



HAL
open science

Le fluorure diamine d'argent en odontologie : revue de la littérature

Julie Deymonaz

► **To cite this version:**

Julie Deymonaz. Le fluorure diamine d'argent en odontologie : revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-04038219

HAL Id: dumas-04038219

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04038219v1>

Submitted on 20 Mar 2023

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Le Fluorure Diamine d'Argent en odontologie : revue de la
littérature***

Présentée par

DEYMONAZ Julie

Né(e) le 04/06/1997

A La Ciotat (13)

Thèse soutenue le **30 septembre 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RASKIN Anne

Assesseurs : Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur VEYRE-GOULET Sophie

Docteur BALLESTER Benoit

Invité : Docteur MADENIAN Pauline

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Le Fluorure Diamine d'Argent en odontologie : revue de la
littérature***

Présentée par

DEYMONAZ Julie

Né(e) le 04/06/1997

A La Ciotat (13)

Thèse soutenue le **30 septembre 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RASKIN Anne

Assesseurs : Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur VEYRE-GOULET Sophie

Docteur BALLESTER Benoit

Invité : Docteur MADENIAN Pauline

ADMINISTRATION

Doyens Honoraires	Professeur	Raymond SANGIUOLO ⁺
	Professeur	Henry ZATTARA
	Professeur	André SALVADORI
	Professeur	Jacques DEJOU
Directeur	Professeur	Bruno FOTI
Directeurs adjoints	Professeur	Michel RUQUET
	Professeur	Anne RASKIN
Chargés de missions		
Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET
Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'Etudes Spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN
Responsable Administrative	Madame	Katia LEONI

PROMOTIONS :

2019 Raymond SANGIUOLO

2020 Gaston BERGER

2021 Joseph MIGOZZI

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

BUKIET Frédéric (58-01)
FOTI Bruno (58-02)
LE GALL Michel (56-01)
MONNET-CORTI Virginie (57-01)
RASKIN Anne (58-01)
RUQUET Michel (58-01)
TARDIEU Corinne (56-01)
TARDIVO Delphine (56-02)
TASSERY Hervé (58-01)
TERRER Elodie (58-01)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

ABOUT Imad (65)

PROFESSEURS ÉMÉRITES

DEJOU Jacques (58-01)
HUE Olivier (58-01)

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	MAILLE Gérald (58-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MENSE Chloé (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)	TAVITIAN Patrick (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)	TOSELLO Alain (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉS

BALLESTER Benoît (58-01)
BLANCHET Isabelle (58-01)
CASAZZA Estelle (58-01)
SILVESTRI Frédéric (58-01)

CHEFS DE CLINIQUE DES UNIVERSITÉS - ASSISTANTS DES HÔPITAUX

ANTEZACK Angeline (57-01)	MADENIAN Pauline (58-01)
ARNIER Canelle (56-01)	MANSUY Charlotte (58-01)
BAUDINET Thomas (58-01)	MARCHAL Paul (58-01)
BOREL Guillaume (56-02)	MARTIN William (56-01)
BRINCAT Arthur (57-01)	ONGHENA Tom (56-01)
BROS Agnès (56-01)	PASCHEL Laura (58-01)
CHIARINI Thomas (58-01)	PILLIOL Virginie (58-01)
DUPRAT Florence (56-01)	PRINCE Fanny (57-01)
FAURE-BRAC Mathias (57-01)	RAYNAUD Camille (58-01)
FERRE Enzo (58-01)	REYNAL Florence (56-01)
FOUQUES Agathe (56-01)	ROMAO Vincent (57-01)
HAMMOUTENE Stéphane (57-01)	ROUSCOFF Eva (57-01)
LAFONT Jacinthe (57-01)	SADOWSKI Camille (57-01)
LAURENT Camille (58-01)	TERRER Jérémy (58-01)
LIOTARD Alicia (58-01)	VEILLARD Pierre (56-01)

ASSISTANT DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉ

GRINE Ghilès (57-01)

Intitulés des sections CNU :

56^{ème} section : Développement, croissance et prévention

56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale

56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale

57^{ème} section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale

57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale

58^{ème} section : Réhabilitation orale

58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

REMERCIEMENTS,

Aux membres du jury,

A Madame le Professeur Anne RASKIN,
Docteur en chirurgie-dentaire
Professeurs des universités - Praticien hospitalier
Cheffe de service du service Odontologie Hospitalière – Urgence odontologique

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse.

Je vous remercie de l'attention que vous m'avez apportée lors de mes études.

*Je garderai d'excellents souvenirs de mes vacances d'odontologie hospitalière avec vous tous
les mercredis matin, votre bonne humeur, votre sympathie, votre disponibilité et votre
accompagnement.*

Veillez trouver ici toute ma reconnaissance et mes sentiments les plus respectueux.

A Madame le Docteur Maud GUIVARC'H,
Docteur en Chirurgie-dentaire
Maîtres de conférences des universités - Praticien hospitalier
Service Odontologie Restauratrice- Endodontie

Un grand merci d'avoir accepté spontanément et chaleureusement de faire partie de ce jury.

*Je vous exprime ici ma reconnaissance pour m'avoir transmis votre passion pour la
dentisterie endodontique.*

*Je vous remercie pour tout l'enseignement que vous m'avez apporté durant mes études et ces
heures passées avec moi au microscope pour traiter les cas les plus complexes.*

*Je vous remercie pour votre patience, votre écoute, vos conseils et votre bienveillance car
vous avez su m'apporter l'assurance dont j'avais besoin*

Recevez ici l'expression de mon profond respect.

A Madame le Docteur Sophie VEYRE-GOULET,

Docteur en Chirurgie-dentaire

Maitres de conférences des universités - Associés

Service Implantologie orale, Chirurgie Orale

Je te remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

Je ne te remercierai jamais assez de m'avoir accueillie dans ton cabinet et montré les bases de l'implantologie et ainsi de m'avoir fait partager ta passion pour ton métier. Tu as été l'élément clé, dans mon orientation à un moment où j'avais beaucoup de doutes.

Merci pour l'œil bienveillant que tu as toujours eu à mon égard, les précieux conseils et le temps que tu m'as accordé pour répondre toutes mes interrogations et mes doutes tant sur le plan professionnel que personnel.

Tu as été et tu resteras sans aucun doute un modèle et une personne inspirante pour les études et ma carrière.

A Monsieur le Docteur Benoit BALLESTER,

Docteur en Chirurgie-dentaire

Maitres de conférences des universités - Associés

Service Odontologie Restauratrice- Endodontie

Vous m'avez fait le plaisir de diriger ce travail.

Vous m'avez fait confiance pour mener à bien ce sujet, qui était votre idée.

Merci de m'avoir aiguillée lorsque je me perdais dans ma rédaction ou dans ma réflexion.

Vos enseignements ainsi que votre sens de la pédagogie, le partage de vos connaissances et la recherche de la perfection m'ont permis d'apprendre énormément.

Je vous remercie pour votre disponibilité, réactivité pour la réalisation de ce travail

Je vous prie d'accepter mes sincères remerciements.

A Madame le Docteur Pauline MADENIAN,

Docteur en Chirurgie-dentaire

Chefs de clinique des universités - Assistants des hôpitaux

Service Odontologie Restauratrice- Endodontie

Je te remercie pour la qualité de ton enseignement et ta disponibilité durant mes études,

Merci de m'avoir transmis ta passion de la dentisterie endodontique, cela sera sans doute inspirant dans le déroulement futur de ma carrière.

Merci pour ces longues heures passées à chercher des MV2, passer des calcifications et des courbures, de m'avoir aidée à dépasser mes peurs et de m'avoir accompagnée pour tous les patients que j'ai pu suivre au centre de soin.

Merci de m'avoir si bien accueillie dans ton cabinet libéral.

REMERCIEMENTS,

À mes proches,

A **mes parents**, je vous remercie du fond du cœur de tout ce que vous avez pu faire pour moi et pour m'avoir aidé dans tous mes projets. Une seule dédicace ne suffirait pas pour tout vous dire. Je vous remercie de votre accompagnement, bienveillance, votre écoute et votre implication dans ma vie personnelle et dans mes études, que ce soit pour les bons moments mais également pour les périodes très difficiles que nous avons pu traverser ensemble. Votre soutien était sans faille et je serai éternellement reconnaissante. Un grand merci pour votre aide pour la rédaction de ce travail, où chacun de vos conseils étaient les bienvenus.

A Moun, pour tous ces longues poésies à réciter 3x sans fautes, ces heures passées sur le passé composé, ces montées à vélo jusqu'à Saint Lambert mais surtout pour tes petits plats, nos balades à cheval, nos longues discussions (parfois interminables), ton soutien, ta bienveillance, ta patience, ton amour qui m'aide à évoluer et trouver ma place.

A Papa, pour merci tous tes bons conseils, tes moqueries bienveillantes, tes conseils en matière de bricolage (où tu finissais toujours par faire les travaux toi-même), pour ces longues parties de babyfoot qui aurait pu me faire rater mes examens. Mais surtout merci pour ton accompagnement, tes conseils très précieux, ta bienveillance, ta persévérance, ton bon sens. Merci de m'avoir donné confiance en moi : « quand on a plusieurs fois de la chance, ça s'appelle du talent » 😊

A mon **frère Théo**, merci pour ton soutien durant mes longues études. Tu n'as pas fini de m'entendre parler de dents malheureusement pour toi, mais ça change du cheval n'est-ce pas ;). Merci pour toutes ces folles soirées et toutes les fois où tu as dû nous supporter mes copines et moi ! Merci pour m'avoir prêtée tes appartements dans l'Europe entière pour nous faire découvrir ces villes.

A **Elsa**, ma sœur, ma zouzma, une dédicace ne pourrait pas tout résumer. Un énorme merci pour ton soutien, ton amitié et ta bienveillance depuis près de 22 ans et pour toute celle à venir. Tu es pour moi un pilier et tu représentes énormément. Tu m'as vu dans les moments les plus difficiles mais aussi dans les meilleurs, tu as su m'accompagner dans toutes les étapes de ma vie et j'en suis plus que reconnaissante. Alors que nos apéros, soirées, vacances, rires, pleurs, galères, notre amitié, ... ne s'arrêtent jamais.

A **Thibault**, j'ai envie de dire que tu sais déjà presque tout. Je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu fais pour moi : pour ta douceur, ta tendresse, ton amour, ton soutien et j'en passe. Merci de m'avoir accompagné (et fais travailler) durant ces années d'études (c'est peut-être grâce à toi que je n'ai pas eu de rattrapage). Merci de me suivre dans mes plus grandes folies et ta patience quand je te parle de tous les animaux que l'on pourrait avoir (et que l'on aura)... Merci de m'aider à canaliser toutes mes émotions.

A mes **grands-parents**, Suzy, Chantal, René et André. Présent ou absent, je connais votre admiration pour mon parcours. Je vous remercie de tout le soutien que vous avez pu m'apporter depuis si jeune, pour les longues heures à m'écouter parler et votre implication dans toutes les étapes importantes de ma vie. Vous m'avez donné des conseils très précieux pour écrire ma vie comme je le souhaite. Je vous remercie pour toutes les vacances passées ensemble que ce soit en caravane, chez vous, au Maroc, au bord de la mer ou des rivières, d'avoir emmené toutes mes copines dans mes bagages, ce sont de super souvenirs !

A **mes oncles, cousin et cousine**, Oliver et Ludovic, Lisa et Arthur un grand merci d'avoir toujours été là lorsque j'avais besoin. Mille merci pour tous ces moments passés ensemble, à la plage, la piscine ou en soirée. Merci tonton de m'avoir consacré beaucoup de ton temps quand j'étais au plus bas, tu as été un soutien très important. Et surtout merci pour ces mojitos de qualité au bord de la piscine et toute votre bonne humeur !

A **mes oncles et tante, cousins et cousines**, Laurence, Thierry, Olivier, Hélène, Barbara, Thibault et Paul. Merci pour votre soutien et vos encouragements. D'un peu plus loin vous m'avez toujours suivi. Sur le bord des bassins de kayak jusqu'aux plages de Mar Vivo ça a toujours été un grand plaisir de se retrouver en famille pour des karaoké années 80 de folie.

A **Marie-Françoise, Christophe et Thomas**, merci pour votre accueil dans votre famille, merci pour le soutien et la confiance que vous m'accordez depuis le début. Merci pour ces beaux moments passés ensemble, les raclés au Uno sur la plage de Cavalaire, les week-end au ski ou ceux à la capitale.

A **tous mes amis de la plus belle région du monde** (le Luberon pour ceux qui aurait encore un doute) : merci pour vos grains de folie et les paillettes que vous mettez dans ma vie. Vous êtes indispensable pour moi.

À **Mélanie**, pour toutes nos balades à cheval et nos soirées endiablées jusqu'à 8h du mat', toutes les musiques de Jul que tu mets en boucle pour être sûre de les avoir bien entendues.

À **Léa**, à nos (rares) soirées sans accidents, les bodegas, nos randonnées et balades dans les différentes villes de notre pays. Continue avec ta simplicité tu es au top !

À **Anna**, loin des yeux près du cœur, du collège à aujourd'hui en passant par l'internat tu as toujours été là, gambade bien dans la St Victoire mais n'oublie pas de rentrer pour l'apéro !

À **Agathe**, toujours avec la patate et son van jaune, hâte qu'on se programme toutes nos nuits en camping sauvage ensemble ! A toutes ces belles années et escapades au cœur des montagnes ensemble.

À **Lucas**, beaucoup trop de chose à dire, un ami en or comme toi y'en a pas beaucoup. A toutes nos soirées et les sorties wake où tes conseils furent extraordinaires ! Ne change pas mon lulu, enfin peut-être sur la ponctualité...

À **Thibault**, notre meilleur copain gay, qui écoute toujours nos histoires de filles et qui nous prête toujours sa veste en soirée, mais qui a toujours cet œil bienveillant et de très bon conseil. Toujours aussi fou en soirée, tu fais vraiment parti des meilleurs !

À **Nicolas**, toujours le sourire au lèvres, et ton humour au coin des lèvres, tu sais vraiment nous surprendre et nous faire rire. Garde la pêche petit sanglier !

A **mes amis de Marseille**, merci pour ces belles années (et soirées) étudiantes. A ces week-end de folies déjà passés et tous ceux à venir. Vous êtes formidables et vous êtes toujours les bienvenus dans la région où il y a plus de vigne au km² que d'habitant.

À **Fiona**, pour tes histoires que je n'arrive toujours pas suivre, de nos sorties vélos à celles au Titanic en passant par nos week-end en Ardèche, j'en garde de superbes souvenirs.

À **Solène**, pour nos escapades en bateau et nos week-end à St Tropez. Merci d'avoir passé du cloclo pour moi au Florida

À **Marion**, pour les futures balades avec nos chevaux (si tu ne travailles pas trop...), en attendant on profite de nos petites soirées « martini parisienne » et celles à la montagne !

À **Maélys** pour nos aprèm bronzettes à la plage en pensant à notre passion pour le travail.

À **Thomas**, j'espère que je resterai ta copine sans défaut pendant encore longtemps. Bon courage pour ton internat et t'as pas intérêt à oublier de donner des nouvelles, histoire que je t'adresse toutes mes DDS.

À **Johanna et Maelle**, merci pour votre accompagnement depuis la P1, pour ces beaux moments à la coloc big up à vous 2

À Pauline, Juliette, Angélique, Raph, Alexis, Momo, Thomas, Marie, Aux binômes de choc : Méloucop et Karoubil, Jean-louis,,

Sommaire

Introduction	1
1. Le risque carieux individuel (RCI) et les lésions carieuses	2
1.1 La carie dentaire	2
1.1.1 Étiologie de la carie dentaire	2
1.1.2 Bactéries cariogènes et sucres fermentescibles	4
1.1.3. Le rôle protecteur de la salive	5
1.1.4. Gestions des lésions carieuses	6
1.2. Le risque carieux individuel (RCI)	8
1.2.1. Facteurs de risque collectifs	8
1.2.2. Facteurs de risque individuels	9
1.2.3. Facteurs protecteurs	13
1.3 Évaluation du risque carieux individuel	16
1.4. Classification clinique et radiologique des lésions carieuses	18
1.4.1. Classification clinique des lésions carieuses	18
1.4.2. Classification radiologique des lésions carieuses	21
1.4.3. Combinaison des classifications cliniques et radiologiques	23
2. Le Fluorure Diamine d'Argent (SDF)	24
2.1. Généralités et composition	24
2.1.1. Histoire du Fluorure Diamine d'Argent	24
2.1.2. Composition du Fluorure Diamine d'Argent	25
2.1.3. Produits disponibles sur le marché	26
2.2. Mode d'action du Fluorure Diamine d'Argent	29
2.2.1. Effet antibactérien du Fluorure Diamine d'Argent	29
2.2.2. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la teneur en minéraux de l'émail et de la dentine	32
2.2.3. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la teneur en matière organique de la dentine	34
2.2.4. Effet de l'iodure de potassium (KI)	36
2.2.5. Comparaison entre l'application de Vernis Fluoré et le Fluorure Diamine D'argent	36
2.2.6. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la pulpe dentaire	37
2.2.7. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur le potentiel de collage	37
2.3. Indications et contre-indications	38
2.3.1. Indications	38
2.3.2 Contre-indication et limite	39
2.4. Protocole	40
2.4.1 Efficacité du produit et dose recommandée	40

2.4.2. Prérequis et matériel nécessaire	41
2.4.3. Protocole	41
2.4.4. Suivi	43
2.5. Avantages et Inconvénients	43
2.5.1. Avantages	43
2.5.2. Inconvénients et évènements indésirables	44
2.6. SDF et prise en charge à la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM)	45
Conclusion	47
Table des illustrations	A
Annexe	B
Bibliographies	I

Introduction

La carie est un phénomène complexe et multifactoriel entraînant une déminéralisation lente et localisée des tissus durs dentaires (émail, cément, dentine). C'est un véritable fléau qui touche près de 3,5 milliards de personnes dans le monde et qui atteint autant les enfants que les adultes (1,2). Elle est classée parmi les maladies infectieuses non transmissibles d'origine bactérienne qui touchent la sphère orale. Son étiologie, multifactorielle, est intimement liée à la composition bactérienne de la plaque sus-jacente, où deux éléments essentiels entrent en jeu : les bactéries cariogènes et les sucres fermentescibles. Il est aujourd'hui démontré que le sucre est néfaste pour la santé bucco-dentaire mais aussi pour la santé d'ordre générale. Elle peut entraîner des pathologies cardiaques, du diabète, de l'obésité, ... La santé bucco-dentaire est donc un élément clé dans la santé du patient car celle-ci peut influencer sur sa santé générale. Il est à noter que la prévention est très efficace et a permis une amélioration considérable de la santé bucco-dentaire des patients.

La prise en charge des lésions carieuses par le chirurgien-dentiste est un enjeu essentiel dans la préservation des tissus et de la fonction manducatrice. En fonction du stade d'évolution d'une lésion carieuse et le contexte global du patient, plusieurs approches de traitement peuvent être utilisées. On distingue globalement les thérapeutiques non invasives, micro-invasives et invasives. Il est à noter que les méthodes non invasives et micro invasives sont à privilégier.

Par ailleurs, la mise en œuvre de soins préventifs et l'éducation thérapeutique constitue un élément essentiel à la survie des restaurations mais surtout permet de prévenir l'apparition de nouvelles lésions.

Dans la prise en charge de la maladie carieuse, les agents reminéralisants tel que le fluor, le phosphopeptide de caséine et phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP) ont une place toute particulière. Ils peuvent être utilisés en prévention mais également dans le traitement des lésions initiales. Parmi eux, le fluorure diamine d'argent (ou silver diamine fluoride) se révèle être un produit très efficace et son utilisation en odontologie est pertinente même sur des lésions avancées, que ce soit seul ou en association avec une restauration.

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéresserons dans un premier temps au processus carieux, à l'évaluation des facteurs de risque et des facteurs protecteurs, ainsi qu'au diagnostic clinique et radiologique des lésions carieuses.

Dans un second temps, nous nous intéresserons spécifiquement au fluorure diamine d'argent dans le traitement des lésions carieuses, à son mode d'action et à son utilisation en odontologie.

1. Le risque carieux individuel (RCI) et les lésions carieuses

1.1 La carie dentaire

L'OMS définit la carie comme étant « un processus pathologique localisé, d'origine externe, apparaissant après l'éruption, qui s'accompagne d'un ramollissement des tissus durs et évoluant vers la formation d'une cavité » (3). C'est une maladie infectieuse chronique non transmissible d'origine bactérienne (1) qui est la conséquence d'une évolution délétère de la composition du biofilm dentaire vers une communauté microbienne dominée par des bactéries cariogènes. Ce changement, dû à de multiples facteurs de risque modifiables, entraîne une déminéralisation lente et localisée des tissus durs dentaires (émail, dentine et cément) qui reste réversible dans les stades initiaux (4,5).

1.1.1 Étiologie de la carie dentaire

L'étiologie multifactorielle complexe de la maladie carieuse est notamment décrite au travers du diagramme de KEYES (Figure 1 : Schéma de Keyes) (4,5).

Ce diagramme décrit quatre facteurs qui sont primordiaux :

- **Temps** : L'apparition de lésions carieuses dépend du temps et de la fréquence de contact des sucres fermentescibles sur la surface dentaire.
- **Hôte** : L'état général du patient peut affecter sa réponse immunitaire et sa santé bucco-dentaire.
- **Composition du biofilm** : Différentes bactéries commensales de la salive sont impliquées, notamment les *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus casei*.
- **Alimentation** : La consommation excessive de sucre entraîne une sélection des bactéries dites cariogènes et productrices d'acides. Cela entraîne une acidification de l'environnement et induit des échanges d'ions à l'origine de la carie.

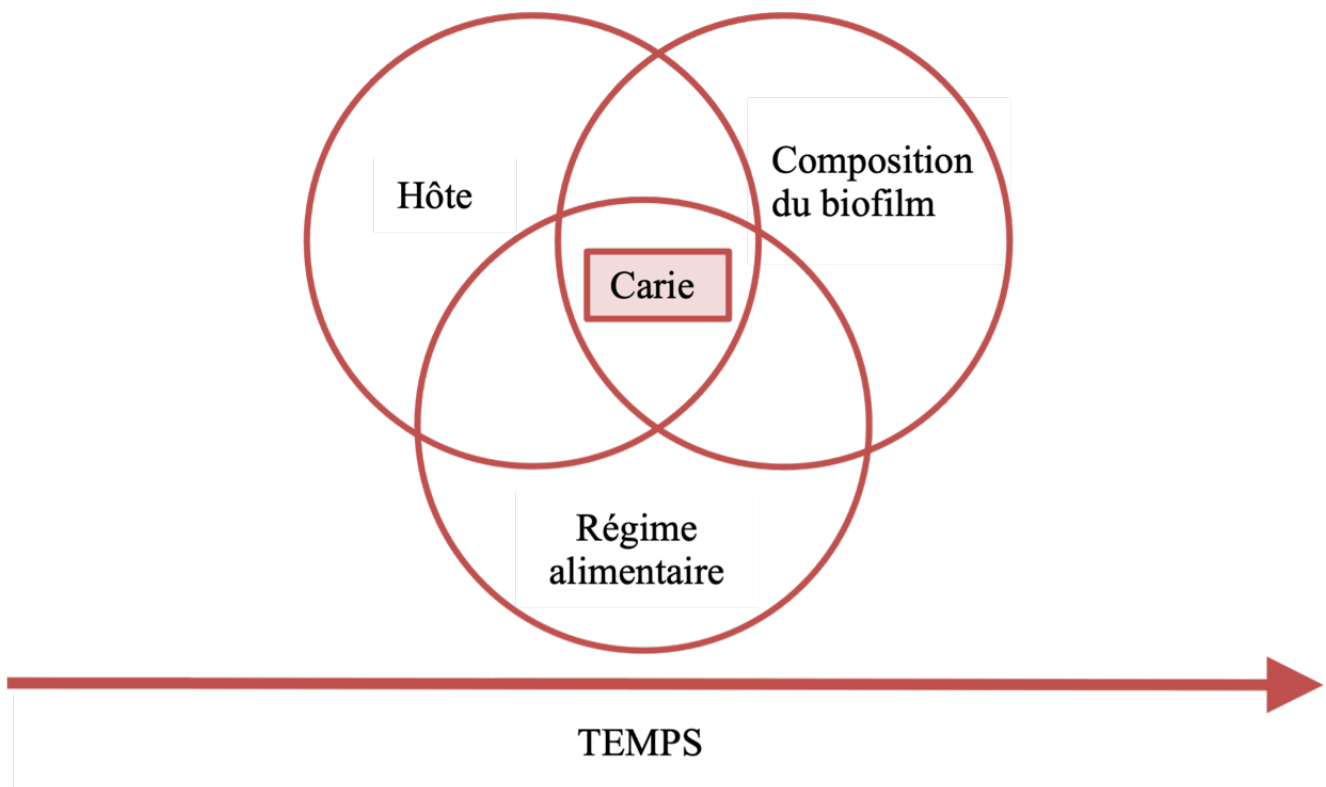


Figure 1 : Schéma de Keyes

Ce diagramme a été repris et élargi en 2004 par Fejerskov (Figure 2 : Illustration des facteurs impliqués dans le développement des caries). Il y inclut également des paramètres liés à l'environnement de la sphère orale et des paramètres plus généraux qui sont propres à l'individu (comportementaux, socio-économique, etc..) (4). La prise en compte de ces différents facteurs détermine si un individu est propice au développement des caries.

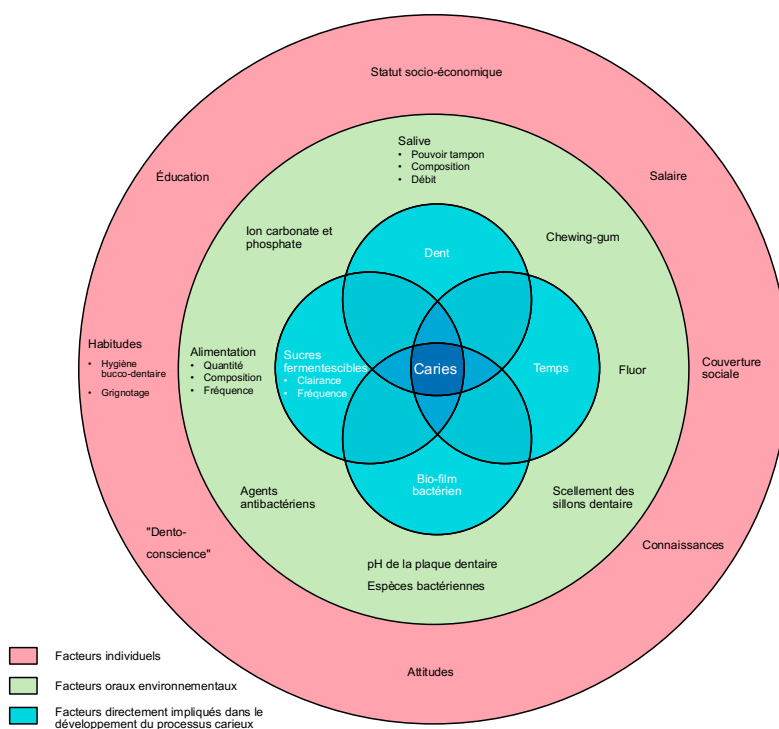


Figure 2 : Illustration des facteurs impliqués dans le développement des caries

1.1.2 Bactéries cariogènes et sucres fermentescibles

La cavité buccale est l'une des parties du système digestif, la plus colonisée par les micro-organismes. À l'état physiologique, ceux-ci composent un écosystème en équilibre (4). L'étiologie de la lésion carieuse est liée à une rupture de cet équilibre au niveau de la composition bactérienne de la plaque dentaire (4). Deux éléments primordiaux entrent en jeu : les bactéries cariogènes (majoritairement les *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei*, *Actinomyces* (6)) et les sucres fermentescibles (4).

Les mécanismes d'apparition de caries sont similaires pour tous les types de caries : à l'état physiologique, des périodes de déminéralisation et de reminéralisation de l'émail se succèdent. Lorsque le phénomène de déminéralisation prend l'avantage sur la reminéralisation, une lésion carieuse est initiée (4,5). Cette déminéralisation provient des acides issus de la transformation des sucres fermentescibles par ces bactéries pour produire l'énergie nécessaire à leur survie.

Ces acides entraînent une baisse de pH de la cavité buccale mettant les tissus durs de la dent sous le seuil de pH de déminéralisation et favorisent la prolifération des bactéries cariogènes. La lésion initiale carieuse est alors engagée (4,5,7,8).

1.1.3. Le rôle protecteur de la salive

La salive joue un rôle protecteur essentiel vis-à-vis de la carie dentaire via trois mécanismes (7,9). Le flux salivaire permet un autonettoyage de la cavité buccale par les mouvements de la langue et des lèvres. Il permet aussi d'éliminer rapidement les aliments absorbés et diminue le temps de contact des glucides avec les surfaces dentaires. La valeur moyenne du débit salivaire varie au cours de la journée. Le débit augmente au cours des repas et diminue pendant les périodes de sommeil. Au repos, la valeur moyenne du débit salivaire est de 0,3 à 0,4 ml/min (9).

A l'état pathologique, on appelle (9) :

- Hyposialie une diminution du flux salivaire
- Asialie une absence de production de salive par les glandes salivaires
- Xérostomie la sensation de bouche sèche par le patient.

Un autre élément protecteur de la salive est son **pouvoir tampon**. Ce dernier est illustré par la courbe de Stephan (figure 3) qui explique les variations de pH. Celui-ci est initialement neutre dans la cavité buccale et diminue rapidement lors de prise alimentaire pour atteindre le seuil critique de 5,5. Ce seuil critique est celui à partir duquel les tissus amélaire se déminéralisent entraînant potentiellement la formation d'une lésion carieuse. On notera que le seuil de déminéralisation de la dentine est de pH 6 (7).

Le temps nécessaire pour permettre à la cavité buccale de retrouver un pH favorable à la reminéralisation de l'émail dépend de la composition, de la quantité et du débit salivaire. Le bicarbonate et le phosphate sont des agents tampons de la salive, ils neutralisent les acides en augmentant le pH de la plaque dentaire, ainsi ils favorisent la reminéralisation de l'émail et de la dentine endommagée (7). Enfin, la salive contient des **substances antibactériennes** tels que des immunoglobulines (IgG, IgA) et des enzymes (lysozyme et peroxydase).

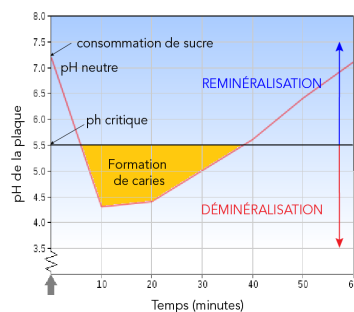


Figure 3: La courbe de Stephan

(Source : <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/les-stim-en-contexte/prends-soin-de-tes-dents-a-laide-de-la-chimie>)

La figure 4 récapitule le processus carieux sous la forme d'un schéma.

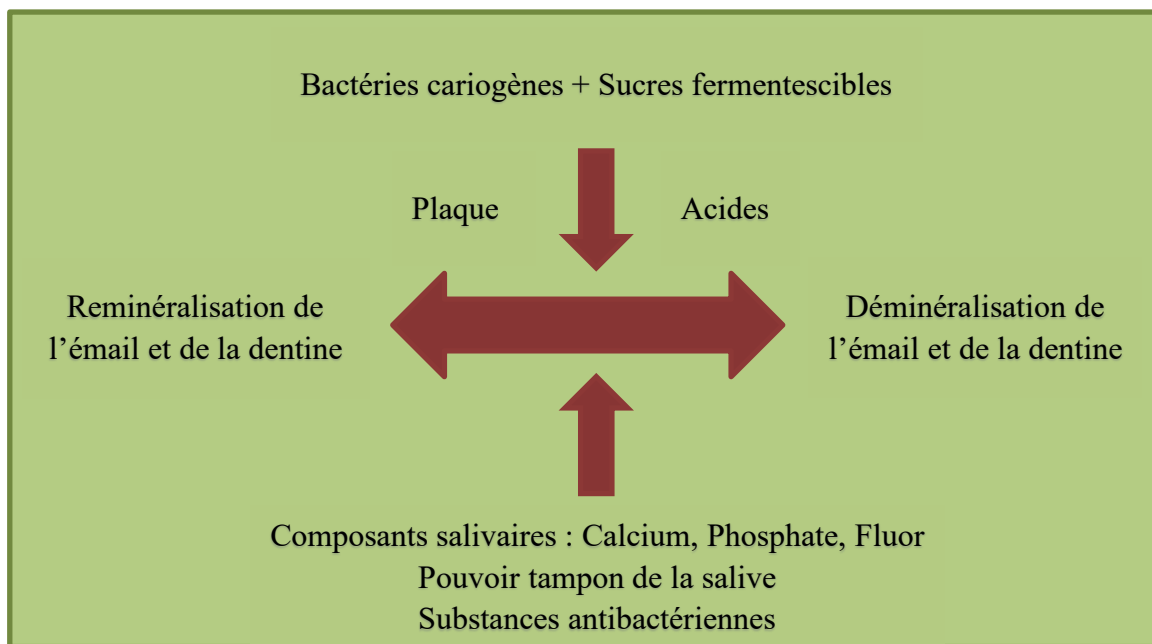


Figure 4 : Processus carieux : synthèse
(Source personnelle)

1.1.4. Gestions des lésions carieuses

De nombreux outils sont à la disposition du chirurgien-dentiste pour la prévention et la prise en charge des lésions carieuses. La décision thérapeutique se base sur une prise en charge globale du patient et sur une prise en charge des lésions, au cas par cas. La prise en charge du patient se divise en 4 étapes développées ci-dessus et illustrées par la Figure 5 : Différentes étapes de la prise en charge des lésions carieuses selon le Guide clinique CariesCare.

La première étape clé du traitement est l'éducation thérapeutique du patient par l'apprentissage de l'hygiène bucco-dentaire, la recherche et le contrôle des facteurs étiologiques ainsi que l'explication de la pathologie au patient. Elle permet d'identifier les patients à haut risque carieux (10).

Deuxièmement, le dépistage régulier et l'évaluation des lésions carieuses permettent la mise en place de traitements prophylactiques ciblés afin d'éviter ou retarder les traitements invasifs et chirurgicaux (10).

Troisièmement, la bonne évaluation des lésions carieuses conduit à un meilleur diagnostic et permet d'opter, parmi notre large arsenal thérapeutique, à la prise en charge la plus adaptée (10).

Quatrièmement, le praticien délivre les soins adaptés au patient. Il choisit entre la surveillance active, des traitements non-invasifs, micro-invasifs (traitements ultraconservateurs) ou invasifs (soins conventionnels) (10).

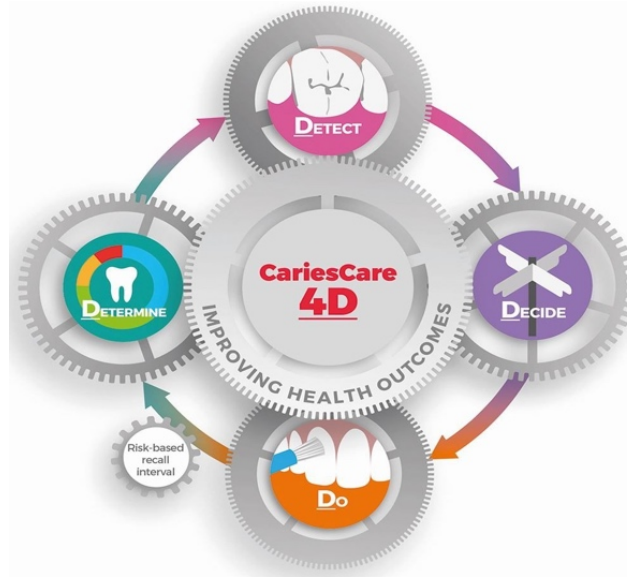


Figure 5 : Différentes étapes de la prise en charge des lésions carieuses selon le Guide clinique CariesCare

(Source : Guide clinique CariesCare)

De nos jours, l'économie tissulaire doit guider notre pratique. De nouveaux biomatériaux permettent de limiter la préparation mécanique des dents, cette technique destructive élimine le tissu naturel de la dent de manière irréversible.

De nombreuses techniques ultraconservatrices se développent pour enrayer la progression des lésions carieuses initiales, en particulier, des produits reminéralisants tel que le fluor, les CPP-ACP ou le fluorure diamine d'argent (SDF). Le SDF est un nouveau produit en Europe, de récentes études permettent de mettre en évidence un produit très efficace dans la prise en charge des lésions débutantes avec peu d'effets indésirables. Dès que possible ces techniques doivent être utilisées afin d'éviter toute intervention chirurgicale non nécessaire et donc iatrogène.

Les chirurgiens-dentistes doivent assurer une veille scientifique et technique qui consiste à s'informer sur l'apparition de nouvelles techniques et de nouveaux biomatériaux (11,12).

1.2. Le risque carieux individuel (RCI)

On appelle risque carieux individuel, le risque pour un patient donné de voir apparaître une ou plusieurs lésions carieuses dans sa cavité buccale (10,13). L'évaluation du RCI (cf. §1.3) constitue la première étape du traitement, essentielle pour une prise en charge optimale et adaptée, ceci grâce à une stratégie de traitement personnalisé. Elle permet à l'équipe soignante et au patient de comprendre sa pathologie et de définir les interventions adaptées pour améliorer sa santé bucco-dentaire. Elle a pour objectif de rendre le patient acteur de sa propre santé (10).

Le niveau de risque d'un patient dépend de ses facteurs de risque collectifs, (caractéristiques sociales, âge, etc.) et individuels (Antécédents, pathologies, hygiène bucco-dentaire, alimentation ...). Ces facteurs de risque peuvent être contrebalancés par les facteurs protecteurs (10,14).

1.2.1. Facteurs de risque collectifs

Les facteurs de risque collectifs sont (10,14,15) :

- **Situation socio-économique défavorable** : (16)
- **Catégorie socio-professionnelle** basse, situation précaire, faible niveau d'éducation des tuteurs légaux, difficultés pécuniaires, instabilité civile, familiale ou professionnelle, situation monoparentale instable.
- **Faible accès aux soins** : (17)
- **Éloignement des structures médicales, délais de prise en charge, accessibilité** (personnes âgées et/ou handicapées) (17).
- **Mauvais état de santé bucco-dentaire des autres membres de la famille** : Notamment les membre de la fratrie (et la place d'un enfant dans la fratrie), et la personne s'occupant de l'enfant (risque de transmission verticale des SM)
- **Âge** :

« La carie du biberon » touche les nourrissons. Elle est liée à une utilisation fréquente de jour et de nuit de biberons ou aliments sucrés nocturnes.

Dans les premières années qui suivent l'éruption d'une dent, l'émail est plus poreux car immature, ce qui rend le terrain plus propice aux caries. La dent en éruption retient d'autant plus de plaque aussi longtemps qu'elle n'a pas de contact occlusal et que les mouvements masticatoires ne jouent pas leur rôle d'auto nettoyage (5,16,18).

Les personnes âgées sont également plus exposées aux caries, ceci à cause de leur difficulté au maintien d'une bonne hygiène bucco-dentaire; l'exposition des racines et l'apparition de pathologies ont aussi un impact sur leur santé orale.

1.2.2. Facteurs de risque individuels

1.2.2.1. Mauvaise hygiène bucco-dentaire

Le maintien d'une bonne hygiène bucco-dentaire est primordial dans la prévention de la lésion carieuse (14,16).

L'évaluation de ce risque repose sur la qualité et la quantité du brossage associé à l'utilisation du fil dentaire ou brossette interdentaire. Les facteurs sont établis sur l'analyse de la fréquence, de la durée, du moment de la journée où le patient se brosse les dents et du matériel et dentifrice utilisé. L'absence d'utilisation de dentifrice fluoré constitue un facteur de risque important (5).

Tous ces modulateurs doivent être adaptés à l'âge du patient, sa dextérité et ses capacités psychologiques selon les recommandations en vigueur. Il convient au chirurgien-dentiste de s'assurer de la compréhension des recommandations par son patient.

Il est démontré qu'un contrôle de plaque efficace permet de réduire le risque d'apparition des caries (14). Évaluer la quantité de plaque permet d'évaluer la qualité du brossage du patient. Le praticien doit l'évaluer de manière quantitative et spatiale. Pour cela deux outils sont à sa disposition lors de l'examen clinique :

- **Indice de plaque** (IP) décrit par Sillness et Loe en 1964 (19).

0	Pas de plaque visible à l'œil nu
1	Plaque détectée au passage de la sonde
2	Accumulation modérée de la plaque
3	Abondance de plaque

Tableau 1 : *Indice gingival décrit par Sillness et Loe (1964)*

- **Score de plaque** décrit par O'Leary (20): Cela consiste à appliquer du révélateur de plaque sur les surfaces dentaires. Il convient de compter les faces dentaires où la plaque est présente en 4 ou 6 points de la dent. Ce nombre total de faces colorées est divisé par le nombre de faces examinées puis multiplié par 100. Cet acte, intéressant et ludique, permet de communiquer avec le patient et a un rôle pédagogique.

$$\text{Score de plaque (\%)} = \frac{\text{Nombre de face présentant de la plaque}}{\text{Nombre total de faces examinées}} \times 100$$

0	< 10% de faces recouvertes, risque très faible
1	11 à 20% de faces recouvertes, risque faible
2	21 à 30% de faces recouvertes, risque modéré
3	31 à 40% de faces recouvertes, risque élevé

Tableau 2: *Indice de plaque*

1.2.2.2. Risques alimentaires

Il convient d'évaluer (10,14) :

- **La fréquence de la prise alimentaire**: la prise alimentaire entre les repas (*appelée « grignotage »*) entraîne une diminution du pH plus répétée et plus longue dans le temps (cf Figure 6 : Comportement alimentaire). Le pouvoir tampon de la salive ne suffit plus à neutraliser l'action déminéralisante et le processus carieux est initié. Un temps de contact élevé des sucres avec les dents est le critère le plus important à prendre en considération (7).

- **La nature de la prise alimentaire** : Le pouvoir cariogénique des aliments est leur capacité d'induire une diminution plus ou moins importante du pH de la cavité buccale par le métabolisme des bactéries. Les sucres et les acides sont les plus cariogéniques. Par exemple : *les boissons sucrées, les sodas, le vin, les bonbons, le jus de citron, ...*

En outre, les produits laitiers sont des aliments carioprotecteurs grâce à leur riche concentration en calcium et en phosphate.

- **Fréquence et nature de la prise nocturne** : La quantité de salive étant plus faible la nuit, une prise alimentaire le soir avant le coucher est plus à risque. (Biberons nocturnes, endormissement pendant un allaitement prolongé, ...)
- **La présence d'un trouble du comportement alimentaire** : Le reflux, l'anorexie ou la boulimie créent un environnement buccal acide propice à la formation de lésions. Ces lésions se situent généralement sur la face palatine des dents, elles sont dues à l'environnement acide provenant du système digestif

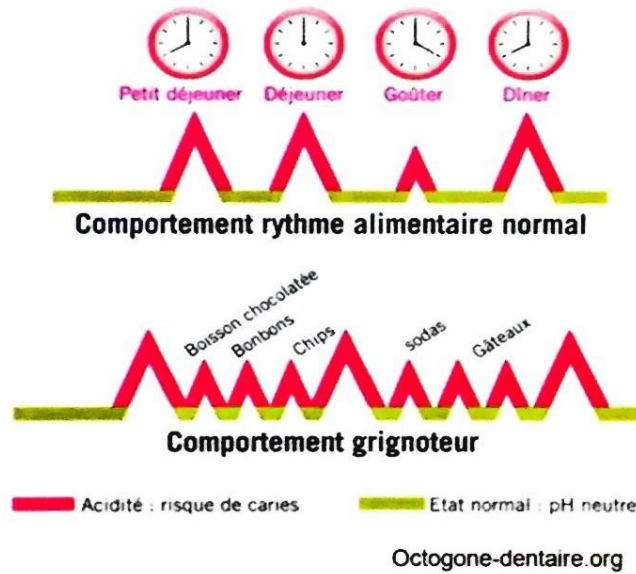


Figure 6 : Comportement alimentaire

1.2.2.3. Risques généraux et médicamenteux

Ils concernent (10,14):

- **Les personnes avec un handicap** physique ou mental affectant la maîtrise de l'hygiène.
- **Les pathologies ou médicaments provoquant une hyposialie** : par exemple le syndrome de Gougerot Sjögren (maladie auto-immune responsable d'une sécheresse buccale), traitement par chimiothérapie, radiothérapie dans la région cervico-faciale, ... (21).
- **Les pathologies et médicaments diminuant la vigilance et les fonctions motrices** : Patient atteint de la maladie d'Alzheimer, ...
- **Les médicaments contenant des sucres cariogènes** : un grand nombre de médicaments contient des excipients à base de sucre (principalement du saccharose).
- **Conduites addictives en particulier le tabac et le cannabis** : Le tabac et le cannabis entraînent une hyposialie et obstruent sur le long terme les glandes salivaires (22).
- **L'anxiété vis-à-vis des soins** constitue un frein à l'accès aux soins par un comportement d'évitement.

Diverses méthodes d'évaluation permettent d'évaluer la quantité et la qualité de salive :

1 – La sialométrie : La mesure du débit salivaire, appelée sialométrie, permet d'objectiver la quantité de salive. En raison des variations journalières des sécrétions salivaires, il est conseillé de réaliser le test entre 8 et 11h. Cette mesure s'effectue en deux étapes :

La première sans stimulation de la salive, il convient au patient de recueillir sa salive dans un godet pendant 15 minutes.

Puis dans un second temps, il convient de stimuler la salive, par mastication, pendant cinq minutes d'un chewing-gum avec de la paraffine, puis, de recueillir la salive dans un godet gradué (9,14,21,23).

2 – Évaluation du pouvoir tampon de la salive : Cette évaluation permet d'objectiver la qualité de la salive, elle se fait en complément de la sialométrie. Un papier pH précis est appliqué sur le dos de la langue jusqu'à être totalement imbibé de salive. La lecture de ce papier se fait par comparaison avec les couleurs étalons associées. Ce test doit être réalisé à distance de prises alimentaires, médicaments ou de bain de bouche (9,14,21,23).

3 – Évaluation de la concentration salivaire de *Streptocoque Mutans* et de *Lactobacilles*.

L'objectif est l'évaluation de la septicité buccale. Un taux de *Streptocoque Mutans* élevé est un signe d'hygiène bucco-dentaire dégradée et donc d'un taux de cariosusceptibilité accru notamment chez les enfants (16). Après stimulation de la salive par de la paraffine, la salive est recueillie dans un godet. La densité des colonies de *Streptocoque Mutans* et de *Lactobacilles* peut être notamment évaluée par culture (incubations à 48H à 37°C) (9,14,16,21,23,24) .

1.2.2.4. Risques anatomiques

Les risques anatomiques sont plus ou moins modifiables (10,14); Ils correspondent :

- **Aux encombrements dentaires** : Ils rendent le contrôle de plaque par les manœuvres d'hygiène bucco-dentaire difficiles.
- **Aux sillons anfractueux** : Ils constituent des niches de bactéries favorisant l'accumulation de plaque et sont des zones où les manœuvres d'hygiènes sont difficiles voire impossibles (14,16).
- **Aux restaurations iatrogènes** : Elles constituent des zones de rétention de bactéries et donc de formation de plaque dentaire.
- **Aux anomalies de structures dentaires** : Des anomalies telles que des défauts de la qualité et/ou de la quantité d'émail lors de la formation des structures dentaires peuvent conduire à un émail plus fin ou plus poreux, ce qui va favoriser l'accroche de la plaque dentaire et la formation de caries.

Par exemple : *les MIH (Molar Incisive Hypominéralisation), Amélogénèse imparfaite.* (25,26)

- **Aux défauts structurels acquis** : abrasion, érosion, fissure. Ces défauts rendent l'émail plus poreux, ce qui retient la plaque dentaire.
- **Aux traitements orthodontiques par multi-attaches** ou les **appareils prothétiques** sous réserve d'accumulation de plaque.
- **A l'expositions des racines dentaires** : Elle augmente le risque de développement des caries (16) .

1.2.2.5. Expérience carieuse récente

La présence, dans la cavité orale, de lésions carieuses actives et /ou récentes est le facteur de risque le plus important pour un individu de voir apparaître de nouvelles lésions carieuses. Ce critère permet avec certitude de placer un patient à haut risque carieux individuel (10,14–16).

Après un nettoyage prophylactique (10), les lésions carieuses sont mises en évidence lors de l'examen clinique. Ce dernier sera ensuite complété par un examen radiologique qui permet un diagnostic précis des lésions interproximales notamment via la prise de clichés rétrocoronaires. Il convient de noter le nombre de dents absentes, cariées ou obturées, le nombre et l'état des restaurations, le nombre des lésions débutantes et la localisation des lésions, cavités et obturations.

1.2.3. Facteurs protecteurs

Les facteurs protecteurs contrebalancent les facteurs de risque développés ci-dessus. Il s'agit majoritairement des agents reminéralisants et/ou antibactériens (12).

Les facteurs protecteurs sont : (10,14)

- **Suivi régulier chez le Chirurgien-dentiste** : Évaluation régulière du RCI du patient, réalisation régulière d'acte prophylactique, éducation du patient à la santé bucco-dentaire, interception des lésions carieuses initiales (1,2).
- **Fluoration systémique** (14,16).
- **Apport de fluor par un brossage biquotidien par le dentifrice** : nettoyage mécanique visant à éliminer la plaque, additionné à l'effet du fluor renforçant l'émail (5,10,14).
- **Scellement des sillons des 1ères et 2èmes molaires permanentes**

- **Consommation de xylitol :** La consommation de xylitol réduit le nombre de *Streptocoque Mutans* dans la plaque et la salive (7).
- **Stimulation masticatoire par chewing-gum sans sucre :** La stimulation masticatoire accroît la production de salive, elle permet un meilleur nettoyage mécanique des surfaces dentaires. La stimulation modifie la composition salivaire : selon Dawes, on note une augmentation de la concentration de protéine, sodium, chlorure et bicarbonate. L'augmentation transitoire du nombre d'agents reminéralisants de la salive permet une meilleure protection de l'émail (7,27).

Le tableau 3 résume l'ensemble des facteurs de risque et des facteurs protecteurs.

Facteurs de risque Collectifs		<p>Situation socio-économique défavorisé et faible niveau d'étude</p> <p>Situation précaire</p> <p>Faible accès aux soins</p> <p>Mauvais état de santé bucco-dentaire des autres membres de la famille</p> <p>Âge : <i>Nourrissons, enfants en denture mixte, personnes âgées</i></p>
Facteurs de risque Individuel	Hygiène bucco-dentaire	<p>Brossage insuffisant en quantité et qualité</p> <p>Mauvais contrôle de plaque</p>
	Habitudes alimentaires	<p>Prise alimentaire supérieure à 3 repas par jour ± collation après-midi</p> <p>Consommation d'aliments/ boissons sucrées ou acides</p> <p>Prise alimentaire nocturne</p> <p>La présence d'un trouble du comportement alimentaire</p>
	Généraux et médicamenteux	<p>Handicap affectant la maîtrise de l'hygiène</p> <p>Les pathologies affectant la santé bucco-dentaire</p> <p>Les pathologies et médicaments diminuant la vigilance et les fonctions motrices</p> <p>Conduites addictives</p> <p>Prise au long court de médicaments sucrés ou réduisant le débit salivaire</p> <p>L'anxiété vis-à-vis des soins</p>
	Risque anatomique	<p>Encombrement dentaire</p> <p>Sillons anfractueux</p> <p>Restaurations iatrogènes, traitements orthodontiques ou appareils prothétiques retenant la plaque</p> <p>Anomalies des structures dentaires</p> <p>Défauts acquis de l'émail</p> <p>Exposition en bouche des racines dentaires</p>
	Lésion carieuse active ou récente mise en évidence	
Facteurs protecteurs		<p>Suivi régulier chez le Chirurgien-dentiste</p> <p>Fluoration systémique</p> <p>Brossage biquotidien avec un dentifrice fluoré</p> <p>Scellement des sillons des 1ères et 2èmes molaires permanentes</p> <p>Consommation de Xylitol</p> <p>Stimulation masticatoire par des chewing gum sans sucre</p>

Tableau 3: Résumé des facteurs de risque

1.3 Évaluation du risque carieux individuel

Le risque carieux individuel est étroitement lié aux facteurs de risque du patient qui sont susceptibles d'évoluer au fil des années (10). C'est une démarche préventive qui a pour but d'identifier les patients à risque, de les sensibiliser et mettre en place des facteurs protecteurs (12). Elle permet au chirurgien-dentiste d'optimiser la prise en charge du patient : soins à effectuer, biomatériaux utilisés, nature des actes de prophylaxie et fréquence de rendez-vous (10).

L'évaluation du RCI se réalise à différents moments de la consultation : lors du questionnaire clinique, de l'examen clinique et des examens complémentaires. Elle est évolutive dans le temps, et doit être réévaluée lors de chaque consultation (14). Plusieurs institutions se sont penchées sur le sujet. On peut citer ci-dessous différentes classifications proposant une ligne directrice pour évaluer le RCI : (10,14)

- **Quatres groupes** : risque nul, risque faible, risque de carie et risque élevé (comme *Estimation du risque de carie selon Axelsson* de la naissance à l'âge de 19 ans en changeant les facteurs de risque en fonctions de l'âge)
- **Trois groupes** : risque élevé, risque modéré et risque faible (par exemple la *American Dental Association, American Academy of Pediatric Dentistry*.)
- **Deux groupes** : risque élevé et risque faible (comme *Scottish Intercollegiate Guidelines Network, la Haute Autorité de Santé*)

Toutes reposent sur l'évaluation de différentes variables classées selon leur niveau de risque, leur caractère immuable ou modifiable par le patient ou praticien, des critères environnementaux, comportementaux ou biologiques par exemple. En France, aujourd'hui deux groupes sont communément utilisés. Le CariesCare 4D proposé par le Caries Care International représente le dernier consensus international (12).

La figure 7 résume l'ensemble des facteurs protecteurs et des facteurs de risque carieux:

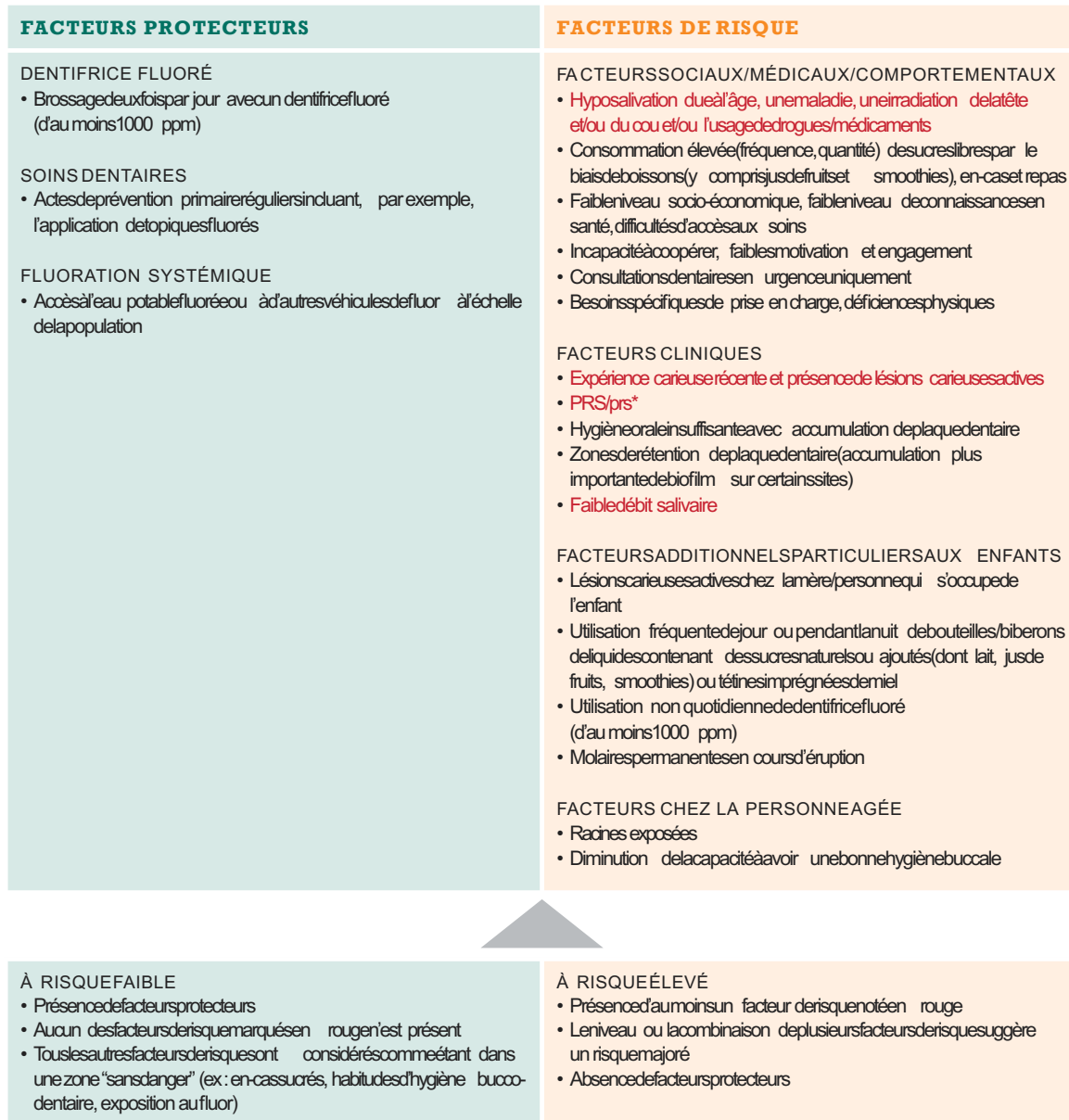


Figure 7 : Facteurs protecteurs et facteurs de risque carieux

*PRS/prs : indice-Pulpal Involvement – Roots- Sepsis / Indice implication pulpaire – dents à l'état de racine-état septique

Note : les éléments notés en rouge classeront toujours l'individu dans la catégorie à haut risque carieux (*Guide clinique Caries Care International*)

1.4. Classification clinique et radiologique des lésions carieuses

Le diagnostic clinique et radiologique des lésions carieuses seul est insuffisant, l'intégration des notions d'activités et de sévérité doit rentrer en compte (10). L'évaluation clinique des lésions carieuses reste à ce jour la technique de référence pour le diagnostic, il s'agit d'un examen visuel minutieux, dent par dent, sous forte lumière et à l'aide d'une sonde pointe mousse (10). Elle s'effectue à minima après un nettoyage prophylactique, et peut être complétée par un aéro-polissage et le séchage des surfaces dentaires.

Elle est complétée par des examens complémentaires, le plus adapté étant en général la radiographie rétrocoronaire (10,12).

L'utilisation d'outils d'aide au diagnostic peut se révéler très intéressante notamment pour le diagnostic des lésions initiales : (12)

- Les **aides optiques** telles que les loupes ou microscopes
- La **transillumination** (systèmes FOTI- *fiber optic transillumination* ; DIFOTI- *digital fiber optic transillumination* ; DIAGNOCam™, Kavo)
- La **fluorescence laser** (système QLF™ – quantitative light induced fluorescence ; DIAGNOdent®, Kavo ou Soprolife™, Acteon; Facelight™, WH)
- Les **révélateurs de caries**

Le diagnostic différentiel des lésions carieuses doit être fait avec les autres défauts des tissus durs de la dent tels que les lésions non carieuses (érosion, abfraction, abrasion), les défauts acquis (hypominéralisation ou hypoplasie) de l'émail qui ont leur propre classification ou encore avec les colorations extrinsèques ou intrinsèques de la dent (10,22).

1.4.1. Classification clinique des lésions carieuses

La recherche visuelle des lésions carieuses consiste à réaliser un examen minutieux, dent par dent, afin de repérer les premiers changements de couleurs de l'émail, la translucidité, les structures des tissus dentaires (12).

En plus de la localisation de la lésion, la sévérité et l'activité de la lésion doivent être relevées. A cet effet l'ICCMS a donné des standards majoritairement repris dans le Caries Care 4D.

La sévérité : Elle est à apprécier en combinant l'examen clinique à l'examen radiologique (10). Selon la classification ICCMS, la sévérité est classée en 4 stades : sain, lésion initiale, lésion modérée et lésion sévère (voir Figure 8 ci-dessous) (22).





Définition des différentes catégories selon l'ICCMS™		
SEVERITE DES LESIONS CARIEUSES	<p>Faces saines ICDAS 0</p> 	<p>Aucun signe clinique de lésion carieuse (aucune modification de translucidité de l'émail) sur la face examinée après nettoyage prophylactique et séchage prolongé (5 secondes) <i>Les faces présentant des défauts non carieux tels que des hypoplasies de l'émail (incluant des fluoroses), des usures dentaires (attrition, abrasion et érosion) ou des colorations intrinsèques ou extrinsèques seront considérées comme saines.</i></p>
	<p>Lésions carieuses initiales ICDAS 1 et 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Premier changement visuel de l'émail : présence d'une opacité ou d'une modification de teinte (lésion blanche ou brune) qui n'est pas en corrélation avec l'apparence clinique de l'émail sain (ICDAS 1 ou 2) • Absence de rupture, même localisée, de l'émail • Absence d'ombre dans la dentine sous-jacente
	<p>Lésions carieuses modérées ICDAS 3 et 4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Opacité nette d'origine carieuse (lésion blanche, type white spot), et/ou d'une coloration d'origine carieuse brune • Rupture localisée de l'émail et absence d'exposition dentinaire visible (ICDAS 3) <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence ou présence d'une rupture localisée de l'émail et présence d'une ombre dans la dentine sous-jacente (ICDAS 4) <p><i>La confirmation de la rupture de l'émail est faite grâce à une sonde parodontale (type WHO/CPI/PSR) dont l'extrémité sphérique est glissée le long des puits ou sillons suspects ; une discontinuité limitée est détectée si le bout de la sonde « tombe » dans la cavité ou la discontinuité amélaire.</i></p>
	<p>Lésions carieuses sévères ICDAS 5 et 6</p> 	<p>Présence d'une perte de substance dans un émail opaque ou présentant un changement de teinte évident avec exposition dentinaire (ICDAS 5 ou 6) <i>Une sonde parodontale (type WHO/CPI/PSR) peut être utilisée pour confirmer la présence d'une perte de substance dentinaire.</i></p>

Figure 8 : Définition de la sévérité des lésions carieuses selon l'ICCMS

(Source : Guide clinique CariesCare)

L'activité de la lésion : Elle se caractérise en deux termes : « probablement active » ou « probablement arrêtée ». Cliniquement, les caractéristiques sont les suivantes : (22)

- *Une lésion probablement active* dans les stades initiaux et modérés présentera une zone de l'émail opaque de couleur jaunâtre ou blanchâtre avec perte du lustre. Lors du passage de la sonde pointe mousse, la zone semblera rugueuse. Dans les stades plus sévères, la dentine sera molle au sondage léger. Les lésions probablement actives sont généralement retrouvées dans les zones d'accumulation de la plaque.
- Une *lésion probablement inactive* aura comme caractéristique la surface de l'émail de couleur blanchâtre, brunâtre ou noire. L'émail brillant paraît dur et lisse au sondage délicat. Sur les surfaces lisses, les lésions sont généralement situées à distance de la gencive marginale. Dans les cas plus sévères, la dentine sera brillante et dure au sondage léger. Les lésions probablement inactives ne sont pas forcément associées à une zone d'accumulation de la plaque

Selon Nyvad *et al.* ou Ekstrand *et al.*, un certain nombre d'éléments est à prendre en compte pour évaluer l'activité (22) :

- L'aspect visuel,
- Le sens tactile,
- L'accumulation de plaque dentaire
- L'inflammation gingivale en regard des lésions pour celles situées à proximité de la gencive.

Les caries primaires ou secondaires (10,22)

On appelle carie primaire, une lésion carieuse ayant comme composante unique la structure dentaire. La carie secondaire est une lésion carieuse associée à une restauration ou à un scellement déjà existant. La classification CARS est propre aux caries secondaires (annexe I):

Selon l'ICCMS, le score de sévérité dépend alors de l'état de la restauration ou du scellement : (10)

- Intégrité marginale correcte ;
- Restauration défectueuse (rétention de la plaque) mais avec possibilité d'amélioration ;
- Restauration défectueuse devant être remplacée.

En présence d'une lésion carieuse, il est recommandé de compléter l'examen visuel par la recherche de signe de vitalité pulpaire et la recherche de complication infectieuse. L'examen radiologique vient compléter l'examen clinique.

1.4.2. Classification radiologique des lésions carieuses

L'examen radiologique, en complément de l'examen clinique, permet d'apporter un grand nombre d'informations.

La radiographie rétrocoronaire est la plus répandue et la plus fiable dans le diagnostic radiographique des caries des dents postérieures. Elle trouve tout son sens lors de lésions carieuses interproximales, en particulier les lésions amélaire, difficiles à détecter à l'examen visuel, mais elle ne permet la détection des lésions occlusales qu'à des stades avancés (10,12,22). Cependant, les radiologies rétrocoronaires modélisent en 2D une structure qui, elle, est en 3D. La superposition des tissus amélaire et dentinaire peuvent donc occulter les lésions débutantes.

L'examen rétrocoronaire permet d'objectiver la profondeur de la lésion carieuse en fonction de sa radioclarité. Il permet donc d'évaluer l'éventuelle proximité pulpaire, élément important lors du débridement carieux dans le cadre d'un traitement d'économie tissulaire.

Le praticien devra combiner les différents éléments diagnostiques (techniques et examen clinique) pour son interprétation et la prise de décision de la thérapeutique. La présence d'artefacts et les matériaux de restauration radioclaire devront être reconnus comme tels car ils pourront fortement influencer le praticien et l'induire en erreur.

Le degré de déminéralisation est parfaitement décrit par la classification histologique ci-dessous (Tableau 4 : Classification histologique) :

Stade 0	Dent saine
Stade 1	Déminéralisation de la moitié externe de l'épaisseur de l'émail
Stade 2	Déminéralisation de la moitié interne de l'épaisseur de l'émail, jusqu'au tiers externe de la dentine
Stade 3	Déminéralisation du tiers moyen de la dentine
Stade 4	Déminéralisation du tiers interne de la dentine

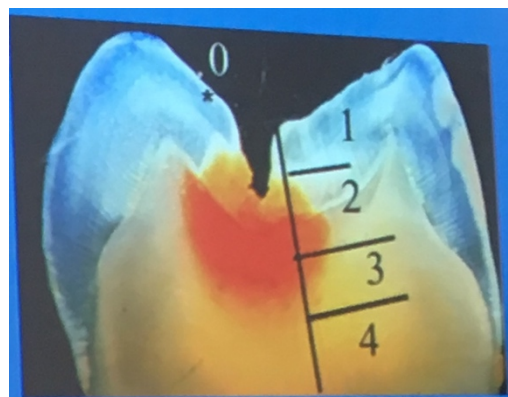


Tableau 4 : Classification histologique

En pratique, la classification développée par Pitts *et al.* lors de la rédaction du Système International de Détection et d'Évaluation des Caries (ICDAS) est la plus répandue (cf figure 9): (22)




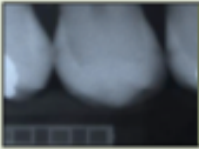


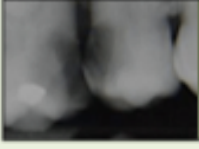
Système d'évaluation radiographique (RA) de l'ICDAS				
SEVERITE DES LESIONS CARIEUSES	0	Absence de radioclarité		Absence de radioclarité
	RA Stades initiaux	RA 1		Radioclarité localisée dans la 1/2 externe de l'émail
		RA 2		Radioclarité localisée dans la 1/2 interne de l'émail ± à la jonction amélo-dentinaire
		RA 3		Radioclarité localisée dans le 1/3 externe de la dentine
	RB Stades modérés	RB 4		Radioclarité atteignant le 1/3 moyen de la dentine
	RC Stades sévères	RC 5		Radioclarité atteignant le 1/3 interne de la dentine, cliniquement cavitaire
		RC 6		Radioclarité touchant la chambre pulpaire, cliniquement cavitaire

Figure 9 : Système d'évaluation radiographique de l'ICDAS/ ICCMS

(Source : Guide clinique CariesCare)

1.4.3. Combinaison des classifications cliniques et radiologiques

Pour l'élaboration de la proposition thérapeutique d'une lésion carieuse la sévérité retenue tient compte à la fois de l'examen visuel et radiologique selon la figure 10 ci-dessous :










Examen clinique visuel (catégories C)	Examen radiologique (catégories R)				
	R_0 	RA_{1-2} 	RA_3 	RB 	RC 
C_{saine} 	Saine _{CR}	Initiale _{CR}	Initiale _{CR}	Modérée _{CR}	Sévère _{CR}
C_{initiale} 	Initiale _{CR}	Initiale _{CR}	Initiale _{CR} OU Modérée _{CR}	Modérée _{CR}	Sévère _{CR}
$C_{\text{modérée}}$ 	Modérée _{CR}	Modérée _{CR}	Modérée _{CR}	Sévère _{CR}	Sévère _{CR}
$C_{\text{sévère}}$ 	Sévère _{CR}	Sévère _{CR}	Sévère _{CR}	Sévère _{CR}	Sévère _{CR}

Figure 10: Combinaison de l'examen clinique et radiologique

(Source : Guide clinique CariesCare)

Comme nous le verrons ultérieurement, le SDF peut être utilisé dans toutes les situations suivantes : seul, avec une restauration sus-jacente ou encore en technique mixte (ART, Hall).

2. Le Fluorure Diamine d'Argent (SDF)

2.1. Généralités et composition

Le fluorure diamine d'argent, ou silver diamine fluoride (SDF), est un produit pharmaceutique qui s'inscrit dans les techniques de restauration minimalement invasive et mixte (Hall, ART, ...).

2.1.1. Histoire du Fluorure Diamine d'Argent

Les premières traces d'utilisation de l'argent ont été répertoriées en l'an 1000 av. JC pour le stockage de l'eau potable. Plus récemment, l'argent a été utilisé, en médecine, comme antimicrobien dans le traitement des ulcères. De nos jours, il est indiqué dans le traitement des brûlures, et le traitement de surface d'implants médicaux, ainsi que pour la prévention des infections oculaires, chirurgicales et dentaires. En outre il est utilisé dans les protocoles de désinfection des dispositifs médicaux tels que les cathéters et les systèmes de purification de l'eau (29,30).

Dans le domaine de la dentisterie, l'argent a été utilisé dès 1891 par Dr Stebbins pour des restaurations à l'amalgame. Il a constaté que l'application sur des lésions carieuses d'un mélange de restes d'amalgames et d'acide nitrique a permis de stabiliser les caries de ses patients (30). A partir de ces études, Dr Stebbins émet l'hypothèse que l'inhibition des caries était le résultat de la destruction bactérienne et du dépôt noir générant un revêtement protecteur sclérotique de dentine secondaire (30). Ses travaux ont été repris par Howe en 1917 qui a appliqué directement du nitrate d'argent sur les lésions carieuses avec des résultats similaires. « La solution de Howe » naît alors, elle sera utilisée en dentisterie pendant les 50 années suivantes (30). À la suite de ces premiers résultats, de nombreuses études ont été réalisées, in vitro puis in vivo sur des dents temporaires puis sur des dents permanentes. Nishino, dans le cadre de sa thèse de doctorat en 1969, a montré que le SDF abouti à la formation d'un précipité qui obstrue les tubuli dentinaires et aide à la réduction de l'hypersensibilité (18).

Les premières mises sur le marché du Fluorure Diamine d'Argent ont eu lieu au Japon en 1969, puis au Mexique et en Australie en 1997 (30). Ce n'est qu'en 2014 que la Food and Drug Administration (FDA) a approuvé l'utilisation du Fluorure Diamine d'Argent comme dispositif médical dans le cadre du traitement de l'hypersensibilité dentinaire aux États-Unis. Il sera mis sur le marché un an après puis sera utilisé « hors AMM » pour la prévention et le traitement des caries. Ce n'est qu'en 2017, la FDA a élargi son indication en approuvant son application en

tant qu'un « agent arrêtant la progression d'une carie déjà formée », une nomenclature est créée dans le « Code on Dental Procedures and Nomenclatures » (18,31).

2.1.2. Composition du Fluorure Diamine d'Argent

Le Fluorure Diamine d'Argent (SDF) 38% présent sur le marché est la forme d'une solution incolore alcaline dont le pH est de 10 (18,32).

Il est composée de : (32–34)

- 38% de fluorure de diamine d'argent
- 24,4 à 28,8 % d'argent
- 5,0 à 5,9 % de fluor
- 8% d'ammoniac

La formule moléculaire du fluorure diamine d'argent est $\text{AgF}(\text{NH}_3)_2$ (32)

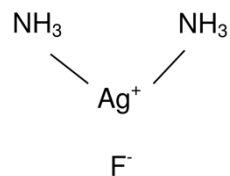


Figure 11 : Molécule Fluorure diamine d'argent

Il s'agit d'un complexe de coordination mixte d'halogénures de métaux lourds où : (18,32,33,35)

- **L'ion d'argent** est connu pour ses propriétés antibactériennes et particulièrement bactéricides. Chimiquement, l'argent métallique est inerte et dépourvu de propriété antibactérienne. Les ions argent sont biocompatibles et s'avèrent peu toxiques chez les humains.
- **Le fluorure** permet une reminéralisation des lésions carieuses de l'émail et de la dentine
- **L'ammoniac** participe à la stabilisation fluorure d'argent.

Le SDF possède la plus forte concentration en fluorure disponible sur le marché. En effet le SDF à 38% contient 44 800 parties par millions (ppm) de fluorure ce qui est deux fois plus que les vernis fluorés 5%, à 22 600 ppm (18,36).

L'application de SDF sur une lésion carieuse active est fréquemment suivie d'une application d'iodure de potassium qui permettrait de diminuer les colorations noires liées à l'application de SDF.

2.1.3. Produits disponibles sur le marché

Dans le commerce, le Fluorure Diamine d'Argent (SDF) se présente sous forme de flacon ou bien en capsule unidose. Les concentrations en SDF des différents produits vont de 10% à 38% avec une majorité de produits à 38%. **En Europe**, on retrouve 2 conditionnements sur le marché.

Voici quelques exemples de produits disponibles sur le marché :

- Le RIVA STAR®, à 38% de SDF, du laboratoire SDI. Seul disponible en France et homologué CE. Il se présente sous la forme de 2 flacons. Le premier contient le SDF, Fluor, Argent et Ammoniac et le deuxième flacon contient de l'iodure de potassium permettant de diminuer les colorations. Le deuxième conditionnement possible est sous forme de capsule.



Figure 12 : RIVA STAR®

- Le ADVANTAGE ARREST® 38% du laboratoire Elevate Oral Care. Disponible aux USA et Canada, mais non homologué CE :



Figure 13 : ADVANTAGE ARREST®

- Le FLUOROPLAT du laboratoire NAF Laboratories. Disponible en Argentine :



Figure 14 : FLUOROPLAT

- Le SAFORIDE, à 38% de SDF, commercialisé par Toyo Seiyaku Kasei Co. Disponible au Japon :



Figure 15 : Le SAFORIDE

- Le e-SDF du laboratoire Kids-e-dental, disponible en Inde



Figure 16: Le e-SDF

- Le CARIESTOP du laboratoire Biodinamica, concentré à 12% ou 30% de SDF,



Figure 17 : Le Cariestop 30%

- Le Safluoride di Walter® concentré à 10% (Polidental, Río de Janeiro, Brazil)

Le tableau 5 résume les produits commercialisés contenant du SDF (37) :

TABLE 1					
Some Commercially Available SDF Products for Dental Treatment					
PRODUCT	SDF%	MANUFACTURER	COUNTRY	MAJOR INGREDIENTS	PACKAGE
Advantage Arrest	38%	Elevate Oral Care	USA	Silver diamine fluoride	8-ml dropper bottle
Bioride	38%	DensplyIndustria e Comercio Ltda	Brazil	Silver diamine fluoride	5-ml dropper bottle
Cariostatic	10%	Inodon Laboratorio	Brazil	Silver diamine fluoride	5-ml dropper bottle
Cariestop	12%	BiodinamicaQuimica e Farmaceutica Ltda	Brazil	Fluoridic acid, silver nitrate, ammonia	5-ml or 10-ml dropper bottle
Fagamin	38%	Tedequim SRL	Argentina	Silver diamine fluoride	5-ml dropper bottle
Fluoroplat	38%	NAF Laboratorios	Argentina	Silver diamine fluoride	5-ml dropper bottle
Saforide	38%	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japan	Silver diamine fluoride	5-ml dropper bottle
Riva Star	30-35%	SDI Dental Limited	Australia	Unit 1: Silver, fluoride, ammonia; Unit 2: Potassium, iodine, methacrylates	Unit 1: 0.05-ml Unit 2: 0.10-ml

Tableau 5 : Produits contenant du SDF présent sur le marché

Source : Mei et al., 2016

2.2. Mode d'action du Fluorure Diamine d'Argent

Le mécanisme d'action du Fluorure Diamine d'Argent agit sur plusieurs niveaux : (18,31,33,38)

- Une action antibactérienne,
- Une augmentation du pH du biofilm,
- Une inhibition de la déminéralisation,
- Une augmentation de reminéralisation,
- Une inhibition de la dégradation de la matrice de collagène dentinaire.

2.2.1. Effet antibactérien du Fluorure Diamine d'Argent

2.2.1.1. Effets liés à l'ion argent

Les ions d'argent ont une action bactéricide, notamment sur les bactéries cariogènes *Streptococcus Mutans*, *Lactobacillus casei* et *Actinomyces*. Cette action bactéricide est due à l'action des ions argent sur le métabolisme bactérien selon trois modes d'action différents (11,18,29,30,32,33) :

- **Inhibition enzymatique et des processus métaboliques :**

Les ions argent interagissent avec des enzymes indispensables à la vie des bactéries. Ils bloquent le transport d'électrons dans la bactérie en interagissant avec le groupement thiol des enzymes. Ainsi, ils les désactivent ce qui entraîne la mort des cellules bactériennes.

- **Destruction des structures des parois cellulaires des bactéries :**

Les ions argent peuvent se lier électrostatiquement aux parties anioniques des membranes bactériennes. Cela entraîne une inhibition des mouvements des bactéries ou provoque une fuite ou une rupture de leur membrane cellulaire.

- **Inhibition de la réplication de l'ADN et de l'ARN :**

À moins que l'ADN ne soit contenu dans un noyau, comme dans les cellules eucaryotes, l'interaction entre les ions argent et l'ADN bactérien entraînera la mort des bactéries selon 2 procédés (11). Les ions argent interagissent avec les groupes sulfhydriques de l'ADN ou de l'ARN pour former une liaison S-Ag (39). Au niveau de l'ADN, le remplacement de la liaison hydrogène par cette liaison S-Ag stabilise sa structure en double hélice, ce qui perturbe les processus de réplifications et de transcriptions de l'ADN. Au niveau de l'ARN, l'accumulation d'ions argent forme un complexe métallique inactivant l'ARN. Ces deux processus entraînent la mort cellulaire.

La résistance bactérienne contre l'ion argent est difficile à atteindre à cause de ses multiples mécanismes antibactériens. Une étude a rapporté que la concentration minimale inhibitrice du SDF sur *Streptococcus Mutans* était de 0,06 $\mu\text{mol/mL}$. De plus, il a été démontré que le SDF 38% a un effet inhibiteur élevé contre le développement de nouveaux biofilms. La figure 18 représente la croissance de différentes espèces d'un biofilm cariogène sur de la dentine traitée avec du SDF (figure 18 images 'a' & 'c') en comparaison avec un test de contrôle à l'eau (figure 18 images 'b' & 'd') après 14 jours. Les images 'a' et 'b' représentent l'agrégation des bactéries à la surface de la dentine au microscope à balayage électronique. On peut observer la présence d'un plus grand nombre de bactéries lors d'un traitement à l'eau en comparaison avec le traitement au SDF (11). Les images 'c' et 'd' sont des images de microscopie confocale à balayage laser qui représentent le ratio de rouge/vert correspondant au ratio bactéries morte/vivante. Il est démontré que le nombre de bactéries mortes (couleur rouge) est plus important dans l'image 'c' qui correspond à la dentine traitée par SDF en comparaison à la dentine traitée par de l'eau (image 'd').

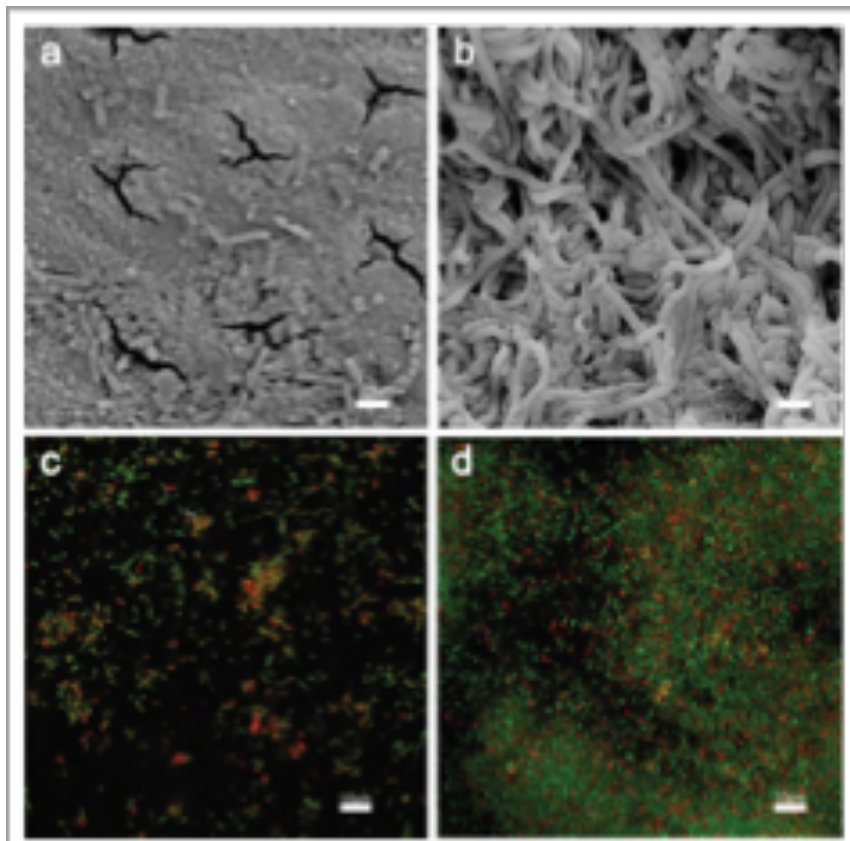


Figure 18 : Croissance du biofilm cariogène après traitement par SDF (images 'a' & 'c') en comparaison à l'eau (images 'b' & 'd') (Mei et al., 2018)

En outre, les ions argent s'incorporent dans la structure cristalline de l'hydroxyapatite. Comme le fluor, ils arrivent à pénétrer d'environ $25\mu\text{m}$ dans l'émail et d'environ $50\text{-}200\mu\text{m}$ dans la dentine (32,40). Cela réduit la toxicité tissulaire des ions argent mais provoque également une réduction de l'adhésion bactérienne aux surfaces dentaires. Ces ions participent à la formation de cristaux qui obstruent complètement les tubuli (Figure 19 : Culture de *S. Mutans* sur une surface de dentine) ce qui explique l'action du SDF contre l'hypersensibilité dentinaire (11,29,33,38,41).

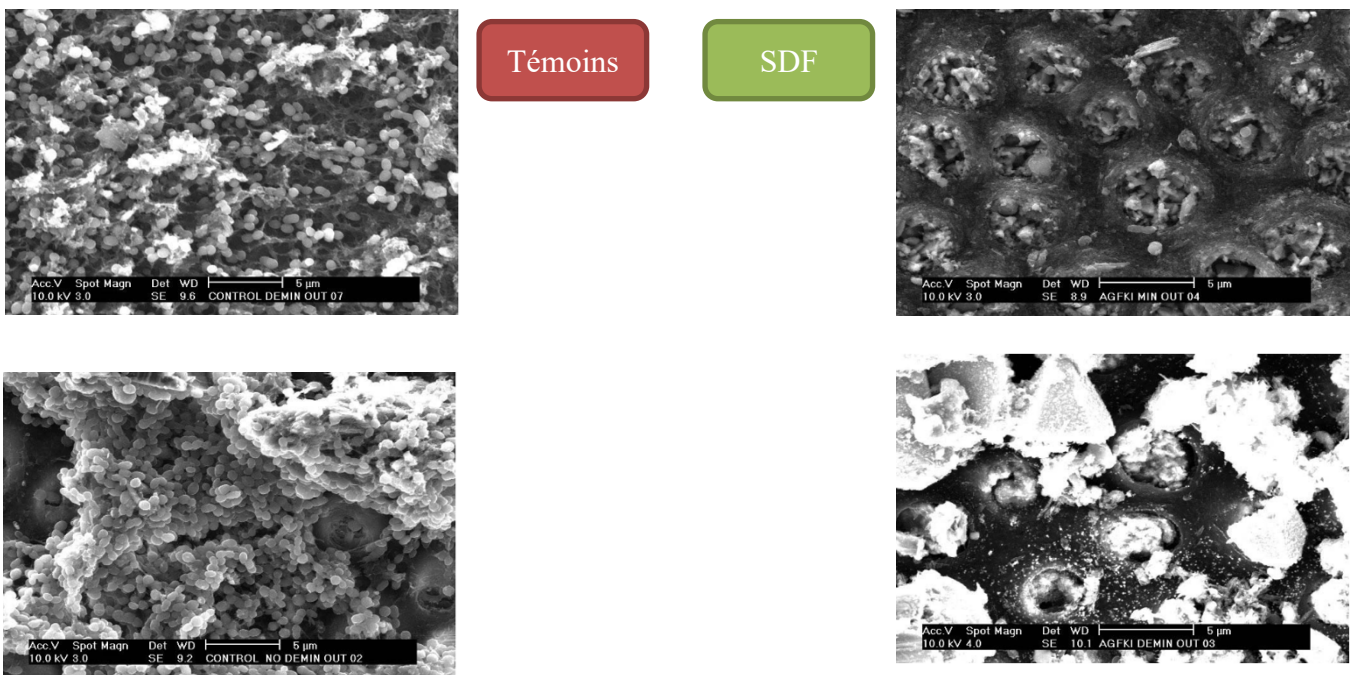


Figure 19 : Culture de *S. Mutans* sur une surface de dentine
(Knight et al.,2007)

2.2.1.2. Effet du fluor

Les ions fluorures inhibent la production d'acide de la plaque dentaire. En effet, ils se lient avec les composants bactériens et influent sur les enzymes liées au métabolisme des glucides et liées à l'absorption du sucre par deux mécanismes : (8,11,30,33)

- Inhibition directe des enzymes bactériennes par formation d'un complexe F^- ou HF , ou par inhibition indirecte via la formation d'un complexe métallique « métal-F »

- Amélioration de la perméabilité aux protons des membranes cellulaires. Le fluor agit comme un transporteur de protons transmembranaire sous la forme de HF. Une fois que HF est dans le cytoplasme relativement alcalin, il se dissocie pour donner F⁻ et H⁺. Cela a pour effet d'acidifier le cytoplasme et d'inhiber les enzymes glycolytiques. L'abaissement du pH par le fluorure compromet l'état énergétique de la cellule, car en augmentant la rentrée de protons à travers la membrane cellulaire, il augmente la demande d'ATP pour la régulation acido-basique. L'acidification cytoplasmique causée par le fluor perturberait la production d'acide ainsi que la formation et le métabolisme des polysaccharides intracellulaires. En perturbant le pH intracellulaire, le fluor affecte à la fois la production d'acide et la tolérance à l'acide de *S. mutans* (8). De plus, le fluorure peut avoir un mécanisme supplémentaire pour perturber la formation de biofilm. Il a été démontré que la croissance de *S. Mutans* en présence de fluorure entraînait des changements dans la composition de polysaccharides extracellulaires produits.

2.2.2. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la teneur en minéraux de l'émail et de la dentine

Le SDF 38% contient 44 800 ppm de fluor favorisant ainsi la reminéralisation de l'hydroxyapatite de l'émail et de la dentine. En effet, le fluorure réagit avec l'apatite de plusieurs manières selon les réactions suivantes (cf Figure 20 : Réaction chimique entre les surfaces dentaires et le fluor) :

- Échange d'ions fluorures contre les ions hydroxydes de l'hydroxyapatite. La formation de fluoroapatite est chimiquement plus stable que l'hydroxyapatite dans les environnements acides.
- Dissolution de l'apatite avec formation de fluorure de calcium (18,32,33,38,42,43).

Le SDF a des propriétés alcalines, la production d'hydroxyde de sodium permet d'obtenir un milieu basique, propice aux échanges ioniques et donc à la reminéralisation.

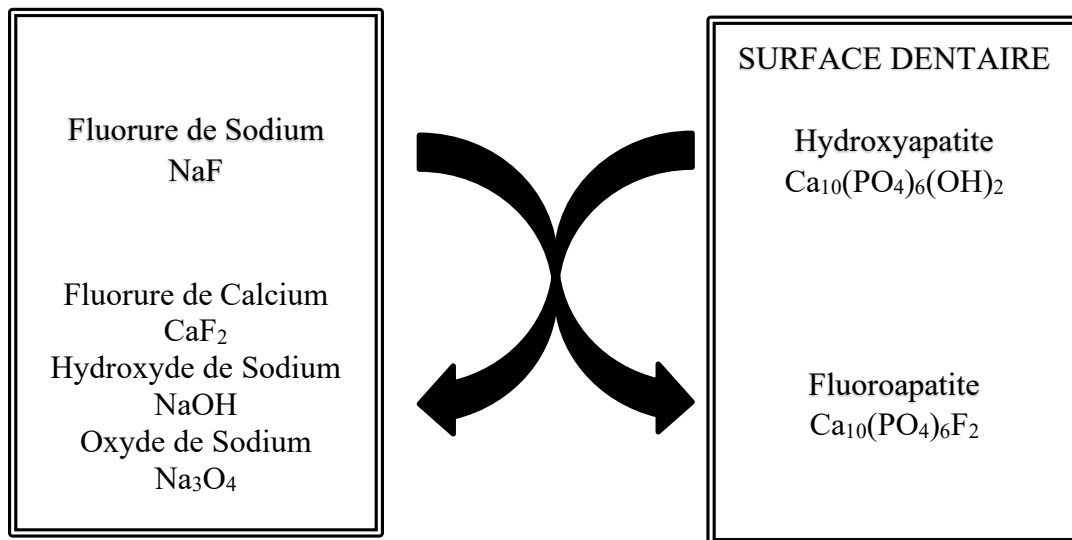


Figure 20 : Réaction chimique entre les surfaces dentaires et le fluor

(Rosenblatt et al, 2009)

Les **ions argent** du SDF jouent également un rôle dans la reminéralisation des tissus durs dentaires. Ils réagissent avec l'hydroxyapatite pour former du fluorure de calcium, du phosphate d'argent dans un milieu basique. Le phosphate d'argent réagit rapidement pour former du chlorure d'argent, il permet de libérer de nombreux ions phosphates disponibles pour reminéraliser l'hydroxyapatite (Figure 21 : Réaction chimique entre l'argent et l'hydroxyapatite).

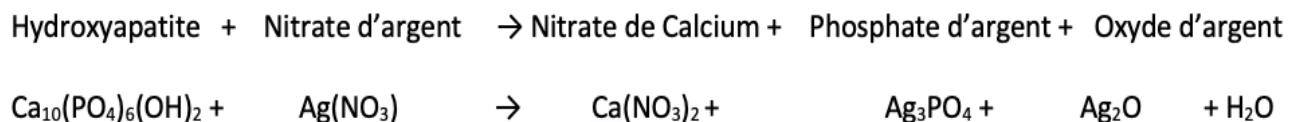


Figure 21 : Réaction chimique entre l'argent et l'hydroxyapatite

(Rosenblatt et al., 2009)

2.2.3. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la teneur en matière organique de la dentine

L'application de SDF agit sur la **teneur en matière organique de la dentine**. En effet, une plus grande quantité de collagène reste à la surface de la dentine après traitement par SDF. La dégradation du collagène est diminuée par inhibition des activités protéolytiques des dentines collagénases : en particulier les **métalloprotéinases matricielles** MMP-2, MMP-8 et MMP-9 (protéines ayant un enjeu majeur dans la dégradation du collagène) ainsi que les **cystéines cathepsines** B et K (enzymes protéolytiques de dégradation du collagène).

Ce collagène non détruit sert d'échafaudage pour le dépôt des éléments de reminéralisation tel que le calcium et le phosphate. Néanmoins, ce phénomène est moins bien observé sur l'émail qui contient moins de collagène (0,8% pour l'émail contre 20% de matière organique pour la dentine) (11,32,33,42,43). Physiologiquement, l'acidification du milieu par les bactéries active l'activité protéolytique des collagénases. La réaction du SDF avec l'hydroxyapatite permet l'augmentation du pH et inhibe les collagénases (11).

Dans une étude ex vivo, réalisée par *Mei et al.* en 2014 (Figure 22: Morphologie de la dentine arrêtée après SDF (A) et carie dentinaire active (B) vue au microscope électronique) sur des dents traitées avec du SDF, la morphologie de la surface de la lésion carieuse arrêtée a révélé une surface relativement lisse avec peu de fibres de collagène exposées. En revanche, celle de la lésion dentinaire active est poreuse et rugueuse, avec des fibres de collagène exposées, désorganisées et peu réparties. (11)

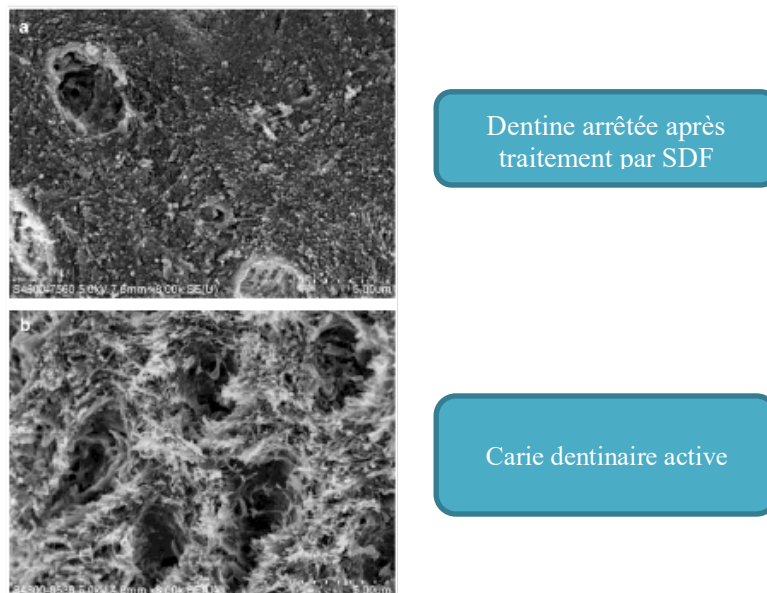


Figure 22: Morphologie de la dentine arrêtée après SDF (A) et carie dentinaire active (B) vue au microscope électronique

(*Mei et al., 2018*)

Pour conclure, le SDF permet :

- Le renforcement de la qualité de l'émail par la formation de fluoroapatite,
- La libération du fluorure de calcium qui va lui-même libérer des ions calcium et fluor indispensables à la reminéralisation des tissus durs dentaires,
- La création d'un milieu basique indispensable à la reminéralisation et l'inhibition des enzymes responsables de la dégradation du collagène,
- La formation du phosphate d'argent, un réservoir de phosphate pour la dent,
- Le renforcement de la dureté de l'émail par reminéralisation et mise à disposition d'éléments essentiels tels que le calcium, le fluor, le phosphate,
- Une action antimicrobienne forte contre les bactéries cariogènes,
- L'inhibition de la production acide de la plaque dentaire favorisant la reminéralisation.

Le mécanisme d'action du SDF proposé par *Hu et al.*, est synthétisé par la Figure 23 : Mécanisme du SDF :

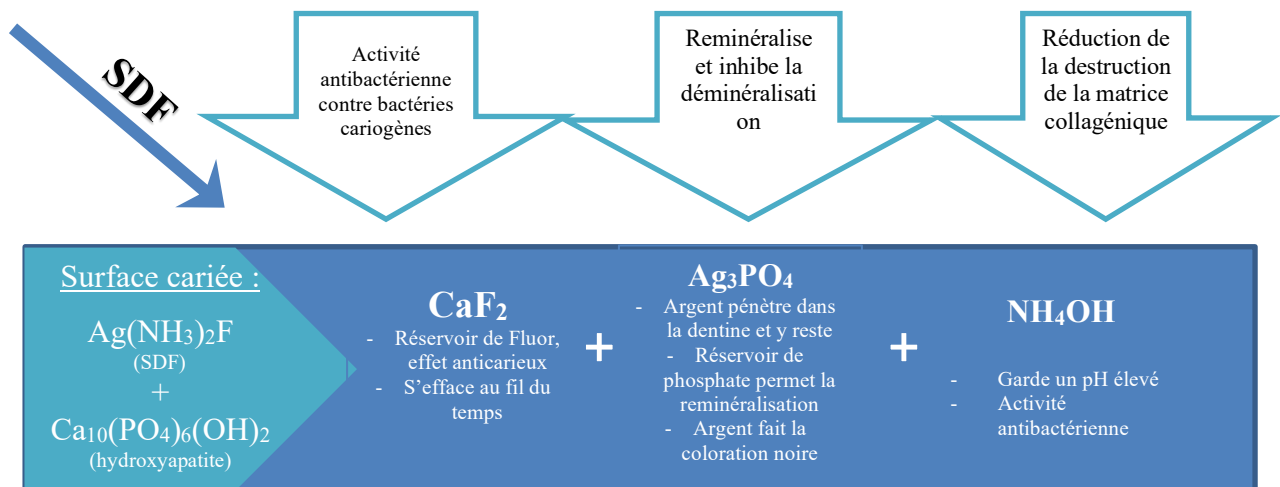
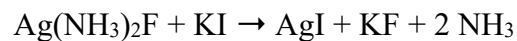


Figure 23 : Mécanisme du SDF
(*Hu et al.*, 2018) Traduit en français

2.2.4. Effet de l'iodure de potassium (KI)

L'application, après traitement par le SDF, d'iodure de potassium (KI) permettrait de diminuer les colorations noires liées à la précipitation du phosphate d'argent (Ag_3PO_4). Cependant son utilisation systématique fait encore débat (11).

L'application d'iodure de potassium (KI) permet aux ions argent libres du SDF de réagir avec l'iodure de potassium pour former de l'iodure d'argent (AgI) selon la réaction suivante (18) :



L'iodure de potassium ne compromet pas l'effet antibactérien du SDF, l'association SDF/KI a un potentiel antibactérien très puissant, à condition de ne pas mettre une quantité excessive de KI. En effet, cela pourrait réduire la biodisponibilité des ions argent (29). Il est à noter que le KI seul n'a aucune propriété antibactérienne.

2.2.5. Comparaison entre l'application de Vernis Fluoré et le Fluorure Diamine D'argent

Une étude in vitro réalisée par Yu *et al.*, en 2018 compare l'effet du vernis fluoré (NaF) à 5% (22 600 ppm) et le fluorure diamine d'argent (SDF) (48 800 ppm) ainsi que l'application concomitante des deux produits dans la prévention et le traitement des lésions carieuses. Plusieurs paramètres ont été évalués (43):

- **L'évaluation de la profondeur des lésions carieuses** : les groupes SDF et SDF + NaF ont obtenu une réduction de la profondeur de la lésion carieuse active par rapport au traitement à l'eau et celui au NaF seul.
- **Reminéralisation de l'hydroxyapatite** : la reminéralisation est plus importante dans le groupe SDF que dans les autres groupes.
- **La quantité de S. Mutans** : Le nombre de colonies de *S. Mutans* vivantes est inférieur après traitement avec du SDF seul.

L'étude permet de conclure que l'utilisation de vernis fluoré à 5% est intéressante dans la prévention des caries. Cependant, le SDF offre de meilleurs résultats concernant les lésions actives. Selon Yu *et al.*, il n'existe pas de bénéfice supplémentaire à l'application de vernis fluoré à celui du SDF pour la reminéralisation des lésions carieuses. Au contraire, le NaF interagirait avec les ions argent, inhibant leur adhésion aux cellules bactériennes.

2.2.6. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur la pulpe dentaire

L'effet du SDF sur la pulpe est fonction de l'extension de la lésion et de la présence ou non d'une exposition pulpaire : (34,38)

- **Lésion débutante et modérée** : Il est à noter que l'application de SDF dans les cavités peu profondes permet d'empêcher les irritants, tels que les micro-organismes et leurs toxines, d'atteindre la pulpe. Les précipités d'argents obstruent les tubuli dentinaires et protègent la pulpe.
- **Lésion profonde sans exposition pulpaire** : une inflammation légère et une architecture normale de la pulpe ont été observées lorsque le SDF est appliqué dans les cavités profondes sans exposition pulpaire, et ce, même lorsque l'épaisseur de la dentine restante est de 0,25 à 0,5 mm.
- **Lésion profonde avec exposition pulpaire** : au contact de la pulpe, les résultats d'études sont contradictoires. Il est noté que dans la plupart des cas la pulpe dentaire a réagi par une inflammation sévère ou une nécrose.

2.2.7. Effet du Fluorure Diamine d'Argent sur le potentiel de collage

L'application de SDF ne semble pas influencer le collage avec le Ciment Verre Ionomère (CVI) que ce soit avec ou sans rinçage au préalable. Cependant, toutes les études citées dans la méta-analyse de *Frölich et al.* (44), l'acide polyacrylique a été appliqué et rincé afin d'éliminer la boue dentinaire et optimiser l'adhésion entre l'hydroxyapatite et le CVI (44).

Contrairement au CVI, l'adhésion d'un adhésif amélo-dentinaire est influencée par un prétraitement par SDF. Le précipité, formé par le phosphate d'argent à la surface dentinaire et dans les tubuli, diminue la force de liaison entre l'adhésif et la dentine. Ceci peut être limité par le rinçage préalable des surfaces, éliminant ainsi le précipité d'argent dans la zone péri-tubulaire et inter-tubulaire (44). Cependant, la reminéralisation de la dentine induite par le SDF améliore ses propriétés mécaniques. L'application de SDF permet de diminuer la dégradation du collagène, rendant la surface de collage plus propice (44).

Du fait du nombre important de protocoles de collage (MR1, MR2, MR3, SAM1, SAM2) et de produits disponibles (acide fort, modéré ou faible, adhésifs universels, automordancants, etc...), des études complémentaires permettraient certainement de conclure de manière définitive et exhaustive sur l'effet du SDF sur le collage des résines composites.

2.3. Indications et contre-indications

2.3.1. Indications

Le SDF peut être appliqué sur une surface dentaire indemne de lésion carieuse en préventif ou bien sur une lésion active afin d'arrêter sa progression (1). Il a d'abord été proposé sur le marché comme agent désensibilisant dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire (32) bien qu'il soit également efficace dans la prévention et l'arrêt des lésions carieuses actives.

L'utilisation de SDF dans la prise en charge globale d'un patient semble donc intéressante. En effet, son utilisation peu invasive, peu coûteuse et simple trouve sa place dans plusieurs situations cliniques développées ci-dessous : (18,31–34,36)

- **Les patients peu compliant avec un risque carieux élevé**, notamment les personnes présentant des pathologies médicales ou comportementales. Il s'agit principalement de l'enfant et adulte non-coopérant, les personnes âgées fragiles, les personnes handicapées et les personnes phobiques.
- **Les lésions difficiles d'accès** : par exemple, les caries en marge de couronne lorsque sa dépose n'est pas envisagée, les caries radiculaires, dans une zone de furcation ou occlusale, sur une dent en éruption ou une dent de sagesse dont l'accès, l'isolement et le nettoyage constituent un défi pour le chirurgien-dentiste.
- Les personnes nécessitant **plusieurs visites de traitement**, afin de prévenir une complication symptomatique ou une progression de la lésion en attendant de réaliser un soin conventionnel. Cette technique est également intéressante pour les patients en attente de soins. Par exemple, les soins sous sédation consciente ou sous anesthésie générale. Le SDF peut également palier ou retarder une indication de soin sous anesthésie générale ou sédation.
- En **prévention et traitement de l'hypersensibilité dentinaire**, seule indication reconnue en France
- En **préventif pour les patients à haut risque carieux** dans le cadre d'un déficit salivaire, secondaire à un traitement médical tel que la chimiothérapie ou radiothérapie, du Syndrome de Gougerot Sjögren, la polymédication, ou à la vieillesse.
- **Les patients n'ayant pas d'accès aux soins**, dans les déserts médicaux, les pays en cours de développement où les dentistes ont un plateau technique réduit où les soins conventionnels sont compliqués et les zones où le coût des soins est rédhibitoire pour des patients peu fortunés.

En outre, certaines études évoquent son utilisation comme irrigant pour les traitements endodontiques (18) malgré son incapacité à dissoudre des tissus mous.

D'un point de vue clinique, l'application de SDF se fait dans un cadre précis :

- La carie doit être d'une **profondeur totale maximale de 2,5mm** et de **2mm pour les caries proximales**, ce qui correspond à la limite de pénétration du SDF (35).
- La présence radiologique d'un **pont dentinaire d'au moins 1mm** entre la pulpe et la lésion. Il existe une meilleure probabilité que la dent soit vivante si ce pont dentinaire radiologique existe (34,35).

2.3.2 Contre-indication et limite

2.3.2.1 Contre-indication générale

Contre-indication propre au SDF : (18,32,34–36,45)

- Allergie à un des composants, en particulier l'argent.
- Patient sous traitement thyroïdien.

Contre-indication propre à l'iodure de potassium : (32,35,45)

- **Femmes enceintes et allaitantes** à cause de l'accumulation d'iode par la thyroïde.

2.3.2.2 Contre-indications locales

Les contre indications locales sont :

- **Les lésions des tissus mous**, en particulier **les gingivites ulcéro-nécrotiques** ou **stomatites desquamatives** significatives perturbant la barrière protectrice formée par l'épithélium en raison du caractère irritatif du SDF. Cette contre-indication est relative dès lors que le site à traiter peut être isolé de la gencive ; De plus, l'utilisation de vaseline peut prévenir l'irritation des muqueuses (18,32).
- Absence de signes ou symptômes de **pathologie pulpaire irréversible** ou **exposition pulpaire** (35,36).
- **Dent nécrosée** (35).
- **Présence de dentine radio-opaque inférieure à 1 mm** entre lésion carieuse et pulpe. Cette dentine radio-opaque permet de s'assurer que la dent ne soit pas nécrosée (35,36).

2.3.2.3. Limites et dose maximale

Selon l'UCSF, la dose maximale de SDF 38% est d'une goutte par tranche de 10kg par visite à 1 semaine d'intervalle. (30,32,40)

Le tableau 6 récapitule l'ensemble des indications et contre-indications au SDF :

Indication	
<i>Générale</i>	<i>Locale</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les patients peu compliants avec un RCI élevé - Les lésions difficiles d'accès - Plusieurs visites de traitement - En prévention et traitement de l'hypersensibilité dentinaire - En préventif pour les patients à RCI élevé - Patients n'ayant pas d'accès aux soins 	<ul style="list-style-type: none"> - Profondeur carie < 2,5mm - Profondeur carie proximale < 2mm - Pont dentinaire radiologique > 1mm entre lésion et la pulpe
Contre-indication	
<i>Générale</i>	<i>Locale</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Allergie à un des composants, en particulier l'argent - Patients sous traitement thyroïdien - Femmes enceintes et allaitantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Gingivite ulcéro-nécrotique - Stomatite desquamative - Pathologie pulpaire irréversible - Dent nécrosée - Présence de dentine radio-opaque < 1 mm

Tableau 6 : Récapitulatif des indications et contre-indications au SDF

2.4. Protocole

2.4.1 Efficacité du produit et dose recommandée

L'application de SDF à 38% permet d'obtenir un résultat très largement supérieur aux traitements par fluoration (verniss et gel fluorés). Les traitements par SDF en préventif et curatif des lésions carieuses ont obtenu des résultats > 70% sur les dents temporaires et > 60% sur les dents définitives contre 21,3 et 55,7% pour le vernis fluoré (18,31,32,34,46). L'effet du SDF permet d'obtenir un arrêt des lésions carieuses plus rapide et plus efficace que les techniques de restaurations provisoires, tel que le ciment verre ionomère. Cependant, une seule application isolée ne permet pas d'obtenir des résultats durables. L'application de SDF à 38% semestrielle permettrait d'obtenir un taux d'arrêt considérable des lésions actives et réduirait ainsi

l'apparition de nouvelles lésions, sans augmenter le risque d'évènements indésirables. Le SDF concentré à 38% permet d'obtenir de meilleurs résultats que le SDF à plus faible concentration (18,30–32,34,36).

2.4.2. Prérequis et matériel nécessaire

Le retrait chirurgical de la totalité des tissus cariés ne doit pas être systématique (32–34,42). Un choix thérapeutique invasif ou non invasif est déterminé selon le site initial et le stade d'évolution de la lésion ainsi que des facteurs plus globaux liés au risque carieux individuel et à la compliance du patient.

Avant l'application, il convient d'obtenir un consentement éclairé du patient et de lui expliquer les effets secondaires en particulier la décoloration de la lésion ainsi que la nécessité de suivi et de contrôle tous les 3 à 6 mois (32,34,36).

Le plateau technique nécessaire est simple :

- Une digue ou un champ opératoire simple par coton/ gaze,
- Microbrossette,
- Une dose de SDF ou une goutte dans un contenant approprié,
- Une seringue air/eau.

2.4.3. Protocole

Un protocole peut être proposé :

- 1) Éviction possible des tissus carieux (34,36).
- 2) Appliquer de la vaseline et une protection sur les lèvres et sur la peau pour éviter les tâches temporaires (18,34,36).
- 3) Isoler les tissus mous à l'aide d'une digue ou bien d'un champ simple à l'aide de cotons et gazes (18,32,34,36,40,45).
Figure 24 : Pose du champ opératoire étanche.
- 4) Nettoyer les zones à traiter (35,45).
Figure 25 : Nettoyage prophylactique de la zone concernée avec une pâte à polir
- 5) Sécher la surface avec une seringue air/eau (18,32,34,36,40,45).
- 6) Appliquer une goutte de SDF sur la surface à l'aide d'une microbrossette, d'un fil dentaire imbibé ou d'une brosette interdentaire selon l'accès à la lésion. Son temps d'application varie de 10 secondes à 3 minutes selon les protocoles proposés dans la littérature (durée d'application moyenne de 1 minute) (18,32,34–36,40,45).
Figure 26 : Application du SDF avec une microbrossette.
Figure 27 : Application du SDF en proximale à l'aide d'une brosette interdentaire
- 7) Appliquer, si souhaité, deux gouttes d'iodure de potassium sur la zone traitée (45).
- 8) Retirer les excès de SDF à l'aide de rouleau de coton (18,34,36,40).

- 9) Sécher les surfaces et laisser le champ opératoire en place pendant environ 1 à 3 minutes afin de limiter l'absorption systémique (18,34,36,40,45).
- 10) Selon Advantage Arrest, si une restauration composite est envisagée, le rinçage et séchage de la zone sont recommandés avant les procédures de collage.(40) Pour une restauration au CVI, il n'y a pas de recommandations particulières (appelé « Technique SMART ») (35).
- 11) Déposer le champ opératoire.

Remarques :

- Plusieurs études recommandent l'application de fluorure de sodium à 5%. (18,36,40). Cependant une revue de la littérature conclue que son application après le SDF n'est pas recommandée et est délétère pour le traitement par SDF.(43)
- La technique SMART associe un scellement mécanique à l'action chimique de fluor et d'argent (35).



Figure 24 : Pose du champ opératoire étanche



Figure 25 : Nettoyage prophylactique de la zone concernée avec une pâte à polir



Figure 26 : Application du SDF à l'aide d'une microbrossette



Figure 27 : Application du SDF en proximale à l'aide d'une brosse interdentaire

2.4.3.4. Conseils post opératoire

Il n'existe pas de contre-indication à la reprise immédiate des pratiques de l'hygiène bucco-dentaire après l'application de SDF, cependant il est déconseillé au patient de boire et manger dans les 30 minutes ou l'heure qui suit l'application de SDF (34).

2.4.4. Suivi

L'application de SDF permet un arrêt des lésions carieuses dans 70% des cas(18,31,39). L'évaluation du traitement est donc impérative. Le contrôle, deux à quatre semaines après l'application initiale est recommandée pour savoir si la lésion est arrêtée ou non. Le cas échéant, elle peut être retraitée immédiatement avec du SDF. Il est du devoir du praticien de réévaluer le risque carieux à chaque consultation et de vérifier la pérennité de ses traitements, entre autres, le contrôle des lésions traitées par SDF. (11,36,40).

2.5. Avantages et Inconvénients

2.5.1. Avantages

Les avantages du SDF sont nombreux. Son application est (18,30–32,34,36):

- **Très simple**, elle ne requiert pas de compétences particulières et un plateau technique basique (seringue air/eau, microbrossette, coton).
- **Peu invasive**, elle ne nécessite pas de fraisage, ni d'anesthésie : elle permet d'améliorer la compliance aux soins des patients anxieux, notamment chez les jeunes enfants.
- **Indolore**.
- **Peu coûteuse** : 0,92\$ pour une goutte pouvant traiter jusqu'à 5 surfaces ; le flacon de 8 ml contient 250 gouttes.
- **Rapide**, le soin peut être réalisé en 5 min.

La coloration noire caractéristique, souvent considérée comme un inconvénient, est un indicateur clinique de l'efficacité antibactérienne du SDF. Cette coloration noire est typique de la liaison de l'oxyde d'argent au collagène exposé par le processus carieux. Lorsque la coloration disparaît il convient de réévaluer la lésion : une réapplication de SDF peut être de nouveau indiquée (34,35,40).

2.5.2. Inconvénients et événements indésirables

Plusieurs événements indésirables ont été reportés en lien avec l'utilisation du SDF :

- La **coloration noire** (Figure 28 : Évolution des colorations dans le temps) liée à la précipitation du phosphate d'argent (Ag_3PO_4) est le principal inconvénient du produit du point de vue du patient. En effet, son application dans les zones esthétiques peut être un inconvénient majeur. Il est à noter que le SDF ne colore pas l'émail ni la dentine saine, il ne tache pas non plus en traitement pour l'hypersensibilité (30–32,34,36,42).
- De plus, la fonction masticatoire est altérée par **le non-remplissage des lésions initialement cavitaires** (42). Il est important de noter qu'une restauration des lésions cavitaires peut être réalisée dans la séance ou lors d'une séance ultérieure. Elle permet de restaurer la fonction masticatoire ainsi que de gérer l'esthétique (30,32,42).
- **L'irritation pulpaire** (30–32).
- **L'irritation des tissus mous bucco-dentaire** a été décrite comme une complication après l'application de SDF dans la cavité buccale, en particulier avec l'apparition de petites lésions blanches légèrement douloureuses sur la muqueuse. Celles-ci ont évolué favorablement en quelques jours (30–32,34,36).
- Risque d'une **fluorose dentaire**, liée à la prise de fluor, chez les patients de moins de 6 ans. Cependant, le peu de cas recensés, semblaient être associés à la fluoration élevée de l'eau. Il convient donc d'être prudent quant à l'utilisation de SDF de manière concomitante avec d'autres produits au fluor. Un bilan fluoré doit être envisagé dans cette population (30,32,43).
- Les patients remarquent un **goût métallique ou amer transitoire** (30,32,34,40,45).
- **Le SDF tache les tissus mous et les zones de déminéralisation** : Les taches peuvent être atténuées avec un polissage à l'eau, ou à l'aide de teinture d'iode, ou d'un composite verre ionomère. La coloration n'est pas immédiate mais elle devient apparente après quelques heures. Elle se limite aux zones directement touchées par le SDF. L'application de SDF sur la peau et les muqueuses peut provoquer un tatouage temporaire des tissus mous. Le retrait de cette tache se fait par exfoliation en 2 à 14 jours. Sur la peau, de l'iodure de potassium peut être appliquée. La manipulation du SDF doit être faite avec précaution car le SDF tache les vêtements et les instruments. En cas de tache, le vêtement doit être trempé dans du Napisan® (ou un autre détachant pour tissu) toute la nuit et lavé normalement (34,40,45).



Figure 28 : Évolution des colorations dans le temps
 (Source :<https://www.oralscience.ca/fr/produits/avantage-arrest/>)

Le tableau 7 résume les avantages et inconvénients du SDF :

Avantages	Inconvénients
Application simple	Irritation des tissus mous
Peu invasive	Coloration noire
Indolore	Non remplissage des cavités
Rapide	Risque de fluorose
Peu coûteuse	Irritation pulpe
	Gout amer et métallique

Tableau 7 : Résumé des avantages et inconvénients

2.6. SDF et prise en charge à la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM)

L'application de SDF par le chirurgien-dentiste n'a pas à ce jour de cotation propre. Une information, et un consentement seront nécessaires avant son utilisation qui est hors AMM (il s'agit d'un agent de désensibilisation), concernant le nombre d'applications et le risque d'apparition de colorations noires post-interventionnelles.

Il existe 2 codes pouvant être utilisés :

- La présence de fluor dans le flacon permet d'utiliser le code HBLD004 correspondant à une « séance d'application topique intrabuccale de fluorure » mais ne permet pas une prise en charge financière du patient par la CCAM.
- L'utilisation dans le cadre d'hypersensibilité dentinaire permet d'utiliser le code HBLD009 correspondant à « l'application d'un topique pour hypersensibilité dentinaire ». Elle ne permet pas de prise en charge financière du patient.

Il est évident que si une restauration directe et définitive est associée à l'application de SDF celle-ci doit être rajoutée et sera prise en charge par la CCAM (35).

Aux USA, un code dénommé "Conservative treatment of an active, non-symptomatic carious lesion by topical application of a caries arresting or inhibiting medicament and without mechanical removal of sound tooth structure" est utilisé et approuvé par le Code on Dental Procedures and Nomenclature (CDT) (32).

Conclusion

La prise en charge des patients à risque ou ayant des lésions carieuses est complexe et relève d'un défi pour le chirurgien-dentiste. Elle se fait au cas par cas et dent par dent. De nombreux organismes essaient de donner des lignes de conduite pour optimiser et faciliter la prise en charge des patients et guider les praticiens dans leurs thérapeutiques. Le changement de paradigme récent concernant le traitement des caries est en pleine effervescence et il est du devoir du chirurgien-dentiste de se tenir à jour des dernières données actuelles de la science. Les nouveaux biomatériaux permettent des soins ultraconservateurs soit par reminéralisation des lésions initiales ou par la réalisation des préparations cavitaires a minima.

Parmi les éléments de reminéralisation, un outil efficace a été récemment ajouté à l'arsenal thérapeutique : le fluorure diamine d'argent. Le SDF est un complexe d'ions argent et d'ions fluorures ayant des propriétés antibactériennes et reminéralisantes très intéressantes et puissantes destinées à arrêter les lésions carieuses. Aujourd'hui, son efficacité ne fait plus débat. Ce procédé a été longtemps utilisé dans différents domaines médicaux mais son utilisation en odontologie est plus récente et s'est rapidement répandue dans le monde entier pour faire maintenant partie de notre arsenal thérapeutique. Son action antibactérienne et reminéralisante semble être supérieure aux autres produits sur le marché et en particulier le fluorure de sodium. En plus de son action contre les l'hypersensibilités dentinaires, le fluorure diamine d'argent constitue un moyen -peu coûteux d'arrêter les lésions carieuses cavitaires. Il est rentable en raison du faible coût global du matériau et du temps au fauteuil relativement court requis pour l'application. Il présente donc un grand potentiel pour le patient et le praticien, notamment chez les patients où les soins conventionnels sont compliqués. En particulier pour le traitement des caries de la petite enfance, des patients gériatriques, en tant que solution provisoire pour les adultes craintifs, les enfants ayant besoin de soins spéciaux et les patients dont le traitement est remis en cause par des problèmes comportementaux ou médicaux. C'est une thérapeutique à visée définitive ou temporaire qui s'inscrit parfaitement dans les thérapeutiques ultraconservatrices d'économie tissulaire.

En France, l'application de fluorure diamine d'argent est reconnu uniquement pour le traitement de l'hypersensibilité. L'extension de l'AMM pour le traitement des lésions carieuses ainsi qu'une éventuelle prise en charge par la sécurité sociale et son intégration dans la classification commune des actes médicaux (CCAM) constitue un enjeu en termes de santé publique pour les années à venir. Cela permettrait enfin de bénéficier et de promouvoir le potentiel préventif et thérapeutique du fluorure diamine d'argent auprès des praticiens libéraux

Table des illustrations

FIGURE 1 : SCHEMA DE KEYES	3
FIGURE 2 : ILLUSTRATION DES FACTEURS IMPLIQUES DANS LE DEVELOPPEMENT DES CARIES	4
FIGURE 3: LA COURBE DE STEPHAN	5
FIGURE 4 : PROCESSUS CARIEUX : SYNTHESE	6
FIGURE 5 : DIFFERENTES ETAPES DE LA PRISE EN CHARGE DES LESIONS CARIEUSES SELON LE GUIDE CLINIQUE CARIESCARE	7
FIGURE 6 : COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	11
FIGURE 7 : FACTEURS PROTECTEURS ET FACTEURS DE RISQUE CARIEUX	17
FIGURE 8 : DEFINITION DE LA SEVERITE DES LESIONS CARIEUSES SELON L'ICCMS	19
FIGURE 9 : SYSTEME D'EVALUATION RADIOGRAPHIQUE DE L'ICDAS/ ICCMS	22
FIGURE 10: COMBINAISON DE L'EXAMEN CLINIQUE ET RADIOLOGIQUE	23
FIGURE 11 : MOLECULE FLUORURE DIAMINE D'ARGENT	25
FIGURE 12 : RIVA STAR®	26
FIGURE 13 : ADVANTAGE ARREST®	26
FIGURE 14 : FLUOROPLAT	27
FIGURE 15 : LE SAFORIDE	27
FIGURE 16: LE E-SDF	27
FIGURE 17 : LE CARIESTOP 30%	28
FIGURE 18 : CROISSANCE DU BIOFILM CARIOGENE APRES TRAITEMENT PAR SDF (IMAGES 'A' & 'C') EN COMPARAISON A L'EAU (IMAGES 'B' & 'D') (MEI ET AL., 2018)	30
FIGURE 19 : CULTURE DE <i>S. MUTANS</i> SUR UNE SURFACE DE DENTINE	31
FIGURE 20 : REACTION CHIMIQUE ENTRE LES SURFACES DENTAIRES ET LE FLUOR	33
FIGURE 21 : REACTION CHIMIQUE ENTRE L'ARGENT ET L'HYDROXYAPATITE	33
FIGURE 22: MORPHOLOGIE DE LA DENTINE ARRETEE APRES SDF (A) ET CARIE DENTINAIRE ACTIVE (B) VUE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE	34
FIGURE 23 : MECANISME DU SDF	35
FIGURE 24 : POSE DU CHAMP OPERATOIRE ETANCHE	42
FIGURE 25 : NETTOYAGE PROPHYLACTIQUE DE LA ZONE CONCERNEE AVEC UNE PATE A POLIR	42
FIGURE 26 : APPLICATION DU SDF A L'AIDE D'UNE MICROBROSSETTE	42
FIGURE 27 : APPLICATION DU SDF EN PROXIMALE A L'AIDE D'UNE BROSSETTE INTERDENTAIRE	42
FIGURE 28 : ÉVOLUTION DES COLORATIONS DANS LE TEMPS	45
TABLEAU 1 : <i>INDICE GINGIVAL DECRIT PAR SILLNESS ET LOE (1964)</i>	9
TABLEAU 2: <i>INDICE DE PLAQUE</i>	10
TABLEAU 3: RESUME DES FACTEURS DE RISQUES	15
TABLEAU 4 : CLASSIFICATION HISTOLOGIQUE	21
TABLEAU 5 : PRODUITS CONTENANT DU SDF PRESENT SUR LE MARCHE	28
TABLEAU 6 : RECAPITULATIF DES INDICATIONS ET CONTRE-INDICATION AU SDF	40
TABLEAU 7 : RESUME DES AVANTAGES ET INCONVENIENTS	45

Annexe

Annexe I : Critères de détection des lésions carieuses associées à une restauration ou à un scellement (CARS) (Source : Guide clinique CariesCare)

Critères de détection des lésions carieuses associées à une restauration ou à un scellement (CARS)		
Score des CARS		
Score 0	Face saine porteuse d'une restauration ou d'un scellement	Face saine adjacente à une restauration ou à un scellement. Aucun signe évident de lésion carieuse (aucune modification de la translucidité de l'émail après séchage prolongé de 5 secondes). Les faces présentant un hiatus marginal de moins de 0,5 mm de large (ne permettant pas à l'extrémité sphérique de la sonde parodontale de s'y glisser), des défauts non carieux tels que des hypoplasies de l'émail, des fluoroses, des usures dentaires (attrition, abrasion ou érosion) ou encore des colorations intrinsèques ou extrinsèques seront codées comme étant saines. Les faces qui présentent des hiatus colorés dus à des habitudes non cariogènes (consommation fréquente de thé...) et qui ne présentent pas de signe de déminéralisation seront également codées comme étant saines.
Score 1	Premier changement visuel de l'émail	Absence de modification de teinte attribuable à l'activité carieuse sur dent non séchée ; mais après séchage prolongé (de 5 secondes environ), présence d'une opacité ou d'une modification de teinte qui n'est pas en corrélation avec l'apparence clinique de l'émail sain.
Score 2	Changement visuel net de l'émail ou de la dentine adjacent à une restauration ou un scellement	<ul style="list-style-type: none"> * Si le joint marginal de la restauration est amélaire : la dent doit être observée sans séchage préalable. Présence d'une opacité ou changement de teinte correspondant à une déminéralisation et ne correspondant pas à l'apparence clinique de l'émail sain (NB : la lésion doit rester visible même après séchage). * Si le joint marginal de la restauration est dentinaire : le code 2 s'applique dans le cas d'une modification de teinte ne correspondant pas à l'aspect clinique de dentine ou de ciment sain.
Score 3	Défauts carieux < 0,5 mm au niveau du joint marginal associés aux signes cliniques du code 2	Présence d'une cavité faisant moins de 0,5 mm au niveau du joint marginal de la restauration ou du scellement, d'une opacité ou d'une modification de teinte correspondant à une déminéralisation et ne correspondant pas à l'aspect clinique de l'émail sain. Il peut aussi y avoir présence d'une ombre de dentine colorée.
Score 4	Lésion carieuse marginale, de l'émail/de la dentine/du ciment, adjacente à une restauration ou à un scellement avec présence d'une ombre sombre dans la dentine sous-jacente visible au travers de l'émail	La face concernée répond aux mêmes caractéristiques du score 2 complétée par une ombre dans la dentine visible à travers de l'émail apparemment sain ou au niveau d'une rupture localisée de l'émail sans exposition dentinaire. Cette ombre est souvent mieux visible sur dent non séchée. L'ombre correspond à une coloration intrinsèque qui peut être bleutée, grisâtre, orangée ou brunâtre. L'ombre doit clairement être en corrélation avec une lésion carieuse initiée sur la face évaluée. NB : la dent est observée chronologiquement avant puis après séchage. Cette lésion doit être différenciée des colorations marginales, vues par transparence, autour des amalgames.
Score 5	Cavité distincte adjacente à une restauration ou un scellement	Cavité distincte adjacente à la restauration ou au scellement avec exposition dentinaire à l'interface matériau/dent et présentant les caractéristiques du score 4 ainsi qu'un hiatus d'au moins 0,5 mm de large. OU Quand le joint marginal n'est pas visible, présence d'une discontinuité entre la restauration /scellement et la dentine, détectée à l'aide de l'extrémité sphérique de 0,5 mm de la sonde parodontale glissée le long de cet interface matériau/dent.
Score 6	Cavité de grande étendue avec exposition dentinaire	Perte évidente de structure dentaire. La cavité peut être profonde et large avec exposition dentinaire franche sur les parois et le fond.

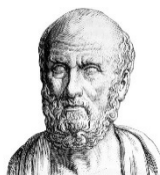
Bibliographies

1. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Lond Engl*. 10 nov 2018;392(10159):1789-858.
2. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. *Br Dent J*. déc 2021;231(12):749-53.
3. Organization WH. Oral Health Surveys: Basic Methods. World Health Organization; 2013. 136 p.
4. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *The Lancet*. 6 janv 2007;369(9555):51-9.
5. Buxeraud J. Prévention de la carie dentaire. *Actual Pharm*. 1 sept 2017;56(568):51-4.
6. Chokshi A, Mahesh P, Sharada P, Chokshi K, Anupriya S, Ashwini B. A correlative study of the levels of salivary Streptococcus mutans, lactobacilli and Actinomyces with dental caries experience in subjects with mixed and permanent dentition. *J Oral Maxillofac Pathol JOMFP*. 2016;20(1):25-8.
7. Stookey GK. The effect of saliva on dental caries. *J Am Dent Assoc*. 1 mai 2008;139:11S-17S.
8. Koo H. Strategies to enhance the biological effects of fluoride on dental biofilms. *Adv Dent Res*. 1 juill 2008;20(1):17-21.
9. Starz F, Giacomelli B, Hamza B, Valdec S. Débit salivaire. *SWISS DENTAL JOURNAL SSO*. 2021;131:3.
10. G Mazevet, Marco E, Hua M, Muller-Bolla M. Guide clinique CariesCare International. [Internet]. Disponible sur: https://lescdf.fr/sites/default/files/inline-files/Guide%20CliniqueCariesCare%20v1.0_0.pdf
11. Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Silver Diamine Fluoride: What's Behind It? *J Dent Res*. 1 juill 2018;97(7):751-8.
12. Muller-Bolla M, Doméjean S. Maladie carieuse. In: *La Bouche de L'enfant et de L'adolescent* [Internet]. Elsevier; 2019 [cité 10 mars 2022]. p. 171-93. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782294762550000147>
13. Johnson MF. Le rôle des facteurs de risque dans l'identification des sujets appropriés pour les essais cliniques sur les caries : considérations de conception. *J Dent Res*. 1 juill 2004;83(1_suppl):116-8.
14. Haute Autorité de Santé. Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxième molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans. Nov 2005 [Internet]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/Puits_Sillons_rap.pdf
15. Haute Autorité de Santé. Appréciation du risque carieux [Internet]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/risque_carieux_synthese_recos.pdf
16. Powell LV. Caries prediction: a review of the literature. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1998;26(6):361-71.
17. Haute Autorité de Santé. Stratégies de prévention de la carie dentaire. [Internet]. 2010. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_991247/fr/strategies-de-prevention-de-

la-carie-dentaire

18. Haq J, Khurshid Z, Santamaría RM, Abudrya M, Schmoeckel J, Zafar MS, et al. Silver Diamine Fluoride: A Magic Bullet for Caries Management. *Fluoride*. 2021;54(3):210-8.
19. Løe H, Silness J. Periodontal Disease in Pregnancy I. Prevalence and Severity. *Acta Odontol Scand*. 1 janv 1963;21(6):533-51.
20. O’Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The Plaque Control Record. *J Periodontol*. 1972;43(1):38-38.
21. Lecor PA, Dia-Tine S, Gaye PM, Sall OH, Dieng-Sarr FY, Koma G, et al. Évaluation quantitative de la sécrétion et du pouvoir tampon de la salive au cours de la radiothérapie des cancers des voies aéro-digestives supérieures au Sénégal. *Médecine Buccale Chir Buccale*. nov 2013;19(4):227-33.
22. Pitts NB, Ismail AI, Martignon S, Estrand K, Douglas GVA, Longbottom C. *ICCMSTM guide for practitioners and educators*. Londres : ICDAS Foundation, 2014.
23. Dawes C, Wong DTW. Role of Saliva and Salivary Diagnostics in the Advancement of Oral Health. *J Dent Res*. 1 févr 2019;98(2):133-41.
24. Thibodeau EA, O’Sullivan DM. Salivary mutans streptococci and caries development in the primary and mixed dentitions of children. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1999;27(6):406-12.
25. Montero MJ, Douglass JM, Mathieu GM. Prevalence of Dental Caries and Enamel Defects in Connecticut Head Start Children. *Pediatr Dent*. 2003;5.
26. Pascoe L, Seow BK. Enamel hypoplasia and dental caries in Australian Aboriginal children: prevalence and correlation between the two diseases. *Pediatric Dentistry*. 1994;16(3):7.
27. Rafeek R, Carrington CVF, Gomez A, Harkins D, Torralba M, Kuelbs C, Addae J, Moustafa A, Nelson KE. Xylitol and sorbitol effects on the microbiome of saliva and plaque. *J Oral Microbiol*. 2018;11(1):1536181. doi: 10.1080/20002297.2018.1536181. PMID: 30598728; PMCID: PMC6225370.
28. Dartevelle S, Muller-Bolla M, Truffinet A, Pierre A. Promotion de la santé, hygiène et prévention : un trio gagnant. *Clinic*. 2015 .338 :4-8.
29. Haiat A, Ngo HC, Samaranayake LP, Fakhruddin KS. The effect of the combined use of silver diamine fluoride and potassium iodide in disrupting the plaque biofilm microbiome and alleviating tooth discoloration: A systematic review. Wierichs RJ, éditeur. *PLOS ONE*. 11 juin 2021;16(6):e0252734.
30. Rosenblatt A, Stamford TCM, Niederman R. Silver Diamine Fluoride: A Caries “Silver-Fluoride Bullet”. *J Dent Res*. 2009;88(2):116-25.
31. Contreras V, Toro MJ, Elías-Boneta AR, Encarnación-Burgos A. Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review. 2017;65(3):22-9.
32. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PM. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications, and Consent. *J Calif Dent Assoc*. janv 2016;44(1):16-28.
33. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *Int Dent J*. 1 avr 2018;68(2):67-76.
34. AAPD. Use of Silver Diamine Fluoride for Dental Caries Management in Children and Adolescents, Including Those with Special Health Care Needs. *Pediatr Dent*. 2017;39(6):146-55.
35. Dominici G. Stabiliser les lésions carieuses : Scellement thérapeutique et fluorure diamine d’argent (SDF) [Internet]. [cité 3 avr 2022]. Disponible sur: <http://mediatheque.cyim.com/mediatheque/media.aspx?mediaId=112637&channel=5580>

36. Hu S, Meyer B, Duggal M. A silver renaissance in dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent*. 1 août 2018;19(4):221-7.
37. Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Clinical Use of Silver Diamine Fluoride in Dental Treatment. 2016;37(2):7.
38. Zaeneldin A, Yu OY, Chu CH. Effect of silver diamine fluoride on vital dental pulp: A systematic review. *J Dent*. 1 avr 2022;119:104066.
39. Rosenblatt A, Stamford TCM, Niederman R. Silver Diamine Fluoride: A Caries “Silver-Fluoride Bullet”. *J Dent Res*. 1 févr 2009;88(2):116-25.
40. Oral Science. Advantage Arrest [Internet]. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.oralscience.ca/fr/produits/advantage-arrest/>
41. Knight G, McIntyre J, Craig G, and Zilm P, Gully N. Differences between normal and demineralized dentine pretreated with silver fluoride and potassium iodide after an in vitro challenge by *Streptococcus mutans*. *Aust Dent J*. 2007;52(1):16-21.
42. Jiang M, Mei ML, Wong MCM, Chu CH, Lo ECM. Effect of silver diamine fluoride solution application on the bond strength of dentine to adhesives and to glass ionomer cements: a systematic review. *BMC Oral Health*. 5 févr 2020;20(1):40.
43. Yu OY, Zhao IS, Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Caries-arresting effects of silver diamine fluoride and sodium fluoride on dentine caries lesions. *J Dent*. 1 nov 2018;78:65-71.
44. Fröhlich TT, Botton G, Rocha R de O. Bonding of Glass-Ionomer Cement and Adhesives to Silver Diamine Fluoride-treated Dentin: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Adhes Dent*. 1 mars 2022;24(1):29-38.
45. SDI Riva Star. Mode d’emploi [Internet]. [cité 23 avr 2022]. Disponible sur: https://www.sdi.com.au/pdfs/instructions/fr-fr/riva%20star%20Bottle_sdi_instructions_fr-fr.pdf
46. Rosenblatt A, Stamford TCM, Niederman R. Fluorure de diamine d’argent : une « balle de fluorure d’argent » pour la carie. *J Dent Res*. 1 févr 2009;88(2):116-25.



SERMENT MEDICAL

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

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

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

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

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

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

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

DEYMONAZ Julie– Le Fluorure diamine d’argent : revue de la littérature

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Odontologie Restauratrice



à Marseille le 29/08/2022

Résumé :

La prise en charge des lésions carieuses est complexe et relève d’un défi pour le chirurgien-dentiste. Les nouveaux biomatériaux, tel que le fluorure diamine d’argent, permettent des soins ultraconservateurs par reminéralisation des lésions initiales. Le SDF a des propriétés antibactériennes et reminéralisantes très intéressantes et puissantes destinées à arrêter les lésions carieuses. Il présente un grand potentiel pour le patient et le praticien, notamment chez les patients pour lesquels les soins conventionnels sont compliqués.

En France, l’application de fluorure diamine d’argent est reconnu uniquement pour le traitement de l’hypersensibilité. L’extension de l’AMM pour le traitement des lésions carieuses ainsi qu’une éventuelle prise en charge par la sécurité sociale et son intégration dans la classification commune des actes médicaux (CCAM) constituent un enjeu en termes de santé publique pour les années à venir. Cela permettrait enfin de bénéficier et de promouvoir le potentiel préventif et thérapeutique du fluorure diamine d’argent auprès des praticiens libéraux.

Cette thèse a pour objectif de synthétiser les données disponibles à ce jour concernant le produit pour son utilisation en odontologie.

Mots clés : Fluorure diamine d’argent, carie dentaire, reminéralisation, dentine, revue, dentisterie minimalement invasive, prévention

Mot ou groupe de mots qui permet de définir la thématique principale et secondaire du sujet. Ces mots clés permettent de déterminer le(s) thème(s) de votre travail et de rechercher des articles dans une base de données.

DEYMONAZ Julie – Silver diamine fluoride : a literature review

Abstract:

The treatment of carious lesions is complex and challenging for the dental surgeon. New biomaterials allow ultra-preservative care by remineralization of initial lesions such as silver diamine fluoride. SDF is a very interesting and powerful antibacterial and remineralizing agent in order to stop carious lesions. It is a great potential for the patient and the dentist surgeon, especially for patients for whom conventional care are complicated.

In France, the application of silver diamine fluoride is only approved for the treatment of hypersensitivity. The extension of the AMM for the treatment of carious lesions and a possible reimbursement by the social security and its integration in the common classification of medical acts (CCAM) constitutes a stake in terms of public health for the years to come. This would finally be an opportunity to promote the preventive and therapeutic potential of silver diamine fluoride to the dental surgeons. This thesis aims is to report all the data available concerning the use of the substance in dentistry.

Key words : silver diamine fluoride, dental caries, remineralisation, dentin, review, minimally invasive dentistry, prevention,

