie**

Plusieurs diamètres et orientations de buses sont disponibles pour chaque système. Le système Rondoflex de KaVo propose, par exemple, des canules de petit diamètre, 0,46 mm, avec une orientation à 90° ou à 110°. Mais il existe des canules de plus gros diamètre, 0,64 mm, avec des orientations similaires.

Le choix de l'orientation de la buse se fera en fonction de la localisation de la lésion. L'efficacité de coupe de l'instrument dépend plus de l'angulation que du diamètre de l'embout. Les angulations à 80° sont choisies préférentiellement pour la préparation des caries du sillon [90].

#### **4.2.2.1.4 La distance d'application du spray**

La distance de travail recommandée varie de 0,5 à 2 mm. Au-delà, de 2 à 5mm, la cavité prend une forme conique [26]. L'augmentation de la distance entraîne une diminution de l'efficacité et la création de préparations plus larges et moins profondes [105].

#### **4.2.2.2 Les indications**

L'air-abrasion est indiquée pour :

- les enfants, car une anesthésie n'est pas nécessaire dans la plupart des cas,
- le nettoyage des surfaces dentaires,
- les préparations des lésions débutantes,
- les préparations pour le scellement de sillons,
- le traitement des hypoplasies [10].

#### **4.2.2.3 Les contre-indications**

L'air-abrasion est contre-indiquée lors de :

- lésions carieuses avancées,
- lésions carieuses proximales,

- les allergies sévères aux poussières,
- l'asthme,
- problèmes pulmonaires chroniques,
- une blessure buccale ouverte ou suture, une extraction récente [83].

#### **4.2.2.4 Le protocole**

Tout d'abord, les dents sont isolées à l'aide d'une digue. Puis l'embout de l'instrument est ensuite positionné à un ou deux millimètres de la zone à traiter et la pédale de mise en service est actionnée. L'arrivée du jet se fait en continu une fois la pédale actionnée.

Il est recommandé de travailler par petites touches de cinq à dix secondes, ceci permettant de contrôler le résultat obtenu. L'action sur l'émail est nette et plus ou moins rapide selon les infiltrations.

Après utilisation, un rinçage abondant est réalisé pour éliminer toutes traces de particules pouvant diminuer l'adhérence du futur matériau d'obturation [10].

## 4.2.3 La micro-abrasion

### 4.2.3.1 Le principe

La micro-abrasion amélaire contrôlée est un traitement apparu au début des années 1990. Elle associe une action chimique due à l'utilisation d'acide chlorhydrique ou phosphorique et une action mécanique grâce à des microparticules abrasives telles que la ponce, l'alumine, le carbure de silicium, ou à des instruments diamantés de faible granulométrie.

Elle permet d'enlever une épaisseur d'émail de quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres. Cette technique peut être utilisée seule pour le traitement des tâches de déminéralisation les plus superficielles [109].

La micro-abrasion est différenciée de l'érosion/infiltration par son aspect abrasif.

### 4.2.3.2 Le protocole

Le kit Opalustre® (Ultradent) est un kit de micro-abrasion qui est composé d'une pâte visqueuse à base d'acide chlorhydrique à 6,6% contenant des microparticules de carbure de silice, d'une cupule d'application avec pinceau (OpalCup Bristle®) et d'une cupule de finition (OpalCup Finishing®) (figure 32).



Figure 32: Kit Opalustre®

Dans un premier temps, les dents sont isolées à l'aide d'une digue. Puis une couche d'environ un millimètre d'Opalustre® est appliquée sur les zones à traiter. Avec une cupule en caoutchouc ou l'OpalCup Bristle®, montée sur un contre-angle à vitesse basse (500 tours/min), une pression moyenne à forte est appliquée pendant 60 secondes. Puis la pâte est aspirée sur les dents, un rinçage est effectué. Après le rinçage final, la digue est retirée, les surfaces sont polies à l'aide d'une brosse ou de l'OpalCup Finishing® montée sur contre-angle et d'une pâte à polir.

#### **4.2.4 Le laser**

Les lasers infrarouges proches de 3000 nm (Er-YAG, Er,Cr-YSGG) sont les plus aptes à préparer des cavités. Ils sont utilisés avec un spray d'air et d'eau et ne provoquent aucun dommage thermique sur les tissus cibles et les tissus sous-jacents [87].

Ces différents lasers émettent différentes longueurs d'ondes, la quantité d'énergie émise est donc propre à chaque laser [60]. Les fréquences sont comprises entre 10 et 30 Hz pour des distances de travail entre 1 et 2 mm [87].

Le procédé permettant l'élimination de tissus au laser repose sur l'absorption des radiations électromagnétiques par des composés au sein du tissu. Les effets vont de la modification de la substance à sa vaporisation explosive [60].

Au niveau de l'émail, la périphérie des prismes est attaquée de façon aléatoire par le laser : l'émail a donc une structure « pseudo mordancée » [87].

##### **4.2.4.1 Le laser Er-YAG**

Avec le laser Er-YAG, l'éviction du tissu carieux est facilitée par l'usage d'un embout saphir utilisé en mode quasi-contact (figure 33) [87].



*Figure 33: Le laser Er-YAG [87]*

##### **4.2.4.2 Ses avantages**

L'un des principaux avantages du laser Er-YAG réside dans la dispense d'anesthésie lors du traitement [60].

De plus, la surface dentaire préparée est stérile après les finitions. La réalisation d'un mordançage lors de la restauration est discutée. Avec un embout saphir, ce laser n'élimine que le tissu carieux sans altérer le tissu sain et sans élévation thermique [4].

#### **4.2.4.3 Ses inconvénients**

L'utilisation du laser requiert une véritable familiarisation de la part du praticien. La profondeur de la cavité est difficile à déterminer car elle est constamment remplie du liquide de refroidissement. De plus, une distance de travail de 2 à 3 mm entre le laser et la cavité empêche une sensibilité tactile du praticien [60].

## 5 Conclusion

Le diagnostic précoce de la déminéralisation dentaire est primordial dans le choix d'une prise en charge adaptée. La dentisterie moderne se caractérise par une approche thérapeutique nouvelle, plus conservatrice et en adéquation avec les données actuelles de la science. À chaque stade de l'évolution de la lésion carieuse, la dentisterie conservatrice moderne peut donner une réponse appropriée visant à la préservation maximale de l'organe dentaire.

Pour répondre à ces exigences, différentes solutions thérapeutiques non ou moins invasives peuvent être envisagées dans le cas de la prise en charge des lésions carieuses débutantes. Le risque carieux individuel doit être maîtrisé, un contrôle et un suivi rigoureux doivent être mis en place.

Si ces traitements s'avèrent inefficaces ou ne répondent pas aux exigences esthétiques du patient, d'autres traitements plus invasifs pourront être appliqués.

La mise en oeuvre de ces traitements s'est largement simplifiée, que ce soit pour le patient ou pour le praticien. Cette nouvelle approche thérapeutique est donc à la portée de tout chirurgien-dentiste.



## Tables des illustrations

Figure 1: Vue au microscope électronique à balayage de l'émail en section transversale et longitudinale (x 40) [54] .....	15
Figure 2: Caractéristiques structurales de l'émail sain [60].....	16
Figure 3: Mise en évidence, sur microradiographie, de la zone superficielle de la lésion carieuse initiale [92].....	19
Figure 4: En microscopie électronique à balayage, aspect de la surface d'émail au cours de l'évolution du processus carieux (x300) [56]. .....	20
Figure 5: Schéma de Keyes modifié par Newbrun [68] .....	21
Figure 6: White spot [31].....	27
Figure 7: Brown spot [60].....	27
Figure 8: Utilisation de FOTI sur une incisive mandibulaire [25].....	29
Figure 9: Image d'une lésion proximale avec DIFOTI, la carie apparaît en foncé [102] .....	29
Figure 10: Radiographie rétro coronaire .....	30
Figure 11: Diagnodent® pen permet la détection des caries proximales [100].....	32
Figure 12: Utilisation de Diagnodent® pen sur une incisive centrale maxillaire [100] .....	33
Figure 13: Exemples de dentifrices à 5000ppm de fluor .....	39
Figure 14: gel à 1,23% de FPA.....	40
Figure 15: Trident Xtra Care® commercialisé aux Etats Unis.....	44
Figure 16: GC Tooth Mousse® décliné sous 5 arômes .....	45
Figure 17: GC MI Paste Plus® .....	46
Figure 18: Enamelon™ .....	47
Figure 19: Appareil HealOzone® [21] .....	56
Figure 20: Stérilisation de la lésion carieuse à l'aide de l'HealOzone [40].....	57
Figure 21: Coffret de fraise 4337 de Komet .....	59
Figure 22: Système Sonicsys® micro Kavo Vivadent .....	62
Figure 23: insert EMS SM [26] .....	65
Figure 24: insert EMS SB [26] .....	65
Figure 25: insert EMS PF [26].....	65
Figure 26: EX1 ball diamond tip [26] .....	66
Figure 27: EX2 half ball diamond tip [26] .....	66
Figure 28: EX3 half ball diamond tip [26] .....	67
Figure 29: EXa L half ball diamond tip [26] .....	67
Figure 30: EXa R half ball diamond tip [26] .....	67
Figure 31: Aira Flow prep K1 [34] .....	70
Figure 32: Kit Opalustre®.....	73
Figure 33: Le laser Era YAG [87] .....	77
Tableau 1: Récapitulatif de l'application des méthodes de diagnostic en fonction du site concerné .....	35
Tableau 2: Protocoles pour une thérapie complémentaire au fluor .....	41

## Références bibliographiques

1. Abdallaoui F, Chraibi B, Jaouhari Elabrari M. Dépistage précoce des lésions carieuses proximales débutantes : étude clinique et radiographique. *Inf Dent.* 2001;(14):1005-1013.
2. Ametani A, Kaminogawa S, Shimizu M, Yamauchi K. Rapid screening of antigenically reactive fragments of alpha s1-casein using HPLC and ELISA. *J Biochem.* 1987;102:421-425.
3. ANAES. Service des recommandations et références professionnelles. 2010;43-44.
4. Aoki A, Ishikawa I, Yamada T. Comparison between Er-YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vivo. *J Dent Res.* 1998;25:543-6.
5. Arcella D, Ottolenghi L, Polimeni A, Leclercq C. The relationship between frequency of carbohydrates intake and dental caries: a cross-sectional study in Italian teenagers. *Public Health Nutr.* 2002;5(4):553- 560.
6. Bahoum A, Bahije L, Zaoui F, Les déminéralisations amélaire en orthodontie, Utilisation raisonnée du fluor dans la prévention et le traitement. *Rev Mens Suisse Odontostomatol.* 2012;122:937-941.
7. Barbour ME, Shellis RP, Parker DM, Allen GC, Addy M. Inhibition of hydroxyapatite dissolution by whole casein : the effects of pH, protein concentration, calcium and ionic strength. *Eur J Oral Sci.* 2008;116:473-478.
8. Barnajee A, Watson TF. Air abrasion: its uses and abuses. *Dent Update.* 2002;29: 340-346.
9. Bishara SE, Ostby AW. White Spot lesions: formation, prevention, and treatment. *Seminars in Orthod.* 2008;14(3):174-182.
10. Blique M. Utilisation d'un système d'air abrasion en Prophylaxie Dentaire Individualisée. *Inf Dent.* 2000;82(13):933-940.
11. Bots CP, Brand HS, Veerman EC, van Amerongen BM, Nieuw Amerongen AV. Preferences and saliva stimulation of eight different chewing-gums. *Int Dent J.* 2004;54:143-148.
12. Borem LM, Feigal RJ. Reducing microleakage of sealants under salivary contamination : digital-image analysis evaluation. *Quintessence Int.* 1994;25(4):283-289.
13. Bowen WH, Koo H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res.* 2011; 45(1):69-86.

14. Brennan DS, Spencer AJ, Roberts-Thomson KF. Dental self-care and visiting behaviour in relation to social inequality in caries experience. *Community Dent Health*. 2011;28(3):216-221.
15. Burt BA : Definitions of risk. *J Dent Educ*. 2001;65:1007-1008.
16. Burt BA : Concepts of risk in dental public health. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2005;(33):240-247.
17. Bussac G. L'air abrasion : technologie du troisième millénaire dans l'art dentaire. *Eur Dent Mag*. 2000;102:34-38.
18. Buzalaf MA, de Moraes Italiani F, Kato MT, Martinhon CC, Magalhaes AC. Effect of iron on inhibition of acid demineralisation of bovine dental enamel in vitro. *Arch Oral Biol*. 2006;51:844-848.
19. Cai F, Shen P, Morgan MV, Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Aus Dent J*. 2003;48:240-243.
20. Cai F, Manton DJ, Shen P, Walker GD, Cross KJ, Yuan Y, et al. Effect of addition of citric acid and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to a sugar-free chewing gum on enamel remineralization in situ. *Caries Res*. 2007;41(5):377-383.
21. Celiberti P, Pazera P, Lussi A. The impact of ozone treatment on enamel physical properties. *Am J Dent*. 2006;19:67-72.
22. Chala S, Bouamara R, Abdallaoui F. Diagnostic methods of initial carious lesions. *Rev Odont Stomat*. 2004;(33):297-310.
23. Chalmers NI, Palmer RJ, Cisar JO, Kolenbrander PE. Characterization of a *Streptococcus* sp. *Veillonella* sp. Community micromanipulated from dental plaque. *J Bacteriol*. 2008;190(24):8145-8154.
24. Colon P, Lasfargues J-J. Apport de la sono-abrasion en microdentisterie adhésive. *Réal Clin*. 1999;10:251-270.
25. Colon P, Lasfargues J-J. Odontologie conservatrice et restauratrice. Tome 1, une approche médicale globale. Paris. CDP. 2010;16-155.
26. Couderc G, Weisrock G, Terrer E, Ortet S, Charton C, Aubut V, Panayotov I, Alexa C, Tassery H, Levallois B. La sono-abrasion en odontologie restauratrice. *Inf Dent*. 2011;31:23-26.
27. Dammaschke T, Vesnic A, Schafer E. In vitro comparison of ceramic burs and conventional tungsten carbide bud burs in dentin caries excavation. *Quintessence Int*. 2008;39(6):495-499.
28. Daudibertières L, Etienne G, Barthe M, Cattöen M. Imagerie de la lésion carieuse : traitement et analyse. *Rev Odonto Stomat*. 1993;22(1):9-21.

29. Dawes C. Circadian rhythms in human salivary flow rate and composition. *J Physiol.* 1972;220(3):529-531.
30. Decup F, Lasfargues J-J. Préparations et restaurations adhésives a minima. Apport des techniques sono-abrasives. *Réal. Clin.* 2012;23(3):1-12.
31. Denis M, Atlan A, Vennat E, Tirllet G, Attal J-P. White defects on enamel: Diagnosis and anatomopathology: Two essential factors for proper treatment (part 1). *Int Orthod.* 2013;11:139-165.
32. Desfontaine J. La prévention de la carie : le fluor. *Rev Orthop Dento Faciale.* 2002;36:335-350.
33. Eggertsson H, Analoui M, Van Der Veen M.H, Gonzalez-Cabezas C, Eckert G.J, Stoo-Keyg K. Detection of early interproximal caries in vitro using laser fluorescence, dye enhanced laser fluorescence and direct visual examination. *Caries Res.* 1999;33:227-233.
34. EMS (Laboratoire). Air FLOW prep K1, fiches techniques. 2002.
35. Gagnot G. Les ultrasons en odontologie – Applications thérapeutiques. *Ultrasons, dentisterie restauratrice et prothèse.* CdP. 2008;83-100.
36. Gomez SS, Basili CP, Emilson CG. A 2 year clinical evaluation of sealed non cavitated approximal posterior carious lesions in adolescents. *Clin Oral Investig.* 2005;9:239-243.
37. Hamilton JC, Dennison JB, Stoffers KW, Gregory WA, Welch KB. Early treatment of incipient carious lesions : a two year clinical evaluation. *J Am Dent Assoc.* 2002;133:1643-1651.
38. Haute Autorité de Santé. Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxième molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans. 2005.
39. Hegde VS, Khatavkar RA. A new dimension to conservative dentistry: Air abrasion. *J Conserv Dent.* 2010;13(1):4-8.
40. Holmes J. HealOzone users congress. News from the HealOzone® users congress and the HealOzone® user group. Pontrefact. 2003.
41. Hugo B, Stassinakis A. Preparation and restoration of small interproximal carious lesions with sonic instruments. *Pract Periodont Aesthet Dent.* 1998;10:353-359.
42. Huysmans M.CH, Longbottom CH, Pitts N.B. Electrical methods in occlusal caries diagnosis : an in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Res.* 1998;32:324-329.
43. Iijima Y, Cai F, Shen P, Walker G, Reynolds C, Reynolds E-C. Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptides-amorphous calcium phosphate. *Caries Res.* 2004;38:551–556.

44. Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and Fissure Sealants: Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. Cork. 2010.
45. Jablonski-Momeni A, Heinzl-Gutenbrunner M, Klein SMC. In vivo performance of the VistaProof fluorescence-based camera for detection of occlusal lesions. Clin Oral Investig. 2014;18(7):1757-1762
46. Jaquotb B, Fontaine A. Étude clinique de la carie. Encyclo Médico-Chir. 1995;23: 10-20.
47. Jo S-Y, Chong H-J, Lee E-H, Chang N-Y, Chae J-M, Cho J-H, et al. Effects of various toothpastes on remineralization of white spot lesions. Korean J Orthod. 2014;44(3):113- 118.
48. Kavo (Laboratoire). Kavo HealOzone® : Pour une élimination indolore des caries. Biberach. 2004.
49. Keyes PH. Dental caries in the Syrian hamster. The induction of rampant caries activity in albino and golden animals. J Dent Res. 1959;38(3):525- 533.
50. Komet (Laboratoire). Fiches techniques de micro-préparation, sets 4337. Lemgo : Brasseler, 2002.
51. Koubi S, Tassery H. Minimally invasive dentistry using sonic and ultra-sonic devices in ultraconservative class 2 restorations. J Contemp Dent Pract. 2008;9:65-155.
52. Külnisch J, Dietz W, Stösser L, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. Effects of dental probing on occlusal surfaces – a scanning electron microscopy evaluation. Caries Res. 2007;(41):43-48.
53. Lasfargues J-J. Evolution des concepts en odontologie conservatrice : du modèle chirurgical invasif au modèle médical préventif. Inf Dent. 1998;36:40-77.
54. Lasfargues J-J. Concepts cliniques en dentisterie préventive. SNPMD. Paris. 2001;38:35-101
55. Lasfargues J-J. Concepts cliniques en dentisterie conservatrice. SNPMD. Paris. 2001;45:55-73
56. Le Goff S, Attal J-P, Fron-Chabouis H. Les tissus dentaires à préserver lors de la réalisation des inlays/onlays : approche biomécanique. Real Clin. 2014.
57. Liu Y, Ge L, Chen H, Chi X. A study on the penetration abilities of natural initial caries lesions with resin infiltration. J Stomatol. 2012;30(5):483-486.
58. Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. Caries Res. 1991;25:296-303.

59. Lussi A, Hack A, Hug I, Heckenberger H, Megert B, Stich H. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res.* 2006;(40):97-103.
60. Lussi A, Schaffner M. Evolutions en odontologie restauratrice. *Quintessence Int.* 2013;3:5-90.
61. Martinhon CC, Italiani M, Padilha M, Bijella MF, Delbem AC, Buzalaf MA. Effect of iron on bovine enamel and on the composition of the dental biofilm formed « in situ ». *Arch Oral Biol.* 2006;51:471-475.
62. Meyer-Lückel H, Paris S, Kielbassa AM. Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res.* 2007;41(3):223- 230.
63. Mount G-J, Hume W-R. Préservation et restauration de la structure dentaire. De Boeck Université. 2002;3-15.
64. Mount G-J, Graham. Minimal intervention dentistry: Cavity classification and preparation. *J Minim Interv Dent.* 2009;2(3):150-163.
65. Mouton C, Robert J-C, Trahan L. Bactériologie bucco-dentaire. Masson. 1994;65-84
66. Neuhaus K.W, Ellwood R, Lussi A, Pitts N.B. Traditional lesion detection aids. *Oral Sci.* 2009;21:42-51.
67. Neumeyer S, Gernet W. Minimal-invasive präparationstechnik. *ZWR.* 2001;110:40-43.
68. Newbrun E. Problems in caries diagnosis. *Int Dent J.* 1993;43:133-142.
69. Ogaard B, Rölla G, Ruben J, Dijkman T, Arends J. Microradiographic study of demineralization of shark enamels in a human caries model. *Scand J Dent Res.* 1988;96:209-211.
70. Oliveira EF, Carminatti G, Fontanella V, Maltz M. The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentin caries removal: results after 14-18 months. *Clin Oral Investig* 2006;10:134-139.
71. Opdam NJ, Roeters JJ, van Berghem E, Eijsvogels E, Bronkhorst E. Microleakage and damage to adjacent teeth when finishing Class II adhesive preparations using either a sonic device or bur. *Am J Dent.* 2002;15:317-320.
72. Paris S, Meyer-Lueckel H, Cölfen H, Kielbassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J.* 2007;26(4):582- 588.
73. Paris S, Meyer-Lückel H, Kielbassa A.M. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res.* 2007;86(7):662-666.
74. Paris S, Meyer-Lueckel H. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res.* 2008;87(12):1112-1116.

75. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration-a clinical report. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 2009;40(9):713- 718.
76. Paris S, Meyer-Lückel H. Inhibition of progression of natural caries lesions by infiltrants in vitro. *J Dent Res*. 2010;89:1276-1280.
77. Paris S, Meyer-Lueckel H. Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. *J Dent Res*. 2010;89(11):1276-1280.
78. Paris S, Bitter K, Naumann M, Dörfer CE, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of proximal caries lesions differing in ICDAS codes. *Eur J Oral Sci*. 2011;119(2):182-186.
79. Paris S, Soviero VM, Schuch M, Meyer-Lueckel H. Pretreatment of natural caries lesions affects penetration depth of infiltrants in vitro. *Clin Oral Investig*. 2013;17(9):2085-2089.
80. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck Supérieur. 2001:255-392
81. Pine C-M, Bosch J.J.T. Dynamics of diagnostic methods for detecting small carious lesions. *Caries Res*. 1996;(30):381-388.
82. Pitts N. Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. *Monographs in Oral Science*. Karger. 2009;2:52-59.
83. Rainey JT. Air abrasion : an emerging standard of care in conservative operative dentistry. *Dent Clin North Am*. 2002;46:185-209.
84. Reynolds EC, Cai F, Shen P, Walker GD. Retention in plaque and remineralization of enamel lesions by various forms of calcium in a mouthrinse or sugar-free chewing gum. *J Dent Res*. 2003;82(3):206-211.
85. Reynolds EC, Cochrane NJ, Saranathan S, Cai F, Cross KJ. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res*. 2008;42:88-97.
86. Robinson C, Brookes S.J, Kirkham J, Wood S.R, Shore R.C. In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries Res*. 2001;35:136-141.
87. Rocca J-P. Les lasers en odontologie. CdP. Paris ; 2008;3:9-19.
88. Rosan B, Lamont RJ. Dental plaque formation. *Microbes Infect*. 2000;2(13):1599-1607.
89. Saiani RA, Porto IM, Marcantonio Junior E, Cury JA, et al. Morphological characterization of rat incisor fluorotic lesions. *Oral Biol*. 2009;54:1008-1015.
90. Santos-Pinto L, Peruchi C, Marker VA, Cordeiro R. Effect of handpiece tip design on the cutting efficiency of an air abrasion system. *Am J Dent*. 2001;14(6):397-401.

91. Schneiderman A, Elbaum M, Schultz M, Keem M, Greene Baum M, Driller J. Assessment of dental caries with digital fiber optic transillumination (DIFOTI) : in vitro study. *Caries Res.* 1997;(31):103-110.
92. Séguier S, Le May O. Histopathologie de la lésion carieuse de l'émail et de la dentine. *Encycl Med Chir. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Odontologie.* Paris ; 2002;1-12.
93. Seppä L. Effect of dental plaque on fluoride uptake by enamel from a sodium fluoride varnish in vivo. *Caries Res.* 1983;17(1):71- 75.
94. Shen P, Cai F, Nowicki A, Vincent J, Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing-gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res.* 2001;80:2066-2070.
95. Shetty S, Hegde MN, Bopanna TP. Enamel remineralization assessment after treatment with three different remineralizing agents using surface microhardness: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD.* 2014;17(1):49- 52.
96. Simain F, Rompen E, Heinen E. Biofilms bactériens et médecine dentaire. *Rev Dent. Med. Liège ;* 2010;65(10):569-573.
97. Smits MT, Arends J. In vitro demineralization of human enamel in artificial U-shaped grooves. *Caries Res.* 1986;20:217-222.
98. Société Française d'Odontologie Pédiatrique. Recommandations sur la pratique de scellement des puits et fissures. *J Odonto-Stom Péd.* 2004;(2)3:223-228.
99. Stafford GL. Fluoride varnish may improve white spot lesions. *Evid Based Dent.* 2011;12(4):104-105.
100. Tarle Z, Dicak J , Knezevic A: Visual – Tactile caries detection in comparison with laser fluorescence, *Acta Stomatol Croat.* 2007;41(2):41-132
101. Tirlet G, Attal JP. L'érosion/infiltration : une nouvelle thérapeutique pour masquer les taches blanches. *Inf Dent.* 2011;26:2-7.
102. Tranæus S, Holbrook W-P, Astvaldsdóttir A, Ahlund K. Approximal Caries Detection by DIFOTI: In Vitro Comparison of Diagnostic Accuracy/Efficacy with Film and Digital Radiography. *International Journal of Dentistry.* 2012.
103. Tremblay Y, Hathroubi S, Jacques M. Les biofilms bactériens : leur importance en santé animale et en santé publique. *Can J Vet Res.* 2014;78(2):110–116.
104. Triller M. Objectif prévention : le point sur le fluor. Etiopathogénie de la carie-processus de dé et de reminéralisation - Dynamique de la lésion carieuse. 2000;2:6-9.
105. Verma L, Pandit I, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M. Various methods of caries removal in children: A comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2007;25(2):93-96.



106. Vieira AS, dos Santos MP, Antunes LA, Primo LG, Maia LC. Preparation time and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-speed diamond rotary cutting system. *J Oral Sci.* 2007;49:207-211.
107. Weisrock G, Terrer E, Couderc G, Koubi S, Levallois B, Manton D, Tassery H. Naturally aesthetic restorations and minimally invasive dentistry. *J Minim Interv Dent.* 2011;4(2):23-28.
108. Wilson J, Pigott GH, Schoen FJ, Hench LL. Toxicology and biocompatibility of bioglasses. *J Biomed Mater Res.* 1981;15(6):805-817.
109. Wray A, Welbury R, Faculty of Dental Surgery, Royal College of Surgeons. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry: Treatment of intrinsic discoloration in permanent anterior teeth in children and adolescents. *Int J Ped.* 2001;11(4):309-315.
110. Yuan C, Dou G, Deng J, Geng G, Sun P, Cao Y. Effect of infiltration technique and polishing on the roughness of artificial carious enamel surfaces. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue Shanghai J Stomatol.* 2013;22(4):402-406.
111. Zafer C. Infiltration : ultraconservative management of hypomineralization. 2015:1-10.
112. Zijng V, van Leeuwen B, Degener J, Abbas F, Thurnheer T, Gmür R, Harmsen H. Oral biofilm architecture on natural teeth. *PLoS One.* 2010;5(2):e9321.

**Th. D. : Chir. Dent. : Lille 2 : Année 2017– N°:**

La prise en charge des lésions carieuses débutantes

**KARASIEWICZ Anne** p. (86) : ill. (33) ; réf. (112)

**Domaine** : Odontologie Conservatrice - Endodontie

**Mots clés Rameau:** Carie dentaire ; Odontostomatologie conservatrice ; Email dentaire

**Mots clés FMeSH:** Caries dentaires ; Reminéralisation des dents ; Email dentaire

**Mot clé libre** : Microdentisterie ; Techniques non invasives ; Techniques invasives *a minima*

**Résumé de la thèse :**

Les lésions carieuses représentent le troisième fléau mondial d'après l'Organisation Mondiale de la Santé.

Actuellement, une microdentisterie est privilégiée afin de préserver au maximum le capital dentaire. On constate une évolution des moyens de prévention, des matériels et matériaux d'obturation ainsi que des progrès dans la détection précoce des lésions carieuses.

Cet ouvrage débute par un rappel sur l'histologie de la lésion carieuse, ses différentes étiologies ainsi que les différents moyens diagnostics à notre disposition.

Puis, les différentes techniques non ou moins invasives des lésions carieuses débutantes sont développées.

Pour terminer, les différentes thérapeutiques invasives *a minima* sont étudiées, avec le détail de leurs avantages et inconvénients, afin que les praticiens puissent choisir la méthode la plus adaptée.

**JURY :**

**Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX**

**Assesseurs : Monsieur le Docteur Marc LINEZ**

**Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN**

**Monsieur le Docteur Maxime BEAURAIN**