



Département de Médecine Dentaire

## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

Présenté et soutenu publiquement

Le 12 / 07 /2022

### Thème

# Concepts actuels de préparation des cavités en dentisterie adhésive

### Réalisé par :

AFIRI Ouissam

LAIB Imane

ATTAF Nassima

MATI Sarah

BENGHERABI Hadjer

RABAHI Kheireddine

BOUKHACHEBA Rahil

Encadrés par : Dr YAHIA CHERIF N.

Composition du jury :

Dr LAKABI N : MAHU Faculté de médecine UMMTO Présidente du jury

Dr SAHEB F : MAHU Faculté de médecine UMMTO Examinatrice

Dr MESSADI Kh : MAHU Faculté de médecine UMMTO Examinatrice

Année universitaire : 2021/2022

## **DEDICACES**

### **Dédicace 1**

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :*

*À celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour incessible, à la mère des sentiments fragiles qui m'a bénie par ces prières .....ma chère mère.*

*À mon support dans la vie, qui m'a appris, m'a supporté et m'a dirigé vers la gloire..... mon cher père.*

*À mon cher frère, qui m'a soutenu durant tous mon cursus.....Adel.*

*À mes chères sœurs,et ma belle-soeur pour leur soutien moral et leurs conseils .....Hayet, Katia et célia.*

*Aux membres de mon groupe de mémoire : Sarah, Imane, Hadjer, Rahil, Nassima et Kheireddine.*

*À mes chères amies : Asma, Sonia, Fatima Zahra et Samiha.*

**AFIRI Ouissam.**

### **Dédicace 2**

*Tout d'abord, je remercie Dieu, le tout puissant, qui m'a aidé et permis de suivre ce parcours universitaire qui m'a ouvert les portes vers mon avenir.*

*Je dédie ce travail :*

*À Mes chers parents que Dieu les protège, qui ont été toujours là pour me soutenir, m'écouter et m'encourager. Aucun mot n'est assez fort pour vous témoigner ma reconnaissance.*

*À mes chères sœurs et mes chers frères. Qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années. Que dieu les protèges. Et leurs offre le bonheur et la réussite.*

*À mes belles-sœurs et beaux-frères.*

*À mes adorables neveux et nièces.*

*À mes chères amies Sarah, Ouissam, Samiha, Fatima Zahra et silia qui ne m'ont pas cessé de me conseiller et aider que ça soit hors ou dans mes études.*

*À tous mes amis, mes proches, mes collègues d'étude et à toute personne qui m'a aidé.*

**LAIB Imane.**

## **DEDICACES**

### **Dédicace 3**

*D'abord, je remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce travail en premier avec tout mon amour à mon cher papa décédé, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*À ma mère, pour son amour ses encouragements et ses sacrifices.*

*À mes deux frères et ma sœur **Sihame**.*

*À mes amis **Imane, Samiha, Fatma et Ouissam**.*

*À mon groupe du mémoire.*

*À toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin et à tous ceux qui j'aime.*

**Mati Sarah.**

### **Dédicace 4**

*A ma très chère maman à qui je dois tout.*

*A mon père, dont le mérite et les sacrifices m'ont permis de vivre ce jour.*

*A ma sœur et mes frères.*

*A mes Amis.*

*A tous ceux qui me sont chers.*

**RABAHI Kheireddine.**

### **Dédicace 5**

*Je dédie ce travail à :*

*En premier lieu ceux qui personne ne peut compenser les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et mon bien être ; à mes chers parents qui sont l'origine de ma réussite que dieu les gardes et les protèges.*

*À mes chères sœurs et mon grand frère au nom de leur amour et en témoignage de leur encouragement.*

*A ma famille et mes amis qui m'ont accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles.*

**BENGHERABI Hadjer.**

## DEDICACES

### Dédicace 6

*Avant toute personne et toute lettre, la grâce revient à dieu seul.*

*À celle qui a cru en moi malgré la difficulté des moments et des circonstances, qui m'a toujours enrichi d'amour et de tendresse, qui a su trouver les mots nécessaires à chaque situation difficile et qui n'a jamais cessé de me pousser vers le haut ; à toi maman.*

*À papa, l'homme qui a tout fait pour nous mettre à l'abri de la vie et de son mal et qui m'a encouragé. Papa je tiens à honorer l'homme que tu es.*

*Papa, Maman, je me tiens là aujourd'hui grâce à votre patience, votre soutien de tous les jours et vos sacrifices. Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération, et mon amour pour vous et pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être.*

*À mes chères sœurs ; Anissa et Yasmine. Pour votre soutien, vos conseils et votre humeur rassurante à chaque obstacle. Votre présence dans ma vie est une bénédiction.*

*À mes grands-parents ; la chaleur et la tendresse des moments passés à vos côtés ne quitte jamais mon esprit. Vous êtes la vraie source de bonheur. 'Baba-cherif', 'Aba' et 'Ayi' que dieu vous accueille dans son vaste paradis et que dieu te garde pour nous 'Yema-Fatma'.*

*À mes tantes, oncles, cousins et cousines maternels et paternels pour les souvenirs de mon enfance heureuse au sein de la famille.*

*À tata Chahrazed pour ta patience, tes cours et tes conseils.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions.*

*À mes collègues de thèse ; Kheireddine, Hadjer, Rahil, Ouissam, Sarah et Imane. Ce travail a vu le jour grâce à votre persévérance et votre dur labeur. J'espère vous voir dans de plus amples réussites.*

*À tous mes amis(es) et toute personne qui a participé de près ou de loin à ce travail.*

**ATTAF Nassima.**

## DEDICACES

### Dédicace 7

*Je dédie cette thèse :*

*A mes chers parents ma mère et mon père pour leurs patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement. Que dieu le tout puissant vous comble de santé, de bonheur et vous prouve une longue vie pleine de joie.*

*A ma chère sœur et son mari qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur.*

*A mes adorables Alaa et Abdou qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A mes frères Bader Bassem, Diaa et Siradj qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long mon parcours.*

*A mon cher mari Ahmed aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir à côté de moi, que dieu le tout puissant que te garde pour moi.*

*A mon beau père et ma belle-mère je profite de la présente occasion pour vous remercier pour tout le soutien, la compréhension et l'amour que vous m'accordez.*

*A mes chères amies Nawal, Chaima et Hadjer.*

*A mon groupe de mémoire.*

**BOUKHACHBA Rahil**

# REMERCIEMENTS

## Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à : Notre encadrante Dr Yahia chérif. Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail. Nous avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçues en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.

La pertinence de vos remarques et la justesse de vos corrections sont pour nous un exemple de rigueur.

Veillez, cher Maître, trouvé dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération, de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury : Dr LAKABI, Dr SAHEB et Dr MESSADI pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons ainsi à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la l'accomplissement de ce travail.

# TABLE DES MATIERES

## Table des matières

<b>Liste des abréviations.....</b>	<b>i</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>vi</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Rappel sur la carie dentaire.....</b>	<b>2</b>
1 Définition de la carie dentaire.....	3
2 Étiologie de la carie.....	3
3 Dynamique de formation des lésions carieuses.....	4
4 Histologie de la carie dentaire.....	5
<b>Chapitre II: Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie.....</b>	<b>7</b>
1 Concept chirurgical.....	8
1.1 La classification de black.....	8
1.2 Les principes généraux de préparation des cavités selon Black.....	9
1.3 Les limites de concept de black.....	11
2 Concepts actuels de préparation.....	12
2.1 Classification des lésions carieuses de Mout et Hume.....	13
2.1.1 Les inconvénients de la classification de Mout et Hume.....	13
2.2 Classification SI/STA.....	14
2.2.1 Définition.....	14
2.2.2 Site et stade évolutif de la lésion carieuse.....	15
2.2.3 Principes de base du concept SI/STA.....	21
<b>Chapitre III : la dentisterie adhésive à minima.....</b>	<b>25</b>
Les objectifs de ce chapitre.....	26
1 Différentes phases du traitement.....	26
1.1 Phase de diagnostic précoce.....	26
1.1.1 Moyens de diagnostic des lésions précoces.....	26
1.1.1.1 Les méthodes diagnostiques traditionnelles.....	26
1.1.1.1.1 Examen visuel (Inspection clinique).....	26
1.1.1.1.2 La perception tactile par sondage.....	28
1.1.1.1.3 Radiographie.....	28
1.1.1.1.4 Elastiques séparateurs.....	30
1.1.1.2 Les méthodes récentes.....	31

## TABLE DES MATIERES

1.1.1.2.1	Aide optique .....	31
1.1.1.2.2	Transillumination .....	31
1.1.1.2.3	Systèmes optiques de fluorescence .....	32
1.1.1.2.4	Systèmes électriques .....	35
1.1.1.2.5	Méthodes endoscopiques .....	36
1.1.1.2.6	Air abrasion.....	36
1.1.1.2.7	Ultrasons .....	36
1.1.2	Facteurs de risques .....	36
1.2	Phase prophylactique .....	37
1.2.1	L'amélioration de l'hygiène buccale du patient .....	37
1.2.2	Le Scellement prophylactique des puits et fissures .....	38
1.2.2.1	Définition .....	38
1.2.3	Fluor et Prévention de la carie dentaire .....	40
1.2.4	Diminution de l'apport en sucre et utilisation des sucres de substitution .....	41
1.3	La phase thérapeutique .....	41
1.3.1	Dentisterie adhésive à minima sans préparation tissulaire : Reminéralisation des lésions précoces et réduction des bactéries cariogéniques .....	42
1.3.2	Dentisterie adhésive à minima avec préparation tissulaire : Intervention chirurgicale minimale des lésions cavitaires .....	42
1.4	Phase de maintenance .....	46
2	Matériaux et matériels.....	<b>46</b>
2.1	Matériels .....	46
2.1.1	Les excavateurs .....	46
2.1.2	Les Micro fraises .....	47
2.1.3	Les Dispositifs ultrasono-adbrasifs .....	48
2.1.4	Disposition sono-abrasifs .....	48
2.1.5	Pièces à mains sonores et ultrasonores.....	50
2.2	Les matériaux .....	51
2.2.1	Les systèmes adhésifs .....	51
2.2.2	Le composite .....	52
2.2.3	Les compomères .....	54
2.2.4	Ciments verres ionomères .....	54
2.2.4.1	Ciments verres-ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR).....	55
<b>Chapitre IV: Différentes méthodes d'éviction des tissus carieux. ....</b>		<b>56</b>
1	Définition du curetage dentinaire .....	<b>57</b>
2	Procédure du curetage .....	<b>57</b>

## TABLE DES MATIERES

3	Vérification du curetage .....	57
4	Les objectifs du curetage .....	58
5	Les différentes méthodes de curetage .....	58
5.1	Méthodes conventionnelles .....	58
5.1.1	Curetage manuel .....	58
5.1.2	Curetage mécanique .....	59
5.2	Autres procédés de préparation cavitaire .....	60
5.2.1	Les systèmes chimio-mécaniques .....	60
5.2.1.1	Caridex® .....	60
5.2.1.2	Carisolv® (MediTeam, Göteborg, Suède) .....	60
5.2.2	Les systèmes d'éviction enzymatique .....	62
5.2.3	L'ozonothérapie .....	64
5.2.3.1	LES GENERATEURS D'OZONE EN ODONTOLOGIE .....	65
5.2.4	Curetage par air abrasion .....	67
5.2.5	Sono-abrasion et Ultrasono-abrasion .....	70
5.2.5.1	Définition de l'onde sonore .....	70
5.2.5.2	Principes .....	71
5.2.6	Curetage par laser .....	73
5.2.6.1	Les différents types de laser en dentisterie .....	74
5.2.6.2	Actions du rayonnement laser sur les tissus dentaires .....	74
5.2.6.2.1	Action sur l'émail .....	74
5.2.6.2.2	Action sur la dentine .....	77
<b>Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.. .....</b>		
<b>81</b>		
1	Thérapeutique des lésions de site 1 .....	82
1.1	SI/STA 1•0 .....	82
1.2	SI/STA 1•1 .....	82
1.3	SI/STA 1.2 .....	83
1.4	SI/STA 1.3 .....	83
1.5	SI/STA 1.4 .....	84
2	Thérapeutique des lésions de site 2 .....	85
2.1	SI/STA 2•0 .....	86
2.2	SI/STA 2•1 .....	86
2.3	SI/STA 2•2 .....	86
2.4	SI/STA 2•3 .....	87

## TABLE DES MATIERES

2.5	SI/STA 2•4 .....	87
3	Thérapeutique des lésions de site 3 .....	<b>89</b>
3.1	SI/STA 3•0 .....	89
3.2	SI/STA 3•1 .....	90
3.3	SI/STA 3•2 .....	90
3.4	SI/STA 3•3 .....	90
3.5	SI/STA 3•4 .....	90
<b>Conclusion.....</b>		<b>93</b>
<b>RESUME.....</b>		<b>94</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>96</b>

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AMM** : autorisation de mise sur le marché.

**ART**: Atraumatic Restorative Treatment.

**Ca**: Calcium.

**CaO**: L'oxyde de calcium.

**cc/min**: Cubic Centimeters per Minute.

**CRM** :Cariometer.

**CVI** : Ciments verre-ionomères.

**CVIMAR** : Ciments verres ionomères modifiés par addition de résine.

**DB** : Décibel.

**DIFOTI** : Digital Imaging Fiber Optictrans illumination.

**EMC**: Electronic Caries Monitor.

**FAS**: Fluoro alumino silicate.

**FOTi**: Fibre optique simple.

**HAS** : Haute autorité de santé.

**HEMA**: Hydroxyethylmécrilate.

**Hz**: Hertz.

**IgA**: Immunoglobulines A.

**IgG**: Immunoglobulines G.

**JAD**: Jonction amélo-dentinaire.

**LASER**: L'acronyme de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

**LED**: Light-Emitting Diode.

**LM**: Symbole du lumen, unité du système international (SI) de flux lumineux.

**M**: Molarité.

**MIH**: hypominéralisation molaires-incisives.

**M&R**: mordantage et rinçage.

**Na<sub>2</sub>O**: L'oxyde de sodium.

**NPPSD**: Nettoyage Prophylactiques Professionnel des Surfaces Dentaires.

**O<sub>3</sub>**: Trioxygène.

**OMS** : organisation mondiale de la santé.

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : pentoxyde de phosphore.

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**PH** : Potentiel hydrogène (Unité de mesure d'acidité).

**Po**: Polonium.

**Ppm**: Partie par million en volume.

**PSI**: Pound per square inch.

**QLF**: Quantitative Light Fluorescence.

**RCI**: Risque carieux individuel.

**S**: Second.

**SAM**: Systèmes automordançants.

**Se**: Sensibilité.

**SiO<sub>2</sub>**: Dioxyde de silicium.

**Sp**: Spécificité.

**TEA**: Transverse excited atmospheric pressure.

**µm**: Micromètre.

**Wh**: Watt.

**W&H**: Watt-heure.

**ZC** : Zone carbonée.

**ZD** : Zone dénaturée.

**ZF** : Zone fondue.

# **LISTE DES FIGURES**

## **Chapitre I: Rappel sur la carie dentaire**

<b>Figure 1 :</b> Schéma de KEYES.....	3
<b>Figure 2:</b> Facteurs de risque de la maladie carieuse, regroupés selon trois niveaux.....	4
<b>Figure 3 :</b> Différentes couches de la carie dentaire et réactions de défense pulpaire associées.....	6

## **Chapitre II: Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

<b>Figure 4:</b> Classification de black .....	9
<b>Figure 5:</b> Le trottoir de black .....	10
<b>Figure 6:</b> Le trépied de Devin .....	10
<b>Figure 7:</b> Schématisation des trois sites de cario sceptibilités au niveau des dents postérieures.....	15
<b>Figure 8:</b> Schématisation des trois sites de cario sceptibilités au niveau des dents antérieures .....	16
<b>Figure 9:</b> Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses des sites 1 et 2 pour le stade 0 du concept SI/STA .....	16
<b>Figure 10:</b> Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses des sites 1 et 2 pour le stade 1 du concept SI/STA .....	17
<b>Figure 11:</b> Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses des sites 1 et 2 pour le stade 2 du concept SI/STA .....	17
<b>Figure 12:</b> Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses des sites 1 et 2 pour le stade 3 du concept SI/STA .....	18
<b>Figure 13:</b> Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses des sites 1 et 2 pour le stade 4 du concept SI/STA .....	18
<b>Figure 14:</b> Représentation schématique des critères histologiques des lésions carieuses pour chacun des stades du concept SI/STA .....	19
<b>Figure 15:</b> La numérotation des lésions carieuses dans le concept SI/STA permet l'enregistrement numérique des données .....	19

## **Chapitre III: La dentisterie adhésive à minima**

<b>Figure 16:</b> Coloration blanchâtre nettement visible sans séchage .....	28
<b>Figure 17:</b> Radiographie Bite-Wing.....	29
<b>Figure 18:</b> Séparateur orthodontique élastique .....	30
<b>Figure 19:</b> Pièce à main de système DIFOTI .....	32
<b>Figure 20:</b> Détection des caries précoce par le laser DIAGNOdent .....	35
<b>Figure 21:</b> Les types de sillons .....	38

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 22 : A :</b> Carie au niveau de la fosse centrale de 16 avec un sillon douteux en distal. <b>B :</b> Préparation de la minicavité au niveau de la fosse centrale et ouverture à minima du sillon distal. <b>C:</b> Obturation de la minicavité avec composite microhybride et scellement de sillon distal avec une résine fluide.....	43
<b>Figure 23 : A :</b> Schématisation clinique d'une minicavité horizontale proximale (SI/STA 2/1). <b>B :</b> Lésion carieuse (SI/STA2/1) au niveau de la face mésiale de 25 et distale de 24. <b>C:</b> Préparation des minicavités en mésial de 25 et en distal de 24.....	44
<b>Figure 24:</b> Classification des restaurations tunnel.....	44
<b>Figure 25 : A :</b> Situation initiale d'une lésion carieuse (SI/STA 2/1), cavitation mésiale. <b>B :</b> Mise en place d'une matrice métallique inter dentaire, préparation d'une cavité tunnel. <b>C :</b> Obturation interne par ciments verres ionomères modifiés par addition de résine(CVIMAR). <b>D :</b> Obturation sus-jacente en résine composite, vue occlusale. <b>E :</b> Vue proximale.....	45
<b>Figure 26 : A :</b> Préparation minicavité verticale d'une lésion carieuse (SI/STA 2/2). <b>B :</b> Coffrage par une bande matrice et l'adhésif est appliqué. <b>C:</b> La reconstitution anatomique est réalisée avec un composite microhybride.....	45
<b>Figure 27:</b> Les excavateurs.....	46
<b>Figure 28 :</b> Coffret 4383 F de chez Komet.....	48
<b>Figure 29:</b> Coffret 4383 F de chez Komet.....	48
<b>Figure 30 :</b> Les différents inserts soniques SONICflex.....	50
<b>Figure 31 :</b> la classification des adhésifs.....	52
<b>Figure 32 :</b> Représentation schématique d'une résine composite.....	52
<b>Chapitre IV: Méthode d'éviction des tissus carieux.</b>	
<b>Figure 33 : A :</b> Elimination de la dentine ramollie au niveau d'une lésion. <b>B :</b> Eviction carieuse sélective des lésions modérément profondes. <b>C :</b> les différents types d'excavateurs dentaires.....	58
<b>Figure 34 :</b> Les fraises SmartPrep™ de SS White.....	59
<b>Figure 35 :</b> Les différents excavateurs manuels développés spécifiquement pour une utilisation avec le gel Carisolv® .....	61
<b>Figure 36:</b> L'instrument en plastique spécifique à l'utilisation du gel enzymatique SFC-VIII® (3M ESPE), avant (A) et après (B) l'éviction carieuse.....	63
<b>Figure 37:</b> HealOzone® par KaV. ....	66
<b>Figure 38:</b> ProOzone® par W&H.....	67
<b>Figure 39:</b> Projection des particules abrasives sur la surface occlusale.....	67
<b>Figure 40:</b> Rondoflex (Kavo). ....	68
<b>Figure 41:</b> Poudre abrasive.....	68
<b>Figure 42 :</b> Schéma représente l'évolution du laser au fils du temps .....	74

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 43:</b> Microscopie optique des différentes zones obtenues lors d'une irradiation par laser CO2.....	79
<b>Figure 44:</b> Les différents lasers utilisés en odontologie.....	80
<b>Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.</b>	
<b>Figure 45:</b> Schématisation clinique des lésions de site 1 et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ occlusal.....	85
<b>Figure 46 :</b> Schématisation clinique des lésions de site 2, dents antérieures et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ proximal .....	88
<b>Figure 47 :</b> Schématisation clinique des lésions de site 2, dents postérieures et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ proximal.....	89
<b>Figure 48 :</b> Schématisation clinique des lésions de site 3 et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ cervical, coronaire ou radiculaire .....	91
<b>Figure 49 :</b> Exemple de lésion carieuse de site 3 stades 0, 1, et 2, chez une patiente sous médication neuroleptique .....	91

# LISTE DES TABLEAUX

## Chapitre II: Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie

<b>Tableau 1:</b> Correspondances entre les critères cliniques, radiographiques et histologiques des différents stades d'atteinte carieuse dans la classification Si/Sta (d'après Lasfargues et Al. 2006).....	20
--	----

## Chapitre III: La dentisterie adhésive à minima

<b>Tableau 2 :</b> Critères utilisés lors de l'examen visuel pour le diagnostic de caries .....	27
<b>Tableau 3 :</b> Avantages et inconvénients des aides optiques .....	31
<b>Tableau 4:</b> Valeurs limites fournies par les fabricants du DIAGNOdent® (KaVo) .....	34
<b>Tableau 5:</b> Recommandations de l'utilisation de DIAGNOdent .....	34
<b>Tableau 6:</b> Présentation du système EMS .....	48
<b>Tableau 7:</b> Récapitulatif des différents inserts soniques SONICflex® utilisés pour la préparation à minima .....	49
<b>Tableau 8:</b> Les propriétés de composite.....	53
<b>Tableau 9 :</b> Les propriétés de ciment verre ionomère.....	55
<b>Tableau 10 :</b> Les propriétés des ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR) .....	55

## Chapitre IV: Méthode d'éviction des tissus carieux.

<b>Tableau 11:</b> avantages et inconvénients de l'éviction carieuse à l'aide de Carisolv®.....	62
<b>Tableau 12:</b> Classification des sons en fonction de la fréquence (Decup et Lasfergues ; 2014).....	70
<b>Tableau 13:</b> Avantages et inconvénients des techniques sonos et ultra sono-abrasion .....	73
<b>Tableau 14:</b> regroupe l'ensemble des lasers dentaire et leurs caractéristiques Australian Dental Journal 2003 ; 48 : (3) :146155 (73).....	74
<b>Tableau 15:</b> comparant les proportions d'ions calcium, phosphate d'une dentine irradiée et non irradiée J Oral Laser Applications 2003:3: 15-20.....	78

## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.

<b>Tableau 16:</b> Recommandations thérapeutiques proposées à titre indicatif chez un patient dont le risque carieux est contrôlé, en rapport avec les différents sites et stades de lésions carieuses de la classification SI/STA.....	92
---	----

# INTRODUCTION

## Introduction

A l'époque, la chirurgie invasive était la norme, car les patients venaient consulter avec des caries avancées en raison de l'absence de la prise en charge préventive (média, école, contexte familial). Le traitement mit au point était systématiquement invasif avec des extensions prophylactiques ce qui est connu par le concept de Black. [1]

Depuis une vingtaine d'années, l'évolution de la dentisterie opératrice traditionnelle vers une odontologie plus conservatrice se poursuit avec comme objectif principal celui d'une préservation accrue des tissus dentaires.

Cette évolution a abouti à un concept d'intervention minimale en médecine bucco-dentaire adopté par SISTA en 1999 qui es fondé sur les avancées des sciences biologiques appliqués à l'organe dentaire.

De nombreux obstacles économiques et techniques ont contrarié l'application des méthodes conservatrices micro-invasifs par les praticiens. Les technologies émergentes ne lèvent pas tous les obstacles, mais favorisent l'intégration des techniques moins invasives dans la pratique quotidienne. [2]

# **OBJECTIFS**

## **Les objectifs**

- Préciser les causes du passage du model chirurgical vers le concept médical en :
  - Comparant les avantages et inconvénients des deux concepts
  - Eclaircissant les nouveautés apportées par la dentisterie adhésive ;
- Définir la nouvelle classification SISTA sur laquelle se base le nouveau concept ;
- Les moyens thérapeutiques nécessaires pour son application ;
- Savoir comment diagnostiquer une lésion carieuse, faire son intervention et maintenir de bons résultats en dentisterie adhésive ;
- Arriver à poser le choix thérapeutique selon la lésion carieuse en fonction du site et du stade.

**Chapitre I :**  
**Rappel sur la carie dentaire**

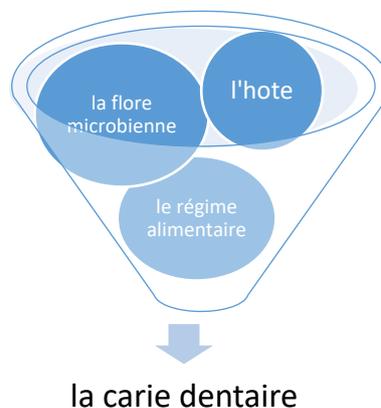
## 1 Définition de la carie dentaire

L'OMS définit la carie dentaire comme étant un processus pathologique localisé d'origine externe qui apparaît après l'éruption et engendre le ramollissement des tissus durs de la dent (émail ou cément) et conduit à la formation d'une cavité.

La carie dentaire est une maladie infectieuse post éruptive des tissus durs de la dent. Elle est caractérisée par des périodes de déminéralisation alternant avec des périodes de reminéralisation. Elle est localisée, allant de l'extérieur vers l'intérieur de la dent. Elle affecte les tissus durs de la dent à des degrés variables, allant d'une simple perte de minéraux, non détectable à l'œil nu, à une destruction complète de la dent. Le processus carieux est généralement réversible aux stades initiaux et dans des conditions favorables, tandis qu'il est irréversible aux stades avancés. [3,4]

## 2 Étiologie de la carie

L'étiologie de la carie dentaire est multifactorielle. Elle se produit sous l'action simultanée de plusieurs facteurs. Elle a été mise en cause la première fois par KEYES par son fameux schéma des étiologies carieuses constitué de trois cercles d'étiologies, dont l'intersection donne la carie dentaire.

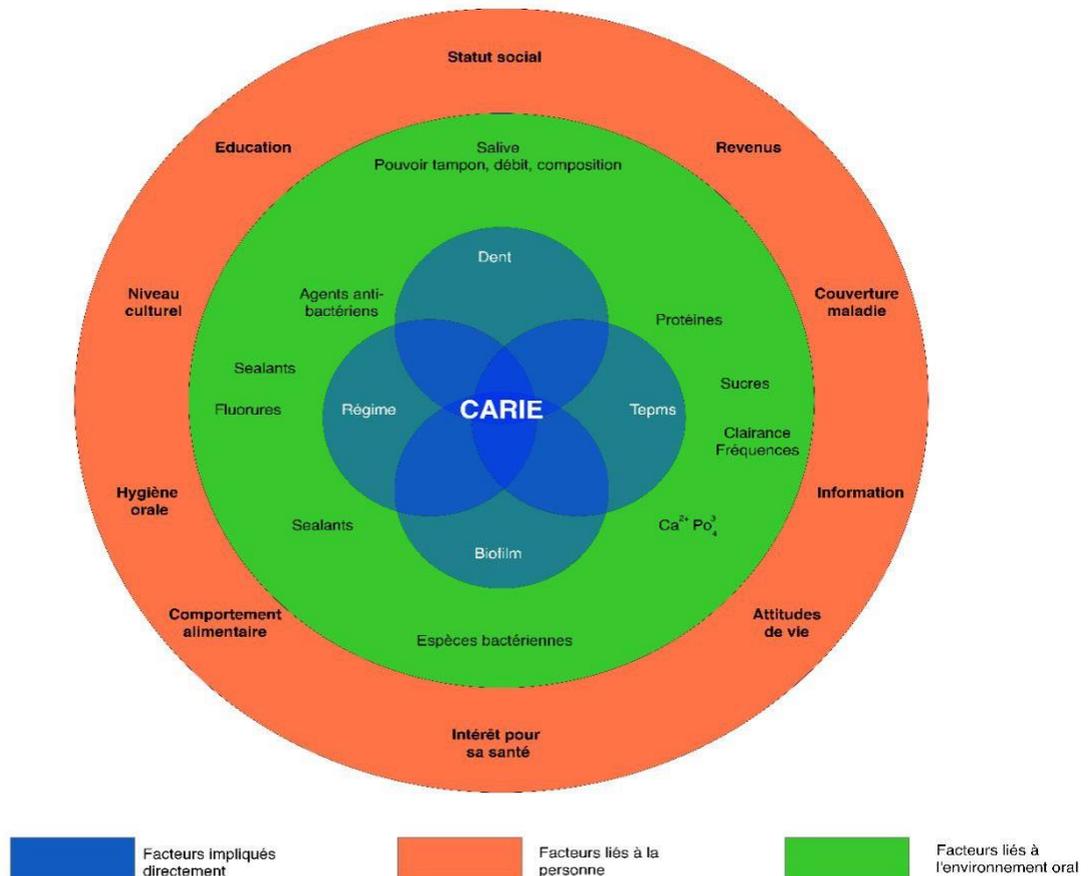


**Figure 1** : Schéma de KEYES [5]

KONIG a ajouté un quatrième facteur au schéma de KEYS qui est le temps indispensable pour l'apparition de la lésion carieuse qui ne se manifeste que lorsque tous ces facteurs sont présents (l'hôte, la flore microbienne, le régime alimentaire et le temps). Par contre, elle peut être inactivée par l'absence d'un seul de ces facteurs. Selon un concept plus contemporain elle

## Chapitre I : Rappel sur la carie dentaire

comprend aussi un aspect socioéconomique aussi bien que des facteurs psychologiques et biologiques.



**Figure 2:** Facteurs de risque de la maladie carieuse, regroupés selon trois niveaux : les facteurs contribuant directement au développement de la carie (bleu) ; les facteurs liés à l'environnement (vert) ; les facteurs liés à la personne (rose) [5]

### 3 Dynamique de formation des lésions carieuses

Dans les premiers stades de la déminéralisation au niveau de l'émail, les modifications histologiques sont trop discrètes pour être visible cliniquement, on parle de lésion infra clinique.

## Chapitre I : Rappel sur la carie dentaire

---

Si les baisses de PH se répètent fréquemment, il y'a dissolution des minéraux sous la surface de l'émail et apparition de porosités qui vont modifier les indices de réfraction lumineuse et la lésion apparait comme une tache blanche (white spot).

- Toutes ces lésions (les lésions infra cliniques et le white spot) sont des lésions initiales ou il n'y a pas une perte de la substance amélaire.

Et si les conditions d'acidités s'aggravent, les porosités formées dans l'émail vont s'agrandir, converger et former une cavité dont l'évolution provoquera un effondrement de l'émail de surface. Ces cavités au niveau de l'émail vont par la suite servir de niches aux microorganismes favorisant l'extension de la déminéralisation en profondeur vers la dentine, et atteignant la pulpe en absence de traitement. [6]

### 4 Histologie de la carie dentaire

La carie dentaire résulte d'une interaction entre l'hôte, les bactéries cariogènes du biofilm et les glucides fermentables apportés par l'alimentation. L'approche contemporaine consiste à arrêter le processus carieux en isolant les bactéries du milieu extérieur pour les priver de leurs apports en glucides. [7]

Histologiquement, cinq couches successives sans délimitations nettes sont décrites :

- **La dentine nécrotique**, totalement déminéralisée, constituée de bactéries et de débris collagéniques, les tissus sont cliniquement mous et aisément éliminés à l'aide d'un excavateur.

- **La dentine infectée**, dont l'architecture, encore reconnaissable, a été altérée par les bactéries acidogènes et protéolytiques que l'on y trouve. Ce tissu a perdu toute capacité de reminéralisation.

- **La dentine affectée**, seule la dentine périctubulaire est partiellement ou totalement déminéralisée. L'architecture du tissu reste globalement intacte et quelques bactéries sont présentes dans les tubulis.

Cependant, la distinction entre dentine ramollie, hautement infectée et devant être éliminée et le reste de dentine partiellement déminéralisée et pouvant être laissée en place n'est pas toujours aisée en clinique.

Afin de faciliter cette distinction, certains auteurs ont proposé l'utilisation de différents colorants, comme la fuchsine basique ou le rouge acide, qui amènent à ne distinguer que deux zones dans la carie de la dentine :

## Chapitre I : Rappel sur la carie dentaire

- Une zone externe, colorée en rouge, non reminéralisable et insensible. Elle correspond aux zones nécrotique et infectée. Elle doit être éliminée ;
- Une zone interne, reminéralisable et sensible, ne prenant pas le colorant.

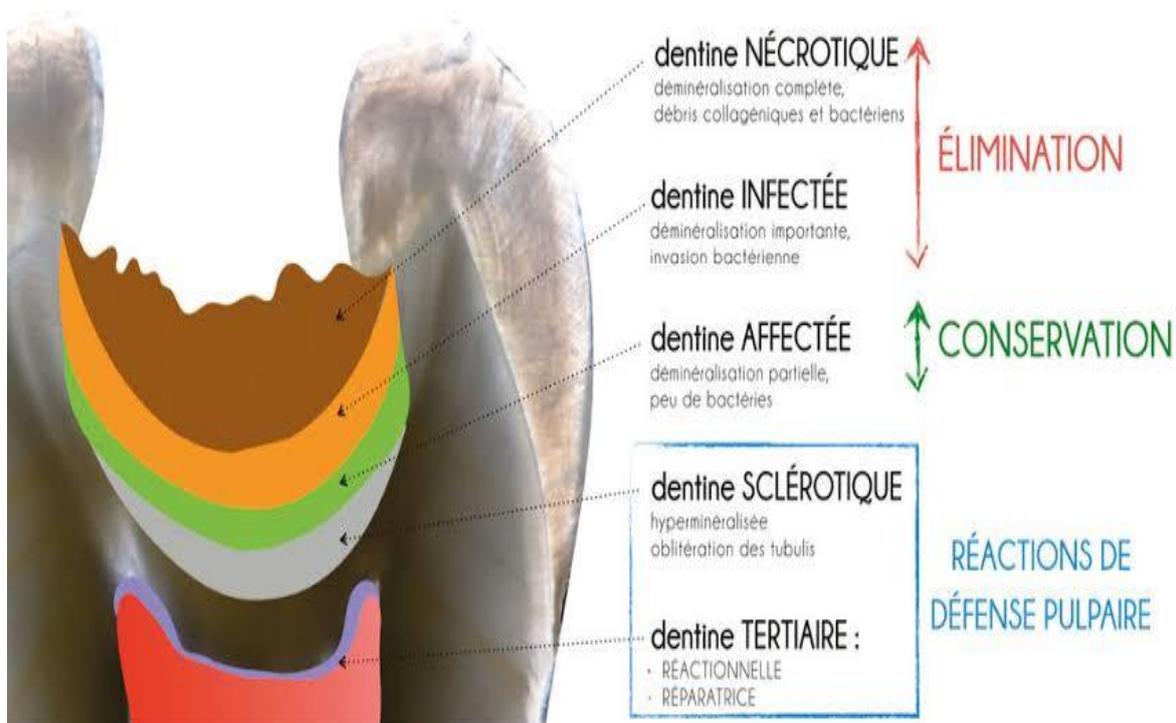
Cette couche, bien que partiellement ramollie et contenant encore quelques bactéries dans les tubules, peut être maintenue en raison de son potentiel de reminéralisation.

Cette distinction histochimique de seulement deux couches est due à une différence de coloration des fibres de collagène qui, dans la première zone sont dénaturées de façon irréversible alors que, dans la seconde, présentent encore leur striation transversale.

- **La dentine sclérotique**, ou couche translucide : Cette couche est présente dans les caries à marche lente. Elle est plus dure que la dentine saine et est caractérisée par une diminution progressive des lumières tubulaires, pouvant aller jusqu'à une obturation totale de ces dernières. Cette couche constitue une barrière qui s'oppose à la progression bactérienne.

- **La dentine tertiaire** est, quant à elle, sécrétée en réponse à une agression, elle est cicatricielle. Son but est de protéger la pulpe sous-jacente. Cette dentine tertiaire est de deux types distincts : la dentine réactionnelle et la dentine réparatrice.

[7,8]



**Figure 3:** Différentes couches de la carie dentaire et réactions de défense pulpaire associées.

[9]

**Chapitre II :**  
**Evolution des concepts thérapeutiques en**  
**dentisterie**

### **1 Concept chirurgical**

Dans le passé, le traitement des caries a rependu à une approche purement chirurgicale qui considère la carie comme une lésion qui doit être traité chirurgicalement, en éliminant toutes les structures dentaires déminéralisées et en les remplaçant par un matériau inerte sensé restituer à la dent son aspect initial, sa forme et sa fonction, la préparation des cavités se fait selon le concept de Black.

#### **1.1 La classification de black**

En 1908, Black posait les premiers principes de dentisterie restauratrice qui ont dicté l'approche du traitement de la carie en parallèle à l'utilisation d'alliage métallique.

La classification de Black a longtemps été la référence. Elle est faite pour les caries et les autres pertes de substance (ex : fractures), elle ne se limite pas à la lésion carieuse. Elle s'effectue selon le site topographique sans préjuger de la forme ni de la dimension de la perte de substance, sa classification permet juste de comprendre le point de départ de la lésion carieuse. Elle est également couramment utilisée pour désigner les préparations et les restaurations de ces pertes de substance. Elle comprend 5 classes numérotées en chiffres romains (I à V) :

- Classe I : Carie au niveau des défauts de structure dans les puits et sillons ;
- Classe II : Carie proximale des prémolaires et des molaires ;
- Classe III : Carie proximale des incisives et canines sans atteinte des bords incisifs ;
- Classe IV : Carie proximale des incisives et canines avec atteinte des bords incisifs ;
- Classe V : Carie des collets dentaires ;
- Classe VI : Carie des bords incisifs et pointes cuspidiennes (classe rajoutée ultérieurement).



**Figure 4:** Classification de Black : classe I(A), classe II(B), classe III(C), classe IV(D) et classe V(E). [10]

Le système de Black suppose l'utilisation de l'amalgame, un matériau d'obturation coronaire non adhésif, régi par des principes de réalisation de cavités stéréotypées, imposant une forme du contour préconçu, centré sur la résistance de l'obturation plutôt que sur celle de la dent et conduisant de ce fait à des sacrifices tissulaires inutiles. [10-15]

### 1.2 Les principes généraux de préparation des cavités selon Black

#### - La forme du contour extérieur

Dans le but d'éviter toute récurrence carieuse et en raison de l'absence d'adhérence de l'or et de l'amalgame, BLACK conseille de réfléchir au contour extérieur selon la notion d'extension préventive. Pour cela, il préconise également de ne pas arrêter la préparation au niveau des anfractuosités de la face occlusale et des contacts inter proximaux, mais plutôt dans la région cuspidienne dépourvue de dépressions et pour les zones proximales dans le sens vestibulo-lingual jusqu'aux angles axiaux et dans le sens vertical jusqu'au collet anatomique.

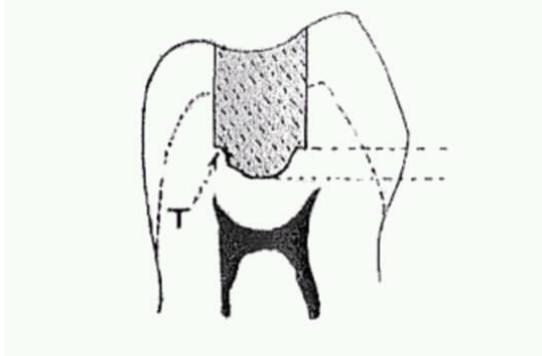
#### - La forme de résistance

C'est la forme donnée au fond cavitaire pour asseoir l'obturation et résister aux forces masticatoires, elle donne la propriété de sustentation de l'obturation. La cavité possède un

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

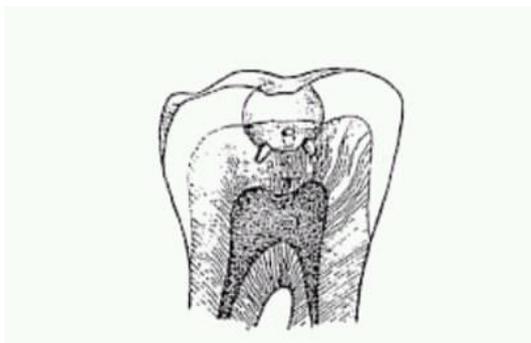
fond plat formant un angle « vif » (traduction de MARAMASSE) avec des parois verticales parallèles deux à deux et perpendiculaires au grand axe de la dent. BLACK a aussi introduit les prémices du fond étagé avec la description du trottoir de BLACK.



**Figure 5** : Le trottoir de Black. [16]

### **- La forme de rétention**

Elle complète la forme de résistance, elle permet la stabilité dans le sens vertical et évite le retrait de l'obturation lors des forces dérivées de la mastication. Les moyens principaux aboutissent à l'obtention de parois latérales parallèles ou convergentes deux à deux avec des cavités plus hautes que larges, et dans le cas des cavités proximo-occlusales où la rétention est primordiale, un gradin en queue d'aronde sera effectué sur la face occlusale présentant un isthme qui va bloquer tout mouvement dans le même plan. Les moyens accessoires sont des rétentions annexes permettant de suppléer aux moyens principaux à l'aide de rainures, cannelures et puits dentinaires. Les tenons dentinaires furent également utilisés à cet escient mais furent par la suite abandonnés.



**Figure 6** : Le trépied de Devin. [16]

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

### **- La forme de convenance**

Elle consiste à élargir la préparation initiale pour faciliter la mise en œuvre du matériau d'obturation. Le passage des fouloirs à or doit être possible par exemple. Des excavations annexes sont également réalisées au vu de l'immobilisation des premiers fragments d'or pour édifier l'aurification.

### **- Ablation des tissus cariés restants**

Après ces préparations, s'il reste de la dentine cariée, elle sera ôtée à l'excavateur.

### **- La finition des parois d'émail**

Cela consiste en l'ablation des prismes d'émail non soutenu dans leur plan de clivage. Elle est réalisée selon l'inclinaison des prismes sensiblement perpendiculaires à la surface extérieure de la dent. Dans le cas spécifique d'une obturation à l'or, un biseautage est réalisé à 21-31° du plan vertical évitant la fracture de l'angle cavo-superficiel lors des forces nécessaires au foulage du matériau.

### **- Le toilettage de la cavité**

Cette étape consiste à éliminer les débris de taille (plus tard communément appelé *smear layer*) et à « stériliser » partiellement la cavité avant obturation.

Alors en respectant ces principes, les cavités une fois terminées, elles sont très volumineuses quel que soit l'étendu de la carie. [17]

## **1.3 Les limites du concept de Black**

Cette classification strictement topographique a été logiquement utilisée par extension pour désigner le lieu où la préparation cavitaire devait être débutée puis réalisée en fonction de la classe de carie considérée. À tel point que dans l'esprit des praticiens, cette classification initialement lésionnelle devint un système codifiant les cavités d'obturation en relation avec les matériaux disponibles à l'époque, l'or et l'amalgame. Dans la classification de Black, le degré d'altération tissulaire, c'est-à-dire la taille ou le stade atteint par la lésion, n'est pas pris en compte car à l'époque on ignorait la relation étroite existant entre les bactéries cariogènes et le processus de déminéralisation ainsi que les possibilités de reminéralisation des structures

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

dentaires. L'élimination chirurgicale des tissus lésés était considérée comme nécessaire et suffisante pour traiter la maladie.

Il est reconnu actuellement que ces formes cavitaires conduisant à fragiliser les structures dentaires coronaires et tendent à s'agrandir à chaque ré-intervention. Aujourd'hui, nos connaissances scientifiques sur l'activité de la maladie carieuse et sur le processus de la carie nous permettent de modifier notre philosophie.

Les méthodes de traitement ont été améliorées au point que la destruction des bactéries et la reminéralisation des tissus déminéralisés sans action chirurgical sont parfois possibles. [18]

### **2. Concepts actuels de préparation**

Depuis l'apparition des systèmes adhésifs destinés aux composites, deux modèles de restauration des lésions carieuses coexistent de façon paradoxale. Le plus ancien, lié à l'utilisation d'un matériau non adhésif, l'amalgame, régit par les principes de préparation stéréotypés de Black, ne perdure que pour la restauration des dents postérieures. Le second modèle, plus récent, s'est constitué avec l'utilisation des matériaux adhésifs à visée esthétique (ciments-verres ionomères et résines composites associés aux systèmes adhésifs amélo-dentaires), donc destinés en première intention à la restauration des lésions des dents antérieures et à celle des lésions vestibulaires cervicales. Il est actuellement étendu de facto aux dents postérieures. [19]

Aujourd'hui, ce modèle s'est imposé dans la clinique et a largement fait ses preuves ; il apparaît donc justifié de l'étendre à toute la dentisterie conservatrice, dans la mesure où celle-ci repose désormais essentiellement sur l'adhésion. C'est dans ce contexte et en tenant compte de l'ensemble des réflexions énoncées ci-dessus que certains auteurs ont proposé de remplacer la classification de Black par une classification générale axée sur la pratique d'une dentisterie moins invasive (*minimally invasive dentistry*) et les procédures de restauration adhésive.

A partir du moment où un matériau de restauration est collé aux structures dentaires, on peut être conservateur et on doit l'être autant que possible. Les premiers à s'engager dans cette voie furent Mount et Hume qui ont proposé une classification par site et par taille des cavités. Cette proposition utilise deux types de descripteurs. [20]

### **2.1 Classification des lésions carieuses de Mount et Hume**

A la lumière des évolutions, les principes de Black sont devenus dépassés, ce qui a poussé Mount et Hume en 1997 à établir une nouvelle classification des lésions carieuses, définie par trois sites, correspondant aux zones de rétention de la plaque bactérienne et quatre tailles de lésions déterminées par l'extension de la carie avec l'explication des systèmes numériques utilisés. Cette approche médicale consiste à préserver au maximum la substance dentaire et à utiliser, pour restaurer la perte de substance, les matériaux les plus adaptés. [21]

Mount et Hume ont proposé une classification par site et par taille des cavités.

Trois sites de lésion coronaire et/ou radiculaire correspondent aux zones préférentielles d'accumulation de la plaque bactérienne dentaire :

- Le site 1 concerne les puits et sillons et fossettes des dents postérieures mais aussi antérieures, et remplace la classe 1 de Black ;
- Le site 2 concerne les zones de contact inter-proximal de toutes les dents et remplace les classes II, III et IV de Black ;
- Le site 3 concerne le tiers cervical de la couronne ou la racine en cas de récession parodontale et remplace la classe V de Black. [22]

Quatre tailles de lésion sont déterminées par leur extension quel que soit le site d'origine de la lésion.

- La taille 1 : concerne les lésions atteignant la dentine pour lesquelles le traitement par seule reminéralisation est insuffisant ;
- La taille 2 : concerne les lésions modérées de la dentine, la dent demeurant suffisamment résistante pour supporter une restauration environnée d'émail sain, soutenu par la dentine ;
- La taille 3 : concerne les lésions cavitaires franches fragilisant les cuspides et les bords incisifs et nécessitant l'élimination de ces structures fragilisées pour placer une restauration soutenant et renforçant les structures résiduelles ;
- La taille 4 : concerne les lésions cavitaires étendues au point de détruire la majeure partie des structures dentaires.

Après ils ont ajouté la taille 0 qui concerne les lésions initiales sans cavitation correspondant à une lésion diagnostiquée nécessitant un traitement par reminéralisation. [23,24]

#### **2.1.1 Les inconvénients de la classification de Mount et Hume**

La classification de Mount et Hume, qui se veut essentiellement une classification des cavités, quelle que soit leur origine. En particulier pour le site 3, les lésions d'origine non carieuse (abrasion et érosion) sont confondues avec les lésions d'origine carieuse, ce qui ne nous semble pas adéquat ; il

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

s'agit en effet de pathologies dont les mécanismes sont sans rapport, et qui nécessitent des approches préventives et curatives différentes.

D'autre part le système ne mentionne pas de critères de diagnostic des lésions carieuses, et se réfère à une dimension cavitaire plutôt qu'à un stade ou un degré d'évolution. Au-delà d'une querelle sémantique, il convient de relever que la taille ou dimension d'une cavité fait référence à une perte de substance, soit un paramètre statique, appelant une attitude mécaniste, le comblement de cette perte de substance, soit un paramètre dynamique, appelant une attitude plus biologique, l'arrêt du processus de déminéralisation des tissus durs. Alors que dans le premier cas, l'acte restaurateur s'inscrit dans une logique strictement chirurgicale et mécaniste, il réconcilie dans le second cas les exigences médicales, biologiques et fonctionnelles.

### **2.2 Classification SI/STA**

En 1999 le système de classification en dentisterie non -invasive, le système SI/STA est présenté au congrès de l'Association Dentaire de France par le Docteur La fargues de Paris. Il en définit l'utilité, les grands principes et les applications cliniques comme suit : "Fondé sur la proposition de Mount et Hume, le concept SI/STA conserve comme caractéristique principale la détermination des lésions carieuses par deux descripteurs (Site et Stade), mais introduit pour chacun des trois sites un stade initial (stade 0) qui correspond à une lésion diagnostiquée nécessitent un traitement strictement non-invasif.

#### **2.2.1 Définition**

La classification des lésions carieuses selon le concept de SI/STA a été proposée par LASFARGUES et COLL (2000). Elle dérive de la classification de MONT et HUME. Elle est considérée comme guide thérapeutique d'odontologie préventive, adhésive et restauratrice.

C'est une classification générale des lésions carieuses fondée sur des critères diagnostiques cliniques et radiologiques en relation avec les stades histologiques de développement des lésions. Elle a comme caractéristique principale le diagnostic des lésions carieuses en fonction du site de cario-susceptibilité concerné et stade évolutif de la lésion. [25]

Le concept de préparation selon la classification SI/STA est basé sur :

- La classification des lésions carieuses par leur site et leur progression ;
- Diagnostic précoce de la lésion carieuse ;
- Traitement chirurgical le moins invasif des lésions carieuses ;
- Reminéralisation des lésions réversibles ;

## Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie

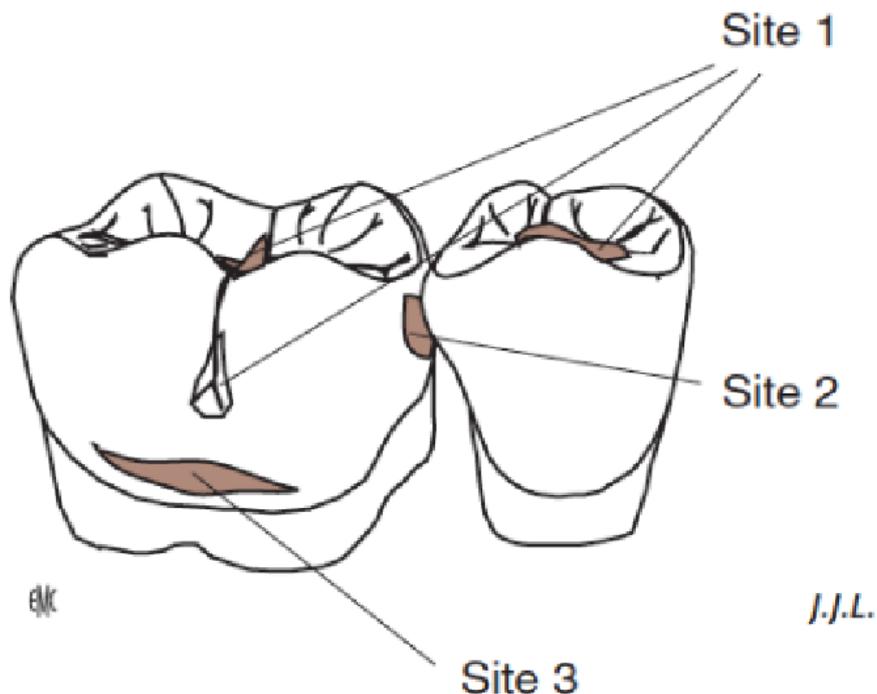
- Préparation et restauration cavitaire en respectant les tissus biologiques et comportement biomécanique de la dent, par la création de mini cavités qui sont des techniques chirurgicales centrées sur la lésion elle-même, nécessitant une préparation d'accès amélaire réduite ;
- Prévention de la maladie carieuse. [26]

### 2.2.2 Sites et stades évolutifs de la lésion carieuse

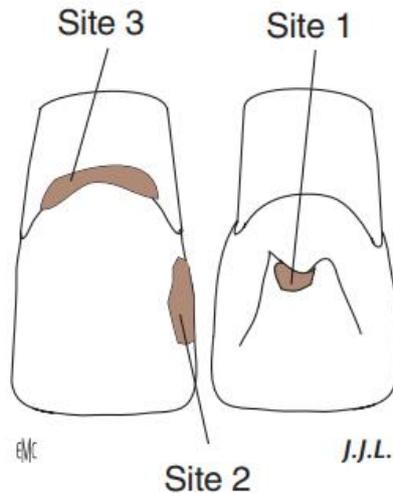
- **Sites** : Zones de rétention de la plaque bactérienne dentaire sur les couronnes.

Il y a 3 sites, sièges de la lésion carieuse, ces trois sites sont communs aux dents antérieures et postérieures, On distingue :

- Les sites 1 ou occlusaux : Lésions carieuses initiées au niveau des puits et sillons, fosses, cingulum et des autres défauts coronaires des faces occlusales.
- Les sites 2 ou proximaux : Lésions carieuses initiées au niveau des aires de contact proximales entre dents adjacentes.
- Les sites 3 ou cervicaux : Lésions carieuses initiées au niveau des aires cervicales, sur tout le périmètre coronaire et/ou radulaire. [27]



**Figure 7** : Schématisation des trois sites de carioséptibilités au niveau des dents postérieures. [27]



**Figure 8** : Schématisation des trois sites de cariosceptibilités au niveau des dents antérieures. [27]

- **Stade** : C'est l'extension de la carie en volume (l'évolution des lésions), et par rapport à des repères anatomo-cliniques et radiologiques. Cinq stades sont possibles : [28]
  - Le stade 0 ou stade réversible : Lésion active, superficielle, sans cavitation ne nécessitant pas une intervention chirurgicale mais un traitement préventif non invasif.



**Stade 0**

**Figure 9** : Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses de sites 1 et 2 pour le stade 0 du concept SI/STA. [28]

- Le stade 1 : Lésion active débutante, avec des altérations de surface, ayant franchi la jonction amélo-dentinaire mais ne dépassant pas le tiers dentinaire externe, au

point d'être juste au-delà d'une possibilité de reminéralisation, et nécessitant une intervention restauratrice à minima en complément du traitement préventif.



**Stade 1**

**Figure 10 :** Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses de sites 1 et 2 pour le stade 1 du concept SI/STA. [28]

- Le stade 2 : Lésion active d'étendue modérée, cavitaire ayant progressé dans le tiers dentinaire médian sans toutefois fragiliser les structures cuspidiennes, et nécessitant une intervention restauratrice à minima de comblement de la perte de substance.



**Stade 2**

**Figure 11 :** Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses de sites 1 et 2 pour le stade 2 du concept SI/STA. [28]

## Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie

---

- Le stade 3 : Lésion cavitaire étendue ayant progressé dans le tiers dentinaire interne au point de fragiliser les structures cuspidiennes, et nécessitant une intervention restauratrice de comblement et de renforcement des structures résiduelles.



### Stade 3

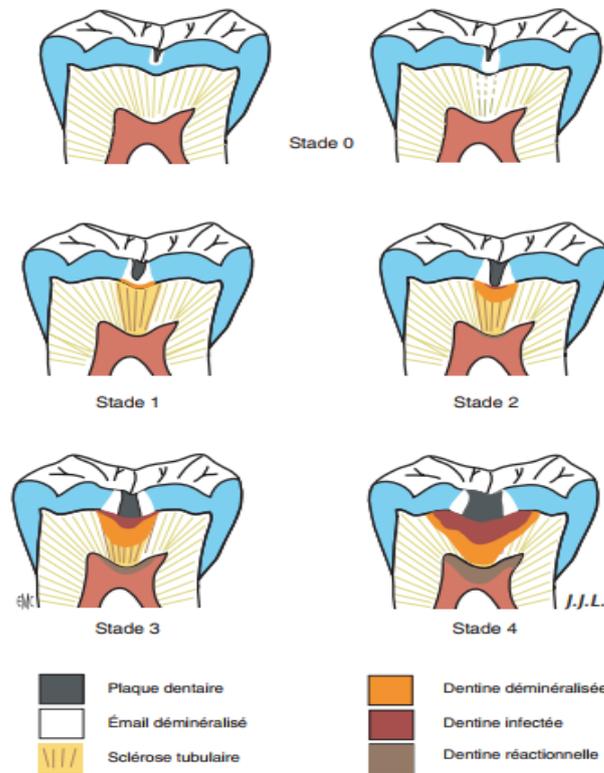
**Figure 12 :** Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses de sites 1 et 2 pour le stade 3 du concept SI/STA. [28]

- Le stade 4 : Lésion cavitaire extensive et parapulpaire ayant progressé au point de détruire une partie des structures cuspidiennes, et nécessitant une intervention restauratrice de recouvrement coronaire partiel ou total.



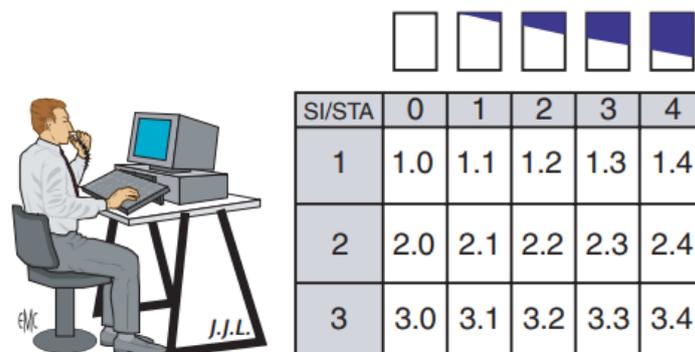
### Stade 4

**Figure 13 :** Représentation schématique des critères de diagnostic radiographique des lésions carieuses de sites 1 et 2 pour le stade 4 du concept SI/STA. [28]



**Figure 14** : Représentation schématique des critères histologiques des lésions carieuses pour chacun des stades du concept SI/STA, en prenant le site 1 pour exemple. [27]

Un tableau simple permet de numérotter chaque lésion à traiter selon son site et son extension, et de communiquer grâce à ce système les caractéristiques cliniques pertinentes de la lésion (figure 15).



**Figure 15** : La numérotation des lésions carieuses dans le concept SI/STA permet l'enregistrement numérique des données. [17]

## Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie

**Tableau 1** : Correspondances entre les critères cliniques, radiographiques et histologiques des différents stades d'atteinte carieuse dans la classification SI/STA (d'après Lasfargues et Al. 2006) [28]

Stade	Critères cliniques	Critères radiographiques	Critères histologiques
0	Modifications localisées de la couleur (opacités blanches ou colorations brunes) et de la translucidité de l'émail. Ces modifications limitées à l'émail peuvent être légères et uniquement visibles après séchage à l'air (atteinte superficielle) ou distinctement visibles sans séchage à travers du film salivaire (atteinte profonde). Dans tous les cas, absence de cavité dans l'émail. Le sondage est à éviter pour ne pas provoquer la cavitation.	Zone radioclaire ponctuelle, localisée et limitée à l'émail ; absence d'implication dentinaire ou implication strictement limitée à la jonction amélo-dentinaire (JAD).	Email déminéralisé jusqu'à mi-hauteur ou dans toute son épaisseur jusqu'à la JAD ; début de déminéralisation dentinaire sous-jacente et apparition de sclérose dentinaire, absence de dentine nécrotique infectée.
1	Modification de la couleur de l'émail (opacités blanches ou colorations brunes), avec apparition d'ombres grises. Email rugueux au sondage (révélateur de micro cavitations) ; ou cavité débutante ponctuelle après rupture de l'émail, décelable en particulier avec des aides optiques. Le sondage doit rester prudent pour ne pas provoquer la cavitation.	Zone radioclaire ponctuelle dans toute l'épaisseur de l'émail, plus ou moins étendue dans le tiers dentinaire externe. L'image est difficilement interprétable en termes d'absence ou présence d'une cavité.	Cavitation débutante dans une zone d'émail déminéralisée. Déminéralisation sous-jacente de la dentine strictement localisée à la zone d'émail concernée. Début de pénétration bactérienne dans la dentine. Formation de dentine sclérotique.
2	Altération de teinte de l'émail et ombres grises soulignées révélatrices d'une atteinte dentinaire sous-jacente. Perte de l'intégrité de la surface amélaire décelable sans aide optique. Cavité amélaire localisée évaluable au sondage (dentine dure en profondeur). La lésion est de taille modérée et ne fragilise pas les structures périphériques de la couronne dentaire (crêtes marginales, cuspidés, angle incisif).	Zone de radioclarité nettement visible (évocatrice d'une cavité de l'émail) et plus ou moins étendue jusque dans le tiers médian de la dentine, possible de rétraction pulpaire.	Apparition d'une couche de dentine nécrotique localisée à la JAD liée à l'exposition de la dentine. Déminéralisation dentinaire circonscrite en surface à la zone d'émail déminéralisée et atteignant la moitié de l'épaisseur dentinaire. Phénomènes de sclérose canaliculaire et synthèse de dentine réactionnelle en périphérie de la pulpe.
3	Cavité amélo-dentinaire (remplie de plaque et débris alimentaires). Fond dentinaire ramolli au sondage. Ombres grises étendues aux zones périphériques révélatrices d'un émail non soutenu. Perte partielle de l'occlusion dans la zone cariée. La lésion est étendue au point de fragiliser les structures périphériques de la couronne dentaire. Présence associée possible de sensibilités dentinopulpaire.	Zone de radioclarité très nette dans l'émail évocatrice d'une perte de substance. Etendue en surface sous la JAD et jusque dans le tiers interne de la dentine. Image associée de rétraction pulpaire.	Cavitation amélo-dentinaire avec extension de la couche de dentine nécrotique latéralement et en profondeur. Déminéralisation dentinaire étendue en surface sous la JAD au-delà de la zone d'émail déminéralisée, et en profondeur mais avec maintien d'une zone de dentine saine protégeant la pulpe. Dentine réactionnelle avec diminution du volume pulpaire.
4	Cavité amélo-dentinaire étendue au point de détruire une partie des structures dentaires périphériques et induisant une perte de résistance coronaire. Possibilité de symptomatologie pulpaire. Inflammation gingivale localisée associée à la lésion.	Image radioclaire étendue révélatrice d'une destruction coronaire associée à une image nette de rétraction et /ou minéralisation pulpaire.	Cavitation avancée impliquant le dernier tiers de la dentine avec présence de dentine déminéralisée au contact de la pulpe. Dentine réparatrice inconstante. Inflammation pulpaire.

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

Dans ce système, seules les lésions carieuses sont concernées.

Les trois sites, communément nommés occlusal, proximal et cervical, correspondent aux zones d'accumulation préférentielles de la plaque bactérienne, indépendamment du type de dent considérée et de sa situation sur l'arcade. Il ne s'agit donc pas d'une classification des pertes de substance d'origine autre que carieuse telles que celles pouvant être induites par des traumatismes, des phénomènes d'usure (érosion, abrasion ou attrition) ou d'anciens traitements restaurateurs. De plus ces sites ne sont pas définis seulement par leur topographie anatomique mais par leur spécificité environnementale, en adéquation avec nos connaissances concernant les mécanismes physiopathologiques de la maladie carieuse. Concernant les différents stades de progression des lésions, une adéquation est proposée pour chaque stade entre les critères cliniques pour l'essentiel visuels, radiographiques et histologiques au plus proche des données scientifiques actuellement disponibles, sans qu'il soit pour autant possible, faute d'outils de diagnostic suffisamment précis, sensibles et spécifiques, de superposer de façon stricte les statuts clinique, radiographique et histologique des lésions.

Ces stades n'expriment pas un volume de perte tissulaire et ne sont donc pas corrélés à des formes de contours standardisés de préparation et d'obturation.

En revanche, ces stades sont représentatifs des principaux degrés de sévérité et d'activité des lésions considérées à un moment donné, et permettent de dégager des options de traitement non opératoire ou opératoire. Les trois grandes options de traitement disponibles actuellement sont les soins préventifs non invasifs, les soins opératoires à minima, et les soins restaurateurs plus conventionnels.

Sur le plan pratique, cette classification peut être utilisée par le praticien généraliste pour classer cliniquement les lésions diagnostiquées en les assortissant d'une décision thérapeutique mais aussi également en recherche. [29]

### **2.2.3 Principes de base du concept SI/STA**

Cette nouvelle classification n'a le sens qu'elle est utilisée afin de respecter les principes de la dentisterie moderne conformément aux normes de la dentisterie conservatrice plutôt qu'à celle de la dentisterie opératoire ; ce sont des principes d'économie tissulaire, du principe d'adhésion, et du principe de bio intégration. [30]

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

### **- Principe d'économie tissulaire**

Le concept de dentisterie adhésive et préventive suppose un maximum de structures saines, car c'est une technique qui adhère au substrat et préserve les tissus restants, ce qui garantit au mieux la longévité de la dent naturelle.

La meilleure façon de suivre ce principe est d'adopter une approche de sélection des lésions permet non seulement des économies de tissus en quantité mais aussi en qualité. En effet, toutes les structures conservées contribuent à la résistance dentaire, mais certaines ont nettement plus cette fonction :

C'est en particulier le cas des crêtes marginales des dents antérieures et postérieures par leur structure de poutre et l'emplacement des contacts occlusaux fonctionnels. Privilégier un accès aux lésions carieuses ménageant au maximum ces structures est l'un des concepts essentiels d'une dentisterie non mutilante ; ménager au maximum l'émail périphérique, y compris non soutenu et déminéralisé dans les cas où il n'est pas soumis directement aux forces occlusales.

C'est particulièrement le cas des bords et les parois des dents antérieure et postérieure en raison de leur structure en faisceau et de leurs contacts occlusaux fonctionnels. Donner la priorité à l'accès aux lésions carieuses tout en minimisant les structures possibles est l'un des concepts de base de la dentisterie non mutilante ; de réserver le plus possible l'émail périphérique, y compris l'émail non soutenu et déminéralisé dans les cas où il n'est pas soumis aux forces occlusales.

En est un autre ; préserver dans la partie profonde d'une cavité de la dentine déminéralisée reminéralisable pour protéger la pulpe de l'agression opératoire.

Toutes ces options cliniques sont envisageables dans le double cadre du modèle adhésif/prophylactique.

Cependant, les principes de restauration/substance dentaire résiduelle affecte la durabilité globale mais ne peut pas déterminer, même empiriquement, prédire l'échec clinique. Des préparations très conservatrices peuvent être réalisées à l'aide d'équipements rotatifs, mais elles nous obligent à un changement d'échelle, nécessitant des moyens optiques grossissants (loupes et microscope), réduisant ainsi le diamètre des fraises au moins d'un millimètre.

## **Chapitre II : Evolution des concepts thérapeutiques en dentisterie**

---

La fraise devient alors moins dangereuse pour la dent traitée ainsi pour les dents adjacentes. Selon les situations, les systèmes cinétiques et vibratoires (air abrasion, sono-abrasion ou ultrasono-abrasion) peuvent facilement remplacer les dispositifs rotatifs l'économie tissulaire ont atteint leurs limites en tant qu'indications pour les techniques restauratrices directes. La technique indirecte impose essentiellement un sacrifice tissulaire à la préparation des dépouilles. [30]

### **- Principe d'adhésion**

La capacité à être obtenue sur l'émail et la dentine est assez forte et avec une adhérence à long terme dans l'environnement buccal, le fondement de la révolution affectant les concepts de la dentisterie restauratrice.

Le développement du système adhésif permet d'obtenir les résultats des commandes :

- mécanique : renfort créé par effet d'augmentation de la résistance du complexe dent/restauration.
- biologique : le scellement assure la protection biologique de la pulpe dentinaire en empêchant l'invasion bactérienne de la surface dentaire / obturation d'imperméabilisation de la dentine.

Les développements récents en adhérence portent sur la tolérance des différents systèmes pour réduire les micro- et nano-pénétrations mises en évidence dans ce dernier système et assurer une étanchéité à long terme. [30]

### **- Principe de bio-intégration**

La bio-intégration, qui représente le but ultime du traitement, est basée sur l'association d'agents de prévention et des matériaux restaurateurs ainsi que sur le recours aux techniques non agressives répondant aux exigences de bio-comptabilité, de fonctionnalité, d'esthétique, et prévention des récives. [30]

## **Chapitre III : la dentisterie adhésive à minima.**

### **Les objectifs de ce chapitre**

- Déterminer les différentes phases du traitement de la dentisterie adhésive à minima ;
- Démontrer qu'il est possible de détecter la carie à un stade précoce par les différents moyens de diagnostic traditionnel et moderne ;
- Connaître les indications de ce type de traitement ;
- Connaître les différentes techniques utilisées pour effectuer des restaurations mini-invasives ;
- La nécessité des séances de contrôles pour maintenir les résultats à long termes ;
- Connaître les protocoles d'utilisation des principaux instruments de micro-dentisterie.

## **1 Différentes phases du traitement**

### **1.1 Phase de diagnostic précoce**

Le diagnostic des lésions carieuses précoces de l'émail est plus ou moins difficile en fonction de la situation de la lésion (dent antérieure ou postérieure, lésion occlusale, cervicale ou proximale). Pour faciliter le diagnostic, un certain nombre de moyens ont été développés. Ces moyens sont plus ou moins fiables en fonction de leurs valeurs de sensibilité et de spécificité qui permettent aux praticiens de choisir l'un plutôt que l'autre. La sensibilité est définie comme étant la capacité à détecter les personnes qui présentent la pathologie, et la spécificité est la capacité à identifier correctement ceux qui ne présentent pas la pathologie. [31]

#### **1.1.1 Moyens de diagnostic des lésions précoces**

##### **1.1.1.1 Les méthodes diagnostiques traditionnelles**

Classiquement, les lésions carieuses sont détectées en combinant trois outils de base :

- Examen visuel ;
- Le sondage ;
- La radiographie. [31,32]

##### **1.1.1.1.1 Examen visuel (Inspection clinique)**

Elle doit être réalisée sur des dents propres, nettoyées et séchées, sous un bon éclairage, à l'aide d'un miroir. Cette inspection a pour but de détecter toute opacité, coloration ou changement de la translucidité avec ou sans séchage prolongé. [31,32]

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

**Tableau 2 :** Critères utilisés lors de l'examen visuel pour le diagnostic de caries. [33]

Score	Critères
0	Absence ou léger changement de la translucidité de l'émail après séchage prolongé > 5s.
1	Opacité ou discoloration difficilement visible au niveau d'une surface humide, mais distinguée visiblement après séchage.
2	Opacité ou discoloration nettement visible sans séchage.
3	Présence d'une cavité amélaire au niveau d'un émail opaque coloré et/ou discoloration grisâtre de la dentine sous-jacente.
4	Cavité au niveau d'un émail opaque ou décoloré exposant la dentine.

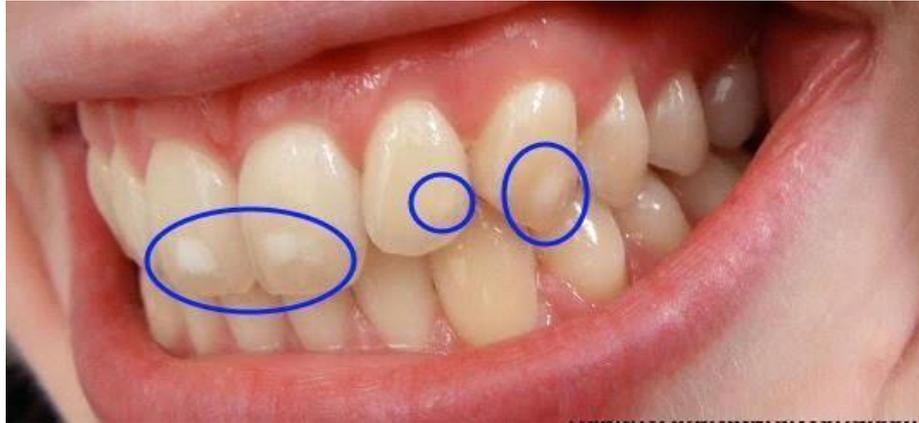
Cependant, c'est un examen à caractère subjectif d'où l'intérêt d'un système de calibrage. Ce système sera de plus en plus adapté pour assurer le suivi ou pilotage permettant à plusieurs praticiens d'interpréter le bilan précédemment établi par un autre praticien. Les critères utilisés sont ceux définis par Cortes et coll. (2000) (Tableau2).

L'inspection clinique présente les avantages suivants :

- Familiarité pour le dentiste ;
- Possibilité de suivi des lésions dans le temps ;
- Facilité ;
- Rapidité ;
- Peu de moyen à mettre en œuvre.

Cependant, des problèmes persistent :

- La difficulté d'accès pour certains sites surtout au niveau proximal ou l'examen direct de cette face s'avère difficile par une simple inspection ;
- La difficulté d'avoir un bon éclairage au niveau des zones postérieures. [33]



**Figure 16** : Coloration blanchâtre nettement visible sans séchage (score 2). [33]

### 1.1.1.1.2 La perception tactile par sondage

Il nécessite le recours à des sondes exploratrices (sondes 6, 17 et 23). La fiabilité de cette technique repose sur la résistance ressentie par l'opérateur pour enlever une sonde introduite en force dans une anfractuosité. De ce fait, cette technique reflète avant tout le rapport existant entre les caractéristiques géométriques de l'extrémité de la sonde et les critères anatomiques du sillon, ou des puits dans lequel elle est introduite, mais ne fournit aucune indication fiable sur la nature pathologique de la zone sond e.

Ces dernières années le sondage a été remis en question. En effet, la pression exercée lors d'un sondage rigoureux peut produire des traumatismes de l'émail de surface correspondant à des lésions de sub-surface et la fissure peut ainsi devenir plus susceptible à la progression de la lésion. De plus, il favoriserait le transport bactérien d'un site à l'autre et permettrait donc la contamination des sites sains. [32]

### 1.1.1.1.3 Radiographie

#### - Radiographique rétro-coronaire (argentique)

La radiographie r trocoronaire (ou bite-wing) est class e parmi les techniques qui peuvent apporter au praticien le maximum d'information. La précision et l'orientation du rayon incident font du radiogramme r trocoronaire le cliché de choix pour le dépistage précoce de la carie, en particulier au niveau des faces proximales. Il reste limité pour les lésions initiales de la table occlusale du fait de la superposition d'une grande épaisseur de tissus dentaires en vestibulaire et lingual. [33,34]



**Figure 17 :** Radiographie Bite-wing montrant : une radioclarité score 1 au niveau distal de la 15 et 44, score 2 au niveau distal de la 45. [33]

A la lecture de l'image, il faut :

- Rechercher une éventuelle solution de continuité de l'image de la ligne de contour amélaire ;
- Rechercher la présence d'une zone radioclaire au niveau de la jonction amélo-dentinaire ;
- Observer au niveau de la chambre pulpaire une éventuelle image de réaction, signe possible de défense dentino-pulpaire à une agression.

L'étude de Hintze et coll a permis d'établir une échelle d'évaluation des lésions proximales selon la profondeur estimée à la radiographie rétrocoronaire (Figure 17). Cette échelle se compose de cinq scores (Hintze et coll., 1998) :

- Score 0 : tissus sains (pas de radioclarité) ;
- Score 1 : radioclarité touchant la moitié externe de l'émail ;
- Score 2 : radioclarité s'étendant à la moitié interne de l'émail ;
- Score 3 : radioclarité atteignant le tiers externe de la dentine ;
- Score 4 : radioclarité s'étendant aux deux tiers internes de la dentine.

Différentes études ont tenté d'évaluer cette technique dans la détection de caries débutantes, cette technique possède une sensibilité de 45 % à elle seule et de 49 % lorsqu'elle est combinée à l'examen visuel pour les lésions carieuses occlusales sans cavitation. Au niveau proximal, la sensibilité de cette technique est comprise entre 71 % et 100 %  $\pm 1$  %, la spécificité 99 % et 100 %. [33]

### - Radiographie numérique

La radiographie numérique permet une meilleure visualisation des lésions carieuses par

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

---

augmentation des contrastes, la mise en évidence des atteintes superficielles de l'émail ainsi qu'une évaluation quantitative des densités par radiométrie.

La résolution est plus faible que celle d'un film classique.

L'apport de la radiographie numérique en matière de diagnostic de la carie fait objet de controverses dans la littérature ; alors que la plupart des travaux à ce sujet font état d'une qualité identique à celle des radiographies conventionnelles, certains auteurs rapportent des résultats moins bons, les lésions carieuses peuvent aussi bien être détectées avec la radiographie numérique qu'avec un cliché argentique, mais il faut cependant noter que les images imprimées sur papier sont de moindre qualité diagnostic que les films en particulier si ces documents doivent être conservés.

C'est une technique qui présente certains inconvénients :

- Les capteurs peuvent constituer une gêne pour le patient.
- Le coût des systèmes est élevé. [33,34]

### 1.1.1.1.4 Élastiques séparateurs

Il s'agit de dispositifs utilisés en orthodontie pour obtenir un écartement différé des dents, après mise en place pendant 24 h, afin de pouvoir sceller les bagues orthodontiques.

Dans le cadre du diagnostic précoce des lésions carieuses des faces proximales, l'écartement temporaire, obtenu avec ces élastiques, permet un examen direct des surfaces dentaires proximales et de ce fait la détection des lésions carieuses débutantes.

Il y a une augmentation substantielle du nombre de lésions diagnostiquées après écartement dentaire par rapport à l'examen clinique et l'examen radiographique. [35]



**Figure 18:** Séparateur orthodontique élastique. [35]

### 1.1.1.2 Les méthodes récentes

Suite aux récents progrès techniques, notamment dans le domaine de l'électronique, les praticiens possèdent des dispositifs innovants et performants pour la démarche diagnostique en cariologie. Ces méthodes récentes apportent une aide précieuse dans la détection des caries précoces en facilitant leur diagnostic. [36]

#### 1.1.1.2.1 Aide optique

Plusieurs types d'aides optiques sont proposés aux praticiens en fonction de la qualité des optiques, du grossissement, du confort du praticien et de la technique d'éclairage intégré. Ces aides optiques peuvent être des équipements portatifs de type loupes ou des équipements plus lourds comme les microscopes opératoires. Les critères de détection des caries restent ici les mêmes que pour l'analyse visuelle simple. Pour certains auteurs, l'examen visuel devrait aujourd'hui être systématiquement réalisé avec une aide optique.

Si certaines loupes grossissent l'image par 2.5 fois, les plus performantes peuvent grossir jusqu'à 4.3 fois. Les microscopes opératoires peuvent grossir plus de 20 fois l'image. L'utilisation de ces équipements demande cependant un temps d'adaptation. [36,37]

**Tableau 3** : Avantages et inconvénients des aides optiques. [36]

Avantages	Inconvénients
Distance de travail fixe assurant au praticien une posture au fauteuil moins nocive Meilleur diagnostic des lésions précoces (53 % des lésions occlusales diagnostiquées contre 41 % sans aide optique et 31 % des lésions proximales avec aide et 21 % sans aide) Aide pour instaurer des mesures préventives Diminue légèrement le volume des préparations dans les cas de réparation ou remplacement	Entraînement à la technique obligatoire Nécessité d'un système adapté au mode de pratique du praticien Risque de surtraitement. Ne réduit pas pour autant le risque de lésions iatrogènes adjacentes sur préparations de site 2. Coût élevé

#### 1.1.1.2.2 Transillumination

Actuellement, la transillumination par fibre optique peut se baser sur la technique originelle ou utiliser l'imagerie numérique. [36,37]

### - Par fibre optique simple ou FOTI

L'illumination est délivrée via les fibres d'une source lumineuse halogène placée au niveau de la surface dentaire. La spécificité de cette technique est comprise entre 99 et 100 % et demeure comparable à celle de la radiographie rétro-coronaire alors que la sensibilité est inférieure à celle de la radiographie ; elle est comprise entre 50 et 70 %.

Ce système peut être utilisé sur toutes les surfaces de la dent et notamment sur les surfaces proximales. [36,37]

### - Transillumination par fibre optique avec imagerie numérique ou DIFOTI

Ces systèmes FOTI évoluent vers des systèmes DIFOTI « Digital Imaging Fiber Optic transillumination » qui couplent la transillumination et la transcription de l'image numérique vers un ordinateur, permettant ainsi un archivage des données et un suivi dans le temps.

Ce système est basé sur l'utilisation d'une lumière de radiation visible et non ionisante. La transmission de la lumière à travers les tissus dentaires est fonction du gradient d'indice réfractaire anisotropique.

Les images des dents obtenues par cette technique peuvent indiquer la présence d'une carie débutante ou récurrente même lorsque les images radiographiques échouent dans leur détection.

La DIFOTI révèle une supériorité pour la détection des caries débutantes aussi bien au niveau des faces proximales, occlusales ou lisses par rapport à la radiographie. [38]

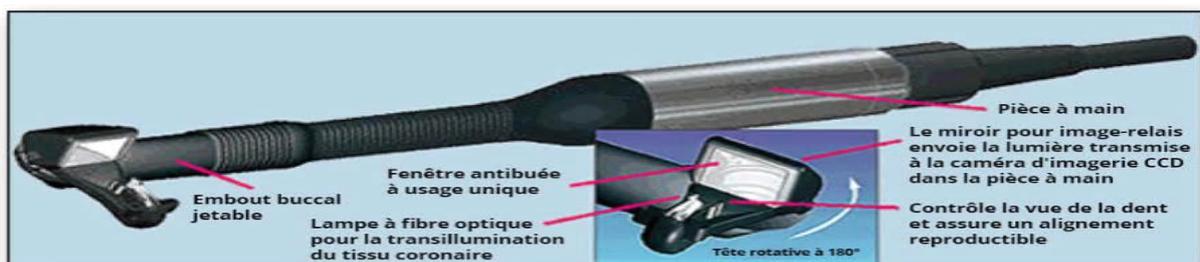


Figure 19 : Pièce à main de système DIFOTI [38]

### 1.1.1.2.3 Systèmes optiques de fluorescence

La fluorescence lumineuse est un phénomène présent dans tous les matériaux naturels, y compris la dent. Lorsqu'une lumière de haute énergie émise est absorbée par un objet, elle est réémise dans un second temps à plus basse énergie au sein de la structure : cela constitue le

phénomène de Fluorescence.

La fluorescence de la dent est attribuée à sa composante organique plutôt qu'à sa part minérale. Elle peut également être émise par des métabolites dérivés des bactéries issues du tissu carié ainsi que par le tartre, la plaque, certaines colorations externes, les résines composites et les pâtes prophylactiques. [39]

### **- Fluorescence QLF**

La QLF, pour « Quantitative Light Fluorescence », utilise le principe de la fluorescence couplée à une caméra intra-buccale. Celle-ci émet une lumière de haute énergie, soit par laser argon, soit par arc xénon, dans le spectre des bleus. La lumière passe par l'émail transparent et excite les fluorophores contenus au sein de la jonction amélo-dentinaire. La fluorescence résultant de la dent est alors captée par la caméra puis filtrée. Cela produit une image composée de verts et de rouges sur l'écran moniteur, le vert étant la couleur prédominante de l'émail.

Ce système trouve son utilité dans la détection des lésions initiales des surfaces lisses vestibulaires et linguales de l'émail ainsi que des lésions des faces occlusales mais il est peu utile dans la détection des lésions initiales inter-proximales. Les lésions inter-proximales peuvent créer des interférences influant ainsi sur leur diagnostic par la QLF.

Le suivi dans le temps des lésions initiales des surfaces lisses peut être réalisé grâce à un logiciel de repositionnement des images : celui-ci sera capable de comparer deux images d'une même dent prises à deux moments différents et de calculer s'il y a évolution, stabilisation ou régression de la lésion. La technique est également proposée pour le suivi de la déminéralisation autour des bagues orthodontiques ainsi que pour la prévention et la motivation auprès des patients.

Cette technique, bien que prometteuse, doit faire l'objet d'études cliniques fiables et nécessite souvent un équipement lourd. [39]

### **- Caméras LED intra-orales à fluorescence**

Les caméras intra-orales à LED sont des innovations plus récentes. Elles illuminent la dent et restituent, grâce à un traitement d'image, des clichés de la fluorescence de la dent.

Le système de fonctionnement reprend les principes de la QLF qui repose sur l'absorption du signal incident par l'émail poreux. Evoluée en Laser Induced Fluorescence (LIF) cette

### Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

méthode propose par un traitement de l'image une corrélation diagnostique : c'est le concept Laser Induced Fluorescence.

Evaluation Diagnostic and Treatment ou Life DT. La caméra Vista Proof® et surtout la caméra fluoLEDsopro-life® sont deux produits qui utilisent ces applications. Plus la lésion est profonde plus le signal est absorbé. On observe ainsi des variations de fluorescence entre les zones saines apparaissant en vert brillant et les zones cariées apparaissant en vert foncé ou en rouge. Ces outils présentent un intérêt certain dans le contrôle des lésions lors de l'excavation mais manqueraient encore de fiabilité diagnostique. [39]

#### - DIAGNOdent® ou détecteur de carie à fluorescence laser

Le DIAGNOdent® est un instrument commercialisé par la marque KaVo qui utilise la fluorescence laser infrarouge pour détecter la présence de caries. En utilisant un petit laser, le système produit une lumière d'excitation de longueur d'onde 655 nm, c'est-à-dire une lumière rouge.

Cette lumière est transmise à l'un des deux embouts intra-oraux : l'un étant conçu pour les puits et les fissures et l'autre pour les surfaces lisses. La pointe de cet embout émet la lumière d'excitation et recueille la fluorescence résultante.

Ainsi le DIAGNOdent® ne produit pas une image de la dent mais affiche une valeur numérique comprise entre 1 et 99 indiquant le degré de déminéralisation du site testé (Tableau 4). [38,39]

**Tableau 4 :** Valeurs limites fournies par les fabricants du DIAGNOdent® (KaVo). [38]

Score de fluorescence	Interprétation clinique
0-9	Tissus sain ou carie débutante
10-17	Carie de l'émail
18-99	Carie de la dentine

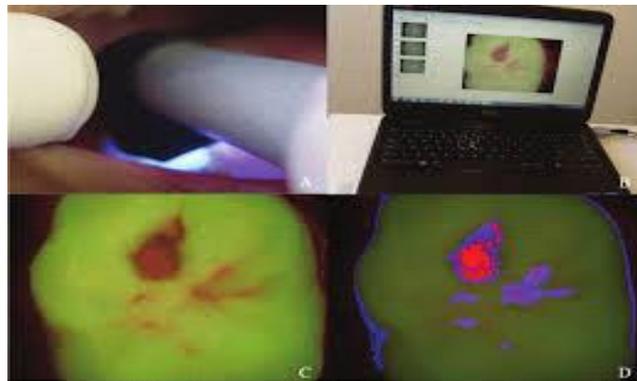
Contrairement à la QLF, le DIAGNOdent® ne mesure pas les changements intrinsèques dans la structure de l'émail mais l'activité bactérienne et notamment la fluorescence issue du métabolisme des porphyrines, ce que les auteurs appellent Laser-Induced Fluorescence.

**Tableau 5 :** Recommandations de l'utilisation de DIAGNOdent. [38]

Score de fluorescence	Recommandations
0-13	Aucun soin
14-20	Soin préventif

21-29	Soin dépendant du risque carieux du patient
30-99	Soin chirurgical avec action préventive associée

Cependant, il est démontré que le DIAGNOdent® a tendance à trouver plus de faux positifs que les méthodes traditionnelles et certains auteurs considèrent qu'il n'y a pas assez de preuves sur le système DIAGNOdent® pour en faire un moyen de diagnostic efficace dans la pratique clinique. Cette méthode est surtout utile dans le cadre de détection de lésions occlusales. Si certains auteurs proposent des décisions thérapeutiques en fonction du score de fluorescence (Tableau 5), le DIAGNOdent® est surtout une méthode diagnostique complémentaire.



**Figure 20** : Détection des caries précoces par le laser DIAGNOdent. [38,39]

### 1.1.1.2.4 Systèmes électriques

En fonction du matériau qu'il traverse, la conduction du courant change. S'il existe une variation physique au sein du matériau, il y aura un effet direct sur la conduction du courant dans l'ensemble du matériau : cela concerne notamment les matériaux biologiques tels que la dent grâce à sa composition en fluides et électrolytes. La dent possède une conductance propre, c'est-à-dire la capacité à laisser passer le courant. Lorsque la dent devient poreuse, lors d'une déminéralisation par exemple, la conductance augmente. A contrario, l'impédance, capacité à retenir le courant, diminue : le courant passe davantage. Cette différence peut être détectée par des instruments de mesure électrique tels que l'Electronic Caries Monitor (EMC®) ou le Cariometer 800 (CRM®). L'EMC® s'est révélé plus performant que le sondage pour distinguer la dentine saine de la dentine cariée au niveau des caries radiculaires et pour mesurer le degré de reminéralisation avant et après traitement topique par fluoruration. [40]

### **1.1.1.2.5 Méthodes endoscopiques**

Ces méthodes ont été testées en utilisant soit la lumière blanche ou la fluorescence. Cette technique fait appel à l'endoscope et une source de lumière blanche qui peut être connectée à l'appareil par un câble de fibre optique. Cependant, c'est une méthode lente, qui nécessite un séchage rigoureux et une isolation des dents.

Les études initiales sur le bénéfice de l'examen endoscopique soit en lumière blanche soit en fluorescence montrent une légère augmentation de la sensibilité pour la détection des lésions occlusales de l'émail par rapport à l'inspection visuelle. [40]

### **1.1.1.2.6 Air abrasion**

C'est une technique de diagnostic des lésions carieuses débutantes. Le principe est le suivant : si un sillon douteux est observé, le système d'air abrasion permet l'élimination d'une coloration ou d'un bouchon organique par projection d'une poudre d'alumine. Si l'examen suggère de poursuivre la projection d'alumine, seules de très petites quantités de tissus dentaires déjà déminéralisée ou infiltrés sont enlevées, révélant ainsi une lésion sous-jacente, invisible auparavant. Cette technique est non spécifique du diagnostic de la carie. [41]

### **1.1.1.2.7 Ultrasons**

Tout tissu possède une impédance acoustique qui caractérise son modèle sonore interne. Ainsi, tout changement de ce modèle sonore peut être corrélé à un changement pathologique de ce tissu.

La détection ultrasonore d'une déminéralisation de l'émail a été étudiée par différents auteurs, la comparaison de cette technique avec la radiographie et l'histologie comme « gold standard » a donné une sensibilité de 88% et une spécificité de 86 %. Mais, c'est une méthode encore au stade expérimental. [41]

## **1.1.2 Facteurs de risques**

La carie a une étiologie multifactorielle, ce qui sous-entend l'existence de facteurs de risque interagissant pour favoriser la maladie et l'apparition des nouvelles lésions carieuses.

La connaissance des facteurs de risque est nécessaire pour évaluer le risque carieux, c'est-à-dire la probabilité pour qu'une personne développe ou non des lésions carieuses. Elle permet d'en déduire un diagnostic précoce et les actions préventives à conduire à l'échelle de la

## **Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima**

---

population ou des individus. Les facteurs de risques sont nombreux, leurs poids respectifs variables et leurs interactions souvent complexes. [42]

Classer en « RCI élevé » les patients présentant au moins un des facteurs de risque individuels suivants :

- Absence de brossage quotidien avec du dentifrice fluoré ;
- Ingestions sucrées régulières en dehors des repas ou du goûter (aliments Sucrés, boissons sucrées, bonbons) ;
- Prise au long cours de médicaments sucrés ou générant une hyposialie ;
- Sillons anfractueux au niveau des molaires ;
- Présence de plaque visible à l'œil nu sans révélation ;
- Présence de caries (atteinte de la dentine) et/ou de lésions initiales réversibles (atteinte de l'émail) ;
- Classer en « RCI faible » les patients ne présentant aucun de ces facteurs de risque Individuels. [42]

### **1.2 Phase prophylactique**

Pendant cette phase, le risque carieux du patient doit être abaissé, par :

- Motivation à l'hygiène bucco-dentaire.
- Traitement mécanique des lésions actives.
- Contrôle de la plaque bactérienne en utilisant des agents antibactériens.
- Scellement des puits et fissures.
- Modification du comportement alimentaire en donnant des conseils diététiques.

A la fin de cette phase, le risque carieux est réévalué :

- S'il est abaissé, les restaurations définitives peuvent être réalisées ;
- S'il n'est pas suffisamment abaissé, on prolongera la phase prophylactique. [43]

#### **1.2.1 L'amélioration de l'hygiène buccale du patient**

Le brossage est un acte d'hygiène, idéalement tri-quotidien. Il a pour objectif de supprimer les débris alimentaires, et surtout de réduire la masse de plaque. Ces objectifs vont être atteints par l'utilisation d'une brosse à dent, d'accessoires inters dentaires et d'une pâte dentifrice fluorée.

Le praticien procède au choix de la brosse à dent de la pâte dentifrice et de la méthode appropriées au patient.

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

Des compléments de brossage peuvent être utilisés selon la nécessité de cas, exemple : le fil dentaire, bâtonnets inter-dentaires, brochettes inter-dentaires, le gratte-langue, les hydropulseurs, les gommes à mâcher... [43]

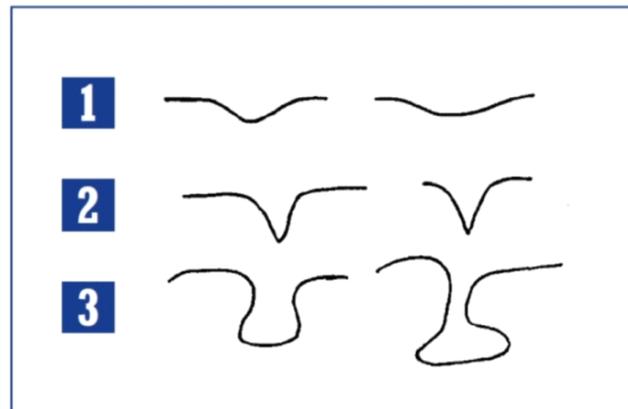
### 1.2.2 Le Scellement prophylactique des puits et fissures

#### 1.2.2.1 Définition

Les puits et les fissures sont des dépressions de la surface occlusale de l'émail. Il en existe un grand nombre de formes différentes, avec un orifice d'entrée large ou bien étroit, en sablier, très profondes avec des parois irrégulières.

Fortier distingue 3 types de sillons :

- Type 1 : Sillons larges et facilement nettoyables dont le scellement est sans intérêt ;
- Type 2 : Sillons en V plus ou moins prononcés susceptibles de se fermer au cours de la maturation, ne constituant un site favorable à la carie que s'ils atteignent la jonction amélo-dentinaire ;
- Type 3 : Sillons très profonds, en forme de goutte d'eau, inaccessibles au brossage, très favorables à la multiplication bactérienne dont le scellement est indispensable. [43]



1- Sillons plats et ouverts.  
2- Sillons en V ± prononcés et profonds.  
3- Sillons très profonds et rétentifs.

**Figure 21** : Les types de sillons. [43]

L'évaluation clinique de l'anatomie des sillons n'est pas toujours aisée, seule l'observation microscopique permet de la décrire avec exactitude. Les dents particulièrement concernées par la mise en place du scellant sont :

- Les molaires permanentes et temporaires (en incluant les sillons vestibulaires des molaires inférieures et les sillons palatins des molaires supérieures) ;
- Les prémolaires ;
- Les incisives au niveau des puits cingulaires. [43]

### - Définition de scellement prophylactique des sillons

La HAS définit le scellement prophylactique des sillons comme « un acte non invasif visant à combler les sillons avec un matériau adhésif fluide. Il réalise une barrière physique étanche, lisse et plane, qui s'oppose à l'accumulation de plaque bactérienne au contact de la surface amélaire protégée et qui prévient la déminéralisation acide à ce niveau.» Il est indiqué dans les cas d'un RCI élevé. Les matériaux utilisables pour le scellement sont les résines composites photopolymérisables contenant ou non une adjonction de fluor, les résines composites autopolymérisables et les ciments verres ionomères (CVI). Les résines photo ou autopolymérisables semblent avoir la même rétention. Les CVI, ainsi que les résines photopolymérisables contenant du fluor, présentent une rétention moindre. [44]

### - Indications

L'indication de mise en place du scellant est fonction du risque carieux du patient et de l'anatomie des puits et fissures. Les patients à risque carieux modéré ou sévère, présentant des sillons cariosusceptibles doivent bénéficier de l'application du scellant.

- Le scellement est indiqué pour les premières molaires, les prémolaires ainsi que les deuxièmes molaires, dès leur éruption, quand les conditions cliniques et les possibilités techniques le permettent (cuspidés aux parois abruptes, fissures et puits profonds) ;
- Le scellement est indiqué quand la sonde « n'accroche » pas au niveau des puits et des fissures optiquement sains et revient facilement à la position initiale ;
- L'âge : l'émail dentaire passe de 75% à 96% de minéralisation dans 18 mois après l'éruption. Cette notion est d'autant plus importante lors d'une anomalie de structure de l'émail où il devient urgent de le protéger ;
- La maladie carieuse connaît deux pics d'exacerbation entre 6 et 8 ans et entre 12 et 15 ans, cela signifie que la protection des molaires doit s'effectuer dans ces tranches d'âge ;
- Une indication chez les enfants en traitement orthodontique puisqu'en raison des bagues, les surfaces occlusales sont encore moins accessibles au brossage qu'en temps normal. [43]

### - Contre-indications

- Denture abondamment cariée, avec une ou plusieurs lésions de la couronne ;
- Mauvaise hygiène buccale ;
- Dents fortement fluorées. [43]

### - Technique

- Préparation du plateau technique ;
- Nettoyage ;

- Isolation ;
  - La préparation mécanique si nécessaire ;
  - Le conditionnement de l'émail : air abrasion, laser Co2 ou mordançage acide ;
  - L'application d'un adhésif sous l'agent de scellement ;
  - Application du matériau de scellement ;
  - Contrôle de l'occlusion. [43]
- 
- **Avantages**
    - Le scellement des puits et des sillons a l'avantage d'intervenir avant que la carie ne s'installe. La dent reste donc intacte et bien protégée ;
    - De plus c'est une technique indolore ne nécessitant pas d'anesthésie ;
    - C'est une technique qui est appliquée en priorité chez les jeunes enfants, mais elle peut aussi l'être pour toute la famille ;
    - Et enfin c'est une méthode peu onéreuse. [45]
- 
- **Inconvénients**
    - Il est certain que cette méthode ne peut être réalisée à grande échelle, comme peut l'être l'hygiène bucco-dentaire ou comme on le verra plus tard, peut l'être le fluor.
    - En effet cette technique nécessite un appareillage approprié qui ne se trouve pour l'instant que chez les dentistes ;
    - Il serait bien d'encourager les recherches visant à mettre au point des agents de scellement qui soient moins tributaires de la technique d'application ;
    - On pourrait alors envisager leur utilisation par des auxiliaires ou des agents de soins de santé primaires, par exemple dans les écoles. [45]

### 1.2.3 Fluor et Prévention de la carie dentaire

L'émail est exposé à la salive, aux aliments, et à la plaque bactérienne. Dans ce cas, les fluorures limitent la déminéralisation et favorisent la reminéralisation, ralentissent le métabolisme des bactéries responsables des caries.

Un brossage quotidien avec un dentifrice fluoré adapté à l'âge (de 0-6 ans, le brossage doit être réalisé ou assisté par un adulte pour vérifier la qualité).

Les propriétés de protection de l'émail des dents et de stimulation de la reminéralisation du fluor ne sont plus à démontrer. On l'utilise d'ailleurs à ces fins depuis de nombreuses années sous forme de gel, de vernis, de liquide, de collutoire, de dentifrice, voire de compresses et de compléments alimentaires. Il présente une triple action :

- Stimulation de la reminéralisation ;
- Inhibiteur de la déminéralisation ;
- Stabilisateur du PH salivaire autour des valeurs physiologiques. [43]

### **1.2.4 Diminution de l'apport en sucre et utilisation des sucres de substitution**

Une alimentation riche en sucre est l'un des principaux moteurs de l'activité carieuse, et l'identification des habitudes alimentaires à risque est nécessaire pour la prévention et la prise en charge de la maladie.

Parmi les facteurs diététiques, il faut citer :

- La fréquence de prise d'aliments (facteur prépondérant) ;
- Les qualités d'adhésion de la nourriture aux surfaces dentaires ;
- La présence de facteurs protecteurs dans la nourriture (par exemple, le calcium et le fluor) ;
- Le type d'hydrates de carbone consommés.

Les sucres complexes (amidon) sont moins cariogènes que les sucres simples (saccharose, glucose et fructose. Le saccharose étant probablement le plus cariogène en raison de son rôle unique dans la production des polysaccharides extracellulaires).

Bien que le sucre soit moins cariogène sous forme liquide (boissons) que sous forme solide (bonbons), la consommation fréquente et excessive de boissons sucrées demeure un facteur de risque partiellement responsable du taux élevé de lésions carieuses chez les adolescents et les jeunes adultes dans de nombreuses régions du monde. Il faut noter que l'auto-estimation de la quantité de sucre ingérée a - à elle seule - peu de valeur pour identifier les patients à risque. On ne peut pas supprimer le sucre de l'alimentation, mais on peut proposer au patient, pour lequel le risque cariogène est élevé, de consommer plutôt des produits dans lesquels le saccharose est remplacé par un sucre de substitution. [43]

### **1.3 La phase thérapeutique**

Le concept de « Dentisterie Minimale Invasive » peut être défini comme la préservation maximale de structures dentaires saines. Ce concept inclut l'utilisation de toutes les informations et techniques disponibles, depuis le diagnostic précis des caries, l'évaluation et la prévention des risques carieux, jusqu'aux protocoles opératoires de restaurations. [46]

### **1.3.1 Dentisterie adhésive à minima sans préparation tissulaire : Reminéralisation des lésions précoces et réduction des bactéries cariogéniques**

Il est reconnu qu'il est possible d'arrêter voire même de reminéraliser une lésion débutante avant qu'une cavité ne se forme.

La reminéralisation est une méthode non invasive permettant de conserver le maximum de tissus dentaires.

Selon la classification SI/STA, les stades 0 doivent être traités exclusivement par reminéralisation, en renforçant les couches superficielles d'émail intact et favorisant une reminéralisation progressive des couches profondes déminéralisées.

La reminéralisation des Stades 0 se fait par application de vernis Fluoré (ex : Fluor protecter® « Vivadent » ou Duraphat® « Colgate » une application au Fauteuil 2 à 4 Fois/ans) complété par l'application d'un Vernis antibactérien à base de chlorhexidine (ex : Cervitec® « Vivadent» ou autre avec prescription de mesures d'hygiène dentaire à domicile (ex : dentifrice Fluorée, Fil dentaire expansible au Fluor, Chewing-gums Fluoré, etc....).

Cette reminéralisation est suivie d'un pilotage des lésions permettant de suivre leur évolution :

- Soit la guérison ;
- Soit l'aggravation en cas d'échec, justifiant alors un traitement restaurateur à minima. [46]

### **1.3.2 Dentisterie adhésive à minima avec préparation tissulaire :**

#### **Intervention chirurgicale minimale des lésions cavitaires**

Les traitements d'intervention restauratrice minimale sont des actes chirurgicaux ciblés, impliquant un accès réduit et un curetage limité aux seuls tissus pathologiques, de façon à préserver au maximum les structures saines (Les minicavités).

Les minicavités sont définies comme des techniques chirurgicales centrées sur la lésion elle-même, nécessitant une préparation d'accès amélaire réduite, afin de réaliser l'exérèse des seuls tissus pathologiques irréversiblement atteints.

Selon la voie à la lésion carieuse, et selon son site et son Stade on distingue :

- Minicavités directes ;
- Minicavités horizontales ;
- Minicavités tunnel ;

- Minicavités verticales. [46]

- **Minicavités directes**

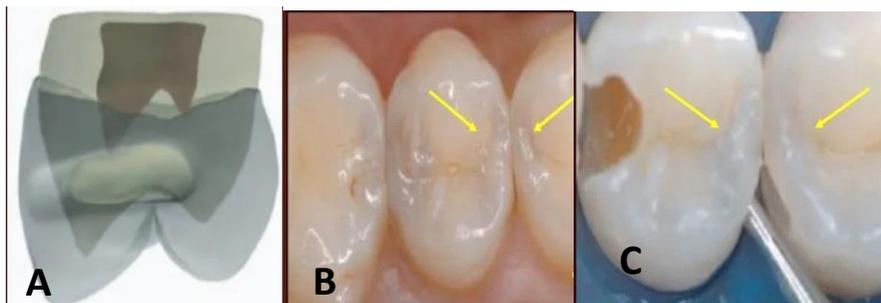
Sont réalisées si la lésion est totalement accessible. Ex : Site 1 / Stade 1.



**Figure 22 :** **A** Carie au niveau de la fosse centrale de 16 avec un sillon douteux en distal. **B** : Préparation de la minicavité au niveau de la fosse centrale et ouverture à minima du sillon distal. **C**: Obturation de la minicavité avec composite microhybride et scellement de sillon distal avec une résine fluid. [46]

- **Mini cavités horizontales**

Sont réalisées pour les lésions de Site 2 (proximale) si la lésion n'est pas accessible et pour conserver la crête marginale, on cherche à un accès proximal (accès vestibulo-lingual ou linguo-vestibulaire), si la situation de la lésion et l'anatomie de l'embrasure sont favorables à cet accès. Ex : Lésions site 2/stade1. [46]



**Figure 23 :** **A** Schématisation clinique d'une mini cavité horizontale proximale (SI/STA 2/1). **B** Lésion carieuse (SI/STA2/1) au niveau de la face mésiale de 25 et distale de 24. **C**:Préparation des mini cavités en mésial de 25 et en distal de 24. [46]

- **Mini cavités tunnel**

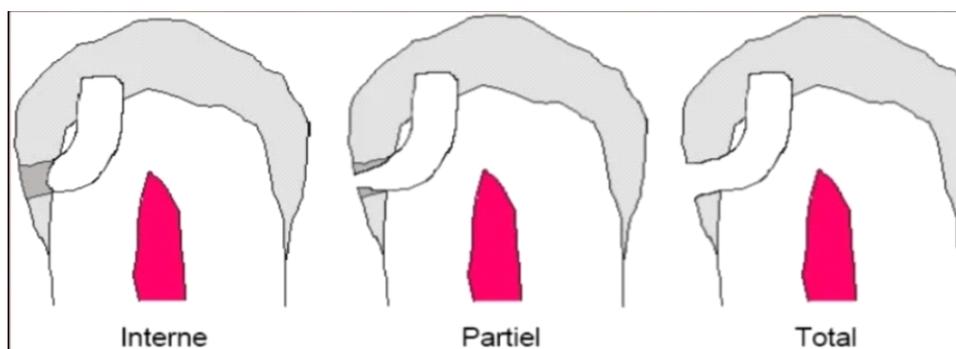
Sont réalisées aussi pour les lésions de site 2 (proximale) non accessible et pour conserver la crête marginale.

### - Principe

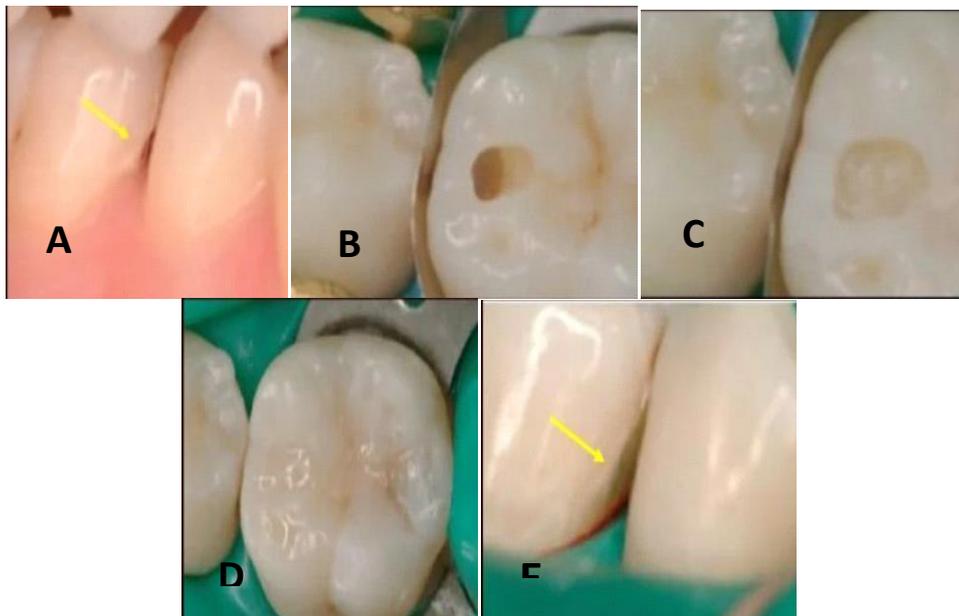
L'accès à la lésion carieuse se fait par la face occlusale au niveau de la fossette marginale, puis un tunnel est créé par fraisage pour atteindre le centre de la carie tout en conservant la crête marginale.

En fonction de l'étendu de la lésion, on distingue différents types de préparation en tunnels :

- Interne simple : tunnel presque vertical pour une lésion débutante ;
- Partiel : l'émail proximal déminéralisé est laissé en place en vue d'une reminéralisation ;
- Total : l'émail déminéralisé étant enlevé. [46]



**Figure 24 :** Classification des restaurations tunnel (Thèse : Odontologie conservatrice micro-invasive). Ex : site 2/Stade1 [46]

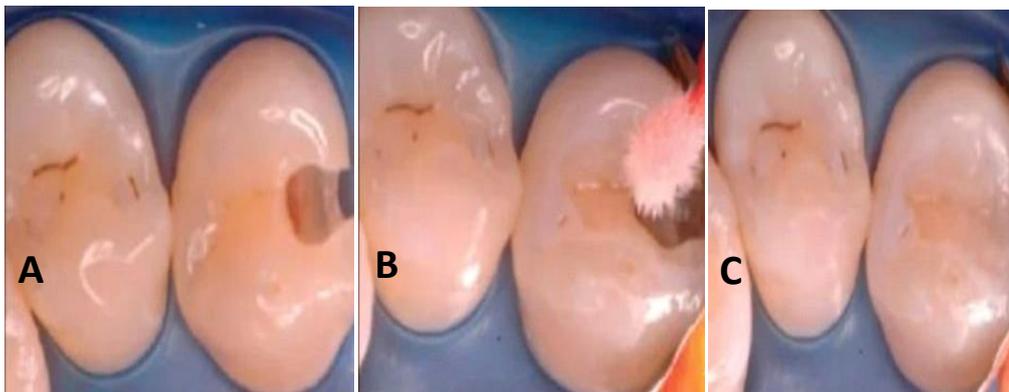


**Figure 25 :** A Situation initiale d'une lésion carieuse (SI/STA 2/1), cavitation mésiale. B : Mise en place d'une matrice métallique interdentaire, préparation d'une cavité tunnel. C : Obturation interne par ciments verres ionomères modifiés par addition de résine(CVIMAR).D : Obturation sus-jacente en résine composite, vue occlusale. E : Vue proximale. [46]

### - Mini cavités verticales

Sont réalisées pour les lésions de site 2 (proximale) si la crête marginale est touchée par la carie. Une cavité proximo-triturante de forme d'une goutte est préparée

Ex : Lésion Site 2 / Stade 2



**Figure 26 :** A : Préparation minicavité verticale d'une lésion carieuse (SI/STA 2/2).  
B : Coffrage par une bande matrice et l'adhésif est appliqué. C: La reconstitution anatomique est réalisée avec un composite microhybride. [46]

### 1.4 Phase de maintenance

Le maintien à long terme des résultats obtenus durant les phases précédentes s'avère plus difficile, nécessitant une motivation de la part du patient.

Consiste à réaliser des séances de contrôle, pendant lesquelles ont fait :

- L'évaluation du risque carieux résiduel : par le contrôle des paramètres salivaires et bactériens du patient ;
- La vérification de la stabilité de lésions traitées ainsi que l'absence de nouvelles lésions ;
- Le contrôle du maintien d'un comportement alimentaire sans risque ;
- La planification des séances de Nettoyage Prophylactiques Professionnel des Surfaces Dentaires (NPPSD) avec traitements chimiques, régulièrement adaptés ;
- L'ajustement des traitements prescrits à domicile. [47]

### 2 Matériaux et matériels

#### 2.1 Matériels

La pratique d'une dentisterie invasive à minima correspond à la stricte application du principe : respect systématique des tissus originels. Cela implique une meilleure connaissance du processus carieux, l'utilisation des performances croissantes des systèmes adhésifs et de faire un choix parmi de nombreux outils : ozonothérapie, inserts soniques et ultrasoniques, etc. Ces nouveaux outils sont indispensables pour préserver les tissus et obtenir des limites de préparation parfaitement nettes et adaptées aux techniques de restauration adhésives présente un excellent rapport efficacité /qualité/sécurité. [48]

##### 2.1.1 Les excavateurs

- Les excavateurs étaient utilisés pour le curetage de la dentine ramollie ou pathologique ;
- Leur efficacité nécessite un contrôle constant des points d'appui. Progressivement, les instruments manuels laissent la place aux instruments rotatifs, toutefois, les excavateurs miniaturisés sont toujours utilisés pour l'éviction du tissu carieux. [49]



Figure 27 : Les excavateurs. [50]

- **Les avantages**
  - Elle permet une bonne maîtrise de l'éviction des tissus infectés en raison de sa plus grande sensibilité tactile que l'instrumentation rotative conventionnelle, ce qui permet également d'être plus sélectif et conservateur de la dentine affecté (qui a un potentiel de reminéralisation) ;
  - En l'absence d'anesthésie, la dentine affectée sera sensible au curetage contrairement à la dentine infectée, cela permettra de les différencier ;
  - Cette technique ultra-conservatrice est par ailleurs utilisée en ART (Atraumatic Restorative Treatment), où elle a fait ses preuves dans les pays où les difficultés d'accès aux soins ne permettent pas toujours l'utilisation de l'anesthésie et des instruments rotatifs.
- **Les inconvénients**
  - Il se fait à l'aide d'un excavateur à condition que la cavité soit déjà ouverte ;
  - Celui-ci sera choisi en fonction de l'importance de la carie, volume de la cavité, et son extrémité doit être arrondie et très affûtée. [50]

### 2.1.2 Les Micro fraises

Ce sont principalement des fraises boule, poire, cylindrique à bout arrondi munies d'un long col fin permettant une meilleure visibilité et une meilleure circulation du spray et donc un refroidissement optimal de la zone.

Une autre fraise permettant spécifiquement de nettoyer les fonds des sillons et d'élargir les fissures.

- On distingue 2 types de coffrets de fraises 4337 et 4383 commercialisés par Komet, GEBR. BRASSELER. Destinés aux préparations à minima.

#### - Le coffret 4337

- Les fraises de petites tailles sont utilisées pour le traitement des caries des sillons, ou pour accéder à des lésions plus importantes ;
- Les fraises en forme ampoule servent pour le curetage des caries plus profondes ;
- Les fraises peuvent aussi accéder plus facilement aux faces proximales.

#### - Le coffret 4383

- Ce coffret comporte deux types de fraises, les unes en carbure de tungstène, les autres étant diamantées;

Ce coffret est spécialement conçu pour l'excavation de la dentine infectée.



Figure 28 : Coffret 4337 F de chez Komet [51]

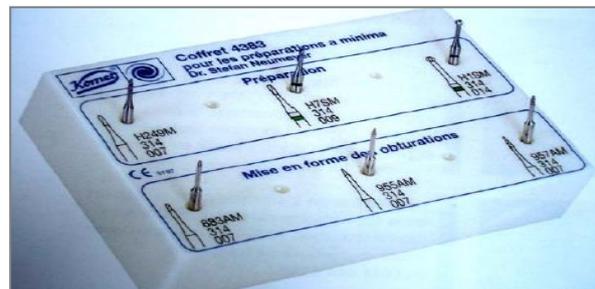


Figure 29 : Coffret 4383 de chez Komet

### 2.1.3 Les Dispositifs ultrasono-adbrasifs

Le système le plus répandu est celui d'EMS. Il propose des inserts doubles face (Travaillante et non travaillante) vibrants à une fréquence ultrasonique (15-20 kHz) (Tableau 6). Ces inserts sont regroupés en coffrets dénommés « *procavity, basic cavity, basic finishing* ». Ce système s'adapte directement sur une pièce à main ultrasonique EMS. [52]

**Tableau 6:** Présentation du système EMS [53]

	Préparation	Types d'inserts	Visuels
Générateurs : Série Piezon Master 600/700, Mini Master et Mini Piezon			
Inserts diamantés présentés avec CombiTorque dans une cassette de type Steribox autoclavable	Préparation cavitaire	SM Instruments type DS-051A/052A : préparation classe II mésial et distal SBm/d DS-061A/062 A : inserts demiboules pour préparations tunnel et slot SB DS-057A : instrument forme boule de préparation PF6062A : préparation pour puits et fissures VE DS-064A : préparation pour facettes	 Instrument SB
	Obturations et finitions	Inserts E/F : DS-007/007A pour la condensation des amalgames Inserts G DS-008 pour le brunissage des amalgames	 Instrument VE
	Aides au collage	Inserts caoutchouc SP015 et caps EL-063	 Instrument PF

### 2.1.4 Disposition sono-abrasifs

Ils sont des inserts décrivent un Mouvement elliptique.

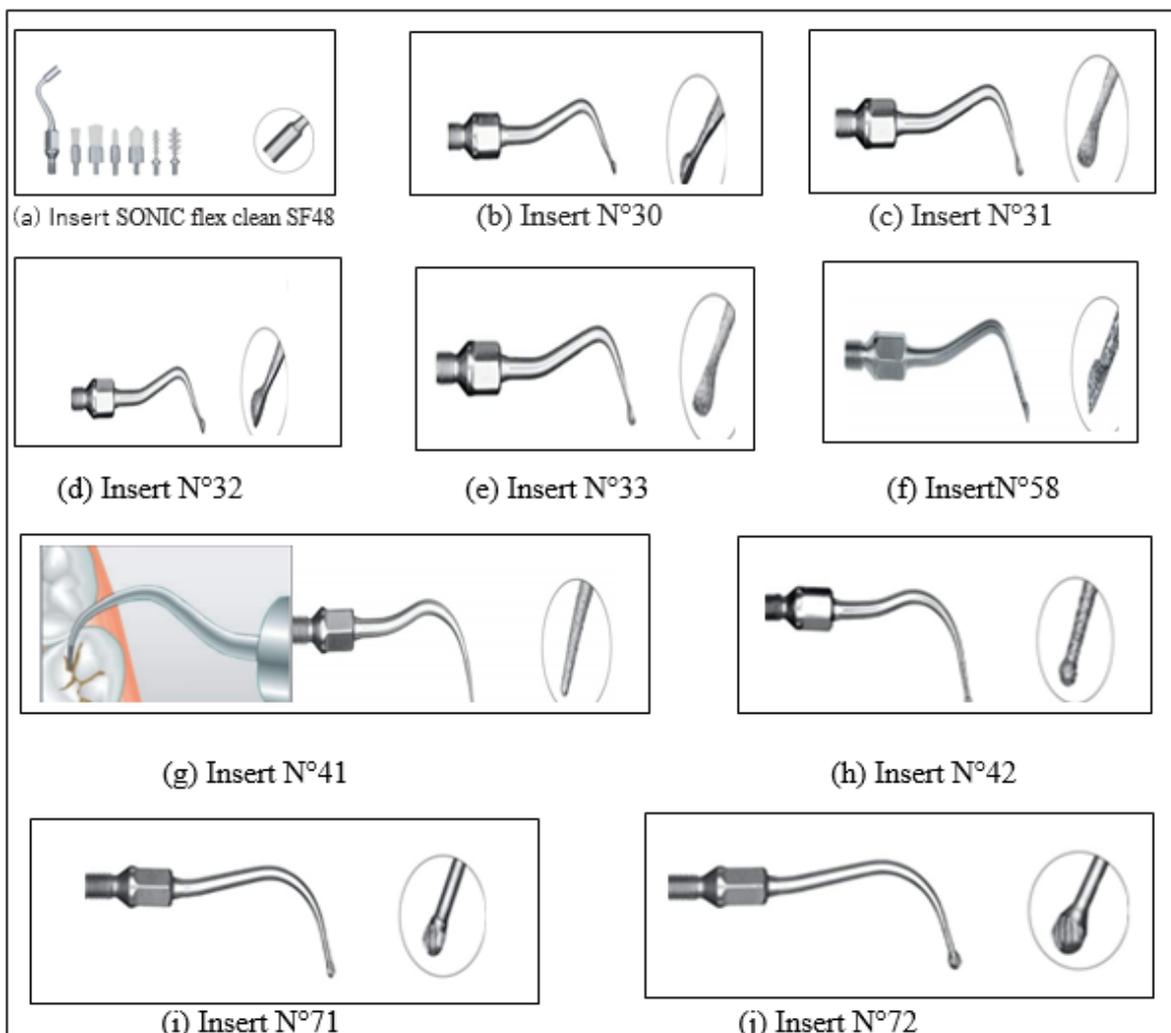
Le système le plus répandu est le SONICflex® de KaVo. Il peut être utilisé pour la Prophylaxie, la parodontologie, l'endodontie, la préparation prothétique et la préparation à minima. En ce qui concerne cette dernière, le tableau résume les différents inserts et leurs applications.

**Tableau 7:** Récapitulatif des différents inserts soniques SONICflex® utilisés pour la préparation à minima (D'après KaVo Dental, 2011). [53]

SONICflex clean	SF402-412-422-432-472-482-porte brosse SF48	Large choix de brochettes vibrantes	Prophylaxie des sites 1-2-3
SONICSYS micro	SF 30-31-32-33 SF28-29	N° 30 à n°33 inserts en forme de demi-boule diamantés sur une face et lisses de l'autre	Cavité « en entonnoir » sur molaire et prémolaire, site 2 antérieur, lésion proximale difficile d'accès
SONICflex bevel	SF58-59	Inserts en forme de demi-ellipse	Cavité « en entonnoir » sur

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

		diamantés sur une face et lisses de l'autre permettent de réaliser une préparation chanfreinée	molaire et prémolaire, site 2 antérieur, lésion proximale difficile d'accès
SONICflex angle	SF53-54	Inserts diamantés coudés	Cavité « en tunnel », lésion proximale difficile d'accès
SONICflex seal	SF45	Insert diamanté pointu	Traitement peu invasif des sites 1
SONICflex line	D : SF42-43	Inserts diamantés forme boule	Lésions SISTA 1.1 (premier tiers dentinaire)
SONICflex line	TC : SF71-72	Insert boule multi lame	Élimination de la dentine infectée



**Figure 30** : Les différents inserts soniques SONICflex. [53]

### 2.1.5 Pièces à mains sonores et ultrasonores

Les pièces à main sonores actuelles s'utilisent à la fréquence, 6 000 Hz avec 3 niveaux de puissance en fonction du traitement, délivrant une amplitude < 200 µm. Les vibrations sont générées par l'air comprimé de l'unité dentaire qui est transmis dans le manche 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. On choisira les pièces à main de dernière génération limitant la pollution sonore (< 70 dB) dotées de spray refroidissant, à lumière LED intégrée, avec raccord multiflex (par exemple : Kavo SONICflex Lux 2003L, Komet SF1LM, ZA-55LM de WH). Les pièces à main ultrasonores délivrent une fréquence élevée de 20 000 Hz à 40 000 Hz (pour comparaison, les fréquences utilisées par les bacs de nettoyage sont de 100 000 Hz). Elles bénéficient également 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, détartrage, endodontie, micro dentisterie restauratrice (par exemple : Piezon Master 700 de EMS® ; PMaxNewtronSatelec, Acteon®). Le principe de fonctionnement est basé sur un courant alternatif amplifié par un générateur, conduit au travers de pastilles de céramique. Ces dernières, contenues dans la pièce à main, réagissent en changeant de forme (contraction et élongation). C'est de cette alternance que résulte une vibration qui, amplifiée et transmise à l'insert, donne une capacité travaillante. Il s'agit d'une application de l'effet piézoélectrique inverse. [53]

## 2.2 Les matériaux

### 2.2.1 Les systèmes adhésifs

Les adhésifs ou les systèmes adhésifs sont des biomatériaux d'interfaces, Ils contribuent à former un lien idéalement adhérent et étanche entre les tissus dentaires calcifiés et les biomatériaux de restauration ou d'assemblage. Hormis les ciments verre-ionomères, leurs dérivés et quelques rares colles auto-adhésives, tous les biomatériaux employés en dentisterie restauratrice requièrent leur emploi.

On distinguera 2 grandes classes d'adhésifs :

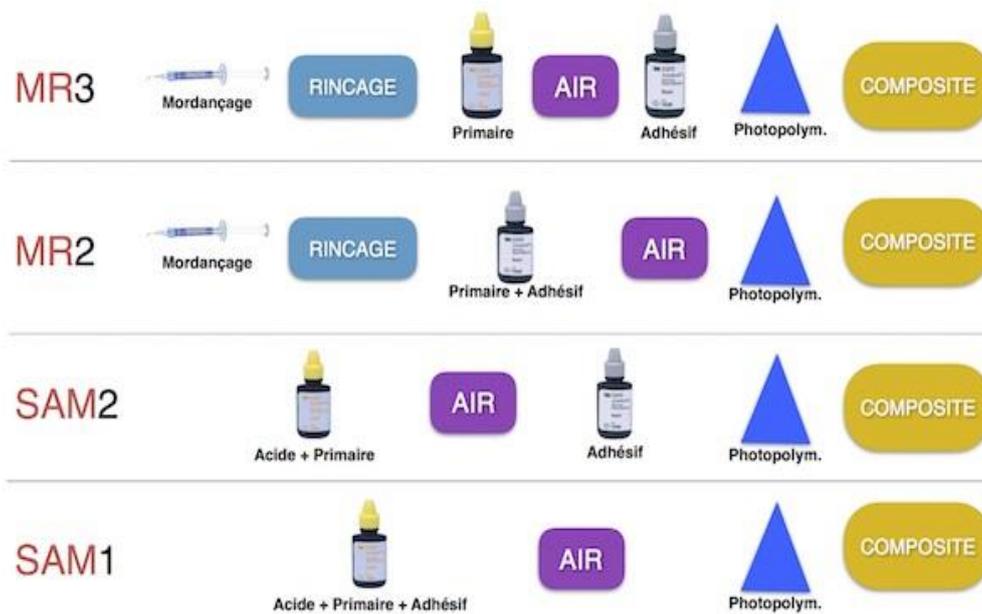
- Celle des produits qui requièrent un mordantage suivi d'un rinçage, en préalable à leur emploi (M&R).

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

- Celle des produits que l'on applique directement sur les surfaces dentaires sans aucun traitement préliminaire. Cette classe regroupe tous les systèmes auto-mordançants (SAM).

On peut distinguer dans chacune de ces classes, deux subdivisions selon le nombre de séquences de mise en œuvre :

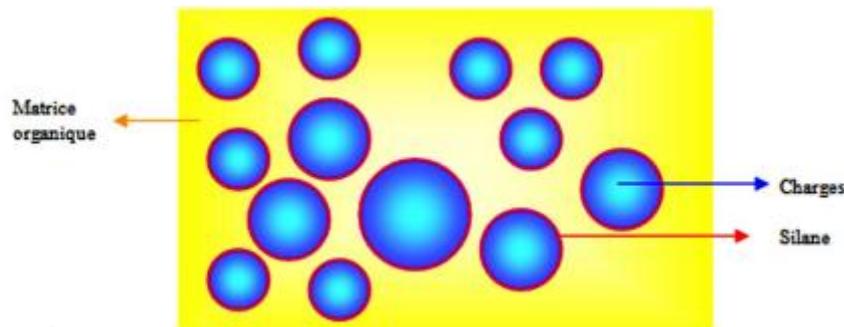
- 3 et 2 temps, pour les adhésifs classiques nécessitant un pré-mordançage ;
- 2 et une étape pour les adhésifs auto-mordançant. [54]



**Figure 31** : La classification des adhésifs. [55]

### 2.2.2 Le composite

Un composite dentaire est un biomatériau d'obturation organo-minéral constitué d'une matrice résineuse dans laquelle sont dispersées des charges principalement minérales. La liaison de ces dernières avec la matrice est assurée par un agent de couplage. Les composites sont fixés aux tissus dentaires via un adhésif.



**Figure 32 :** Représentation schématique d'une résine composite. [56]

Depuis les années 80. Plusieurs classifications ont été proposées. Ils sont classés en fonction :

- De la viscosité : Fluide, Compactable ;
- De mode de polymérisation : Chémo-polymérisable, photo-polymérisable, Dual (chémo et photo-polymérisable) ;
- De l'indication clinique : Antérieurs, postérieurs, universels ;
- De la taille des charges.

Les composites les plus utilisés en dentisterie à minima sont : Les composites micro-hybrides.

Ils résultent de nombreuses années de recherches pour remplacer les amalgames. Ils présentent un fort taux de charges (50-70% en volume). Ils sont bimodaux : des Micro-charges de silice colloïdale de 0,041µm et charges de verre adoucies, mieux réparties et de taille diminuée (entre 0,1 et 3µm), permettant une résistance à l'usure augmentée. Ils sont aussi appelés composites universels en raison de leur indication étendue à tous les types de restaurations en méthode directe.

Les recherches les plus récentes sur les composites micro-hybrides ont abouti à des composites dotées d'un fort potentiel esthétique avec des teintes email translucides et des teintes dentine plus opaques qui donnent tout leur potentiel s'ils sont utilisées avec la technique de stratification de VANINI et DIETSCHI. Nous ne nous attarderons pas sur les Ceromers, et les Ormocers qui ne sont qu'une amélioration des composites micro-hybrides par apport de nouvelles charges et une Innovation dans la matrice. [57]

**Tableau 8 :** Les propriétés de composite [57]

Les propriétés mécaniques :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La dureté.</li> <li>- La résistance à la compression.</li> <li>- La résistance à la traction.</li> <li>- La résistance à l'usure.</li> <li>- Module d'élasticité de Yong.</li> <li>- Résistance à la fissuration.</li> </ul>
-----------------------------	---

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

Les propriétés physiques :	<ul style="list-style-type: none"><li>- L'expansion thermique.</li><li>- Le retrait de polymérisation.</li><li>- L'absorption hydrique.</li><li>- La porosité.</li></ul>
Les propriétés esthétiques :	<ul style="list-style-type: none"><li>- La couleur.</li><li>- L'indice de réfraction.</li><li>- Translucidité et opacité.</li><li>- Aptitude au polissage.</li><li>- Radio opacité.</li></ul>
Les propriétés biologiques :	<ul style="list-style-type: none"><li>- La tolérance parodontale</li><li>- La bio activité.</li></ul>

### 2.2.3 Les compomères

Apparus depuis 1994-1995, les compomères sont issus de la technologie des Composites et des verres ionomères, mais ne doivent être confondus avec les verres ionomères modifiés par adjonction de résine (ou CVI hybrides). En effet, ce sont des composites comportant des charges de verres de fluoro-alumino-silicate actifs et inactifs, et une matrice résineuse type polyméthacrylate modifiée par adjonction d'acides contrairement aux CVI hybrides. La réaction de prise est duale et se fait par polymérisation des radicaux libres et par réaction acide/base. Ils accumulent les inconvénients des deux produits: une résistance moindre par rapport aux Composites, la nécessité de procéder à un système adhésif et une sensibilité à l'absorption hydrique, un relargage trop peu important de fluor non compensé par une recharge trop faible lors d'apports topiques de fluor .Cependant, l'évolution des compomères s'est faite en parallèle avec l'évolution des composites: le Compoglass® est né de la recherche sur la nanotechnologie des charges et Possède des propriétés supérieures à ses prédécesseurs. [57]

### 2.2.4 Ciments verres ionomères

Les ciments verres ionomères traditionnels, ou ciments polyalkénoates de verre (appelés dans la littérature française CVI), sont composés d'une poudre et d'un liquide à mélanger.

- La poudre est constituée par un fluoroaluminosilicate (FAS) ;
- Le liquide est un acide polyalkénoïque, appelé souvent acide polyacrylique. Cet acide polykénioïque est un polymère à haut poids moléculaire, ce qui explique sa viscosité dans les flacons de liquide. Le liquide est parfois de l'eau distillée. Dans ce cas, l'acide est déshydraté (Iyophilisation) et mélangé directement à la poudre de verre.

## Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

La réaction de prise est une réaction acide base. Ou l'acide est le liquide et la base, la poudre. Au cours de cette réaction de nombreux ions sont libérés : calcium, et d'aluminium, fluor. Après la prise, ils sont constitués d'une matrice de polyacrylate de calcium, et d'aluminium dans laquelle sont incorporées les particules de la poudre qui ont incomplètement réagi lors de la réaction acide-base. [57]

**Tableau 9 :** Les propriétés de ciment verre ionomère. [57]

Propriétés mécaniques :	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nettement inférieures à celles des composites.</li></ul>
Propriétés Physico-chimique	<ul style="list-style-type: none"><li>- La balance hydrique.</li><li>- L'expansion thermique et scellement marginal.</li><li>- Adhérence à l'email et à la dentine.</li><li>- Erosion : La solubilité est de l'ordre de 0.3 % en 24 H.</li></ul>
Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Biocompatibilité dentinopulpaire.</li><li>- Bio activité.</li><li>- Etanchéité et micro-infiltration.</li></ul>
Les propriétés esthétiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Concordance de teinte.</li><li>- La translucidité et opacité.</li><li>- La rugosité de surface.</li></ul>

### 2.2.4.1 Ciments verres-ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR)

Ils ont été produits par l'incorporation de résines type hydroxy ethylmécrilate (HEMA) et de photo-initiateurs. La composition est similaire à celle des CVI traditionnels avec cette simple addition de résine.

La réaction de prise est double. Ils possèdent une réaction acide base comme pour un CVI traditionnel avec en plus une réaction de polymérisation de la résine.

Au niveau structural, la matrice résineuse et la matrice de polyacrylates s'interpénètrent.

### Chapitre III : La dentisterie adhésive à minima

---

**Tableau 10** : Les propriétés des ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR) [57]

Les propriétés physico-chimiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rugosité de surface et résistance à l'abrasion.</li><li>- Absorption hydrique.</li></ul>
Les propriétés mécaniques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Adhérence aux tissus dentaires.</li></ul>
Les propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Biocompatibilité dentino-pulpaire.</li><li>- Libération du fluor et effet cariostatique.</li></ul>

## **Chapitre IV : Différentes méthodes d'éviction des tissus carieux**

### **1 Définition du curetage dentinaire**

C'est un acte opératoire spécifique au traitement de la carie, consiste à éliminer la dentine ramollie superficielle en totalité ou en partie selon le cas (Dans le cas du coiffage dentinaire ou pulpaire direct : le curetage est complet, dans le cas du coiffage juxta pulpaire indirect : le curetage est incomplet. Afin de permettre aux couches les plus profondes de la dentine déminéralisée de servir de matrice cicatricielle, on élimine la dentine infectée et on arrête le curetage quand la dentine décalcifiée s'élimine en copeaux). [58]

### **2 Procédure du curetage**

L'éviction carieuse doit se faire de préférence sous champ opératoire étanche afin d'éviter toute contamination bactérienne. Par ailleurs, l'utilisation d'antiseptiques à base de chlorhexidine ou de chlorure de benzalkonium est recommandée au cours de l'exercice chirurgicale et pour la toilette finale de la cavité avant l'obturation pour réduire la charge bactérienne.

Il est reconnu que la carie dentinaire, est constituée d'une zone infectée, (irréversiblement détruite) et une zone affectée (sous-jacente, reminéralisable et conservable). Trois critères sont classiquement décrits pour reconnaître la zone infectée afin de procéder à son élimination sélective qui est:

- La teinte des tissus cariés : qui n'est pas un critère fiable ;
- La consistance : il semblerait que l'élimination des tissus ramollis au cœur de la lésion débarrasserait la cavité de l'essentiel des tissus infectés ;
- L'emploi de révélateurs de carie pouvant colorer spécifiquement la trame collagénique dénaturée de la dentine infectée a semblé une solution prometteuse. Toutefois, il s'est avéré que le colorant diffusait au-delà de la zone infectée et que la suppression de toutes les structures colorées conduisait à une sur-préparation. [59-62]

### **3 Vérification du curetage**

- Test à la sonde : on entend un grincement sur une dentine saine ;
- Test au fraisage : la dentine saine s'élimine sous forme de poudre blanche alors que la dentine ramollie encrasse la fraise elle est de couleur brune ;
- Test à l'alcool iodé : la cavité est asséchée et une boulette de coton imbibée d'alcool iodé est mise dans celle-ci. On assèche une seconde fois la cavité, Si la dentine ne retient pas la coloration de l'iode, le curetage dentinaire est complet.

### 4 Les objectifs du curetage

- L'élimination totale de la dentine ramollie après infection ;
- La conservation de la dentine saine ;
- L'élimination de la boue dentinaire ;
- Assurer une désinfection de la dent à traiter ;
- Assure un bon traitement thérapeutique.

### 5 Les différentes méthodes de curetage

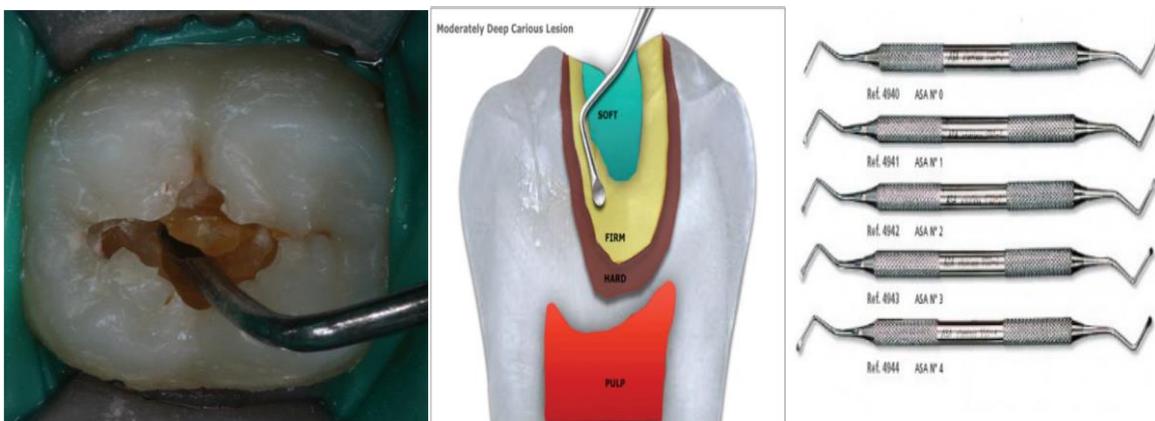
#### 5.1 Méthodes conventionnelles

##### 5.1.1 Curetage manuel

Depuis 1908, l'éviction des tissus cariés s'effectuait à l'aide d'instruments manuels, il se fait dans un bain antiseptique par un excavateur bien affûté.

**L'excavateur** : instrument coudé, la lame est une curette dont les dimensions sont très variables, il est tenu comme porte-plume, les doigts libres de la main servent à points d'appui, la lame est enfoncée dans le tissu mou, l'action de l'instrument est raclage sélectif de la dentine infecté. Le curetage manuel se fait en deux temps :

- Au début de l'intervention : pour éliminer l'essentiel de la masse cariée ;
- A la fin de l'intervention : (après le curetage mécanique) pour l'élimination des dernières couches de dentine infectée dans les cavités volumineuses (éviter l'effraction pulpaire). [59,62]



**Figure 33** : **A** : Elimination de la dentine ramollie au niveau d'une lésion. **B** : Eviction carieuse sélective des lésions modérément profondes. **C** : les différents types d'excavateurs dentaire. [62]

### 5.1.2 Curetage mécanique

Il est réalisé à l'aide de fraises. Celles-ci ont subi de multiples évolutions concernant notamment leur dimension dans le sens d'une plus grande miniaturisation.

Les nouveautés concernent surtout les micro fraises de préparation permettant d'aborder a minima la zone à traiter. Ce sont principalement des fraises boule, poire, cylindrique à bout arrondi munies d'un long col fin permettant une meilleure visibilité et une meilleure circulation du spray et donc un refroidissement optimal de la zone. L'accès à la carie est réalisé à l'aide de fraises diamantées (boule ou poire) montées sur turbine sous spray. [63]

La dentine doit être éliminée sous spray à l'aide de fraise boule en carbure de tungstène à double entaille pour limiter les vibrations et échauffement (fraise H1SEM Komet, France). On peut aussi utiliser la fraise SmartPrep™ (SSWhite, ÉtatsUnis) : fraise en polymère, à usage unique, d'une dureté inférieure à la dentine saine qui existe en trois tailles différentes. Le principe est que les angles de la fraise s'émousent au contact de la dentine affectée conservable, d'une dureté supérieure au polymère de la fraise.

Bien qu'utilisées sous spray et à vitesse lente ces fraises peuvent engendrer un échauffement des tissus et des vibrations. Afin de réduire ces inconvénients, la fraise boule classique a été modifiée en forme et structure en réalisant notamment une sur taille transversale permettant une excavation moins traumatique, une meilleure élimination des copeaux dentinaires et une réduction des vibrations.



**Figure 34 :** Les fraises SmartPrep™ de SS White. [62]

### **5.2 Autres procédés de préparation cavitaire**

#### **5.2.1 Les systèmes chimio-mécaniques**

##### **5.2.1.1 Caridex®**

Ce traitement est le premier traitement chémo-mécanique destiné à réaliser une éviction spécifique de la dentine cariée infectée.

Le produit est composé d'un mélange de N-monochloro-D, L-2-aminobutyrate (NMAB, GK-101E) et d'une solution d'hypochlorite de sodium. La dentine ramollie par le NMAB est enlevée à l'aide d'un excavateur mécanique rotatif (Banerjee et coll, 2000a ; Nancy et Delbos, 2005). Sa capacité à éliminer sélectivement la dentine cariée infectée et à épargner la dentine affectée a été attribuée à l'effet tampon du mélange, qui était à l'origine destiné à réduire l'agressivité de l'hypochlorite de sodium sur la dentine saine et à renforcer son effet sur le collagène dénaturé. Son mécanisme d'action réside en la chloration et le clivage des fibrilles de collagène dans la dentine cariée, qui seront plus facilement éliminées par la suite (Naute, 2014).

Étant donné que l'éviction carieuse ne concerne que la dentine infectée insensible, cette technique est moins douloureuse que les techniques d'éviction classiques et permet même d'éviter l'anesthésie dans certains cas. Du fait de l'absence de bruit et de vibrations, cette technique permet de soigner plus facilement des patients phobiques (Banerjee et coll., 2000a). Aujourd'hui, l'emploi de ce produit a été abandonné et ce pour différentes raisons : son coût élevé, le temps de traitement important et surtout son efficacité contestée. (Nancy et Debos, 2005). [64]

##### **5.2.1.2 Carisolv® (MediTeam, Göteborg, Suède)**

La société suédoise MediTeam, absolument pas découragée par l'échec du Caridex®, met sur le marché, en 1998, le Carisolv®.

Carisolv® est une méthode d'éviction carieuse utilisant un gel permettant de ramollir la carie infectée et de conserver au maximum les tissus sains. Ce système propose ses propres excavateurs et la plupart du temps il n'est pas nécessaire de fraiser voire même d'anesthésier. Carisolv® agit sélectivement sur la dentine infectée et respecte la couche de dentine affectée qui est reminéralisable. Aucun effet n'a été observé sur l'émail et la dentine saine. [65]

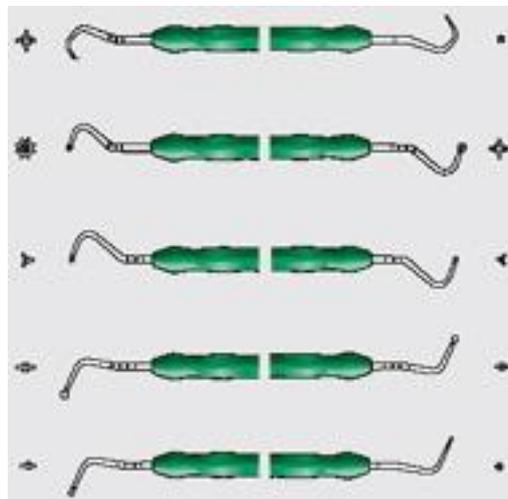
Le Carisolv® est un mélange de deux gels à base de carboxyméthylcellulose : un premier gel rouge constitué de 0,1M d'acides aminés (acide glutamique, leucine et lysine),

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

d'hydroxyde de calcium et d'érythrosine (qui donne sa couleur rouge au mélange pour que le gel soit mieux visible dans la cavité) et un second gel contenant de l'hypochlorite de sodium à 0,5 % (Banerjee et coll., 2000a).

Le produit se présente sous forme d'une seringue à double mélange. Le mélange obtenu est déposé au contact de la dentine cariée à l'aide de la seringue coiffée d'un embout applicateur. Le produit doit agir pendant 30 secondes pour ramollir davantage la dentine infectée. Cette dernière sera curetée à l'aide d'instruments manuels spécifiquement conçus pour le Carisolv®.

Cette séquence est répétée autant de fois que nécessaire, c'est-à-dire jusqu'à ce que le gel soit exempt de débris. Toutefois, un temps maximum de contact avec les tissus de 10 minutes ne doit pas être dépassé pour la totalité de l'intervention (Naute, 2014). [66]



**Figure 35 :** Les différents excavateurs manuels développés spécifiquement pour une utilisation avec le gel Carisolv®. [63]

Le Carisolv® est biocompatible avec le tissu adjacent sain et aurait même un effet hémostatique en cas d'effraction pulpaire (Bulut et coll., 2004). Ce produit est adapté à une utilisation sur des cavités profondes et ouvertes. Cependant, il est possible d'utiliser une fraise diamantée montée sur contre-angle pour faciliter l'accès à la lésion carieuse (Naute, 2014).

Une nouvelle version du gel Carisolv® a été mise sur le marché en 2001. Elle est deux fois plus concentrée en hypochlorite de sodium et incolore. Une étude comparative (Fure et Lingström, 2004) entre la nouvelle version et l'ancienne révèle une différence significative en termes de temps de travail sur des cavités juxta-pulpaire. Cependant, aucune différence n'est constatée pour des lésions peu ou moyennement profondes. Le suivi à un an ne révèle aucune complication, ni effet indésirable au niveau des deux versions. Cette étude révèle également

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

---

que 81% des patients interrogés préfèrent être soignés à l'aide du Carisolv®, s'ils avaient le choix entre la méthode d'éviction carieuse traditionnelle (fraises) et le Carisolv®.

Suite à l'application du gel Carisolv®, la surface dentinaire est exempte de boue dentinaire et présente des tubulis largement ouverts (Banerjee et al. 2000b).

Malgré une efficacité prouvée, ce produit possède les mêmes désavantages que le Caridex® c'est-à-dire une durée de conservation courte, un coût élevé et un temps de traitement important (sa durée d'action étant de plusieurs minutes). De plus, l'adhésion varie en fonction du type d'adhésif utilisé. [67]

**Tableau 11:** Avantages et inconvénients de l'éviction carieuse à l'aide de Carisolv®. [63]

Avantages	Inconvénients
Potentiel conservateur important car permet d'enlever uniquement la dentine infectée.	Temps de travail long.
Efficacité d'éviction carieuse acceptable.	Coût assez important.
Biocompatible avec les tissus adjacents sains.	Uniquement en cas de cavités ouvertes, si non nécessite l'intervention avec des instruments rotatifs.
Action hémostatique.	
Action anti-bactérienne.	
Permet d'éviter l'anesthésie locale.	
Permet de traiter des patients phobiques.	

### 5.2.2 Les systèmes d'éviction enzymatique

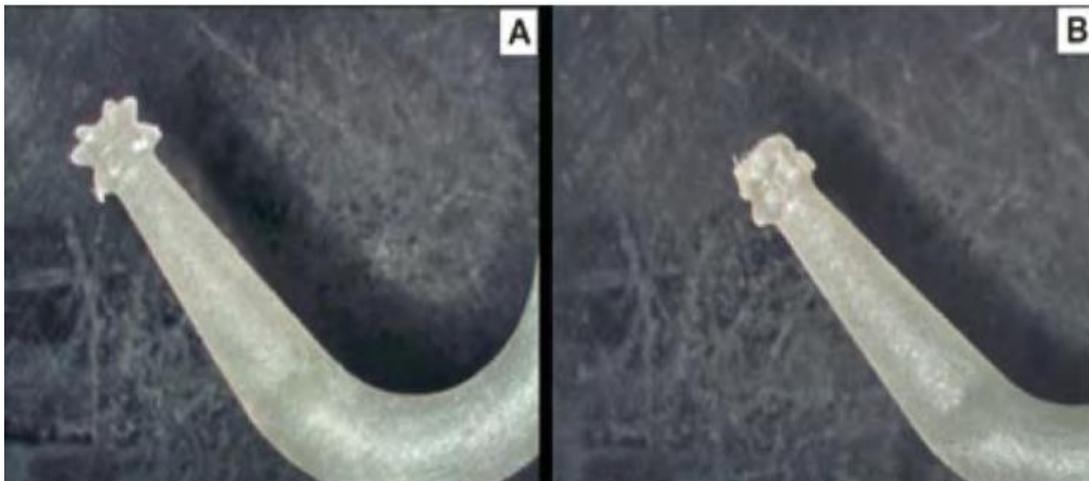
Les systèmes enzymatiques sont apparus après les systèmes chémomécaniques tels que le Carisolv® ou le Caridex®. Leur développement devrait permettre d'avoir une action encore plus sélective et donc d'éliminer le maximum de dentine infectée pour ne garder que la dentine affectée la plus minéralisée.

Nous présenterons trois systèmes : le SFC-VIII® et le SFC-V® (3M ESPE ; Seefeld, Germany), et le Papacarie®. [68]

### - SFC-VIII®

Le SFC-VIII® est un prototype présenté comme une alternative à l'excavation chémo-mécanique. C'est un gel expérimental constitué de pepsine dans une solution d'acide phosphorique et de biphosphate de sodium. Le principal avantage de cette solution à base d'enzymes est qu'elle ne digère que le collagène dénaturé constituant la dentine infectée, le rendant ainsi plus précise que le Carisolv®.

L'acide phosphorique va dissoudre le composant inorganique de la dentine cariée, ce qui permettra à la pepsine de dissoudre à son tour et sélectivement le collagène dénaturé. Le fabricant conseille l'emploi d'un instrument spécifique en matière plastique ayant une dureté se situant entre la dentine saine et infectée pour éviter toute sur préparation. Cet instrument est à usage unique.



**Figure 36:** L'instrument en plastique spécifique à l'utilisation du gel enzymatique SFC-VIII® (3M ESPE), avant (A) et après (B) l'éviction carieuse. [60]

### - SFC-V®

Le SFC-V® est aussi un système prototype utilisant un instrument en plastique spécifique (STAR V1.3) et une solution principalement composée d'acide phosphorique, de biphosphate de sodium, de pepsine et d'un agent gélifiant. Son mode d'action c'est exactement le même que le SFC-VIII®. L'instrument manuel sert à la fois à appliquer le gel et à réaliser l'éviction mécanique.

Une analyse de plusieurs microtomatographies à rayons X de dents cariées, traitées avec SFC-

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

VIII®, a montré que le gel enzymatique permet de supprimer des volumes équivalents à ceux éliminés lors de l'utilisation du Carisolv®. [69]

### **- Papacarie®**

Papacarie® est un gel développé par des chercheurs brésiliens et disponible sur le marché depuis 2003. Il est composé de papaïne, enzyme protéolytique dérivée d'une plante (*Caricapapaya*), de chloramine et de bleu de Toluidine (Jingarwar et coll., 2014).

La papaïne est supposée interagir seulement avec les fibres de collagène déjà dégradées et présentes dans la dentine déminéralisée suite à l'action bactérienne. Elle contribuerait à la destruction et à l'élimination de la fibrine produite par le processus carieux et n'endommagerait pas les fibrilles de collagènes intactes.

L' $\alpha$ -1-antitrypsine contenue dans la dentine saine étant inhibitrice de la papaïne, cette dernière n'a donc aucun effet sur la dentine affectée mais étant uniquement sur la dentine infectée, dépourvue de ladite  $\alpha$ -1-antitrypsine.

La dentine infectée sera ensuite éliminée grâce à des instruments manuels, ce qui évitera l'action des instruments rotatifs et même d'avoir recours à l'anesthésie.

Le protocole est assez semblable à celui du Carisolv®. Le produit, appliqué sur la dentine cariée, doit agir 30 secondes pour des lésions actives et 40 à 60 secondes pour des lésions arrêtées. Après action, la cavité est curetée à l'aide d'un instrument manuel. Il n'y a pas besoin de rincer le produit. Une nouvelle application de Papacarie® peut se faire immédiatement et ce jusqu'à l'éviction totale de la dentine infectée (Jingarwar et coll., 2014).

Papacarie® enlèverait le même volume de tissu carieux que le Carisolv®, tout en étant plus rapide (Boob et coll., 2014). Le temps de travail serait similaire à celui nécessaire pour une éviction carieuse à la fraise en carbure de tungstène mais avec un potentiel conservateur plus important (Motta et coll., 2014b). [70]

### **5.2.3 L'ozonothérapie**

L'ozonothérapie ou cure d'ozone également dénommée thérapie à l'ozone est une technique de médecine non conventionnelle qui correspond à l'utilisation de l'ozone en concentration faible dans le traitement et l'asepsie de différentes infections à développement locorégional.

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

L'ozone ou trioxygène est un gaz qui compose l'atmosphère terrestre, sa formule chimique est l'association de trois molécules d'oxygène soit O<sub>3</sub>. C'est une variété allotropique de l'oxygène O<sub>2</sub>, vers lequel il tend à se décomposer selon la réaction exothermique suivante :

**2O<sub>3</sub> → 3O<sub>2</sub> + énergie**, en présence d'eau la molécule O<sub>3</sub> se transforme en un anion réactif O<sub>3</sub><sup>-</sup> qui permet la formation d'un radical hydroxyle (OH) à très fort pouvoir oxydant.

La première utilisation de l'ozone en dentisterie a été décrite en 1930 par le Dr E.A Fish sous forme d'eau ozonée, il peut être utilisé soit de manière préventive afin d'éviter la survenue de lésions carieuses, soit de manière curative afin d'éliminer les bactéries résiduelles suite à l'éviction carieuse et favoriser la restauration de la dent.

L'ozone est un agent désinfectant qui agit par destruction, neutralisation, ou inhibition de la croissance des microorganismes et virus au même titre que le chlore mais à des concentrations inférieures, de plus il agit rapidement et n'a ni gout ni odeur désagréable. [71-74]

### **5.2.3.1 Les générateurs d'ozone en odontologie**

#### **- HealOzone® par KaV**

Est un appareil portatif de libération d'Ozone .il a été introduit récemment comme traitement alternatif et conservateur des lésions carieuses primaire avec pour but de diminuer voire d'éliminer complètement les microorganismes présents dans la lésion.

Le HealOzone peut produire de l'ozone à partir de deux sources :

- L'oxygène de l'air ambiant, pour un dosage faible ;
- L'oxygène pur en bouteille, pour un dosage fort.

Ce système comprend un générateur d'ozone qui délivre de l'Ozone (O<sub>3</sub>) à une concentration de 2,200ppm. Une pompe sous vide permet d'envoyer de l'air par un générateur à 615 cc/min afin d'appliquer le jet d'ozone à la lésion et de purger le système de l'ozone après le traitement.

Des embouts fixables et démontables en silicone (de diamètre entre 3 et 10 mm) attachés à la pièce à main, sont utilisée pour recevoir et exposer une zone donnée de la dent à l'ozone. Ces embouts creux jouent en fait le rôle de raccord avec la surface dentaire afin d'éviter à

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

l'ozone de s'échapper. L'Ozone qui n'a pas réagi est réabsorbé dans le système sous vide pendant que l'embout est encore adapté aux POFCLS par un destructeur d'Ozone (ions manganèse (II)) qui convertit l'ozone en oxygène. Le système délivre alors un liquide réducteur pour neutraliser, tout autre résidu possible d'ozone et faciliter le processus de minéralisation.



**Figure 37 : HealOzone® par KaV. [75]**

### - ProOzone® par W&H

Le Prozone est préprogrammée afin de délivrer de faible quantité d'ozone pour une efficacité optimale, avec en plus le choix de la durée d'application (6, 8, 12 et 24 secondes). L'ozone retourne graduellement à sa forme de molécule d'oxygène d'origine après avoir été diffusé dans les tissus à traiter. Il existe différents inserts jetables selon l'application. Pour obtenir un traitement efficace, il suffit d'une infime quantité d'ozone couplée à la durée d'application. Quatre programmes spécialement adaptés sont disponibles. Un système unique et breveté contrôle en permanence le dosage afin de respecter la dose minimale nécessaire.

L'application varie en fonction de l'effet voulu :

- 6 secondes : désinfection cavitaire ou mordantage pour restauration au composite ;
- 12 secondes : désinfection chirurgicale ;
- 18 secondes : désinfection parodontale ;
- 24 secondes : désinfection endocanalaire.



**Figure 38 : ProOzone® par W&H. [76]**

### 5.2.4 Curetage par air abrasion

L'air abrasion est une nouvelle technique en micro dentisterie qui est utilisée pour traiter la carie dentaire et préparer les dents pour des restaurations. L'air abrasion s'est avérée être une option silencieuse, sans chaleur et peu invasive qui est similaire à un jet de sable avec la propulsion de minuscules particules vers de petites zones cariées pour les supprimer, une obturation est ensuite pratiquée pour sceller la dent. [77,78]



**Figure 39 :** Projection des particules abrasives sur la surface occlusale. [78]

Cette technique est réservée aux lésions carieuses superficielles (car ne permet pas l'élimination en profondeur de la dentine ramollie). Elle a pour principe la projection de particules abrasives sur le substrat amélo-dentinaire à très grande vitesse par un flux d'air comprimé.

Ce procédé est indiqué en dentisterie restauratrice a minima pour les sites 1 et 3 hors stade 0, dans les techniques esthétiques de micro abrasion en complément des produits chimiques pour éliminer des discolorations superficielles, pour améliorer les états de surface dentinaire en vue du collage et dans les techniques intra orales de réparation des restaurations. Parmi les systèmes commercialisés en France, on citera le Prep K1 (EMS, France), l'Aquacut (Velopex, France), Rondoflex (Kavo, Allemagne).



**Figure 40:**Rondoflex (Kavo). [79]

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

- **Mécanisme d'action** : Plusieurs types de particules sont utilisés, même si le plus fréquemment utilisées ce sont des particules d'oxyde d'aluminium (alumine). Elles ont été choisies pour leur haut pouvoir de coupe, leur stabilité chimique, leur faible cout, leur faible affinité avec l'eau et leur couleur neutre.

Plus récemment, une poudre avec des particules de verres bio-actifs, le Bioglass® (Novamin Technologie, USA) a été utilisée pour l'aéro-abrasion. Ce sont des particules avec un diamètre compris entre 25 et 32µm composées de SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, CaO et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les verres bio-actifs ont été mis au point par Hench et coll. en 1972 et sont depuis utilisés en tant que matériau de comblement. Les particules de verre bio-actifs sont beaucoup moins dures que les particules d'alumine (dureté de Knoop de 420 contre 2100 pour l'alumine). Cette dureté plus faible permettrait une éviction carieuse plus sélective qu'avec la poudre d'alumine, car les tissus durs et donc sains seraient mieux préservés. [77,80, 81]



**Figure 41** : Poudre abrasive. [82]

La réalisation de préparation sous l'effet cinétique des particules demeure dépendante de la pression en sortie, du diamètre des particules (27 ou 50 µm) et de celle de la buse ainsi que de la distance de travail. L'effet de dispersion des particules peut entraîner une abrasion de l'émail sain, certains auteurs recommandent alors l'application de 3 couches de vernis sur la dent afin de limiter l'effet délétère de cette dispersion. Pour réduire ces effets négatifs, certains auteurs recommandent de remplacer les particules d'oxyde d'alumine par des particules de polycarbonates ou d'utiliser un mélange d'alumine hydroxyapatite moins dure.

Dans le cas d'émail carié, il n'y a pas de différence significative entre l'action des verres bioactifs et de l'alumine. Le temps nécessaire pour l'éviction carieuse à l'aide de la poudre de

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

verres bioactifs est cependant significativement plus important que pour les particules d'alumine.

Une étude montre que l'aéro abrasion est plus efficace sur la dentine saine que sur la dentine infectée. En effet les auteurs ont démontré que l'efficacité d'abrasion est proportionnelle à la dureté des tissus, concernant la dentine infectée, le procédé est handicapé par la structure ramollie de la dentine qui absorbe l'énergie cinétique des particules et réduit l'efficacité du procédé.

Les différents systèmes commercialisés se caractérisent par des pressions inférieures à 80 psi (*pound per square inch*), comprises entre 80 et 100 psi ou supérieures à 100 psi. L'effet de coupe est proportionnel à la pression. Les débits de poudre sont compris entre 3 et 4 g/min pour obtenir un effet optimal tandis que les débits supérieurs entraînent un effet brouillard très important. [82]

### **- Avantages et inconvénients**

C'est une technique relativement peu douloureuse, qui ne génère pas de bruits désagréables, ni de vibrations. Aucune différence au niveau de la réponse pulpaire en comparaison aux instruments rotatifs traditionnels n'a été constatée. Cependant, les inconvénients majeurs de cette technique sont le risque d'inhalation de particules ainsi qu'une visibilité limitée de la cavité au moment de la préparation.

En comparaison avec une mise en forme cavitaire à l'aide d'une fraise diamantée, les particules d'alumine seraient aussi efficaces dans l'élimination des tissus mais la préparation prendrait 1,5 fois plus de temps. Les deux techniques laissent de la boue dentinaire. Cependant, alors que la boue dentinaire créée par la fraise semble être adhérente à la surface dentaire, celle créée par l'aéro-abrasion proviendrait principalement des particules abrasives et n'adhérerait pas à la surface dentaire. La surface dentinaire apparaît spongieuse et poreuse avec des marques visibles matérialisant les impacts des particules. Banerjee et coll. (2000b) ont également constaté une surface avec des tubuli dentinaires oblitérés et des débris allant jusqu'à 15 µm de profondeur. Toutefois, l'utilisation de l'aéro-abrasion n'a pas d'influence sur le collage des matériaux de restauration, tant que l'étape de préparation de surface est réalisée à l'aide d'acide phosphorique à 35 %.

### 5.2.5 Sono-abrasion et Ultrasono-abrasion

Les ultrasons ont été introduits dans les années 60 après que Zinnerait montré qu'ils étaient capables d'éliminer les dépôts exogènes des surfaces dentaires. Cependant, la plupart des praticiens ne connaissent pas la totalité de leurs possibles applications thérapeutiques. [83]

#### 5.2.5.1 Définition de l'onde sonore

Le son est une vibration mécanique d'un fluide ou d'un solide, qui se propage sous formes d'ondes longitudinales grâce à la déformation élastique de ce milieu. En fonction de la fréquence de l'onde, les sons sont classés dans différentes catégories (Tableau12). En odontologie, il est surtout question de techniques utilisant des sons et des ultrasons (Decup et Lasfargues, 2014).

**Tableau 12:** Classification des sons en fonction de la fréquence (d'après Decup et Lasfargues ; 2014). [84]

Nom	Fréquence
Infrasons	1-20 Hz
Sons	20-20 000 Hz
Ultrasons	20-1 000 KHz
Méga-sons	1-100 MHz
Hyper-sons	>100 MHz

#### - Ultrasono-abrasion

L'ultrasono-abrasion a été développée au début des années 50 par Nielson et coll. (Jingarwar et coll., 2014).

Le système le plus répandu est celui d'EMS®. Il propose des (inserts doubles face travaillante et non travaillante) vibrants à une fréquence ultrasonique 15-20 kHz). Ces inserts sont regroupés en coffrets dénommés « *procavity, basic cavity, basicfinishing* ». Ce système s'adapte directement sur une pièce à main ultrasonique EMS (Tasseryet coll., 2006) [85]

#### - Sono-abrasion

La sono-abrasion a été développée plus récemment et n'est ni plus ni moins qu'une version améliorée de l'ultrasono-abrasion.

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

Les systèmes utilisant la sono-abrasion nécessitent une pièce à main fibrée, qui crée des vibrations d'une fréquence inférieure à 6,5 kHz. L'action des différents inserts doit être refroidie par un spray d'eau important (Banerjee et coll., 2000a). Les inserts décrivent un mouvement elliptique (Neves et coll., 2011a).

Le système le plus répandu est le SONICflex® de KaVo. Il peut être utilisé pour la prophylaxie, la parodontologie, l'endodontie, la préparation prothétique et la préparation à minima. Au niveau de l'émail, la sono-abrasion se révèle être d'une efficacité limitée, mais cela lui permet d'avoir une action sélective sur l'émail altéré (démminéralisation due à la carie, dysplasie de l'émail, amélogénèse imparfaite, MIH, ...) (Decup et Lasfargues, 2014). Au niveau de la dentine, les inserts diamantés sont moins efficaces que les fraises céramiques ou en carbure de tungstène pour l'élimination de la dentine infectée (Decup et Lasfargues, 2014). Cependant, les inserts cariex TC, spécialement conçus à cette fin, semble être une alternative conservatrice avec moins de zones de sous traitement que les fraises céramiques. Ils seraient plus efficaces dans l'élimination de la dentine cariée au niveau du plancher qu'au niveau des parois de la cavité. [86]

### **5.2.5.2 Principes**

L'action des inserts sur les tissus dentaires est la même quel que soit le système utilisé : sono-abrasion ou ultrasono-abrasion, permettant ainsi de réaliser des préparations cavitaires complexes type « tunnel » ou « en entonnoir », des finitions et d'autres formes variées de préparation en fonction du type d'insert (Tassery et coll., 2006), en agissant sur les tissus par une action mécanique et une action physique.

#### **- Action mécanique**

L'action mécanique de l'insert est due à sa vibration, qui est caractérisée par une fréquence et une amplitude. La combinaison de la fréquence et de l'amplitude donne le chemin parcouru par l'insert et son impact sur les tissus. Le chemin parcouru varie selon le type de générateur et selon la forme de l'insert mais également selon la puissance utilisée, car plus celle-ci augmente plus l'amplitude sera importante. Mais il faut garder à l'esprit qu'en augmentant la puissance, nous augmentons aussi la température au niveau de la surface de contact dentaire et diminuons notre sensibilité tactile. Ainsi, si nous augmentons la puissance, nous devons aussi augmenter le volume d'irrigation. Dans le cas contraire, nous observerons un phénomène de nébulisation et l'irrigation n'arrivera plus à l'extrémité de l'insert et sera donc inefficace. La

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

quantité d'irrigation utilisée joue aussi un rôle sur l'efficacité de l'insert, car plus le débit est grand, moins le déplacement est élevé.

Trois actions mécaniques sont accordées aux inserts :

- Une action dite de percussion : permettant d'éliminer l'émail non soutenu. Cette élimination est sélective. En effet, seuls les tissus fragiles seront éliminés tout en préservant les parois résistantes ;
- Une action de balayage : permettant d'éliminer les tissus cariés grâce à un mouvement de va et vient le long des parois ;
- Une action abrasive permettant de terminer l'éviction carieuse mais surtout de réaliser les finitions en rendant les parois plus homogènes, facilitant ainsi le collage.

Le pouvoir abrasif d'un insert varie selon sa granulométrie et la dureté des tissus. Il est admis que plus le tissu est dur plus l'insert sera efficace. Les ultrasons ont donc une faible action sur les tissus mous, ce qui aura pour inconvénient une élimination limitée de la dentine cariée ramollie. En contrepartie, ils ont l'avantage d'avoir peu d'effets iatrogènes sur les tissus mous comme les tissus gingivaux.

### **- Action physique**

En plus d'éliminer le tissu carieux, les ultrasons permettent de désinfecter la cavité. Cette désinfection se fait grâce au phénomène de cavitation et au micro courants, qui sont en réalité des courants fluides circulaires à l'échelle du micromètre. Ils sont créés au voisinage de bulles en vibration, mises en mouvement suite au phénomène de cavitation. Ce phénomène correspond à l'implosion de microbulles par l'action des ondes ultrasonores. Elle entraîne une suspension des débris minéraux, organiques et bactériens, qui sont à leur tour éliminés ou détruits par les micros courants.

En plus d'éliminer les débris, l'irrigation évite l'échauffement de la dent et donc l'agression du tissu pulpaire. Le rôle de l'irrigation est donc primordial, il faut s'assurer que la solution d'irrigation ne soit pas éliminée par nébulisation malgré les fortes puissances utilisées. [87,88]

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

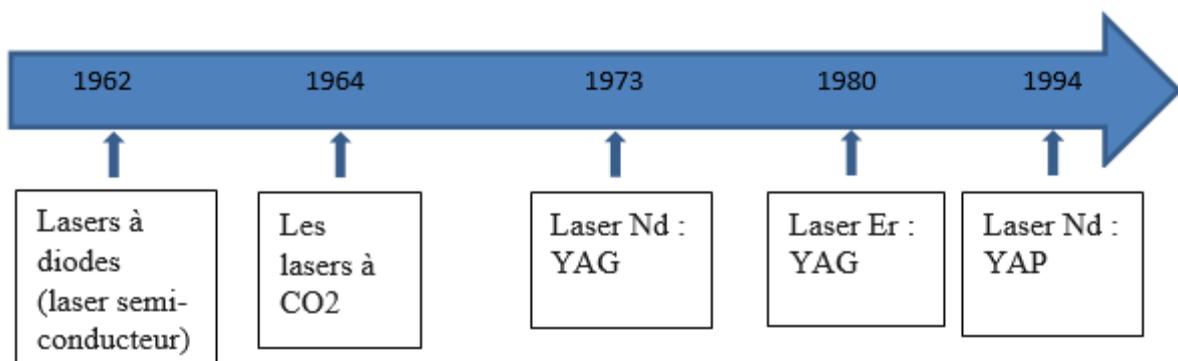
**Tableau 13 :** Avantages et inconvénients de la technique sono et ultra sono-abrasion. [89]

Systèmes	Avantages	Inconvénients
Système sonique	Préservation des faces proximales adjacentes. Préservation de la crête marginale. Faible risque de créer des fissures amélaire. Insert angulé à 90° disponible. Autoclavable. Pièce à main fibrée.	Pièce à main spécifique. Peu efficace sur la dentine affectée.
Système ultrasonique	Préservation des faces proximales adjacentes. Préservation de la crête marginale. Procédé plus rapide que le procédé sonique. Pièce à main pratique et commune avec celle du détartreur autoclavable.	Risque de créer des fissures amélaire. Peu efficace sur la dentine affectée.

### 5.2.6 Curetage par laser

Le laser est un appareil produisant un rayonnement électromagnétique amplifié par émission stimulée. Le mot LASER est l'acronyme de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

Le laser à gaz (hélium néon) est le premier à être mis au point par les scientifiques Javan et Bennet. Au cours des années suivantes de nombreux autres lasers ont été réalisés. [90-93]



**Figure 42 :** Schéma représente l'évolution des lasers au fil du temps. [92]

### 5.2.6.1 Les différents types de laser en dentisterie

**Tableau 14 :** Regroupe l'ensemble des lasers dentaire et leurs caractéristiques. Australian Dental Journal 2003 ; 48 : (3) :146155 (73). [94]

Laser type	Construction	Wavelength(s)	Delivery system(s)
Argon	Gas laser	488, 515nm	Optical fibre
KTP	Solid state	532nm	Optical fibre
Helium-neon	Gas laser	633nm	Optical fibre
Diode	Semiconductor	635,670, 810, 830, 980nm	Optical fibre
Nd:YAG	Solid state	1064nm	Optical fibre
EsCr:YSGG	Solid state	2780nm	Optical fibre
Er:YAG	Solid state	2940nm	Optical fibre, waveguide, articulated arm
CO <sub>2</sub>	Gas laser	9600, 10600nm	Waveguide, articulated arm

### 5.2.6.2 Actions du rayonnement laser sur les tissus dentaires

#### 5.2.6.2.1 Action sur l'émail

##### - Traitement par laser Nd : YAG

Il émet dans l'infrarouge à une longueur d'onde de 1064 nm. L'utilisation de ce laser, dans le domaine de l'odontologie conservatrice s'accordent sur son efficacité. A savoir, la recristallisation de l'apatite et la formation d'une phase additionnelle de phosphate de calcium : c'est-à-dire un substitut de magnésium bêta- TCMP, beta- (Ca,Mg)(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> et tétra- calcium phosphate TetCP, Ca<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>O. Cependant une application prolongée provoque un échauffement de la pulpe ce qui aboutit à des dégâts irréversibles (une irradiation de 1W pendant 12 secondes entraînait des risques de dommages pulpaire, une irradiation de 2 minutes à 3W provoquait une modification histologique de la pulpe). En 1995, après de nombreuses autres études, il ne fût conclu que le laser Nd : YAG était efficace pour l'ablation de carie de l'émail. [95,96]

## **Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**

---

Hennig a démontré que la lumière laser était mieux absorbée par l'émail carié que par un émail sain. Il serait donc possible grâce au laser Nd:YAG d'éliminer la lésion carieuse tout en conservant l'émail sain. Cette hypothèse est validée en 2002 par Harris.

### **- Traitement par laser Erbium**

Deux lasers ont été sélectionnés pour leur efficacité dans les soins conservateurs. Le laser Er : YAG 2940 nm et le laser Er ; Cr : YSGG 2790 nm.

- **Laser Er : YAG :** Le laser Er : YAG est le seul laser qui permet le travail sur tissus dur et tissu mou. (L'absorption est 8 à 10 fois plus important que pour le laser CO2 et 20 000 fois plus que pour le laser Nd:YAG). On obtient des profondeurs d'ablation de 200 à 2000  $\mu\text{m}$  après une application de 10 impulsions à une puissance de 50J/cm<sup>2</sup>. L'énergie libérée par le faisceau laser provoque l'élévation de température de l'eau contenue dans les tissus dentaires jusqu'à évaporation de celle-ci.

La conduction thermique dans les tissus environnants ne peut être totalement évitée même si la plupart des radiations ont été absorbées par l'eau. Il apparait donc nécessaire d'utiliser un spray air/eau en complément du faisceau laser afin d'éviter les micros- craquelures sur les bords d'émail de la cavité, la fusion des tissus voire une carbonisation. L'interaction laser/tissu est accompagnée d'un bruit caractéristique pour ce type de laser : un claquement. [97,98]

- **Laser Er ; Cr : YSCG :** Le mode de fonctionnement de ce type de laser est à peu près équivalent au laser Er ; YAG, à savoir une expansion sous « l'explosion » des molécules d'eau. Il émet un bruit sec caractéristique. Ce type de laser nécessite une énergie plus importante pour l'ablation des tissus durs (de 10 à 14 J/cm<sup>2</sup>). Le mécanisme d'ablation tissulaire utilise comme pour le laser Er ; YAG l'effet thermomécanique mais il utilise également l'effet hydro photonique apporté par les micro- gouttelettes d'eau du spray. Les forces résultant de ces effets (thermomécanique et hydro photonique) provoquent la séparation mécanique des matériaux de surface, à savoir, l'élimination des tissus durs de la dent. [90]

### - Traitement par laser CO2

Ce laser est utilisé sans contact avec le tissu cible, il peut être utilisé en mode pulsé ou continu. Toutefois l'utilisation du mode continu en odontologie conservatrice a montré ses limites (une carbonisation des tissus). Ainsi il est préférable d'utiliser le mode pulsé pour l'ablation des tissus minéralisés car il permet de réduire les effets thermiques. En ce qui concerne les traitements des tissus dentaires durs, le laser au CO2 est utilisé pour le conditionnement de l'émail, la stérilisation des cavités, le traitement des sensibilités dentinaires, les coiffages directs et l'inhibition des caries initiales.

Un autre type de laser vient d'être développé : le TEA CO2 laser (transverse excited atmospheric pressure). Il utilise un écoulement transversal de gaz, et fonctionne à des pressions élevées, il permet d'obtenir des cavités nettement définies sans zones de carbonisation ni fissures, ainsi qu'une obturation partielle des tubulis dentinaires. La surface cavitaire ressemble à celle obtenue avec des techniques conventionnelles. [99,100]

- **Laser diode 980 nm** : L'utilisation de ce laser sur la structure dentaire a permis de montrer l'augmentation de la micro dureté de l'émail. Les modifications structurelles observées lors d'une irradiation laser sont dues au changement de la composition minérale de la dent, une diminution de la matière organique et une réorganisation structurelle des cristaux d'hydroxyapatite. Il s'agit en réalité d'une micro fusion de l'émail (entièrement dépendante de l'énergie totale absorbée). [101]

- **Laser argon** : Blankenau et Powell ont montré que l'utilisation du laser Argon sur l'émail engendre une augmentation de la résistance à la déminéralisation acide. Ce phénomène serait dû à une modification de la composition de l'émail. A savoir une diminution de la composante organique ainsi qu'une diminution des carbonates qui permet une dissolution moindre dans les acides. On observe une modification de l'axe des cristaux d'émail augmentant ainsi la résistance de l'hydroxyapatite. L'émail irradié possède ensuite une meilleure affinité avec les ions calciums, phosphate et fluorure. Le laser résulte donc en une dissolution rapide de la surface suivie d'une recristallisation puis d'une fusion des cristaux d'émail, transformant ainsi plusieurs petits cristaux en gros cristaux. Compte tenu du pouvoir stérilisant du laser, la plaque dentaire est éliminée. [102]

### 5.2.6.2.2 Action sur la dentine

#### Effet du rayonnement laser Nd : YAG

De nombreux auteurs partagent le même avis quant aux effets de ce laser sur la dentine. En effet il a été observé une vitrification de la dentine ayant comme objectif une augmentation de la dureté et de la résistance à la déminéralisation acide. On observe également une fermeture des tubulis dentinaires jusqu'à une profondeur de 4µm ce qui permet de diminuer la perméabilité et donc de prévenir les récives. La fermeture des tubulis dentinaires permettrait de prévenir les risques d'hypersensibilité souvent observés dans les suites opératoires des soins conservateurs, ainsi ; ce laser pourrait être utilisé sans anesthésie, il permet également l'élimination de la boue dentinaire, et possède une action bactéricide jusqu'à une profondeur de 1000µm sur les Gram + comme sur les Gram-. A priori l'élévation thermique est faible pour ce type de laser, toutefois certains auteurs recommandent l'utilisation combinée d'eau et d'air pour le refroidissement. [

#### Effet du rayonnement laser Er : YAG

L'irradiation de la dentine par un laser Er : YAG ne provoque aucune carbonisation, ni dessiccation de la structure, avec une absence de smear layer, une augmentation de la quantité de calcium et de phosphate dans les zones irradiées par rapport à des zones non irradiées (l'augmentation de ces quantités est due à l'évaporation des composants organiques. Toutefois le ratio Ca/P est maintenu). Mais uniquement on aura la formation de micro-irrégularités qui sont formées par le phénomène de micro-explosion des tissus qui fait suite à l'évaporation de l'eau. Ces structures apparaissent compatibles avec un collage composite. Les propriétés d'adhésion en sont, a priori, même augmentées. [103,104]

**Tableau 15:** Comparant les proportions d'ions calcium, phosphate d'une dentine irradiée et non irradiée J Oral Laser Applications 2003 :3 : 15-20. [104]

Results of atomic analysis by SEM-EDX		
Non irradiated areas		Irradiated areas
Ca (weight %)	28.51 ± 2.51a	38.58 ± 2.23a
P (weight %)	13.92 ± 2.27b	17.44 ± 2.1b
Ca:P	2.04	2.09
a, b Significantly different (p <0.01)		

### **Effet du rayonnement laser CO2**

L'effet constaté de la radiation laser est la formation d'un cratère conique dont le diamètre et la profondeur sont en relation étroite avec la puissance et le temps d'exposition. L'application d'un rayonnement laser d'une puissance de 20 W sur un laps de temps d'une seconde produit une fusion de surface sur laquelle on observe une recristallisation (formation de petits cristaux réguliers). On constate également une augmentation de la micro dureté. Une puissance plus importante sur le même laps de temps provoque une destruction plus en profondeur sans recristallisation. A puissance 20 W et exposition prolongée, on observe l'apparition d'un halo de diffusion thermique signifiant un échauffement. Sur une dentine pathologique, le laser CO2 possède une activité anti- bactérienne. La puissance nécessaire pour obtenir une stérilisation complète sur 1 mm de profondeur est de 4 W pendant 1 seconde. [99,105]

Melcer et al ont montré qu'une dentine irradiée par laser CO2 présentait 3 zones distinctes dont la couleur et la structure apparaissent très différentes :

#### **- Une zone blanche**

En surface du cratère (notée ZF ; zone fondue, sur la figure). Présente un aspect lisse en haut du cratère alors qu'elle est plus rare au fond, elle résulte de la solidification après fusion de l'hydroxyapatite, vaporisation de l'eau et volatilisation des composants organiques de la dent, présente également de nombreuses microporosités qui permettront aux gaz de la zone thermiquement affectée de s'échapper. Cette zone est plus riche en Ca, P et O que la dentine normale, dépourvue d'eau et de composés organiques, et est semblable à l'émail ou à l'apatite de synthèse. Cette ressemblance est accentuée avec la puissance du faisceau. Par contre, elle est parcourue, quel que soit la puissance, par des microfissures, qui pour la majeure partie des traitements appliqués se prolongent dans la dentine perpendiculairement au cratère.

#### **- Une zone noire**

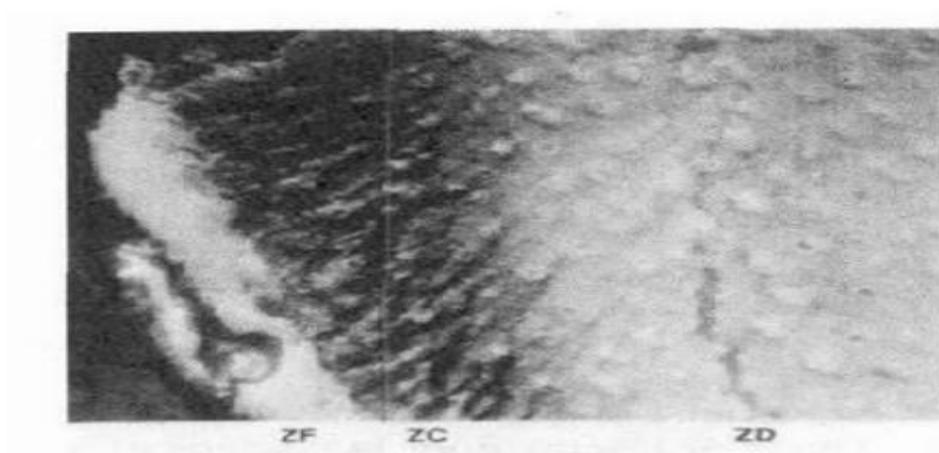
En sub-surface (notée ZC ; zone carbonée ; sur la figure), qui fait suite à la première zone sans aucune transition et qui n'est pas solidaire de la trame structurale de la dentine. Cette zone contrairement à la première conserve la structure de la dentine. Elle est parcourue par de nombreuses porosités qui ont vraisemblablement servi à l'évacuation des gaz provenant de la zone thermiquement affectée. D'un moindre degré de minéralisation, elle est moins riche que

## Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux

---

la première zone en Ca et P par rapport à la dentine normale. La jonction est brusque avec la ZF, sa morphologie est celle de la dentine, bien que sa dureté soit supérieure.

Une couche atteinte thermiquement :(Notée ZD ; zone dénaturée ; sur la figure). De 35  $\mu\text{m}$  qui apparait plus blanche, plus opaque et qui n'est pas dépendante de la puissance. Les tubules apparaissent bouchés dans cette zone ainsi que dans la précédente. De plus, on observe de nombreuses fissures circulaires à leur jonction. Cette zone semble affaiblie par rapport à la dentine normale. On note que la dureté diminue quand on passe de la zone fondue à la zone dénaturée. [99, 100,103]



**Figure 43:** Microscopie optique des différentes zones obtenues lors d'une irradiation par laser CO2. [90]

**Chapitre IV : Différentes méthode d'éviction des tissus carieux**



**Figure 44 :** Les différents lasers utilisés en odontologie. [90]

# **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades**

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

### **1 Thérapeutique des lésions de site 1**

Le site 1 concerne toutes les lésions carieuses initiales des anfractuosités, des dents antérieures et postérieures. Les faces occlusales des dents postérieures sont les plus concernées : puits, sillons, fosses, fossettes et fissures. On peut cependant rencontrer des lésions site 1 et de stades 0 et 1, au niveau des fossettes vestibulaires et tubercules linguaux des molaires, ou encore au niveau des cingulum des incisives et canines qui relèvent de la même approche thérapeutique. [47,106]

#### **1.1 SI/STA 1•0**

Le diagnostic est basé sur la présence de sillons colorés et de légères modifications d'opacité et de translucidité de l'émail sur les berges des sillons. Le signe majeur d'activité à rechercher est la présence de taches blanches opaques de déminéralisation (white spot) au fond et/ou sur les berges des fosses, sillons et fossettes occlusales : l'absence de dentine cariée au fond du sillon est indiquée par le fait que ces taches opaques de l'émail ne s'observent qu'à la suite du séchage poussé de l'émail. À un stade plus avancé, ces modifications de couleur deviennent distinctement visibles sans séchage au travers du film salivaire. L'utilisation d'aides optiques ( $\times 3$  ou plus) est particulièrement recommandée pour établir le diagnostic. Dans tous les cas, il y a absence de cavité dans l'émail. Le sondage est à éviter pour ne pas provoquer la cavitation.

Le radiogramme rétro coronaire (cliché bitewing) objective une absence de radioclarité dentinaire ou bien une radioclarité superficielle confinée à la jonction amélo-dentinaire.

- Option thérapeutique : on réalisera un traitement non invasif par application de vernis fluoré ou de ciment verres ionomères au stade immédiatement post éruptif et mise en place de sealant dès que les conditions opératoires autorisent un protocole adhésif (siccité du champ opératoire). [47,106]

#### **1.2 SI/STA 1•1**

Le diagnostic est basé sur l'apparition d'ombres grises et la présence d'opacités, directement visibles sur surface humide (sans séchage de l'émail), associées à des micro

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

cavitations localisées cliniquement décelables. L'émail rugueux au sondage est révélateur de ces micros cavitations ; une cavité débutante ponctuelle peut être observée après rupture de l'émail, décelable en particulier avec des aides optiques ; le sondage doit rester prudent pour ne pas provoquer la cavitation. Le cliché bitewing objective une radioclarité sous la jonction amélo-dentinaire, confinée au tiers externe de la dentine.

- Option thérapeutique : on privilégiera une préparation à minima (accès ponctuel à la lésion, limité aux seules fosses cariées, sans ouverture du réseau des sillons adjacents à la lésion, avec conservation de l'émail surplombant et à bords nets) suivie d'une obturation adhésive (résine composite) complétée par un scellement des zones anatomiques cari susceptibles (sealant) au moyen des résines de comblement conventionnelles ou des composites fluides, selon le concept préventif de Simonsen. [47,106]

### **1.3 SI/STA 1.2**

Le diagnostic est basé sur la présence d'une rupture localisée de l'émail et/ou d'ombres grises soulignées révélatrices d'une atteinte dentinaire sous-jacente. La perte de l'intégrité de la surface amélaire est décelable sans aides optiques ; la cavité amélaire localisée peut être évaluée par sondage, et révèle une dentine dure en profondeur. Le cliché bitewing objective une radioclarité sous la jonction amélo-dentinaire, étendue au tiers médian de la dentine.

- Option thérapeutique : on privilégiera une préparation à minima avec un accès limité aux sillons atteints, l'émail surplombant étant conservé de façon à ce que la largeur cavitaire en surface demeure inférieure au quart de la distance inter-cuspidienne vestibulo-linguale. Au niveau des molaires, une variante consiste à réaliser des tunnellisations dentinaires pour conserver les poutres d'émail occlusales (ponts d'émail).

La restauration adhésive fera appel aux systèmes adhésifs actuels et comblement cavitaire direct par stratification de résines composites micro hybrides. [47,106]

### **1.4 SI/STA 1.3**

Le diagnostic est basé sur la présence d'une cavité amélo-dentinaire (remplie de plaques et débris alimentaires) avec un fond dentinaire ramolli au sondage ; les ombres grises étendues aux zones périphériques sont révélatrices d'un émail non soutenu ; dans le cas des caries dites

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

« cachées », ces colorations grisâtres peuvent être étendues à toute la surface occlusale ceci sans perte des structures axiales périphérique (cuspidés et crêtes marginales), masquant la présence sous-jacente de dentine infectée envahissant toute la surface coronaire de la jonction amélo-dentinaire, au point de fragiliser les structures périphériques de la couronne dentaire.

Généralement, il y a présence associée de sensibilités dentinopulpaire. Le cliché bitewing objective une radioclarité, étendue latéralement sous la jonction amélo-dentinaire et en profondeur dans le tiers interne de la dentine.

- Option thérapeutique : malgré un accès occlusal plus large impliquant l'élimination sélective de l'émail surplombant périphérique au niveau des versants cuspidiens minés par la carie, la préparation s'appuiera toujours sur les principes d'économie tissulaire en conservant la dentine déminéralisée profonde et dans la mesure du possible l'enveloppe amélaire de façon à réaliser une restauration directe par technique sandwich ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR)-composite. [47,106]

### **1.5 SI/STA 1.4**

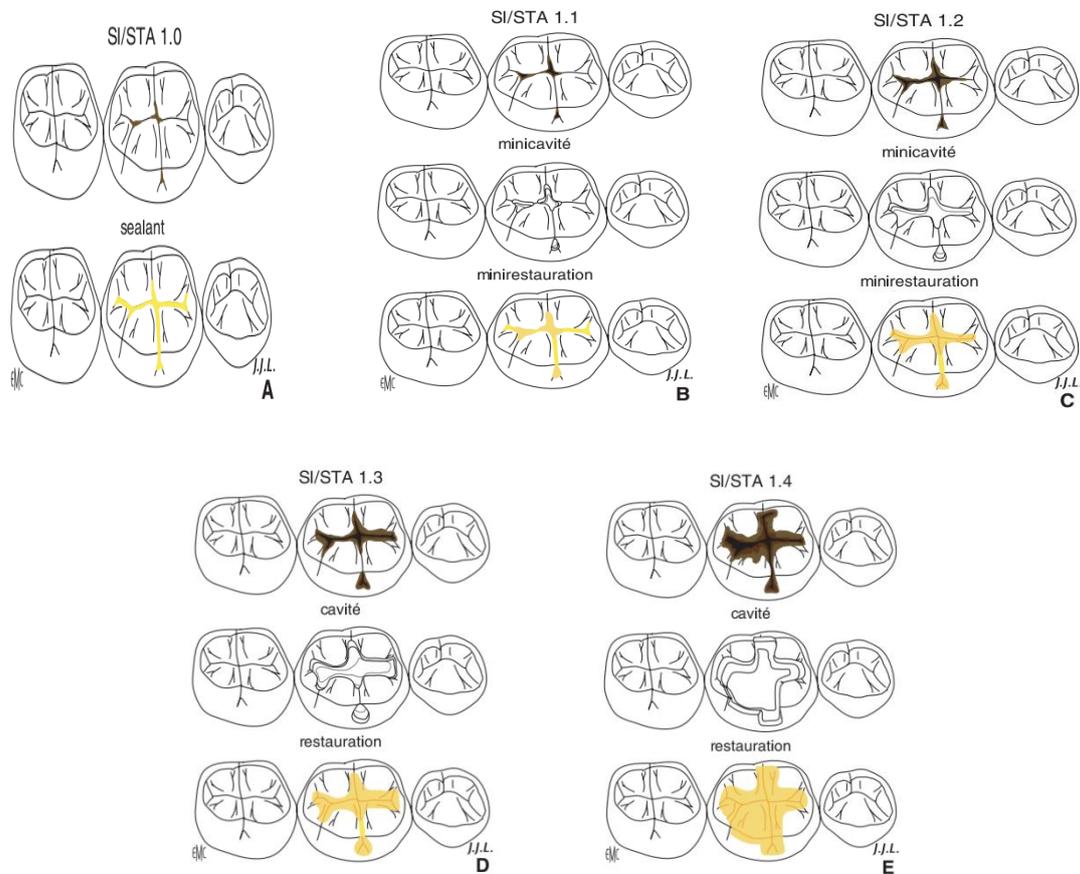
Le diagnostic est basé sur la présence d'une cavité amélo-dentinaire étendue au point de détruire une partie des structures dentaires périphériques et induisant une perte de résistance coronaire ; la lésion dentinaire étant para pulpaire, il y a possibilité de symptomatologie pulpaire.

- Option thérapeutique : en l'absence de symptômes de pulpite irréversible, la vitalité pulpaire doit être conservée, surtout chez le jeune, en vue de la réalisation d'une restauration à recouvrement (onlay), éventuellement après une phase de temporisation au moyen d'une restauration transitoire en amalgame, ciments verres ionomères ou composite.

Options cliniques pour les lésions de site coronaire ; la lésion dentinaire étant para pulpaire, il y a possibilité de symptomatologie pulpaire.

• Option thérapeutique : en l'absence de symptômes de pulpite irréversible, la vitalité pulpaire doit être conservée, surtout chez le jeune, en vue de la réalisation d'une restauration à recouvrement (onlay), éventuellement après une phase de temporisation au moyen d'une restauration transitoire en amalgame, ciments verres ionomères ou composite.

## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.



**Figure 45:** Schématisation clinique des lésions de site 1 et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ occlusal : stade 0, traitement non invasif par sealant (A) ; stade 1, obturation préventive du type Simonsen (B) ; stade 2, mini obturations ponctuelles non reliées entre elles (C) ; stade 3, restauration adhésive directe visant au renforcement des structures (D) ; stade 4, restauration adhésive étendue avec recouvrement occlusal partiel (E).

[47,106]

### 2 Thérapeutique des lésions de site 2

La situation clinique concerne toutes les lésions carieuses des aires de contact de toutes les dents. Pour ce site également, la démarche thérapeutique est identique, qu'il s'agisse de dents antérieures ou postérieures, bien que les différences de type anatomique conduisent à des formes de contour spécifiques à chacun des deux types morphologiques. [107]

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

### **2.1 SI/STA 2•0**

Le diagnostic est basé sur l'objectivation, sur le cliché rétro coronaire, d'une radioclarité localisée à l'émail avec, à la rigueur, une implication de la jonction amélo-dentinaire. En cas de doute sur l'absence de cavité, une séparation inter proximale est recommandée pour confirmer le diagnostic.

- Option thérapeutique : il s'agira d'un traitement non invasif de reminéralisation associé à une surveillance des lésions permettant de suivre leur évolution. En cas d'échec de la thérapie préventive, on passera au traitement restaurateur.

### **2.1 SI/STA 2•1**

Le diagnostic est basé sur l'objectivation, sur le cliché bitewing, d'une radioclarité amélaire étendue sous la jonction amélo-dentinaire, dans le tiers externe de la dentine. L'image reste difficilement interprétable en termes d'absence ou présence d'une cavité. À l'examen clinique, la translucidité de la crête marginale peut être modifiée et les micros cavitations de la surface proximale peuvent être révélées par la dilacération du fil dentaire.

- Option thérapeutique : il s'agira en toute circonstance de réaliser de petites obturations par injection d'un matériau adhésif (CVIMAR et composites) après des préparations ultraconservatrices avec conservation des crêtes marginales surplombantes et préservation du contact amélaire inter proximal. Ces microcavités gagnent à être réalisées avec l'apport d'aides visuelles (loupes et microscopes) et bénéficient du développement de nouveaux instruments de préparation sono abrasive. Plusieurs formes peuvent être distinguées en fonction de l'accessibilité à la lésion, notre préférence allant aux cavités tunnelliées occluso-proximales fermées obturées en technique mixte par CVIMAR interne et résine composite en surface. [107]

### **2.2 SI/STA 2•2**

Le diagnostic est basé sur l'observation de la crête marginale soulignée d'ombres grises accompagnées ou non de fissures. La cavité de l'émail proximal sous l'aire de contact proximal n'est pas toujours décelable cliniquement, et là encore les aides optiques sont utiles.

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

Le cliché bitewing indique une radioclarité dentinaire étendue au tiers médian avec une image possible de rétraction pulpaire.

- Option thérapeutique : on privilégiera une restauration par stratification de résine composites micro hybrides après réalisation d'une préparation occluso-proximale adhésive en forme de goutte, avec conservation si possible d'une partie de la crête marginale et d'un contact inter proximal. [107]

### **2.3 SI/STA 2•3**

Le diagnostic est aisé, du fait de la cavitation franche de l'émail proximal si la crête est effondrée, ou du fait de la présence d'un cerne grisâtre due à l'extension de la dentine ramollie sous la crête marginale. L'image radioclaire très nette est évocatrice d'une perte de substance avant même l'effondrement de la crête marginale. La zone radioclaire est latéralisée sur toute la hauteur proximale, étendue au tiers interne de la dentine, et présente une proximité pulpo-axiale. On observe toujours une image associée de rétraction pulpaire.

- Option thérapeutique : la perte de la face proximale se traduit par une cavité plus vaste, les limites vestibulaire et linguale se retrouvent situées au-delà de l'embrasure, l'émail cervical résiduel étant très fin, voire absent. Cette situation est techniquement difficile à gérer et toutes les solutions restauratrices sont envisageables en fonction du contexte général du patient : amalgame, composites directs, inlays onlays. Si la restauration adhésive directe est préconisée, on pourra privilégier une technique sandwich ouverte : verres ionomères/composites, cependant les techniques de restauration indirecte, plus aptes à reproduire une bonne anatomie proximale et une bonne étanchéité, pourront être préférées. Au niveau des dents antérieures, on conservera si possible l'angle incisif. [107]

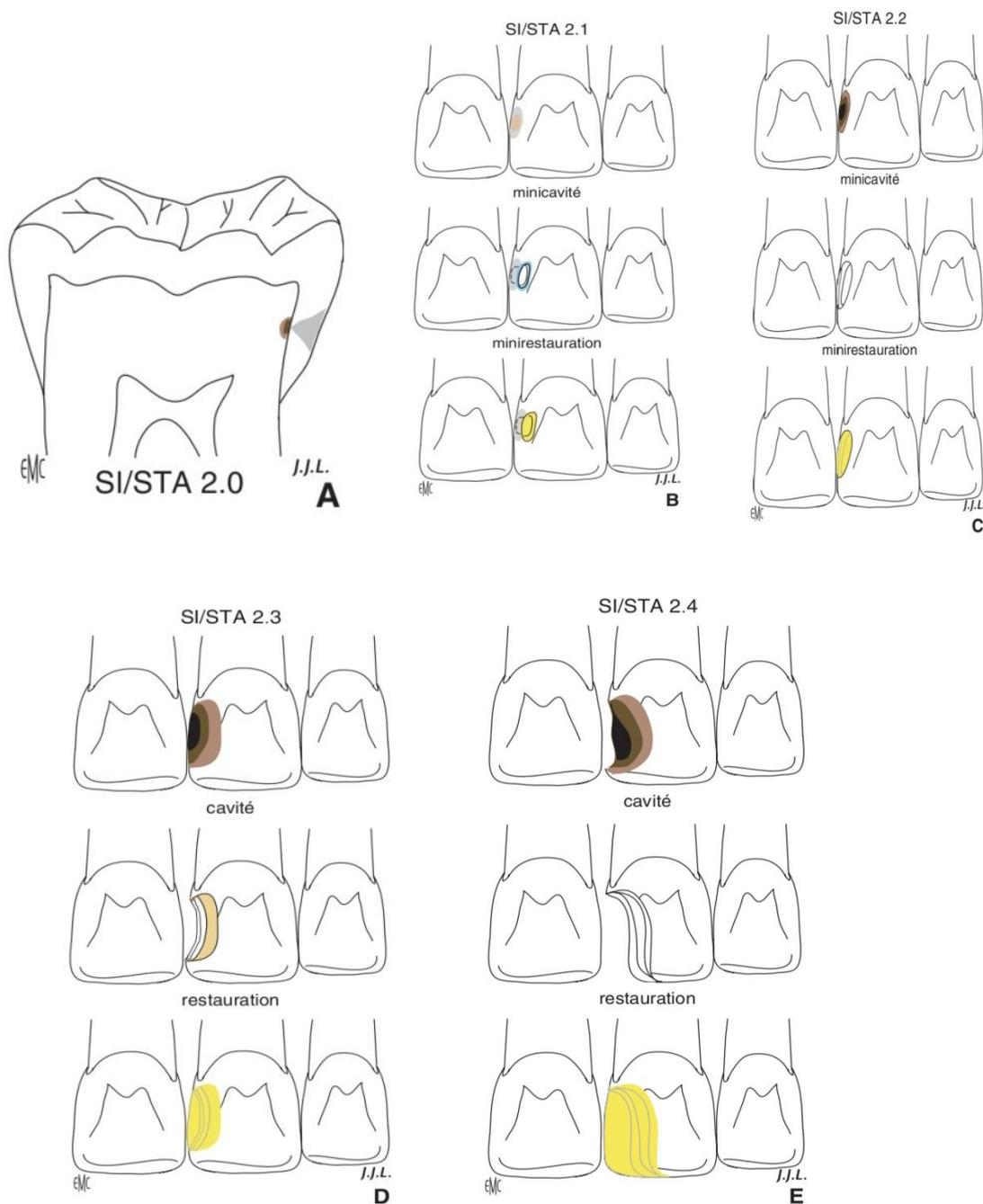
### **2.4 SI/STA 2•4**

Le diagnostic est évident du fait de l'effondrement de la crête marginale et de la destruction partielle des cuspides correspondantes, la radiographie précisant la proximité juxta pulpaire.

- Option thérapeutique : en l'absence de symptômes de pulpite irréversible, la vitalité pulpaire doit être conservée, surtout chez le jeune, en vue de la réalisation d'une restauration à recouvrement (onlay), éventuellement après une phase de temporisation au moyen d'une

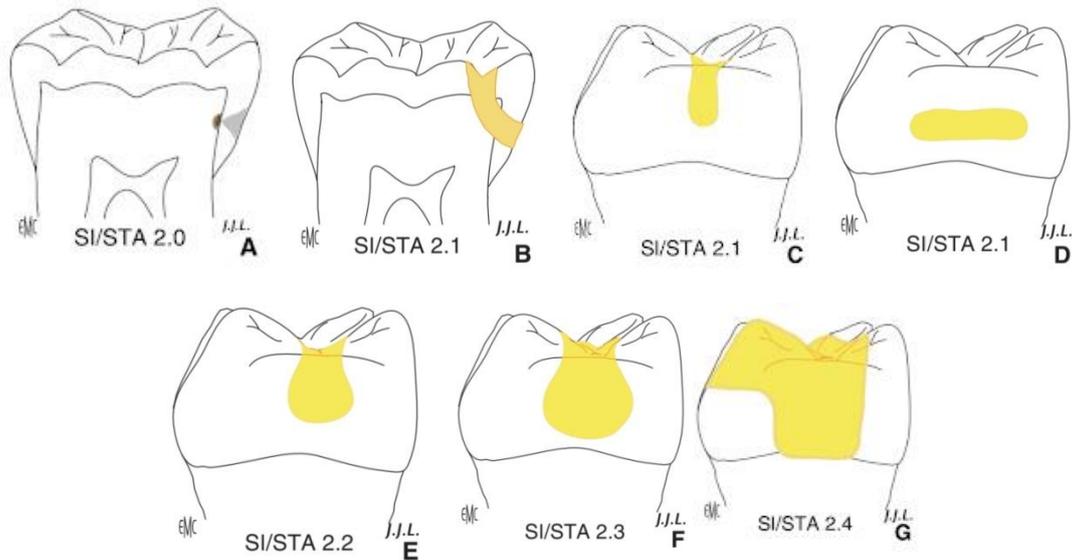
## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.

restauration transitoire en amalgame, CVI ou composite. Au niveau des dents antérieures, les restaurations incluent les angles incisifs et tout ou partie du bord incisal. [107]



**Figure 46:** Schématisation clinique des lésions de site 2, dents antérieures et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ proximal : stade 0, traitement non invasif par reminéralisation (A) ; stade 1, mini obturation tunnalisée (B) ; stade 2, mini obturations linguoproximale ou vestibuloproximale (C) ; stade 3, restauration adhésive trois faces avec conservation de l'angle incisif (D) ; stade 4, restauration adhésive étendue avec reconstruction du bord libre et de l'angle incisif (E). [107]

## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.



**Figure 47:** Schématisation clinique des lésions de site 2, dents postérieures et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ proximal : stade 0, traitement non invasif par reminéralisation (A) ; stade 1, mini obturations de type tunnalisé (B), de type vertical (C) ou de type horizontal (D) ; stade 2, mini obturation adhésive occlusoproximale en forme de goutte (E) ; stade 3, restauration adhésive proximale avec reconstruction complète de la crête marginale (F) ; stade 4, restauration adhésive étendue avec reconstruction cuspidienne (G). [107]

### 3 Thérapeutique des lésions de site 3

Le site 3 concerne toutes les lésions carieuses à point de départ cervical, amélaire ou dentinaire, sur toutes les faces de toutes les dents.

Le site 3 présente deux spécificités :

- la première est que la lésion peut indifféremment être initiée au niveau de l'émail, chez le jeune, ou au niveau de la dentine chez les patients âgés ou en cas de récession parodontale.
- la seconde spécificité est que le traitement non invasif d'inactivation de ces lésions peut être entrepris y compris en présence d'une cavitation superficielle, en laissant donc une cicatrice cavitaire, sous réserve d'une élimination efficace de la plaque.

#### 3.1 SI/STA 3•0

Le diagnostic clinique est basé sur la présence d'une tache blanche sans cavitation, si la lésion est initiée au niveau de l'émail (carie coronaire) ou sur l'observation d'une zone cémento-dentinaire exposée, colorée plus ou moins érodée si la carie est radiculaire.

## **Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.**

---

- Le traitement non invasif consiste dans la reminéralisation de la lésion qui peut être obtenue par application de vernis fluoré après élimination de la plaque et contrôle du risque carieux.

### **3.2 SI/STA 3•1**

Le diagnostic clinique est basé sur la présence d'une cavité superficielle épargnant la jonction amélo-dentinaire, soit dans l'émail, soit dans la dentine selon qu'il s'agit d'une lésion coronaire ou radiculaire.

- Après reminéralisation de la lésion, une restauration adhésive peut être réalisée pour restituer l'anatomie cervicale, favoriser le contrôle de plaque et éventuellement pour masquer l'aspect inesthétique de la cicatrice. Les matériaux bioactifs tels que les verres ionomères seront préférables chez les patients à risque carieux élevé, sinon les systèmes adhésifs auto-mordançants associés aux résines composites peuvent convenir.

### **3.3 SI/STA 3•2**

- Les lésions sont corono-radiculaires et s'étendent en direction apicale et proximale ; la cavitation est plus étendue en surface qu'en profondeur.

- Les options thérapeutiques sont la réalisation de préparation à minima sans forme particulière suivie d'une obturation adhésive comme au stade précédent.

### **3.4 SI/STA 3•3**

Le diagnostic clinique est basé sur la présence d'une cavitation franche, exposant la dentine cariée. La lésion est à cheval sur la jonction amélo-cémentaire, et concerne également les faces proximales.

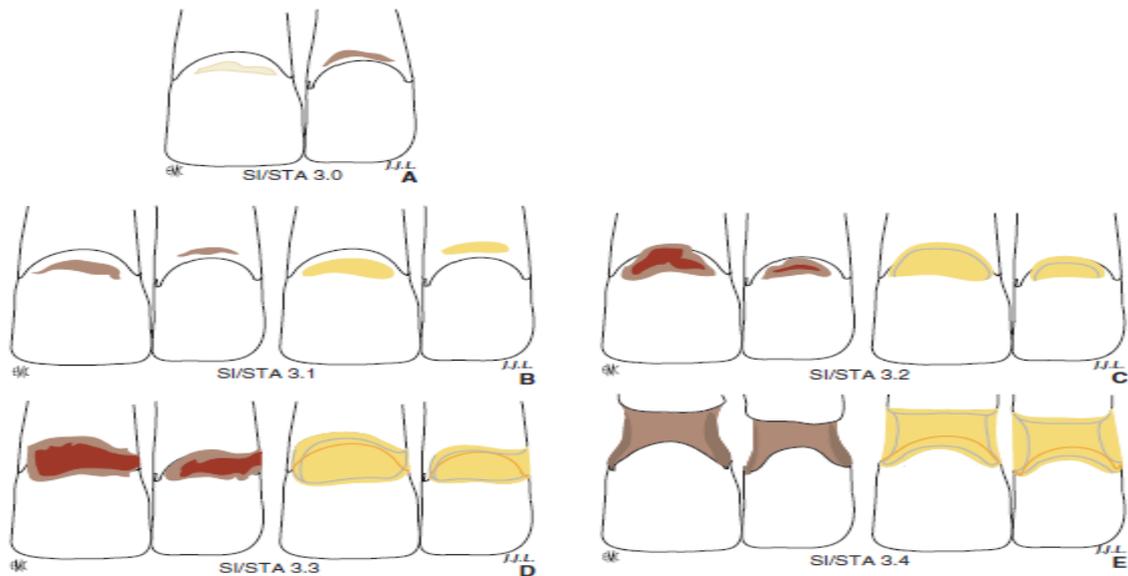
- Options thérapeutiques : ces situations correspondent la plupart du temps à des patients polycariés, chez lesquels le traitement étiopathogénique de contrôle des facteurs de risque bactérien, salivaire, ou nutritionnel, est bien sûr primordial. Les préparations sont réduites à l'élimination des seuls tissus cariés.

L'objectif des restaurations est avant tout de restituer des profils d'émergence cervicaux plus favorables au contrôle de plaque. Les restaurations seront considérées comme des restaurations de temporisation. Les matériaux bioactifs seront privilégiés. Les verres ionomères sont recommandés en première intention.

## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.

### 3.5 SI/STA 3•4

- Il s'agit d'une carie rampante dite aussi en « nappe » avec cavitation étendue à tout le pourtour radulaire et risque de fracture radulaire.
- Les options thérapeutiques sont les mêmes qu'au stade précédent.



**Figure 48:** Schématisation clinique des lésions de site 3 et options de traitement proposées selon les différents stades d'évolution des lésions carieuses à point de départ cervical, coronaire ou radulaire : stade 0, traitement non invasif par reminéralisation (A) ; stade 1, mini-obturation en ciments verres ionomères modifiés par addition de résine (CVIMAR) ou en résine composite (B) ; stade 2, obturation cervicale vestibulaire en CVIMAR ou en résine composite (C) ; stade étendue aux faces proximales (D) ; stade 4, restauration de temporisation en CVI faisant le tour de la racine (E). [107]



**Figure 49:** Exemple de lésion carieuse de site 3 stades 0, 1, et 2, chez une patiente sous Médication neuroleptique : situation initiale (A) ; inactivation et reminéralisations des lésions (B) ; restauration par résine composite adhésive. (C) : une fois le risque carieux contrôlé. [108]

## Chapitre V : Choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.

**Tableau 16 :** Recommandations thérapeutiques proposées à titre indicatif chez un patient dont le risque carieux est contrôlé, en rapport avec les différents sites et stades de lésions carieuses de la classification SI/STA. [28]

	Site 1	Site 2	Site 3
Stade 0	Applications fluorées immédiatement post éruptives Scellement des puits et sillons par ciments verres ionomères (sealant CVI) Scellement des puits et sillons par les résines composites adhésives si la digue peut être installée (sealant composite)	Application topique de fluorures 4 fois par an, jusqu'à stabilisation des lésions et reminéralisation (verniss et gel, en complément des dentifrices et bains de bouche)	Applications topiques d'agents antibactériens (chlorhexidine) et reminéralisants fluorures, 4 fois jusqu'à reminéralisation des lésions.
Stade 1 et 2	Réalisation de mini cavités occlusales par préparation rotative (micro fraises), cinétique (air abrasion), vibratoire (sono abrasion et ultra sono abrasion) ou photo ablation (lasers) Obturations préventives à minima de Simonsen (mini obturations adhésives par résine composite et sealant).	Mini cavités strictement proximales ou occluso-proximales (mini box ou tunnel) par micro-instrumentation rotative et sono abrasion. Obturations à minima par CVIMAR en l'absence de contacts occlusaux sur la restauration ou par composites directs antérieurs et postérieurs.	Reminéralisation des lésions en première intention, élimination sélective des tissus altérés en surface suivies si nécessaire d'obturations par ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMAR). Restauration esthétiques directes en composites si incidence esthétique.
Stade 3	Elimination chirurgicale sélective de la dentine infectée préservant le complexe dentinopulpaire. Restauration adhésive visant au renforcement des structures dentaires résiduelles par collage ou recouvrement. Chez le jeune, préférer les techniques directes (sandwich fermé CVI /composite)	Elimination chirurgicale sélective de la dentine infectée préservant le complexe dentinopulpaire Restaurations adhésives visant à renforcer des structures dentaires résiduelles par collage et /ou recouvrement Dents antérieures : privilégier les composites directs stratifiés, tant que les exigences esthétiques l'autorisent Dents postérieures : privilégier les restaurations indirectes plus esthétiques et /ou durables (onlays en composite, céramique, ou métallique) ; temporiser en recourant aux techniques sandwichs ouvertes dans les situations intermédiaires ou à risque.	Restaurations de temporisation par ciments verres ionomères Restaurations prothétiques après dépulpaion.
Stade 4	Elimination des tissus cariés et altérés et traitements bioconservateurs de la vitalité pulpaire Restauration préservant le complexe dentinopulpaire et rétablissant la fonction occlusale (onlays- overlays et couronnes à recouvrement)	Elimination des tissus cariés et altérés et conservation de la vitalité pulpaire si possible, la dépulpaion étant souvent inévitable Dents postérieures : restauration rétablissant la fonction occlusale onlays-overlays et couronnes à recouvrement) et assurant la protection du parodonte marginal Dents antérieures : restaurations directes par collage et stratification de résine composite esthétique, Facettes et couronnes en céramique en fonction des impératifs esthétiques et mécaniques.	Restauration de temporisation par ciments verres ionomères Restaurations prothétiques après dépulpaion.

## CONCLUSION

---

### Conclusion

Les progrès des matériaux et techniques qu'a connu la dentisterie durant cette dernière décennie permettant le passage de traitement d'un modèle chirurgicale traditionnel qui considère la carie comme une lésion qui doit être traitée chirurgicalement en éradiquant les structures dentaires déminéralisées et en les remplaçant par un matériaux inerte sensé restituer à la dent son aspect initial ,sa forme et sa fonction à un modèle médical qui considère la carie comme une maladie infectieuse dont les lésions sont traitées par l'instauration des mesures prophylactiques individualisées visant la reminéralisation des lésions .

Donc on conclure que la dentisterie restauratrice doit évoluer vers la dentisterie à minima qui n'est pas un effet de mode mais qui doit être une pratique clinique quotidienne, dans laquelle la préparation cavitaire doit s'inscrire dans un concept médical préventif qui consiste à prévenir et surveiller avant de traiter et obturer, lorsque la préparation cavitaire s'impose, elle se fera en respectant le principe d'économie tissulaire qui doit guider nos stratégies thérapeutiques.

Enfin, l'évolution des moyens diagnostics et thérapeutique doit se poursuivre pour réduire d'avantage nos cavités et pourquoi pas supprimer la nécessité de les réaliser par la prévention de la maladie carieuse.

## **Résumé**

La dentisterie à minima est une philosophie de travail visant à préserver au mieux les tissus durs dentaires. Elle a pour but de conserver leurs propriétés biomécaniques et d'être le moins invasif possible donc, de limiter l'étendue de nos restaurations lors d'une éventuelle ré-intervention. L'évaluation du risque carieux et la sensibilisation de nos patients à ces risques sont indispensables pour un succès thérapeutique. Seuls les patients à risque carieux faible pourront être candidat aux actes de micro dentisterie conservatrice. Parmi ces soins ultra-conservateurs, nous pouvons citer les préparations tunnel et slot. Elles procèdent des indications restreintes nécessitent un matériel spécifique et de suivre un protocole strict et minutieux. Cependant, elles permettent de préserver une structure d'intérêt : la crête marginale périphérique.

L'introduction abordera un rappel sur la carie dentaire; La première partie exposera l'évolution des concepts thérapeutiques en dentisterie ; la seconde, les différentes phases du traitement, les matériaux et les matériels utilisés en dentisterie adhésive à minima ; la troisième, les différentes méthodes d'éviction des tissus carieux; la dernière, présentera le choix thérapeutique des lésions carieuses en fonction des sites et des stades.

## **Abstract**

Minimal dentistry is a philosophy of working Faysant to protect better the hard dental tissues. Its purpose is to conserve its biomechanical properties and to be the least invasive, to limit the extent of our restoration of possible re intervention. The evaluation of the risk of tooth decay and the sensibilisation of our patients of their risks is indispensable for a therapeutic success.

Only patients who are suffering from a weak risk of tooth decay can be candidate to acts of micro dentistry conservative.

Among these care ultra conservatives, we can mention the preparations of the tunnel and slot.

They precede restraint indications need a special and specific material and also to follow a hard and strict protocol and meticulous. However, they allow to preserve and protect the structure of interest: the marginal peripheral ridge, the introduction will land a reminder to tooth decay; the first part expose the evolution of therapeutic concepts in dentistry domain.

The second, the different phases of caring, materials and useful materials of tooth decay adhesives. Third, different methods of tooth decay tissues' eviction. The last, will present the therapeutic choice of tooth decay lesions in function of sites and stadiums.

# BIBLIOGRAPHIE

## Bibliographie

1. Pr.PERARD. Dentisterie restauratrice à minima, Minimally invasive dentistry.; 05/02/2020
2. Lasferguesjj.Evolution des concepts en odontologie conservatrice. Du model chirurgical invasif au model médical préventif. Info Dent.1998 ; 40 ; 3111-3124.
3. J-J, Colon P. Odonologie Conservatrice et restauratrice Tome1 : une approche médicale globale.Cdp Wolters Kluwer France 2010.p135
4. Lasfergues J-J. Evolution des concepts en odontologie conservatrice. Du model chirurgicale invasif au model médical préventif. Info Dent. 1998. p65-77
5. Lasfergues J-J, Colon P. Odonologie Conservatrice et restauratrice Tome1 : une approche médicale globale.Cdp Wolters Kluwer France 2010.p144-145
6. Hennequin M.Dynamique du processus carieux initial. Real cliniques 1999.p483-501
7. <http://cours-dentaire.blogspot.com/2011/03/le-curetage-dentinaire.html?m=1>
8. ATTAL et coll. Matériaux alternatifs à l'amalgame. Association dentaire française, Paris, 2002.
9. COLON P., KUHN G., DOMEJEAN-ORLIAGUET S. Evolution des concepts en Odontologie Restauratrice. Revue d'Odonto-Stomatologie, 2000 ; 29(4) : 173 -178.
10. Badet C. Richard B. étude clinique de la carie. EMC-dent .2004p40-48
11. Lasfergues J-J, Colon P. Odonologie Conservatrice et restauratrice Tome1 : une approche médicale globale.Cdp Wolters Kluwer France 2010.p 205-206
12. Lasfergues J-J, Louis J-J, Kaleka R. Classification des lésions carieuses de Black au concept actuel par sites et stades. EMS (Elsevier SAS, Paris). Odontologie. 2006. p23-69.
13. Colon P. Regards sur les évolutions de l'odontologie conservatrice sur ces 20 dernières années. Real Clin 2010.p 21 ; 25-32.
14. <https://fr.slideshare.net/AbdeldjalilGadra/les-concepts-actuels-de-prparation>
15. <https://e-dentaire.blogspot.com/2012/08/les-principes-de-black.html?m=1>
16. Black GV. A work on operative dentistry; the technical procedures in filling teeth. Woodstock : medico-dental publishing company ; 1904
17. J.-J. Lasfergues, J.-J. Louis, R. Kaleka .Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades ,7
18. Lasfergues J-J. Evolution des concepts en odontologie conservatrice. Du modelchirurgicale invasif au model médical préventif. Info Dent. 1998. p40 ; 3111-3124.

## BIBLIOGRAPHIE

19. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. One topical fluoride (toothpastes, or mouthrinses, or gels, or varnishes) versus another for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;1
20. Mount GJ, Hume WR. *Préservation et restauration de la structure dentaire*. Bruxelles: DeBoeck Université; 2002
21. COLON P., BESNAULT C. La stratégie de la préparation des cavités. *Actualités OdontoStomatologiques*, 1997 ; (197) : 211 -223.
22. COLON P., KUHN G., DOMEJEAN-ORLIAGUET S. Evolution des concepts en Odontologie Restauratrice. *Revue d'Odonto-Stomatologie*, 2000 ; 29(4) : 173 -178.
23. Mount GJ. Classification for minimal intervention. *Quintessence Int* 2000
24. Mount GJ, Hume RW. A new classification for dentistry. *Quintessence Int* 1997
25. Lasfargues JJ, Kaleka R, Louis JJ. New concepts of minimally invasive preparations: a SI/STA concept. In: Roulet JF, Degrange M, editors. *Adhesion: the silent revolution*. London: Quintessence; 2000. p. 107-52
26. DECUP F., TISON B. et LASFARGUES J.J. Intervention restauratrice minimale : mini-cavités et mini-obturations. EMC (Elsevier SAS Paris), *Odontologie*, 23-144-A-10.958, 2006
27. Mount GJ, Hume WR. A revised classification of carious lesions by site and size. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 1997;28(5):301-3.
28. Lasfargues, J.-J. Louis, R. Kaleka. Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades ,7
29. Mount GJ, Hume WR. A revised classification of carious lesions by site and size. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 1997;28(5):301-3.
30. Lasfargues J.-J., Louis J.-J., Kaleka R. Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades. EMC (Elsevier SAS, Paris), *Odontologie*, 23-069-A-10, 2006
31. ABDALLAOUI F., CHRAIBI B., JAOUHARI ELABRARI M. Dépistage précoce des lésions carieuses proximales débutantes : étude clinique et radiographique. *Inf Dent (Paris)* 2001;(14) :1005-1013.9
32. [https://cdn.websiteeditor.net/50befd41f5384db9b59f3b7296cd351f/files/uploaded/O41920minima.pdf?fbclid=IwAR2vJA6DDmqjLNNhP12PxcP7b7iumOoGs1Ut2pajFUut9\\_axrmf7HsFZRY0](https://cdn.websiteeditor.net/50befd41f5384db9b59f3b7296cd351f/files/uploaded/O41920minima.pdf?fbclid=IwAR2vJA6DDmqjLNNhP12PxcP7b7iumOoGs1Ut2pajFUut9_axrmf7HsFZRY0)
33. Anna Shkarpetina. La dentisterie micro-invasive : techniques et intérêts. *Sciences du Vivant [q-bio]*.2016. fffhal-01932238ff
34. CHALA S.\*, BOUAMARA R.\*, ABDALLAOUI F. Les méthodes de diagnostic des lésions carieuses initiales. *Rev Odont Stomat* 2004;33:297-310
35. Beunard. V. *Odontologie Conservatrice Micro Invasive*. [Thèse]. Université de NANTE, 19 octobre 2005.
36. Djermane I, Atillah J, Henni S. Evaluation Clinique et radiologique des restaurations au composites au niveau du service d'Odontologie Conservatrice Endodontie du CHU Tlemcen. [Mémoire]. Université de Tlemcen.

## BIBLIOGRAPHIE

37. Christophe Anceaux. Les différents moyens de diagnostic des caries proximales. Science du Vivant [q-bio]. 2011. fhal-01738766ff. HALId:hal-01738766 <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01738766> Submitted on 20 Mar 2018
38. Marc Bergé. Le Diagnodent, détecteur de carie à fluorescence laser : apport d'un nouveau moyen de détection dans le diagnostic des lésions carieuses. Sciences du Vivant [q-bio]. 2001. fhal-01738758f
39. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0111>
40. EGGERTSSON H., ANALOUI M., VAN DER VEEN M.H., GONZALEZCABEZAS C., ECKERT G.J., STOOKEY G.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.
41. [http://cms.kometdental.de/fileadmin/user\\_upload/presse/Revue\\_de\\_Presse/Octobre\\_2012/RC\\_Decup\\_Lasfargues\\_Sono\\_Abrasion.pdf](http://cms.kometdental.de/fileadmin/user_upload/presse/Revue_de_Presse/Octobre_2012/RC_Decup_Lasfargues_Sono_Abrasion.pdf)
42. Anna Shkarpetina. La dentisterie micro-invasive : techniques et intérêts. Sciences du Vivant [q-bio]. 2016. fhal-01932238ff
43. <https://www.google.com/uRL?sa=t&source=web&rct=j&url=https://fmedecine.univ-setif.dz>
44. Mathilde Berthod Crepin. Les moyens de préventions de la carie dentaire. Sciences pharmaceutiques. 2000. fdumas-01511242
45. Anna Shkarpetina. La dentisterie micro-invasive : techniques et intérêts. Sciences du Vivant [q-bio]. 2016. fhal-01932238f
46. <https://fr.slideshare.net/AbdeldjalilGadra/les-concepts-actuels-de-preparation>
47. Lasfargues J.-J., Louis J.-J., Kaleka R. Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades. EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie, 23-069-A-10, 2006.
48. <https://www.em-consulte.com/article/1097981/dentisterie-restauratrice-a-minima>
49. [https://www.academia.edu/30527718/A\\_MINIMAA](https://www.academia.edu/30527718/A_MINIMAA)
50. evolution des concepts thérapeutique en dentisterie restauratrice thèse N42.20.02.34 18 décembre 2002
51. odontologie conservatrice micro invasive Université de Nantes
52. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932238/document>
53. <https://www.information-dentaire.fr/formations/preparations-et-restaurations-adhesives-a-minima-apport-des-techniques-sono-abrasives/>
54. <https://cdn.websiteeditor.net/50befd41f5384db9b59f3b7296cd351f/files/uploaded/O41920minima.pdf>
55. <https://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/systeme-adhesif-et-composite-repercussions-sur-lorgane-dentinopulpaire.html>
56. <https://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/systeme-adhesif-et-composite-repercussions-sur-lorgane-dentinopulpaire.html>
57. [https://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA\\_TD\\_2007\\_MONTAGNE\\_PATRICK.pdf](https://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_TD_2007_MONTAGNE_PATRICK.pdf)
58. <http://cours-dentaire.blogspot.com/2011/03/le-curetage-dentinaire.html?m=1>

## BIBLIOGRAPHIE

59. ATTAL et coll. Matériaux alternatifs à l'amalgame. Association dentaire française, Paris, 2002.
60. COLON P., KUHN G., DOMEJEAN-ORLIAGUET S. Evolution des concepts en Odontologie Restauratrice. Revue d'Odonto-Stomatologie, 2000 ; 29(4) : 173 -178.
61. TASSERY H., et coll. Le traitement chirurgical des lésions carieuses. Réalités Cliniques, 2000 ; 11(1) : 85 – 102.
62. KIDD E.A.M. Caries removal and the pulpo-dentinal complex. Dental Update, 2000; 35: 104- 110.
63. LASFARGUES J. P. Evolution des concepts en Odontologie Conservatrice. Information Dentaire, 1998 ; (40) : 3111- 31124.
  
64. Snejana Ts., Georgi T. Changements morphologiques du tissu dentaire dur préparé par laser Er:YAG. Laser. 2013;3(1):12-16.
65. DELBOS Y, NANCY J. Carisolv® ou la dissolution chimique de la carie à la portée de tous enfin opérationnelle. Rev D'Odonto-Stomatol. déc 2005;293-300
66. Kakaboura A, Masouras C, Staikou O, Vougiouklakis G. A comparative clinical study on the carisolv caries removal method. *Quintessence Int* 2003;34:269-71
67. AZRAK B., CALLAWAY A., GRUNDHEBER A., STENDER E., WILLERSHAUSEN B. Comparison of the efficacy of chemomechanical caries removal (Carisolv) with that of conventional excavation in reducing the cariogenic flora. *Int J Pediatr dent* 2004;14(3):182-191
68. Kappler O, Anich B, Stoeger H, Popowytsh C, Randall R., Haerberlein I. Removal of infected dentin by an enzymatic caries removal system. Dublin, Ireland; 2006
69. Ahmed AAR, García-Godoy F, Kunzelmann K-H. Self-limiting caries therapy with proteolytic agents. *Am J Dent*. oct 2008;21(5):303-312.
70. Anegundi R, Patil S, Shetty S, Tegginmani V. A comparative microbiological study to assess caries excavation by conventional rotary method and a chemo-mechanical method. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3(4):388.
71. Amira Besbes. Ozonothérapie et médecine dentaire: mythe ou réalité 2022
72. <https://www.lifedentalspa.ro/fr/d%C3%A9tartrage-et-ozonoth%C3%A9rapie/>
73. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature *J Dent* 2008;36(2):104-16. Epub 2007 Dec 31
74. Rickard GD, Richardson RJ, Johnson TM, McColl DC, Hooper L Ozone therapy for the treatment of dental caries
75. <http://www.healozone.de/en/healozone/healozone-x4.htm>
76. <http://www.wh.com/fr/france/produits-dentaires/prophylaxie-parodontologie/generateur-ozone/prozone/>

## BIBLIOGRAPHIE

77. <http://www.dentistecentrevillemontreal.ca/proc%C3%A9dures/la-dentisterie-restauratrice/air-abrasion/>
78. Tassery H. Dentisterie restauratrice a minima. 2006;EMC-Odontol Elsevier Paris. 2006; 23–145. (EMC-Odontol Elsevier Paris. 2006; 23–145.):EMC-Odontol Elsevier Paris. 2006; 23–145.
79. Banerjee A, Thompson ID, Watson TF. Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion. J Dent. janv 2011;39(1):2 7.
80. Hegde VS, Khatavkar RA. A new dimension to conservative dentistry: Air abrasion. J Conserv Dent JCD. 2010;13(1):4 8.
81. <https://www.kavo.com/dental-instruments/rondoflex-plus-360-special-instruments>.
82. Naute, O. Les techniques d'éviction carieuse : mise au point en 2014. 2014.
83. : Beunard V. Odontologie conservatrice micro-invasive.[Thèse d'exercice : Chirurgie dentaire]. [Nantes]: Université de Nantes; 2005.
84. Decup et Lasfergues .Techniques actuelles de restauration adhésive des dents, 2014 ; 52 :78-85.
85. H Tassery, JL Victor, G Coudert, JL Brouillet... - EMC-Odontologie Dentisterie restauratrice à minima..., 2006.
86. : Marc Lugand.LES ULTRASONS EN ODONTOLOGIE CONSERVATRICE ET ENDODONTIE : DONNEES ACTUELLES [These].Université de LORRAINE 2013.
87. [http://cms.kometdental.de/fileadmin/user\\_upload/presse/Revue\\_de\\_Presse/Octobre\\_2012/RC\\_Decup\\_Lasfergues\\_Sono\\_Abrasion.pdf](http://cms.kometdental.de/fileadmin/user_upload/presse/Revue_de_Presse/Octobre_2012/RC_Decup_Lasfergues_Sono_Abrasion.pdf)
88. Lafargues J J, Kaleka R, Louis J J, Le concept SI/STA. Guide thérapeutique en dentisterie restauratrice prophylactique et adhésive. Entretiens de Bichat. Odontologie et stomatologie. Paris : Expansion scientifique française. 1999 : 41-
89. Stamos D E, Sadeghi E M, Haasch G C, Gerstein H, A invitro comparison study to quantitative the debridement ability af hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. J. Endod., 1987: 13, 9, 434-40.
90. Claire ALAMARGUY. Le laser et ses utilisations en Odontologie conservatrice [these]. UNIVERSITE NANCY POINCARÉ-NANCY1.
91. Chala, R. Bouamara, F. Abdallaoui, **Les Methodes De Diagnostic Des Lesions Carieuses Initiales**, Revue D'ondonto-Stomatologie 2004; 33:297-310
92. Manfred Wjttschier **Lasers In Caries Therapy: A Report On Clinical Experience** J Oral Laser Applications 2001:1:125-132. 38.
93. Marc **Demonet Utilisation Des Lasers Pour L'enregistrement Et Le Contrôle De La Carie Dentaire** Information Dentaire N° 8 Du 21 Février 2001.
94. <https://images.app.goo.gl/mCwMm1HoCPdLXNe98>
95. Brooks Sg, Ashley S, Fisher J, Davies Ga, Griffiths J, Kester Rc Et Al. **Exogenous Chromophores For The Argon And Nd:Yag Lasers: A Potential Application To Laser-Tissue Interactions**. Lasers Surg Med 1992;12:294-302
96. *Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H. Scanning Electron Microscopic Analysis Of Diseased And Healthy Dental Hard Tissues After Er:Yag Laser Irradiation: In Vitro Study*. J Endodont 1999;25:543-546.
97. Koukichi Matsumotoa, Mozammal Hossain, Nobuyuki Tsuzukis Yoshishige Yamada **Morphological And Compositional Changes Of Human Dentin After Er:Yag Laser Irradiation** J Oral Laser Applications 2003;3:15-20.
98. Koukichi Matsumoto **Laser Treatment Of Hard Tissue Lesion** Journal Oral Laser Applications 2004;4:235-248

## BIBLIOGRAPHIE

99. G.G.Y. Marcon Et B. Vidal **Effet De L'irradiation Laser À C O 2 Sur La Dentine Des Dents Humaines** Journal De Physique Iv Colloque Cl, Supplément Au Journal De Physique Iii, Vol. 1, Décembre 1991 239\_244 P.
100. Slutzky-Goldberg I, Nuni E, Nasralla W, Stabholz A, Moshonov J. **The Effect of Co2 Laser on the Permeability of Dentinal Tubules: A Preliminary in Vitro Study.** *Photomed Laser Surg* 2008; 26:61-64.
101. Cosmin Balabuc, Mariana Miron, Camelia Demian, Meda Negrutiu, Laura Filip, Carmen Todea **Effectsof 980 Nm High-Powerdiode Laser Irradiation On Enamel Microhardness Tmj** 2007, Vol. 57, No. 2 – 3 15.
102. Peter Verheyen **Photopolymerization With The Argon Laser J Oral Iaser Applications** 2001;49-54
103. Cakar G, Kuru B, Ipci Sd, Aksoy Zm, Okar I, Yilmaz S. **Effect Of Er:Yag And Co2 Lasers With And Without Sodium Fluoride Gel On Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscope Examination.** *Photomed Laser Surg* 2008; 26:565-571.
104. Koukichi Matsumotoa, Mozammal Hossain, Nobuyuki Tsuzukis Yoshishige Yamada **Morphological And Compositional Changes Of Human Dentin After Er:Yag Laser Irradiation J Oral Laser Applications** 2003;3:15-20
105. ZERO, D.T.; FONTANA, M.; MARTÍNEZ-MIER, E.A.; FERREIRA-ZANDONÁ, A.; ANDO, M.; GONZÁLEZ-CABEZAS, C.; BAYNE, S. **The Biology, Prevention, Diagnosis and Treatment of Dental Caries: Scientific Advances in the United States J Am Dent Assoc** 2009, 140: 25S-34S.
106. Lasfargues J.-J., Louis J.-J., Kaleka R. **Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades.** EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie, 23-069-A-10, 2006

