

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 10 Septembre 2019

Par Caroline VITTU

Né(e) le 19 Décembre 1994 à Croix, France

**INTEGRATION DU FLUORURE DIAMINE D'ARGENT DANS LA PRISE EN CHARGE
DES LESIONS CARIEUSES CHEZ L'ENFANT**

JURY

Présidente : Madame le Professeur Elisabeth DELCOURT-DEBRUYNE

Assesseurs : Madame le Professeur Caroline DELFOSSE

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Madame le Docteur Mathilde LAUMAILLE

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyens	:	Pr. C. DELFOSSE, Dr. L. NAWROCKI
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen de la Faculté

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDEBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Aux membres du jury,

Madame le Professeur Elisabeth DELCOURT-DEBRUYNE

Professeur Emérite des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département parodontologie*

Docteur en Chirurgie dentaire
Docteur en 3^{ème} cycle en Sciences Odontologiques
Maîtrise libre de Biologie Humaine
Docteur d'Etat en Odontologie
Habilitation à Diriger des recherches

Ancien Responsable de la Sous-Section Parodontologie
Ancien chef de Service d'Odontologie du CHRU de Lille

Membre titulaire de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire
Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques

*Chère Professeur, vous m'avez fait l'honneur d'accepter de présider ce jury de thèse
et je vous en remercie. Vos remarques et vos conseils m'ont beaucoup aidé dans la
fin de l'élaboration de ce travail.
Veuillez trouver à travers celui-ci, l'expression de ma reconnaissance et de mon plus
profond respect.*

Madame le Professeur Caroline DELFOSSE,

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier du CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire
Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)
Diplôme d'Etudes Approfondies Génie Biologie & Médical – option Biomatériaux
Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales
Diplôme d'Université « Sédation consciente pour els soins bucco-dentaires »
(Strasbourg I)

Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique

*Vous me faites l'honneur de diriger cette thèse et je vous en remercie.
Votre disponibilité, votre gentillesse et votre bienveillance m'ont permis de mener à
bien ce projet.
Je tiens également à vous remercier pour la qualité de vos enseignements pratiques
et théoriques durant mon cursus universitaire, ainsi que pour vos conférences et
votre disponibilité durant ma préparation au concours de l'internat.
Vous m'avez accordé votre confiance à travers ce travail et j'espère qu'il sera à la
hauteur de vos espérances.
Veuillez trouver ici l'expression de ma plus profonde gratitude et de ma plus haute
estime.*

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX,

Maitre de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

*Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Ethique et Droit Médical de l'Université Paris Descartes (Paris V)

Certificat d'Etudes Supérieures de Pédodontie et Prévention – Paris Descartes (Paris V)

Diplôme d'Université « Soins Dentaires sous Sédation » (Aix-Marseille II)

Master 2 Ethique Médicale et Bioéthique Paris Descartes (Paris V)

Formation Certifiante « Concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient »

Je vous suis très reconnaissante d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Je vous remercie pour vos enseignements durant tout mon cursus universitaire et hospitalier ainsi que pendant la préparation au concours de l'internat.

Votre gentillesse, votre passion d'exercer et votre dynamisme nous ont beaucoup appris et sont un modèle pour nous tous.

Veuillez recevoir l'expression de mon profond respect et de mes remerciements les plus sincères.

Madame le Docteur Mathilde LAUMAILLE,

Assistante Hospitalo-Universitaire des CSERD

*Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Attestation Universitaire d'Etudes Complémentaires : soins dentaires sous sédation consciente (MEOPA) – Lille

Formation Certifiante « Concevoir et Evaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient »

*Vous avez accepté avec plaisir de faire partie de jury et je vous en remercie
sincèrement.*

*Merci pour votre gentillesse, votre pédagogie et votre bonne humeur en clinique,
vous avez su m'apporter beaucoup.*

*Veillez trouver un ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond
respect.*

Je dédie cette thèse...

Table des matières

Introduction	14
1 Les thérapeutiques non chirurgicales	16
1.1 Justifications de leur développement	16
1.1.1 Changement de paradigme en dentisterie restauratrice.....	16
1.1.1.1 La dentisterie a minima	16
1.1.2 Intérêt des thérapeutiques non chirurgicales en odontologie pédiatrique	18
1.1.2.1 Prévalence et conséquences de la maladie carieuse	18
1.1.2.2 Développement et coopération chez l'enfant	20
1.1.2.3 Difficultés d'une prise en charge conventionnelle chez l'enfant	21
1.1.2.4 Eviter une expérience dentaire négative	21
1.1.2.5 Alternatives à la prise en charge conventionnelle : le continuum de la sédation	22
1.1.3 Conclusion	25
1.2 Les différentes techniques utilisées	25
1.2.1 La technique ART	25
1.2.1.1 Description de la thérapeutique.....	25
1.2.1.2 Avantages de la thérapeutique.....	26
1.2.1.3 Inconvénients de la thérapeutique	27
1.2.2 La technique NRCT	27
1.2.2.1 Description de la thérapeutique.....	27
1.2.2.2 Avantages de la thérapeutique.....	28
1.2.2.3 Inconvénients de la thérapeutique	29
1.2.3 La technique de Hall	29
1.2.3.1 Description de la thérapeutique.....	29
1.2.3.2 Avantages de la thérapeutique.....	30
1.2.3.3 Inconvénients de la thérapeutique	31
1.2.4 Conclusion	31
2 Le fluorure diamine d'argent (FDA)	33
2.1 Produit et historique	33
2.2 Mode d'action	35
2.2.1 Réaction entre la dent et le fluorure diamine d'argent.....	35
2.2.2 Action des fluorures	35
2.2.3 Action des ions argent	36
2.2.4 Action antibactérienne	37
2.3 Applications	38
2.3.1 Le traitement de l'hypersensibilité	38
2.3.2 L'arrêt des lésions carieuses	39
2.3.3 La prévention de la carie	40
2.4 Indications	40
2.4.1 Patients à risque carieux élevé.....	41
2.4.2 Patients à besoins spécifiques	44
2.4.3 Indications techniques	45
2.5 Contre-indications	45
2.5.1 Contre-indication absolue	45
2.5.2 Contre-indications relatives	46
2.6 Effets indésirables	46
2.6.1 Effets indésirables médicaux.....	46

2.6.1.1	Au niveau muqueux.....	46
2.6.1.2	Au niveau pulpaire.....	47
2.6.1.3	Préoccupations concernant le taux de fluor et les fluoroses	47
2.6.2	Effets indésirables non médicaux	51
2.6.2.1	Coloration noire	51
2.6.2.1.1	Les tissus dentaires.....	51
2.6.2.1.2	Les tissus muqueux.....	52
2.6.2.1.3	La peau.....	53
2.6.2.1.4	Les surfaces et les vêtements	53
2.6.2.2	Acceptation des parents concernant les colorations noires	54
2.6.2.3	Intérêt de l'iodure de potassium	55
2.6.2.4	Dysgueusie.....	58
2.6.3	Effets indésirables sur le collage	58
2.7	Effets du fluorure diamine d'argent vs les autres thérapeutiques non chirurgicales	60
2.7.1	Le vernis fluoré	60
2.7.1.1	Effet du vernis fluoré sur la prévention de la lésion carieuse	60
2.7.1.2	Effets du vernis fluoré sur l'arrêt et la prise en charge de la lésion carieuse	60
2.7.2	Les autres thérapeutiques non chirurgicales	61
2.7.3	Conclusion	62
3	Utilisation clinique	63
3.1	Préalable.....	63
3.1.1	Information claire, loyale et transparente.....	63
3.1.2	Consentement éclairé.....	65
3.2	Protocole clinique (42).....	67
3.2.1	Préparation du matériel	67
3.2.2	Préparation du patient	67
3.2.3	Préparation de la dent à traiter	67
3.2.4	Séchage de la dent à traiter.....	68
3.2.5	Application du fluorure diamine d'argent sur la lésion carieuse.....	68
3.2.6	Rinçage.....	69
3.2.7	Recommandations post opératoires	69
3.2.8	Résultat final	70
3.3	Rythme d'application	70
	Conclusion.....	73
	Références bibliographiques	75
	Table des illustrations	84
	Table des tableaux	85

Introduction

Malgré l'état des connaissances et les progrès techniques constamment en évolution, la carie dentaire reste la maladie bucco-dentaire chronique la plus fréquente chez les enfants. L'approche conventionnelle du traitement de la lésion carieuse consiste en l'éviction du tissu carié et en la reconstruction de la cavité par un matériau adapté (1). Le traitement des lésions carieuses chez un enfant au cabinet dentaire peut parfois s'avérer difficile, notamment lorsqu'il s'agit d'un enfant en bas âge ou d'un enfant non coopérant. Dans certains cas, le recours à la sédation consciente ou à l'anesthésie générale peut être envisagé. Cependant, ces prises en charge ne doivent pas être systématisées en raison de leur efficacité parfois relative, des risques encourus pour l'enfant ou du surcoût engendré. Pour pallier ces limites de prise en charge, des traitements non chirurgicaux ont été développés comme la technique Atraumatic Restorative Treatment (ART), Non Restorative Carie Treatment (NRCT) ou encore la technique de Hall. Ces traitements présentent tous des avantages mais également des inconvénients. D'autres alternatives à base de fluorures sont alors apparues pour leurs effets préventif et inhibiteur des lésions carieuses. Le fluorure diamine d'argent en est un. Utilisé initialement afin de traiter l'hypersensibilité dentinaire, des pays asiatiques tels que la Chine ou le Japon ont été les premiers à l'utiliser en tant qu'agent inhibiteur de la déminéralisation dentaire. De nombreux essais cliniques et publications ont été réalisés et le fluorure diamine d'argent s'est popularisé dans le monde entier. Aujourd'hui, il est présent dans les recommandations américaines de l'American Academy of Pediatric Dentistry et dans les recommandations canadiennes de Santé Canada. En France, ce dernier ne possède une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) que pour son utilisation dans les cas d'hypersensibilité dentinaire et n'est que très peu connu du milieu professionnel. L'objectif de cette thèse est de comprendre le fonctionnement du fluorure diamine d'argent dans l'arrêt et la prévention des lésions carieuses afin de pouvoir le faire connaître aux chirurgiens-dentistes. Nous espérons que notre travail contribuera, au terme des recherches complémentaires sur le sujet, à obtenir une AMM pour cette utilisation.

Nous aborderons tout d'abord une partie sur les différents traitements non

chirurgicaux de la maladie carieuse et leurs intérêts en odontologie pédiatrique, puis secondairement le fluorure diamine d'argent : sa composition, son mode d'action, ses indications et contre-indications, ses effets indésirables, et enfin une troisième partie sera dédiée à son utilisation clinique.

1 Les thérapeutiques non chirurgicales

1.1 *Justifications de leur développement*

1.1.1 **Changement de paradigme en dentisterie restauratrice**

1.1.1.1 *La dentisterie a minima*

Des principes de reconstitution dentaire par « extension préventive » ont été définis par le Dr G.V Black en 1896. Ceux-ci sont devenus rapidement la base de la pratique de l'odontologie conservatrice. Ils ont été utilisés par de nombreux praticiens mais également enseignés lors de la formation initiale des étudiants en chirurgie dentaire. Le Dr G.V Black décrit des principes de reconstitution basés sur l'élimination de l'ensemble du tissu dentaire infecté par la maladie carieuse, mais également de l'ensemble du tissu dentaire nécessaire à la mise en place et à la rétention du matériau d'obturation (qui à l'époque étaient spécifiquement des matériaux métalliques non adhésifs). Le principe « d'extension préventive » avait pour but, initialement, d'améliorer l'hygiène bucco-dentaire en étendant les limites de la cavité aux zones dites d' « auto-nettoyage » afin d'éviter les récurrences carieuses (2). Le principal inconvénient est que ces principes aboutissaient à la réalisation de cavités mutilantes, consommatrices de tissu dentaire sain, géométriques et fragilisantes pour la dent.

Ces principes sont aujourd'hui totalement dépassés, notamment grâce aux progrès techniques dans la conception des matériaux de restauration, à la meilleure compréhension du processus carieux et à l'évolution des mesures de prévention de la lésion carieuse. Les données actuelles acquises de la science montrent la nécessité de respecter l'économie tissulaire, c'est à dire de préserver un maximum de tissu dentaire sain.

Tyas MJ a affirmé que : « le concept de la dentisterie a évolué. Il est maintenant reconnu qu'une dent déminéralisée, sans cavité de l'émail et de la dentine, peut être guérie, et que l'approche chirurgicale du traitement de la lésion carieuse par « extension préventive » proposée par GV Black n'a plus de raison d'être » (3).

Ainsi au 21^{ème} siècle, l'approche de la lésion carieuse se fera selon une Dentisterie Minimale Invasive (MID) ou dentisterie *a minima*, la pratique de l'odontologie a subi un changement de paradigme (4).

La dentisterie *a minima* est un concept qui tente à maintenir le plus longtemps possible les dents fonctionnelles dans la cavité buccale (5). Cette philosophie est centrée sur le patient et est basée sur plusieurs stratégies :

- l'identification et l'évaluation des facteurs de risque d'apparition de la lésion carieuse;
- la mise en place de mesures préventives individualisées au risque carieux individuel du patient ;
- la reminéralisation de l'émail déminéralisé ;
- la restauration peu invasive, *a minima* de la lésion carieuse ;
- le maintien des résultats.

Cette approche consiste à reculer le plus tard possible l'intervention chirurgicale sur la dent en insistant sur la suppression des facteurs de risque carieux, sur des mesures préventives parfaitement adaptées et individualisées pour chaque patient et sur des mesures de reminéralisation pour les lésions carieuses débutantes.

La reminéralisation de la lésion carieuse débutante est rendue possible par le fait qu'une lésion à un stade ICDAS 1 ou 2 est encore réversible :

- une lésion ICDAS 1 correspond à un changement visible de l'émail après séchage. D'un aspect histologique, il s'agit d'une déminéralisation limitée à la moitié externe de l'épaisseur de l'émail ;
- une lésion ICDAS 2 correspond à un changement visible de l'émail avant séchage. Histologiquement, il s'agit d'une déminéralisation dans la moitié interne de l'épaisseur de l'émail avec une atteinte de la jonction amélo-dentinaire (6).

Lorsque la lésion carieuse atteint un stade plus avancé, un stade ICDAS 3-4-5 ou 6, la décision de restaurer la lésion carieuse est prise. L'approche MID sera alors différente de l'approche traditionnelle, car elle vise à restaurer autant que possible la structure de la dent naturelle sans nuire à la structure saine de la dent environnante.

1.1.2 Intérêt des thérapeutiques non chirurgicales en odontologie pédiatrique

Les thérapeutiques non chirurgicales sont des thérapeutiques non invasives, s'intégrant parfaitement dans le cadre de la dentisterie *a minima* et dont le principe fondamental à respecter est l'économie tissulaire. En odontologie pédiatrique, le recours à ces thérapeutiques peut s'avérer être très intéressant pour différentes raisons.

1.1.2.1 Prévalence et conséquences de la maladie carieuse

La carie dentaire a été classée la maladie la plus répandue au monde selon l'étude de 2017 sur la charge mondiale de morbidité. A l'échelle mondiale, on estime qu'environ 23 milliards de personnes souffrent de lésions carieuses sur dents permanentes et que 5 milliards d'enfants souffrent de lésions carieuses sur dents déciduales (7).

La présence d'une lésion carieuse non traitée dans la cavité buccale d'un enfant peut avoir de nombreuses conséquences (8). Celles-ci pouvant être locales ou générales:

- Complications locales :
 - o syndrome du septum ;
 - o inflammation pulpaire réversible des dents temporaires ;
 - o inflammation pulpaire irréversible des dents temporaires ;
 - o nécrose pulpaire des dents temporaires sans complication parodontale ;
 - o nécrose pulpaire des dents temporaires avec complications parodontales : atteinte de la furcation, cellulite ;

- si la pathologie n'est pas traitée, elle peut affecter le germe dentaire sous-jacent et provoquer des dyschromies, des hypoplasies, un arrêt du développement de la dent permanente, un kyste folliculaire pouvant entraîner le refoulement du germe de la dent permanente, ou encore des péricoronarites pouvant être responsables de l'exfoliation précoce du germe.

- Complications générales :
 - les douleurs peuvent être à l'origine de troubles du sommeil, eux mêmes à l'origine d'une fatigue chronique pouvant être corrélée avec de mauvais résultats scolaires ;
 - les douleurs peuvent également être à l'origine d'une sous-alimentation du patient, très néfaste chez un sujet en pleine croissance, ou encore d'un réflexe d'évitement entraînant d'une mastication unilatérale. Cette dernière n'étant pas anodine car elle peut engendrer des troubles au niveau des articulations temporo-mandibulaires et/ou une croissance asymétrique de la mandibule ;
 - les complications de la nécrose pulpaire peuvent entraîner une atteinte de l'état général du patient : ce dernier est fébrile et présente les signes généraux d'une infection ;
 - la perte prématurée d'une dent lactéale, qui peut provoquer un retard de croissance, un développement limité des arcades dentaires entravant l'évolution des dents permanentes du fait du manque d'espace. De plus, les dents permanentes ne pouvant faire leur éruption correctement, ceci entraîne une diminution du coefficient masticatoire du patient ;
 - des problèmes psychologiques liés à des extractions précoces de dents déciduales ou liées à des traitements d'urgence plus douloureux et plus longs pour l'enfant. Ceci peut représenter une mauvaise expérience du cabinet dentaire.

Ainsi, en ayant conscience de l'ensemble des conséquences pouvant résulter d'une lésion carieuse non traitée, il est indispensable de prendre en charge un patient présentant cette pathologie dentaire, même en denture temporaire.

1.1.2.2 Développement et coopération chez l'enfant

Les enfants sont en plein développement physique et intellectuel, leurs capacités de coopération changent avec la croissance. En fonction de l'âge et de la maturité on distingue trois types de comportements chez l'enfant :

- préopératoire ;
- non coopérant ;
- coopérant.

Le stade préopératoire s'étend de la petite enfance à environ 2-3 ans chez un enfant en bonne santé. Durant cette période, l'enfant n'a pas développé de compétences de communication et de compréhension suffisantes à la coopération. Ce dernier présente donc un manque total d'aptitude coopérative.

Une fois que l'enfant a dépassé le stade préopératoire, il peut être classé comme coopérant ou non coopérant (9).

Chez un enfant coopérant, le chirurgien dentiste n'aura pas de difficultés à soigner les lésions carieuses. A l'inverse, un enfant non coopérant sera un enfant chez qui le praticien sera dans l'impossibilité de réaliser les soins. Ces problèmes de comportement peuvent avoir des conséquences graves en termes de sécurité et d'état bucco- dentaire :

- l'enfant peut développer des comportements d'évitement ou bien des comportements de self-défense risquant de provoquer des accidents lors de la prise en charge qui peuvent blesser le praticien, l'enfant ou l'assistante dentaire ;
- l'enfant ne se laisse pas soigner et laissera son état bucco-dentaire s'aggraver avec le temps (10).

1.1.2.3 Difficultés d'une prise en charge conventionnelle chez l'enfant

La prise en charge conventionnelle d'une lésion carieuse consiste en l'élimination de la structure de la dent infectée et déminéralisée et son remplacement par un matériau d'obturation.

L'élimination des tissus cariés et la mise en forme de la cavité nécessitent l'utilisation d'instruments rotatifs à haute vitesse: la turbine tourne jusqu'à 400 000 tours/minute et le contre angle bague bleue jusqu'à 30 000 tours/minute. Ces instruments rotatifs demandent une très grande précision quant à leur utilisation par le chirurgien dentiste. Ce dernier doit pouvoir contrôler son geste et doit prendre de bons points d'appui afin d'éviter un éventuel dérapage pouvant blesser le patient tant au niveau de ses tissus mous (joues/langue/lèvres), qu'au niveau des structures plus nobles (section d'un nerf, d'une veine ou d'une artère). Ces blessures peuvent être également à l'origine du patient, lorsque celui-ci fait un mouvement brusque. Leur utilisation nécessite donc une bonne coopération du patient.

Pour l'enfant en bas âge de par son développement psychologique et sa capacité d'adaptation limité, ainsi que pour tout autre patient ne présentant pas une coopération suffisante pour un bon déroulement du soin dentaire, la gestion d'une lésion carieuse peut constituer une réelle difficulté pour le chirurgien dentiste.

1.1.2.4 Eviter une expérience dentaire négative

Le vécu d'un traitement douloureux semble constituer la base du processus de conditionnement de la peur chez le chirurgien dentiste (11).

En effet, une étude a montré que les patients phobiques se souviennent encore à l'âge adulte de leurs expériences de traitements dentaires passées, souvent vécues dans leur enfance avec une douleur intense (12, 13).

Ainsi, les mauvaises expériences au cabinet dentaire pendant l'enfance ou l'adolescence peuvent laisser des séquelles à vie. Un patient devenu phobique à cet âge risque de le rester à vie. Malheureusement, à l'âge adulte, un patient phobique

ne consulte plus, accumule un niveau de maladie anormalement extrême avant de rechercher un traitement. Une telle volonté de supporter les maux de dents pour éviter de se faire soigner souligne bien l'influence forte et persistante des premières expériences.

Weinstein a donc suggéré que, dans la mesure du possible, tout traitement invasif devrait être différé jusqu'à ce que l'enfant soit psychologiquement prêt à faire face à la situation (11).

Par ailleurs, il existe une forte association entre l'angoisse et la peur chez le chirurgien dentiste et une expérience dentaire négative (12). L'anticipation des situations dentaires pourrait alors être plus anxiogène que l'expérience dentaire réelle.

Par conséquent, des mesures préventives et non invasives trouvent donc toute leur place dans cette situation, permettant de ne pas avoir recours aux thérapeutiques chirurgicales chez des enfants non prêts psychologiquement. Une prise en charge adaptée du patient pourra être réalisée en lui permettant de se familiariser petit à petit avec l'environnement du cabinet dentaire. On évitera ainsi une expérience dentaire négative et à terme, on peut donc imaginer un enfant beaucoup plus serein chez le chirurgien dentiste. Cette expérience ne le rend pas potentiellement phobique des soins dentaires et lui permet d'affronter sans crainte les soins restaurateurs dans un deuxième temps, lorsque la maturité nécessaire sera atteinte.

1.1.2.5 Alternatives à la prise en charge conventionnelle : le continuum de la sédation

Lorsque les soins sont non réalisables à l'état vigile dans les conditions standard, il est possible d'avoir recours au continuum de la sédation afin de pouvoir soigner le patient. 3 possibilités s'offrent ainsi au praticien (14):

- la sédation consciente par l'inhalation de MEOPA. Le MEOPA est un mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote. Son inhalation permet d'augmenter le seuil de douleur afin d'obtenir le soulagement

- d'une douleur d'intensité faible à modérée provoquée par des soins de courte durée (environ une heure au maximum). Le patient se trouve alors relaxé, conscient, détendu, sans modification de ses réflexes laryngés et avec des perceptions sensorielles auditives et visuelles modifiées ;
- la sédation conscience par administration de midazolam. Le midazolam est une molécule appartenant à la famille des benzodiazépines. Autorisée uniquement en milieu hospitalier, cette molécule présente des propriétés sédatives, anxiolytiques, amnésiantes, myorelaxantes et hypnotiques ;
 - l'anesthésie générale. Elle représente le dernier palier du continuum de la sédation. Elle ne doit être envisagée qu'en dernier recours lorsque toutes les autres alternatives ont été essayées et ont échoué.

Si ces alternatives peuvent s'avérer intéressantes, elles sont néanmoins plus coûteuses et présentent pour certaines plus de risque qu'une prise en charge au cabinet dentaire. Les préoccupations médicales et économiques sont regroupées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Préoccupations médicales et économiques de la prise en charge des affections dentaires sous sédation consciente (inhalation de MEOPA et administration de Midazolam) et sous anesthésie générale (14).

Technique	Préoccupations médicales	Préoccupations économiques
Inhalation de MEOPA	Le risque majeur est l'augmentation de pression du à <u>l'accumulation du gaz inhalé dans une cavité aérienne pathologique</u> . Ceci peut avoir de graves conséquences notamment au niveau ophtalmologique ou crânien.	La mise en place et la surveillance d'une sédation analgésique par inhalation (MEOPA) est un acte non pris en charge (NPC), c'est à dire non remboursable par l'Assurance maladie. C'est un acte à honoraires libres se facturant entre 50 et 200€, en

		plus des soins qui seront prodigués dans la séance.
Administration de Midazolam	Le risque majeur, en cas de surdosage du midazolam est d'entraîner une <u>dépression centrale</u> . Ainsi une dépression respiratoire peut également se déclarée par une hypotonie des muscles de la ventilation aboutissant à un collapsus des structures pharyngées.	Une intervention sous midazolam nécessite comme l'anesthésie générale pour les soins et avulsions dentaires, une hospitalisation en service d'ambulatoire, le Midazolam n'ayant qu'une AMM en milieu hospitalier. Pour le recours à l'anesthésie générale dans les établissements publics et les cliniques privées conventionnées, il existe une tarification à l'acte appelée T2A. La prise en charge répondra au code suivant : « affections de la bouche et des dents avec certaines extractions, réparations et prothèses dentaires, en ambulatoire », code 03K02J, GHM 03, tarif plein du GHS : 1180,48€ (15).
Anesthésie générale	Différentes complications peuvent survenir : <ul style="list-style-type: none"> × Liées à l'<u>intubation</u> (oro-trachéale, naso-trachéale ou dentaire) ; × Liées au <u>geste opératoire</u> (inhalation de sang ou de débris dentaires) ; × Liées à la <u>technique anesthésique</u> (respiratoires, cardio-vasculaires, neurologiques, allergiques) 	

En raison des complications, risques potentiels et du réel surcoût, il est préférable pour le patient, dans la mesure du possible, de privilégier une prise en charge classique au cabinet dentaire.

1.1.3 Conclusion

L'enfant, de par son développement psychologique et sa capacité d'adaptation limitée, sa vulnérabilité à la maladie carieuse et des conséquences pouvant émaner des lésions non traitées, se retrouve au cœur de nos préoccupations. Les thérapeutiques non chirurgicales sont non invasives et non douloureuses, s'intégrant parfaitement dans la prise en charge d'un patient en bas âge, d'un patient anxieux ou non coopérant. Elles permettront de minimiser au maximum la peur que peut susciter les soins chez le chirurgien dentiste, ainsi que le recours aux techniques de sédation engendrant comme vu précédemment, des risques et des coûts de soins plus importants.

1.2 Les différentes techniques utilisées

Différentes techniques de traitements non chirurgicaux ont été décrites.

1.2.1 La technique ART

1.2.1.1 Description de la thérapeutique

Historiquement, la technique ART (Atraumatic Restorative Treatment) a été développée il y a près de 30 ans quand les chercheurs ont été mis au défi de fournir une prise en charge efficace des lésions carieuses dans des pays en développement, où l'électricité et l'eau courante ne pouvaient être disponibles rendant impossible la réalisation de ces soins par des instruments rotatifs (5).

Lorsque la lésion carieuse atteint la dentine celle-ci subit des modifications histologiques. On peut alors distinguer deux types de dentine :

- la dentine infectée. Elle correspond à la partie superficielle de la lésion carieuse avec une dentine ramollie, colonisée par les bactéries et leurs métabolites. De par sa texture, cette dentine peut être éliminée manuellement à l'aide d'un excavateur.

- la dentine affectée quant à elle se situe dans la partie plus profonde de la lésion carieuse. Elle est partiellement déminéralisée, ne contient plus les bactéries mais uniquement leurs toxines et peut donc être encore reminéralisée. Il ne faudra donc pas l'éliminer.

Le traitement par une technique ART est une intervention minimale ayant pour but de stopper la progression dans la dentine de la lésion carieuse. Elle comprend deux étapes : tout d'abord le curetage manuel, atraumatique et non invasif de la dentine infectée, puis la restauration de cette lésion carieuse par un verre ionomère à haute viscosité (5).

La technique Atraumatic Restorative Treatment consiste à:

- préserver les tissus non déminéralisés et les tissus pouvant être reminéralisés ;
- placer une restauration en ayant un pourtour de dentine ou d'émail périphérique sain. Ceci permet d'obtenir une étanchéité adéquate de la restauration et d'inactiver les bactéries restantes ;
- éviter l'inconfort et l'anxiété pour le patient ;
- maintenir la santé pulpaire en préservant la dentine affectée et en prévenant l'exposition pulpaire;
- maximiser la longévité de la restauration en éliminant la totalité de la dentine infectée.

1.2.1.2 Avantages de la thérapeutique

Il a été montré que le soin d'une lésion carieuse selon la technique ART est moins anxiogène pour le patient que l'approche traditionnelle avec l'utilisation d'instruments rotatifs (16).

De plus, l'approche a clairement démontré une très grande acceptation des enfants et un maintien sur arcade de nombreuses dents qui auraient autrement été extraites (17).

Ce traitement présente également les avantages communs aux thérapeutiques non chirurgicales : une anesthésie locale et une préparation mécanique de la surface dentaire sont non nécessaires. Ceci rend la thérapeutique non douloureuse, non anxiogène et donc mieux acceptée par le patient.

1.2.1.3 Inconvénients de la thérapeutique

Bien que les restaurations ART monofaces réalisées avec un CVI haute viscosité en denture temporaire et permanente ont des taux de survie élevés et peuvent donc être réalisées sans risque, le taux de survie des restaurations ART multifaces sur dents temporaires est plutôt faible (18).

Dans une méta-analyse réalisée en 2006 et basée sur 28 études, les taux de survie des restaurations ART multifaces en denture lactéale étaient faibles avec un taux d'échec annuel moyen de 17 % (19).

Ces résultats témoignent de la limite principale du recours à la technique ART c'est à dire la restauration multifaces sur dents temporaires.

Le second inconvénient de cette thérapeutique est qu'elle n'est pas indiquée pour les dents présentant une symptomatologie.

1.2.2 La technique NRCT

1.2.2.1 Description de la thérapeutique

Contrairement à la technique ART décrite ci-dessus, la technique NRCT (Non Restorative Carie Treatment) ne nécessite pas de curetage carieux.

La technique NRCT consiste en l'élimination si nécessaire avec une fraise diamantée sur turbine de l'émail surplombant la lésion carieuse, permettant de rendre la cavité accessible au contrôle de plaque et au brossage par le patient. Cette

approche ne nécessite pas d'anesthésie locale et aucune dentine cariée n'est retirée. La dentine cariée est alors accessible dans la cavité buccale.

Il est ensuite enseigné aux parents et aux enfants une méthode de brossage bucco-dentaire impeccable, deux fois par jour au minimum avec un dentifrice fluoré adapté à l'âge de l'enfant :

- 500 ppm de Fluor chez les enfants de moins de 6 ans ;
- Entre 1000 et 1500 ppm de Fluor chez les enfants de plus de 6 ans (20).

Parallèlement à ce brossage, des contrôles tri-annuels sont réalisés chez le chirurgien dentiste, de sorte que ce dernier puisse maintenir la motivation de l'enfant et de ses parents concernant le brossage ainsi que les habitudes alimentaires et contrôler que la dent soit toujours asymptomatique. La surveillance de l'activité de la lésion carieuse et de l'observance du patient sont des éléments essentiels dans le plan de gestion et de maintenance de ce traitement. En effet, les stratégies non invasives reposent sur la coopération du patient (21).

De plus, il sera nécessaire d'appliquer une dose de vernis fluoré hautement concentré sur la lésion carieuse en question à chaque rendez-vous de contrôle (20). Le fluor est l'agent le plus largement utilisé pour la gestion du processus carieux et soutenu par de solides preuves. Ses principaux modes d'action permettent la reminéralisation des tissus dentaires et l'inhibition de leur déminéralisation et du biofilm.

Ainsi, l'approche de la lésion carieuse par la technique NRCT est une approche biologique, où l'accent est mis sur la modification et la perturbation du biofilm dentaire par les brossages réguliers à l'aide d'un dentifrice renforcé en ions fluorures. Ces perturbations ont pour objectif de stopper l'activité du biofilm (20).

1.2.2.2 Avantages de la thérapeutique

Ce traitement présente l'avantage d'être rapide et de ne pas nécessiter d'anesthésie locale. La thérapeutique est non douloureuse, non anxiogène et donc mieux acceptée par le patient.

1.2.2.3 Inconvénients de la thérapeutique

L'inconvénient majeur de cette technique est qu'elle n'est à ce jour que très peu documentée.

Le second inconvénient est que la réussite du traitement est dépendante de la motivation du patient et des parents. En effet, la coopération de l'enfant est indispensable:

- au fauteuil, car il est tout de même nécessaire d'éliminer l'émail surplombant la lésion carieuse avec des instruments rotatifs ;
- à la maison de manière plus importante. La fréquence et la méthode de brossage doivent être impeccables afin d'obtenir des résultats satisfaisants. L'hygiène alimentaire doit également être respectée ;
- l'enfant et les parents doivent être assidus aux rendez-vous de contrôle afin de mener à bien le pilotage des lésions.

Le dernier inconvénient est que cette thérapeutique n'est pas indiquée lorsque la dent présente une symptomatologie.

1.2.3 La technique de Hall

1.2.3.1 Description de la thérapeutique

La technique de Hall est une troisième approche non invasive permettant la prise en charge de la lésion carieuse des molaires temporaires chez l'enfant.

Les principales caractéristiques de la technique de Hall sont les suivantes :

- aucun tissu carieux n'est éliminé ;
- aucune anesthésie locale n'est requise ;
- aucune préparation dentaire n'est effectuée ;
- l'ensemble du tissu carieux est scellé avec du ciment verre ionomère sous une coiffe pédodontique préformée en métal (22).

L'objectif est de sceller la lésion carieuse, la séparer de l'environnement buccal et de son substrat : les glucides alimentaires. La coiffe préformée prive la lésion de son carburant et rend l'environnement défavorable à sa progression. La composition du biofilm change ainsi en une microflore beaucoup moins cariogène, permettant de ralentir le processus carieux voire même d'arrêter l'activité et la progression de la lésion carieuse (22, 23).

1.2.3.2 Avantages de la thérapeutique

L'avantage est que les dents traitées par la technique de Hall présentent une longévité importante, couvrant généralement la totalité de la durée de vie d'une molaire temporaire sur arcade. De plus, la dent présente une protection complète de sa couronne minimisant ainsi le risque de développement ultérieur de lésions carieuses ou d'affaiblissement des structures résiduelles (23, 24, 25).

De nombreux essais cliniques ont évalué le taux de réussite de cette thérapeutique. Ce dernier est toujours élevé (entre 92% et plus de 95% selon des études), indépendamment du type d'étude, des matériels et des méthodes, ou du pays dans lequel elle a été utilisée. Ces taux de réussite importants sont à l'origine de la diffusion de la technique de Hall ainsi que son utilisation dans le cadre du traitement de la lésion carieuse sur les molaires temporaires (22).

La technique de Hall est bien acceptée par les parents et par les enfants. Les parents rapportent un comportement positif de leur enfant et un faible taux d'enfant a déclaré une gêne ou une douleur au cours de la procédure. De plus, le chirurgien dentiste considère qu'il s'agit d'une thérapeutique plus facile et rapide. Enfin, l'aspect final de couronne métallique aurait pu poser un problème pour certains parents et enfants mais d'après les études réalisées, seuls 5% des parents ont signalés être défavorables à cette apparence, tandis que les enfants répondaient positivement, se qualifiant comme « brillant », « spécial », « princesse » ou bien encore « iron man » (25).

Ce traitement présente également les avantages communs aux thérapeutiques non chirurgicales : une anesthésie locale et une préparation de la surface dentaire ne

sont pas nécessaires. Ceci rend la thérapeutique non douloureuse, non anxiogène et donc mieux acceptée par le patient.

1.2.3.3 Inconvénients de la thérapeutique

La technique de Hall ne peut cependant être utilisée de façon systématique dans les cas de lésion carieuse sur les dents temporaires. En effet, elle sera contre-indiquée dans les situations suivantes :

- si aucune bande claire de dentine n'est visible sur la radiographie ;
- s'il existe des signes ou des symptômes de pulpite irréversible ;
- s'il existe des signes cliniques ou radiographiques d'atteinte pulpaire par la lésion carieuse ou de pathologie périradiculaire ;
- si le délabrement dentaire est trop important, ne permettant pas la mise en place d'une couronne préformée pédodontique ;
- si les voies respiratoires de l'enfant ne peuvent être gérées de manière sûre (25).

De surcroît, la réussite du traitement est dépendante de la bonne qualité du scellement de la couronne pédodontique préformée, permettant ainsi d'obtenir une bonne étanchéité. Cette thérapeutique ne pourra être utilisée que sur les molaires temporaires (25).

1.2.4 Conclusion

Ces trois approches non chirurgicales ne peuvent être mises en œuvre que dans les cas de lésions carieuses n'entraînant aucune symptomatologie et sans atteinte de la pulpe dentaire. Elles ont toutes pour avantage d'être non invasives, ne nécessitant pas d'anesthésie locale et d'être mieux acceptées par le patient et les parents que les thérapeutiques conventionnelles. Elles réduisent l'anxiété et permettent une meilleure coopération de l'enfant au cabinet dentaire. Cependant, ces thérapeutiques présentent certaines limites qui poussent les chercheurs à toujours développer de nouveaux protocoles. Les recherches actuelles se tournent vers un nouveau produit qu'est le fluorure diamine d'argent. Utilisé initialement afin

de traiter l'hypersensibilité dentinaire, il est aujourd'hui prouvé qu'il pourrait avoir des effets préventifs et inhibiteurs sur les lésions carieuses. Nous développerons ce fluorure diamine d'argent au cours de la seconde partie.

2 Le fluorure diamine d'argent (FDA)

2.1 Produit et historique

Le fluorure diamine d'argent est une solution transparente utilisée par les professionnels de santé bucco-dentaire comme un topique fluoré.

Initialement, la Food and Drug Administration autorise aux Etats-Unis le fluorure diamine d'argent à 38% en 2014 comme vernis permettant de diminuer les sensibilités dentinaires (26).

Cependant d'autres pays et notamment le Japon utilisaient déjà le fluorure diamine d'argent à des fins de prévention et d'arrêt de la lésion carieuse depuis des décennies (figure 1).



Figure 1 : Le fluorure diamine d'argent, produit japonais (27).

Ce n'est finalement qu'en février 2017 que Santé Canada homologue le fluorure diamine d'argent comme agent de prévention et d'arrêt des lésions carieuses sous la forme du Advantage Arrest[®] au Canada (figure 2).

L'Advantage Arrest[®] est commercialisé par la société Oral Science. Chaque bouteille contient 8 ml de solution et peut fournir entre 100 et 200 doses. Contrairement au produit transparent initialement commercialisé, l'Advantage Arrest[®] est une solution colorée en bleue permettant une application plus facile et plus contrôlée.



Figure 2 : Le fluorure diamine d'argent, produit canadien (28).

En France, le fluorure diamine d'argent ne possède une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) que pour son utilisation dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire. Il est commercialisé par la société SDI sous le nom de Riva Star[®] (figure 3).



Figure 3 : Le fluorure diamine d'argent, produit français (29).

Le fluorure diamine d'argent est habituellement utilisé à une concentration de 38%. Le produit contient également 25 % d'argent, 5,5 % d'ions fluorures (44 800 ppm), 8 % ammoniacque et 61,5% d'eau.

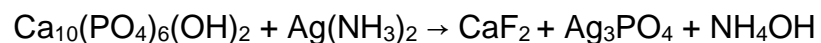
Il existe également des concentrations moins élevées à 10% 12% ou 30% mais les études montrent que ces produits sont moins efficaces que celui à 38% dans l'arrêt des lésions carieuses chez l'enfant (30, 31).

2.2 Mode d'action

2.2.1 Réaction entre la dent et le fluorure diamine d'argent

Lorsque le fluorure diamine d'argent est appliqué sur la dent, il réagit avec l'hydroxyapatite contenu dans l'émail et la dentine, et libère des ions fluorures de calcium (CaF_2) et du phosphate d'argent (Ag_3PO_4).

La réaction chimique est la suivante :

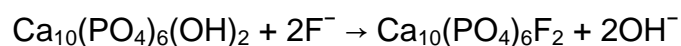


Le phosphate d'argent (Ag_3PO_4) formé est insoluble aux attaques acides.

Le CaF_2 constitue ensuite une réserve d'ions fluorures dans la cavité buccale par la réaction suivante :



Ces ions fluorures permettront ensuite de former des cristaux d'apatite fluorée :



2.2.2 Action des fluorures

Les fluorures vont avoir quatre types d'effets sur les dents (32).

D'une part, la présence de CaF_2 représente un véritable réservoir d'ions fluorures. Lors des attaques acides, une diminution du pH intra-buccal entraînant une dissociation des cristaux de CaF_2 en ions calcium et en ions fluorures est observée. Ces fluorures permettent alors de limiter la déminéralisation et de favoriser la reminéralisation des surfaces dentaires.

En effet, ces ions fluorures se substituent aux ions OH^- des cristaux d'hydroxyapatite de l'émail formant ainsi des cristaux d'hydroxyapatite fluorée plus stables, moins solubles et plus résistants à l'attaque acide. De plus, la fluoroapatite est plus compacte que l'hydroxyapatite, diminuant la surface exposée aux attaques acides. Ces ions permettent ainsi une réduction de la susceptibilité à la déminéralisation des surfaces dentaires.

D'autre part, ils permettent d'inhiber le métabolisme des bactéries cariogènes. Lors d'une diminution du pH, les bactéries deviennent plus sensibles aux fluorures, ainsi ces derniers y pénètrent plus facilement. Une fois internalisés, ils bloquent le métabolisme des bactéries en agissant comme inhibiteurs enzymatiques notamment de l'énolase, enzyme de la glycolyse.

Enfin, les ions fluorures augmentent la résistance de la dentine aux attaques acides réduisant ainsi la pénétration des micro-organismes au sein des tubuli dentinaires. Il a été montré dans une étude *in vivo* que les ions fluorures peuvent pénétrer jusqu'à une profondeur de 50 à 100 μm (33).

2.2.3 Action des ions argent

L'argent présent dans la solution de fluorure diamine d'argent va avoir plusieurs actions.

En premier lieu, l'argent permet d'obturer les tubuli dentinaires. Selon Shimizu, lorsque le FDA est appliqué sur la dentine, il permet une diminution de sa perméabilité ainsi qu'un renforcement de sa résistance électrique (34). Ainsi ces propriétés auront pour conséquence de bloquer l'invasion des micro-organismes dans les tubuli dentinaires et de ce fait la diffusion des acides au sein de ceux-ci. De

par cette obturation des tubuli dentinaires, le fluorure diamine d'argent entraîne également une diminution de l'hypersensibilité dentinaire chez les patients traités. Cela correspond à la théorie hydrodynamique.

En second lieu, l'argent possède une action oligodynamique : il permet d'inhiber la croissance de nouveaux micro-organismes. Les ions argent agissent directement contre les bactéries dans les lésions en brisant les membranes, en dénaturant les protéines et en inhibant la réplication de l'ADN. Ainsi il désactive presque toutes les macromolécules (35, 36).

Enfin, les lésions traitées par le fluorure diamine d'argent résistent à la formation de biofilms et à la formation d'autres cavités, probablement grâce à l'argent ionique résiduel à la surface (37, 38).

En effet, une étude réalisée en 2015 parle « d'effet zombie » des bactéries tuées par l'argent (39). Dans l'expérience citée, des bactéries sont mises en contact avec des ions argent, elles sont alors tuées par l'action antimicrobienne de l'argent. Ces bactéries tuées sont ensuite isolées et soigneusement nettoyées de leur milieu par centrifugation et filtration. Dans un second temps, une nouvelle culture bactérienne viable est exposée à ces bactéries mortes. Après 6 heures d'exposition la viabilité bactérienne est énumérée. Une destruction des nouvelles bactéries est observée. Cette étude montre non seulement que l'argent persiste dans les cellules mortes mais qu'il forme également une réserve disponible pour une activité bactéricide supplémentaire sur les cellules vivantes. On peut en conclure un effet rémanent de ces ions argent permettant ainsi une action antimicrobienne durable.

2.2.4 Action antibactérienne

Une étude *in vitro* réalisée par Mei et al en 2013 (40) a montré que le fluorure diamine d'argent avait une action antibactérienne sur 5 des bactéries cariogènes les plus importantes à savoir *Streptococcus mutans*, *Streptococcus lactobacillus*, *acidophilus*, *lactobacillus rhamnosus* et *actinomyces naeslundii*. En effet, il permet de réduire les processus de déminéralisation en minimisant la perte du contenu minéral et la destruction du collagène (41).

Par ailleurs, les produits de la réaction entre le FDA et l'hydroxyapatite pourraient avoir une action cariostatique et anti-enzymatique. Ils possèdent des propriétés antibactériennes en inhibant les activités enzymatiques des souches cariogènes des *Streptococcus mutans*.

De plus, le fluorure diamine d'argent inhibe spécifiquement les protéines qui décomposent la matrice organique de la dentine exposée : métalloprotéinases matricielles, cathepsines et collagénases bactériennes (40).

2.3 Applications

Initialement, le fluorure diamine d'argent est utilisé pour traiter l'hypersensibilité dentinaire. Récemment, de nouveaux consensus font leur apparition avec notamment l'utilisation de ce produit dans le cas de protocoles de reminéralisation dentaire et /ou d'arrêt de la progression des lésions carieuses (26, 42).

2.3.1 Le traitement de l'hypersensibilité

L'hypersensibilité dentinaire est caractérisée par une douleur brève, aiguë, au niveau de la dentine exposée, en réponse à des stimuli thermiques, tactiles, osmotiques ou chimiques.

La théorie hydrodynamique, souvent attribuée à Brännstrom, est l'explication la plus largement acceptée pour cette hypersensibilité. La douleur résulterait du mouvement des fluides au sein des tubuli dentinaires. Ces mouvements stimulent un barorécepteur, ce dernier active ensuite un signal neuronal à l'origine de la sensation douloureuse (43).

Ainsi, en obturant les tubuli dentinaires, le fluorure diamine d'argent permet l'arrêt de ces mouvements de fluides et donc le traitement de l'hypersensibilité (34).

2.3.2 L'arrêt des lésions carieuses

Une lésion carieuse active se présente sous la forme d'une dentine de couleur orangée et de texture molle au sondage tandis qu'une lésion arrêtée sera noire et dure au sondage. A la suite d'un traitement au fluorure diamine d'argent, le noircissement et durcissement de la lésion indiquent le succès de la thérapeutique par l'arrêt du processus carieux.

Une revue systématique a étudié 4 articles concernant l'efficacité du fluorure diamine d'argent sur l'arrêt des lésions carieuses des dents temporaires chez les enfants de 8 +/- 0,5 ans. Le fluorure diamine d'argent s'est montré 1,66 fois plus efficace que le traitement actif et 2,54 fois plus efficace que le placebo. A la suite de l'analyse globale des 4 études il est conclu que fluorure diamine d'argent est 89% plus efficace pour arrêter les caries que les autres traitements ou en l'absence de traitement. Le niveau de preuve des études ciblées était élevé (44).

Une seconde revue systématique analysant 7 études démontre que le fluorure diamine d'argent est plus efficace que les autres stratégies de gestion préventives notamment la restauration temporaire au Ciment Verre Ionomère et l'utilisation de vernis fluoré pour l'arrêt des lésions carieuses dentinaires en denture lactéale (45).

Enfin, un essai clinique randomisé et contrôlé de 30 mois réalisé chez des enfants chinois d'âge préscolaire comparant l'effet du fluorure diamine d'argent vs le vernis fluoré vs placebo a montré les résultats suivants :

- les lésions carieuses traitées par le fluorure diamine d'argent ont présenté un taux d'arrêt de 100% ;
- les lésions carieuses traitées par le vernis fluoré ont présenté un taux d'arrêt de 66% ;
- les lésions carieuses traitées par le placebo ont présenté un taux d'arrêt de 42% (ce résultat pouvant s'expliquer par le fait que l'hygiène bucco-dentaire ait été renforcée le long de l'étude) (46).

Ces résultats sont en accord avec les observations d'autres essais cliniques sur l'efficacité de l'agent fluorure diamine d'argent pour l'arrêt des lésions carieuses (30, 31, 47, 48, 49, 50, 51).

2.3.3 La prévention de la carie

Lorsque le fluorure diamine d'argent est appliqué sur les surfaces dentaires, une diminution du nombre de nouvelles lésions carieuses est observée. Cela a été montré par un essai clinique contrôlé dans lequel 373 enfants de 6 ans ont été séparés dans deux groupes : un recevant une application de FDA à 38% sur les canines et molaires temporaires et sur les premières molaires permanentes ; l'autre groupe servant de contrôle. Après 36 mois de suivi, le nombre de nouvelles lésions carieuses sur les dents temporaires était de 0,29 dans le groupe FDA contre 1,43 dans le groupe contrôle. De plus, le nombre de nouvelles lésions carieuses sur les dents permanentes était de 0,37 dans le groupe FDA contre 1,06 dans le groupe contrôle (52). On peut ainsi affirmer que la solution de fluorure diamine d'argent est efficace dans la prévention des lésions carieuses.

De plus, lorsqu'il est appliqué uniquement sur les lésions carieuses, une prévention de la carie sur les autres surfaces dentaires est également retrouvée (46). Son action n'est donc pas limitée aux surfaces sur lesquelles il a été appliqué.

En comparaison, un CVI libérant du fluor peut avoir cet effet de prévention des lésions carieuses mais ce dernier est limité aux surfaces adjacentes à la surface traitée et est de courte durée.

On peut donc conclure que l'application directe et indirecte sur des surfaces saines chez les enfants contribue à la prévention des lésions carieuses.

Par ailleurs, les ions argent et fluorure se déposent de manière plus importante dans la dentine déminéralisée plutôt que dans celle non déminéralisée permettant alors une action ciblée sur la dentine déminéralisée.

2.4 Indications

Le fluorure diamine d'argent, de par ses utilisations et mode d'action cités ci-dessus peut être utilisé dans plusieurs situations.

2.4.1 Patients à risque carieux élevé

Le fluorure diamine d'argent sera très intéressant chez des patients ayant un risque carieux individuel (RCI) élevé. Le risque carieux correspond à la probabilité d'un individu de développer une lésion carieuse, ce risque sera plus ou moins important en fonction des expositions du patient aux facteurs de risque.

Il est important ici de rappeler le mécanisme d'apparition de la lésion carieuse. La carie dentaire est une pathologie multifactorielle d'origine infectieuse entraînant la destruction des tissus minéralisés de la dent.

Le développement de la carie est un processus lent qui commence par l'installation de la plaque dentaire : biofilm bactérien constitué de 60 à 70 espèces de bactéries différentes. Ces bactéries vont se nourrir de sucres fermentescibles provenant de l'alimentation et vont produire des acides. Ces acides entraînent une diminution du pH intra-buccal. Selon Stephan, si le pH descend en dessous du seuil critique compris entre 5,3 et 5,7, la dissolution de l'hydroxyapatite de l'émail commence (figure 4). C'est ainsi que se forme une lésion carieuse.

Ces sucres fermentescibles sont nécessaires au développement de la lésion carieuse mais non suffisants. En effet, le schéma de Keyes modifié par Konig (8) nous montre que la déminéralisation dentaire nécessite 4 facteurs : le facteur substrat (sucres fermentescibles), le facteur microbien (bactéries issues du biofilm), le facteur hôte et le facteur temps (figure 5). L'alimentation joue un rôle majeur dans ce mécanisme. La diminution du pH intra-buccal est liée à l'acidité ainsi qu'à la fréquence d'absorption des glucides ingérés.

Courbe de Stephan

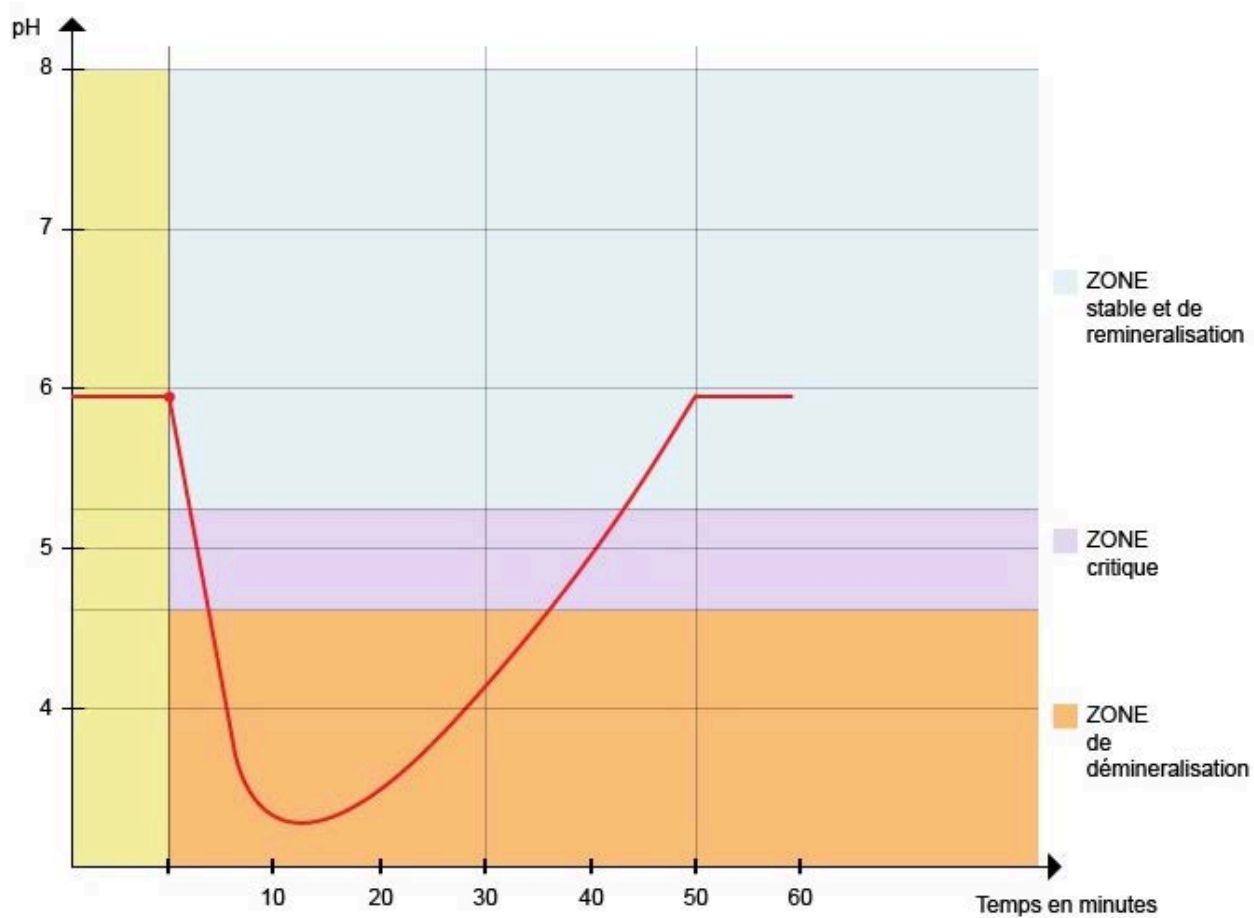


Figure 4 : Courbe de Stephan décrivant la variation du pH intra-buccal lors d'une ingestion sucrée (53).

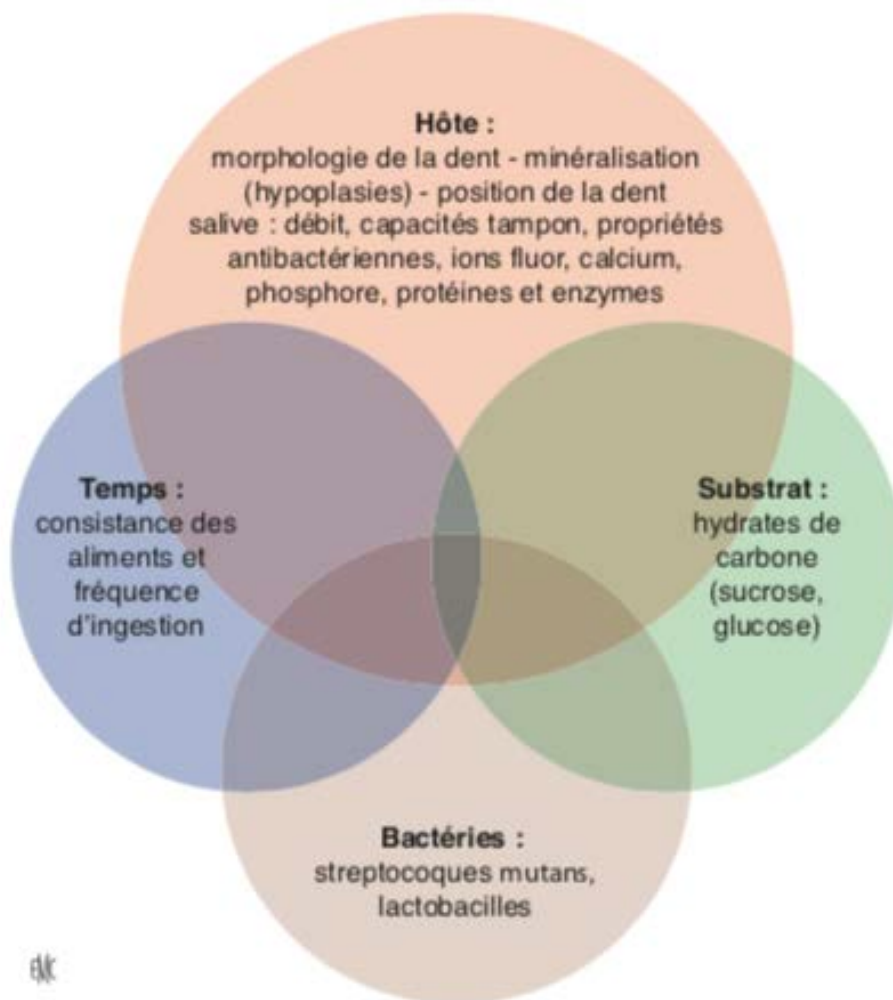


Figure 5 : Schéma de Keyes modifié par Konig (8).

Cependant les lésions carieuses ne se développent pas à chaque ingestion de sucre, ceci s'explique par le pouvoir tampon de la salive. En effet, lors d'un apport ponctuel de sucre, le pouvoir tampon de la salive permet de rétablir un pH neutre grâce à sa composition en phosphates et bicarbonates, favorisant ainsi la reminéralisation de l'émail (figure 4), il permet de conserver un émail sain.

Selon la HAS, un patient ayant un RCI élevé est un patient présentant au moins un des facteurs de risque individuels suivants (54) :

- absence de brossage quotidien avec du dentifrice fluoré. Le brossage quotidien permet l'élimination du biofilm bactérien présent sur les surfaces dentaires ;

- ingestions sucrées régulières en dehors des repas ou du goûter (aliments sucrés, boissons sucrées, bonbons...). La fréquence d'absorption des sucres est très importante dans la mesure où le pouvoir tampon salivaire ne s'active que 30 à 60 minutes après l'ingestion sucrée. Ainsi en répétant l'apport sucré, le pouvoir tampon se retrouve dépassé, ne pouvant plus remonter le pH intra-buccal ;
- prise au long cours de médicaments sucrés ou générant une hyposialie. L'hyposialie correspond à une diminution de la quantité de salive présente dans la cavité buccale, celle-ci n'étant plus suffisante pour jouer son rôle de protecteur ;
- sillons anfractueux au niveau des molaires. Ces sillons apparaissent profonds et étroits à l'examen clinique, ce sont donc des endroits propices au développement bactérien car difficiles d'accès au brossage ;
- présence de plaque visible à l'œil nu sans révélation. La présence de plaque dentaire est la première étape de développement de la lésion carieuse ;
- présence de lésions carieuses (atteinte de la dentine) et/ou de lésions initiales réversibles (atteinte de l'émail).

2.4.2 Patients à besoins spécifiques

Le fluorure diamine d'argent pourra être intéressant chez des patients ne pouvant être traités par des méthodes standards pour des raisons médicales ou psychologiques (comportementales). Il s'agit de patients à besoins spécifiques comme les personnes atteintes de pathologies graves ou atteintes de handicaps sévères, les personnes âgées ou très jeunes présentant des troubles du comportement, les malades psychiatriques non équilibrés ou les personnes phobiques des soins dentaires. Chez ces patients, il sera difficile voire dangereux de réaliser des soins classiques à l'état vigilant.

Il en est de même pour les patients ayant un nombre important de lésions carieuses, ne pouvant être traitées en une seule séance, dont le traitement ne peut être réalisé en plusieurs séances ou encore pour les patients n'ayant pas accès à

l'hygiène bucco-dentaire. Il est alors possible que de nouvelles lésions apparaissent ou que les lésions existantes deviennent symptomatiques avant la fin du traitement.

Le fluorure diamine d'argent sera alors utilisé comme thérapeutique non invasive, en temporisation avant une prise en charge spécialisée. Il permettra de stopper l'évolution de la lésion carieuse et ainsi d'éviter des conséquences plus importantes. C'est le cas notamment du patient nécessitant le recours à une anesthésie générale, les délais de prise en charge peuvent être très importants. Le fluorure diamine d'argent pourra alors être utilisé en temporisation de cette anesthésie générale et permettra d'éviter une aggravation de l'état bucco-dentaire du patient.

2.4.3 Indications techniques

Certaines lésions sont difficiles à traiter selon des méthodes standard notamment les lésions carieuses au niveau du rebord marginal, au niveau de la furcation ou sur la face occlusale d'une dent en cours d'éruption. Dans ces situations, l'isolation et la capacité de nettoyage nécessaire au succès de la restauration ne peuvent être atteintes (26). Une alternative au traitement standard devra alors être envisagée.

2.5 Contre-indications

2.5.1 Contre-indication absolue

La contre-indication majeure du fluorure diamine d'argent est l'allergie. Une allergie à l'argent est relativement fréquente, mais cela peut concerner n'importe quel ingrédient du produit. Il est impératif avant toute utilisation de vérifier la notice d'utilisation et d'éliminer une éventuelle allergie à un de ses composants.

2.5.2 Contre-indications relatives

Les contre-indications relatives concernent d'une part les patients présentant une gingivite, stomatite ou toute mucosité desquamative importante. Dans ces cas, la barrière protectrice formée par l'épithélium squameux stratifié est perturbée. Une douleur ou une absorption accrue pourraient alors être attendues au contact (26).

D'autre part, les contre-indications concernent les patientes enceintes ou allaitantes. Lorsque le fluorure diamine d'argent est utilisé conjointement avec une solution saturée d'iodure de potassium (voir chapitre 2.6.2.3), il est contre indiqué chez les femmes enceintes et au cours des six premiers mois d'allaitement afin d'éviter de surcharger la thyroïde en iode. Cette idée est encore peu développée dans les littératures mais semble très importante. Les médecins spécialistes ont ainsi suggéré la réalisation d'un test de grossesse avant son utilisation chez la femme en âge de procréer ou chez la femme ayant un risque de grossesse (26).

Enfin, les dents présentant des lésions carieuses profondes doivent être surveillées de près cliniquement et radiologiquement car le fluorure diamine d'argent ne pourra pas être utilisé sur une lésion ayant atteint la pulpe dentaire et rendant la dent symptomatique. En effet, il risque de provoquer une irritation pulpaire et une douleur plus importante. Un traitement conventionnel endodontique devra alors être privilégié.

2.6 Effets indésirables

2.6.1 Effets indésirables médicaux

2.6.1.1 Au niveau muqueux

Au niveau muqueux, l'apparition de petites lésions muqueuses a pu être notée.

Une revue systématique a comparé 9 essais cliniques randomisés dans lesquels le fluorure diamine d'argent a été appliqué sur plusieurs dents dans le but d'arrêter ou de prévenir les lésions carieuses. Seulement 3 des 1493 personnes suivies pendant 1 à 3 années ont montré « une petite lésion blanche légèrement douloureuse sur la muqueuse, disparue en 48h sans traitement » (26).

Au Pérou, au cours d'un essai de traitement de l'hypersensibilité, 9% des patients avaient présenté une rougeur légère à modérée sur le pourtour de l'application du fluorure diamine d'argent. Toute rougeur avait disparu après 7 jours (55).

En somme, les lésions muqueuses sont minimales, aucun érythème, aucun saignement ou ulcération n'a été décelé. Cependant, il reste important de minimiser le contact du fluorure diamine d'argent avec la gencive par principe de précaution.

2.6.1.2 Au niveau pulpaire

Au niveau pulpaire, aucune réponse indésirable n'a été observée (26).

2.6.1.3 Préoccupations concernant le taux de fluor et les fluoroses

La fluorose dentaire est une pathologie acquise modifiant l'état de l'émail dentaire. L'étiologie peut être endémique ou être liée à une surconsommation de produits et/ou de compléments alimentaires fluorés au cours des premières années de la vie pendant la formation des dents permanentes (jusqu'à environ 8 ans). Le risque existe lorsque l'ingestion dépasse 1mg par jour.

La fluorose se caractérise par la présence de colorations sur la couronne dentaire. Ces colorations se présentent sous la forme de lignes ou de tâches, diffuses, orientées horizontalement, pouvant être blanches opaques à marrons en fonction de la gravité de la pathologie (figures 6, 7, 8, 9, 10).

Thylstrup et Fejerskov (56) ont mis au point une classification de la fluorose dentaire en fonction de sa sévérité, comprenant 9 stades (allant du stade 1 au stade 9).



Figure 6 : Photographie d'un score 1 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).



Figure 7 : Photographie d'un score 2 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).



Figure 8 : Photographie d'un score 3 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).



Figure 9 : Photographie d'un score 4 de la classification de Thylstrup et Fejerskov sur l'incisive centrale droite et d'un score 5 sur l'incisive centrale gauche (57).

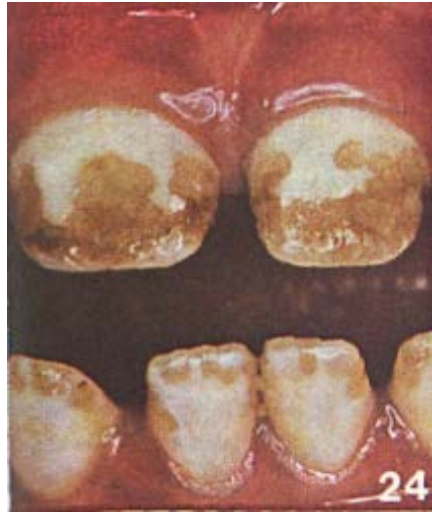


Figure 10 : Photographie d'un score 8 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (57).

Les manifestations cliniques vont dépendre de la quantité et de la durée de l'exposition au fluor, de l'âge du sujet au moment de l'exposition et de la réponse de l'hôte dépendant de la variabilité individuelle.

De par les conséquences esthétiques et fonctionnelles pouvant résulter de cette pathologie, il est indispensable de prévenir ce risque en limitant le taux de fluor ingéré. En France, il est recommandé aux médecins traitants d'établir un bilan fluoré avant toute prescription de supplémentation afin de diminuer ces fluoroses (32).

Des problèmes de fluorose avec des concentrations mal contrôlées de fluorure diamine d'argent ont été évoqués lors d'une étude réalisée chez des rats (58). Cependant les niveaux de fluorures sont étroitement surveillés et le département de la santé d'Australie Occidentale a mené une étude qui n'a révélé aucun signe de fluorure résultant d'une utilisation appropriée à long terme du fluorure diamine d'argent (59).

Le développement de la fluorose après application du fluorure diamine d'argent n'est pas un risque cliniquement significatif.

2.6.2 Effets indésirables non médicaux

2.6.2.1 Coloration noire

2.6.2.1.1 Les tissus dentaires

Lorsqu'il est mis au contact d'une lésion carieuse, le fluorure diamine d'argent colore en noir les tissus dentaires leur donnant un aspect très inesthétique (figure 11). Il est impératif de prévenir le patient avant la mise en place de cet effet. A noter cependant qu'il ne décolore pas les structures saines de la dent.



Figure 11 : Photographies de dents antérieures avant (gauche) et après (droite) traitement au fluorure diamine d'argent (60).

La coloration noire évolue avec le temps. En effet, une étude *in vitro* a montré qu'elle devient de plus en plus prononcée dans les 12 heures suivant l'application du fluorure diamine d'argent (figure 12) puis reste ensuite stable dans le temps (61).

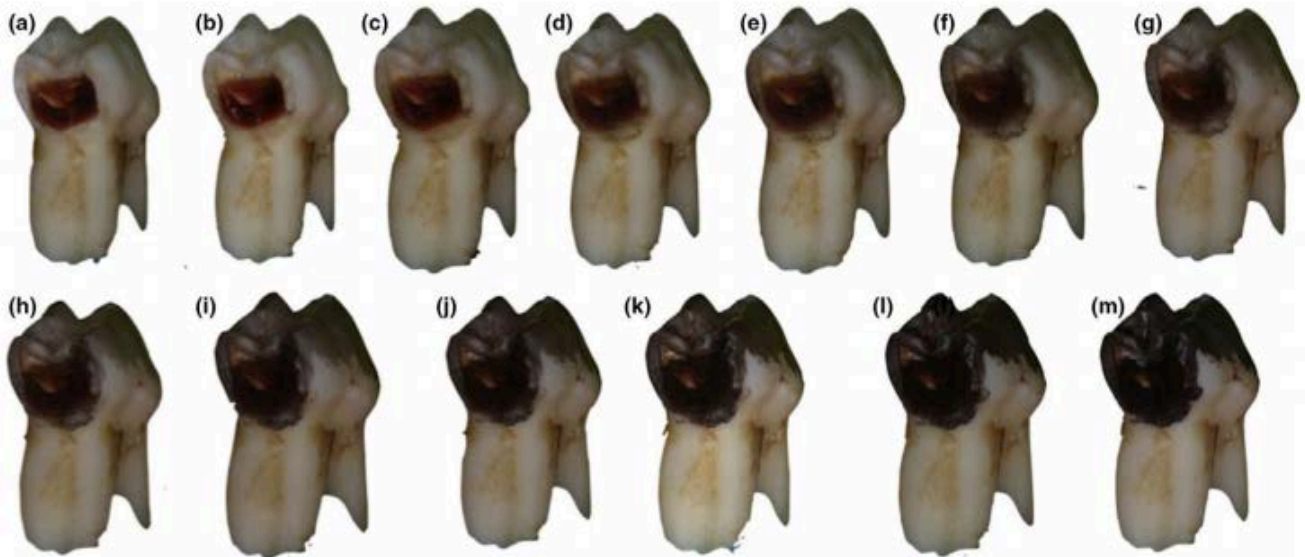


Figure 12 : Evolution de la coloration noire durant les 12 heures après l'application du fluorure diamine d'argent à 38% : (a) avant application, (b) immédiatement après l'application, (c) 5 minutes après, (d) 10 minutes après, (e) 30 minutes après, (f) 45 minutes après, (g) 60 minutes après, (h) 90 minutes après, (i) 120 minutes après, (k) 6 heures après, (l) 9 heures après et (m) 12 heures après. Etude in vitro (61).

2.6.2.1.2 Les tissus muqueux

Le fluorure diamine d'argent colore également les tissus muqueux entraînant des tatouages noirâtres, indolores mais inesthétiques également (figure 13). Ces taches s'estompent avec l'exfoliation naturelle de la peau en 2 à 14 jours.



Figure 13 : Photographies avant (gauche) et après (droite) le traitement au fluorure diamine d'argent. A noter les colorations gingivales sur la photographie de droite (62).

2.6.2.1.3 La peau

Si le fluorure diamine d'argent entre en contact avec la peau, il entraîne également une pigmentation noirâtre. Il faut éviter d'essuyer après application car cela peut l'étendre et entraîner une extension de la coloration. Il est ainsi conseillé de l'absorber le plus possible avec une compresse puis de bien nettoyer à l'eau savonneuse, éventuellement à l'aide de peroxyde à 3% ou d'une teinture iodée (29).

2.6.2.1.4 Les surfaces et les vêtements

De la même manière, le fluorure diamine d'argent souille les surfaces et les vêtements (figure 14). Lorsqu'un déversement a lieu, les surfaces doivent être immédiatement nettoyées avec beaucoup d'eau, d'éthanol ou encore d'hypochlorite de sodium afin d'éviter des taches irréversibles (63).



Figure 14 : une goutte de FDA a été placée sur une blouse blanche. A gauche, 5 minutes après le contact avec le FDA. A droite, 1h après le contact (63).

En somme, le fluorure diamine d'argent bien qu'étant un produit incolore et indolore ressemblant à de l'eau, est un produit pouvant colorer les dents, les muqueuses, la peau, les vêtements, les plans de travail, les revêtements de sol et les instruments. Il est impératif de l'utiliser avec précaution afin d'éviter au maximum les colorations irréversibles.

De plus, il sera nécessaire lors de son application de bien isoler les structures orales avoisinantes. Dans les conditions idéales le produit sera appliqué sur une dent isolée à l'aide d'une digue étanche. Ces conditions ne sont malheureusement pas compatibles avec l'indication clinique qu'est la prise en charge d'une lésion carieuse chez un patient non coopérant, ainsi la mise en place de vaseline sur les lèvres du patient et sur les muqueuses pourra être une alternative intéressante.

2.6.2.2 Acceptation des parents concernant les colorations noires

Une étude sur la perception des parents et leur acceptation concernant les colorations noires sur les dents a été réalisée en 2017 (60). Les auteurs ont invité les parents d'enfants présentant des lésions carieuses de l'université de New York et dans plusieurs autres cliniques du New Jersey à participer à un sondage en ligne destiné à évaluer la perception et l'acceptation des colorations noires dues au traitement par le fluorure diamine d'argent. Les conclusions ont été les suivantes :

- le niveau d'acceptation dépend de la localisation de la dent. En effet, 67,5% des parents ayant répondu au sondage estimaient que les colorations sur les dents postérieures étaient esthétiquement « acceptables » ou « assez acceptables » mais seuls 29,7% des parents les ont trouvées « acceptables » ou « assez acceptables » sur les dents antérieures ;
- ce niveau d'acceptation dépend également des obstacles au traitement conventionnel des lésions carieuses. Lorsque le fluorure diamine d'argent représente l'unique alternative au recours à l'anesthésie générale pour le soin d'un enfant, le niveau d'acceptation des parents passe à 68,5% sur les dents postérieures et à 60,3% sur les dents antérieures.
- cependant, environ un tiers des parents ont jugé le traitement inacceptable en toutes circonstances.

Ainsi, les résultats montrent que la plupart des parents sont prêts à compromettre l'esthétique au profit d'une approche moins invasive dans les cas où la coopération de leur enfant ne permet pas un traitement traditionnel. Néanmoins, certains parents jugent tout de même les colorations noires inacceptables. Il est impératif de prévenir le patient et les parents avant le traitement de ces pigmentations et de fournir des informations complètes notamment à l'aide de photographies.

2.6.2.3 Intérêt de l'iodure de potassium

Dans les cas où les patients n'acceptent pas les colorations noires dentaires survenant après le traitement des lésions carieuses de leur enfant par l'application de fluorure diamine d'argent, l'utilisation de l'iodure de potassium peut être intéressante.

Certains tests ont été réalisés en utilisant une solution saturée d'iodure de potassium (SSKI) immédiatement après la mise en place du FDA avec pour objectif de diminuer le marquage noir. Initialement le SSKI était autorisé sur le marché en vente libre pour faciliter l'élimination du mucus afin de mieux respirer en cas de

problèmes pulmonaire chroniques. Dans l'expérience présentée, le SSKI aide à la réduction de la coloration noire (figures 15 et 16) (64).

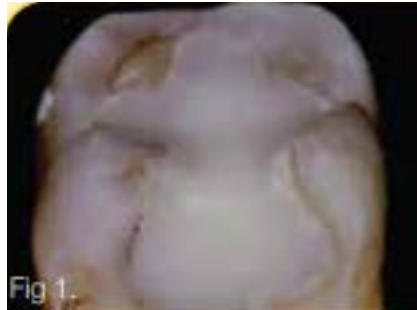


Figure 15 : Cavité traitée avec du fluorure diamine d'argent puis restaurée avec un ciment verre ionomère traditionnel (64).



Figure 16 : Cavité traitée avec du fluorure diamine d'argent et de l'iodure de potassium puis restaurée avec un ciment verre ionomère traditionnel (64).

Une seconde étude *in-vitro* publiée en 2018 a évalué le potentiel de coloration noire du fluorure diamine d'argent associé à une solution d'iodure de potassium (60). La coloration a été observée sur une période de 7 jours, il n'y a pas eu de signe perceptible de pigmentation noire sur les tissus dentaires (figure 17). Aucune différence statistiquement significative n'a été montrée entre les valeurs de gris initiales des lésions et celles qui ont suivi l'application de fluorure diamine d'argent et d'iodure de potassium.

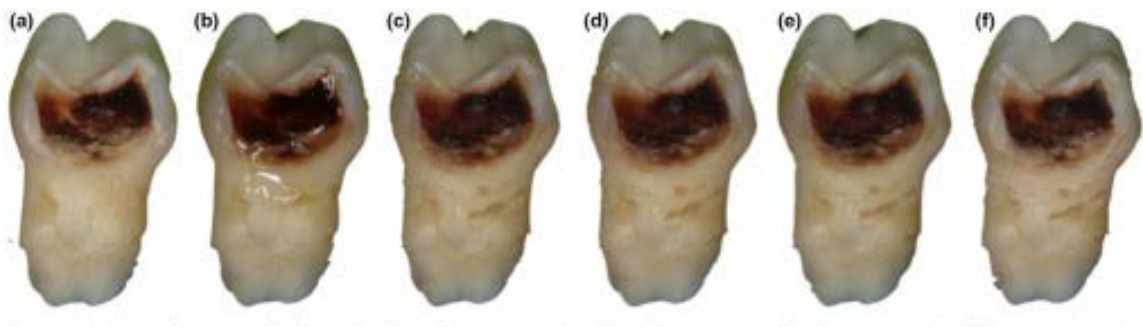


Figure 17 : Evolution de la coloration de la lésion carieuse durant les 7 jours suivant l'application de fluorure diamine d'argent à 38% et d'iodure de potassium : (a) avant l'application, (b) immédiatement après l'application, (c) 5 minutes après, (d) 60 minutes après, (e) 6 heures après, (f) 7 jours après (61).

De plus, l'iodure de potassium offre un puissant effet antimicrobien agissant conjointement avec le fluorure diamine d'argent. Une étude *in vitro* réalisée à l'Université du Koweït montre l'importante activité antimicrobienne du fluorure diamine d'argent et de l'iodure de potassium par rapport à la Chlorhexidine, montrant même une suppression de l'ensemble des streptocoques de la surface de la dent (figure 18) (64).

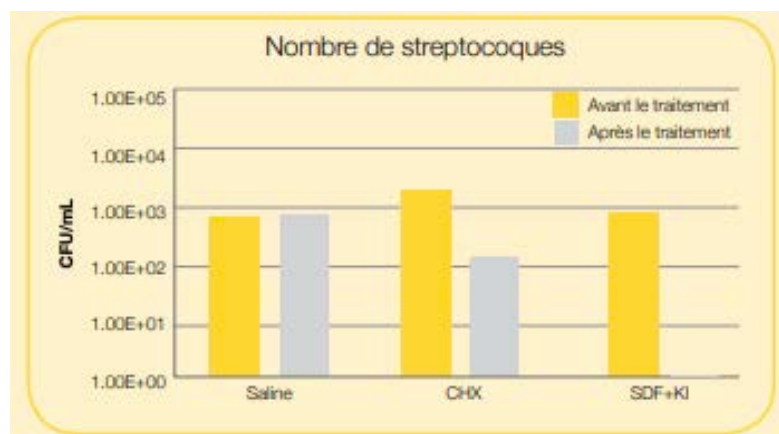


Figure 18 : Evolution du nombre de streptocoques avant et après traitement en fonction de l'agent antimicrobien utilisé, étude *in vitro* (64).

Ainsi l'utilisation de iodure de potassium conjointement au fluorure diamine d'argent peut être intéressante d'un point de vue esthétique mais également d'un point de vue antimicrobien. Cependant les études utilisant l'iodure de potassium restent des études *in-vitro*, il est nécessaire de faire plus d'investigations et notamment des essais cliniques afin de montrer sa réelle efficacité et sécurité dans son utilisation conjointe avec le fluorure diamine d'argent.

Parallèlement, une autre molécule commence à attirer l'attention des chercheurs : la bio-molécule de Glutathion (GSH). En effet, cette dernière semblerait minimiser *in-vitro* les colorations noires des tissus dentaires dues au fluorure diamine d'argent sur des dents d'origine bovine (65). D'autres investigations sont également nécessaires afin d'évaluer son intérêt clinique, notamment sur des dents d'origine humaine.

2.6.2.4 Dysgueusie

Enfin, les patients peuvent ressentir transitoirement un goût métallique ou un goût amer dans la bouche (63).

2.6.3 Effets indésirables sur le collage

Lorsqu'un système et une technique de collage adéquats sont utilisés, il a été montré que le fluorure diamine d'argent n'a aucun effet sur la liaison entre le composite et la dentine non cariée (66).

Dans une étude, un rinçage à l'eau après application du fluorure diamine d'argent évitait une diminution de 50% de la force d'adhésion du CVI (67).

Dans une seconde étude, une augmentation de la force d'adhésion entre la dentine infiltrée de fluorure diamine d'argent avec le CVI a été rapportée (68).

Cependant, une diminution de la force de liaison d'environ 1/3 lors du scellement d'une couronne avec un ciment à base de résine a été montrée (69).

Nous pouvons ainsi conclure qu'un simple rinçage à l'eau claire suffira lors de la réalisation de restaurations adhésives directes (en utilisant un système et une technique de collage adéquats) alors que le retrait du fluorure diamine d'argent sur la dentine superficielle sera nécessaire lors du scellement d'une restauration indirecte comme une couronne.

L'utilisation du fluorure diamine d'argent n'empêche en aucun cas une reconstitution adhésive ultérieure. En effet, après l'objectivation de l'arrêt de la lésion carieuse, il est tout à fait possible de réaliser une reconstitution de la surface dentaire, ceci pouvant palier par la suite aux effets secondaires inesthétiques de l'application de ce traitement.

Cependant, la réalisation d'une reconstitution de la surface dentaire n'est pas obligatoire. En effet il a été prouvé qu'il était possible de conserver une dent lactéale dans la cavité buccale d'un enfant de façon asymptomatique jusqu'à l'exfoliation sans avoir à placer au préalable de restauration :

- Une étude longitudinale a suivi 1012 lésions carieuses cavitaires sur les dents lactéales d'enfants chinois pendant 3,5 ans. Seulement 7,2% de ces lésions ont été restaurées. Sur les 92,9% restantes non restaurées, une grande majorité (81,5%) s'est exfoliée naturellement sans aucune symptomatologie (71) ;
- Ces résultats ont été en accord avec deux autres études rétrospectives menées au Royaume-Unis montrant que les premières molaires carieuses exfoliées naturellement étaient asymptomatiques (73, 74).

2.7 Effets du fluorure diamine d'argent vs les autres thérapeutiques non chirurgicales

2.7.1 Le vernis fluoré

2.7.1.1 Effet du vernis fluoré sur la prévention de la lésion carieuse

Une étude réalisée en 2018 comparant l'effet du vernis fluoré et du fluorure diamine d'argent sur la prévention de la déminéralisation amélaire sur les dents temporaires, a montré que les deux produits avaient une efficacité similaire. Aucune différence n'était statistiquement significative (73).

2.7.1.2 Effets du vernis fluoré sur l'arrêt et la prise en charge de la lésion carieuse

Un essai clinique contrôlé prospectif (74) a étudié l'efficacité du fluorure topique pour arrêter les caries dentinaires en comparant 5 groupes :

- Application annuelle de fluorure diamine d'argent à 38% avec excavation manuelle au préalable de la dentine cariée ;
- Application annuelle de fluorure diamine d'argent à 38%;
- Application tous les 3 mois de vernis fluoré à 22 800 ppm avec excavation manuelle au préalable de la dentine cariée ;
- Application tous les 3 mois de vernis fluoré à 22 800 ppm ;
- Groupe contrôle avec application d'un placebo.

Le suivi a été réalisé sur 341 enfants pendant 18 mois. Concernant les résultats, le nombre de lésions carieuses arrêtées était plus important dans le groupe traité par le fluorure diamine d'argent que dans celui traité par le vernis fluoré. Il a ainsi été constaté qu'une application annuelle d'une solution à 38% de fluorure diamine d'argent est plus efficace dans l'arrêt des lésions carieuses de la dentine des dents temporaires que l'application tous les 3 mois d'un vernis fluoré à 22 800 ppm.

De plus, l'élimination de la dentine cariée préalablement à la mise en place du produit n'a pas montrée de différence statistiquement significative, elle ne semble pas affecter la capacité des agents à stopper les lésions carieuses dentinaires.

En conclusion, l'utilisation du vernis fluoré dans le cadre de la prévention des lésions carieuses semble avoir une efficacité comparable au fluorure diamine d'argent (75). Cependant, lorsqu'il est nécessaire de traiter une lésion carieuse avérée, le fluorure diamine d'argent semble plus efficace que le vernis fluoré (30, 31, 46, 49, 50, 74).

Ces études restent récentes et limitées, il est indispensable de poursuivre les recherches sur le sujet afin de pouvoir confirmer ou infirmer ces résultats. Le Fluor étant l'agent le plus largement utilisé pour la gestion du processus carieux et soutenu par de solides preuves.

2.7.2 Les autres thérapeutiques non chirurgicales

Il n'existe à ce jour aucune étude ou essai clinique comparant directement l'efficacité du fluorure diamine d'argent avec celle de la technique ART, de la technique de Hall ou de la technique NRCT.

Il est indispensable de connaître les différents protocoles, les avantages et les inconvénients de chaque thérapeutique enfin de choisir celle la plus adaptée au patient :

- comparativement à la technique ART, la prise en charge de la lésion carieuse par le fluorure diamine d'argent est tout à fait indiquée pour des lésions multifaces ;
- comparativement à la technique NRCT, la prise en charge de la lésion carieuse par le fluorure diamine d'argent ne nécessite pas la coopération de l'enfant et/ou des parents ;
- comparativement à la technique de Hall, la prise en charge de la lésion carieuse ne se limite pas aux molaires lactéales mais peut être appliquée sur tout type de dents lactéales.

2.7.3 Conclusion

Toutes ces thérapeutiques ont un objectif commun qui est de fournir un traitement de bonne qualité au patient, en veillant à ce que la dent reste asymptomatique jusqu'à sa chute naturelle.

Avant de décider quelle est l'approche la plus adaptée pour traiter une lésion carieuse chez un enfant, il est indispensable de considérer plusieurs aspects, ceux-ci incluent : l'âge de l'enfant, la localisation et l'importance de la lésion carieuse, le comportement de l'enfant, son stade de maturité, le comportement des parents, leurs attentes mais également le coût du traitement et l'expérience du professionnel de santé. Mettre en avant les différentes approches non chirurgicales et conservatrices ne signifie en aucun cas que l'utilisation de l'approche conventionnelle de la prise en charge de la lésion carieuse par curetage et reconstruction dentaire soit obsolète. Il est indispensable de réaliser un entretien, un examen clinique et radiologique complet afin de pouvoir poser un diagnostic précis et proposer le traitement individualisé et le plus adapté possible au patient.

3 Utilisation clinique

3.1 Préalable

3.1.1 Information claire, loyale et transparente

D'après le Code de Santé Publique : « Toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé. Cette information porte sur les différentes investigations, traitements ou actions de prévention qui sont proposés, leur utilité, leur urgence éventuelle, leurs conséquences, les risques fréquents ou graves normalement prévisibles qu'ils comportent ainsi que sur les autres solutions possibles et sur les conséquences prévisibles en cas de refus. Lorsque, postérieurement à l'exécution des investigations, traitements ou actions de prévention, des risques nouveaux sont identifiés, la personne concernée doit en être informée, sauf en cas d'impossibilité de la retrouver.

Cette information incombe à tout professionnel de santé dans le cadre de ses compétences et dans le respect des règles professionnelles qui lui sont applicables. Seules l'urgence ou l'impossibilité d'informer peuvent l'en dispenser.

Cette information est délivrée au cours d'un entretien individuel » (75).

Ainsi, lorsque le praticien envisage le traitement d'une lésion carieuse par l'utilisation du fluorure diamine d'argent, il se doit d'apporter au patient et notamment dans le cas présent aux parents et à l'enfant, une information claire, loyale, transparente et adaptée aux capacités de compréhension. Le praticien recherche *in fine* à obtenir soit le consentement soit le refus éclairé des parents.

L'information doit être délivrée par écrit et/ou par oral, elle doit être hiérarchisée et reposer sur des données validées. La société Oral Science qui commercialise le fluorure diamine d'argent sous le nom du Advantage Arrest[®], met à disposition un formulaire type d'information (figure 20). Le praticien pourra l'utiliser tel quel ou le modifier.

FLUORURE DIAMINE D'ARGENT

Informations pour vos patients

Pour arrêter la carie dentaire rapidement, sans douleur et injection pour certains cas où, autrefois, des restaurations étaient nécessaires.

Qu'est-ce que le fluorure diamine d'argent (SDF)?

Le fluorure diamine d'argent (SDF) est un liquide que l'on utilise pour arrêter la carie dentaire. Dans certaines cas où votre dentiste aurait normalement procédé à une restauration régulière pour retirer la carie, il est maintenant possible de bénéficier d'un traitement non traumatique et moins invasif pour l'arrêter. Le SDF favorise également l'arrêt de la sensibilité dentinaire.

Comment le SDF fonctionne-t-il?

L'ion d'argent agit comme un agent antimicrobien contre la carie, alors que l'ion de fluorure prévient la déminéralisation subséquente à l'origine du processus carieux.

Dans quelles situations le SDF est-il idéal?

- Autour des marges des lésions pour prévenir des caries secondaires
- Pour éviter des anesthésies générales ou des sédations
- Si vous ressentez de l'anxiété envers les traitements dentaires
- Pour les lésions carieuses qui ne peuvent pas être traitées en 1 visite
- Si vous avez de la difficulté à accéder à des traitements dentaires
- Si votre professionnel a de la difficulté à accéder à votre carie
- Si vous êtes à risque de développer des caries
- Les adultes, les personnes âgées, les enfants, bref, tout le monde!



Est-ce que le SDF remplace des restaurations dentaires régulières?

Non. Le SDF peut être utilisé pour arrêter la carie et vous donner du temps avant que le dentiste la retire. Cependant, dans certains cas, la carie n'a pas besoin d'être retirée, et le SDF est simplement utilisé pour arrêter son processus.

Pour les enfants, comme la dent fera place un jour à une dent d'adulte, il n'y a pas de problème pour appliquer seulement le SDF sans la retirer dans bien des cas.

Y-a-t'il des instructions à respecter après le traitement?

Aucune. Vous pouvez manger, boire, vous brosser les dents et vous rincer la bouche normalement et de manière sécuritaire immédiatement après le traitement.

Y-a-t'il des risques?

Le SDF tache les lésions carieuses et les gencives. Il ne tache pas les zones saines des dents.

Y-a-t'il une possibilité de minimiser les taches?

Oui, votre dentiste peut appliquer certains verres ionomères et composite pour réduire les taches.

Quelle est la durée des effets du SDF?

Si votre dentiste a appliqué un verre ionomère ou un composite suite au traitement, le SDF sera davantage protégé. Dans ce cas, il est possible qu'aucun autre traitement ne soit nécessaire. Si rien n'a été appliqué, ou si la carie était plus sérieuse, il est recommandé de ré-appliquer le SDF à chaque 6 mois.

Est-ce que le SDF est indiqué pour les enfants?

Oui. Santé Canada approuve le SDF pour les enfants de 3 ans et plus.

La littérature scientifique démontre que le SDF est complètement sécuritaire pour les enfants de 3 ans et moins.

Figure 20 : Exemple de formulaire d'information à remettre au patient, par la société Oral Science.

3.1.2 Consentement éclairé

« Il appartient au professionnel ou à l'établissement de santé d'apporter la preuve que l'information a été délivrée à l'intéressé dans les conditions prévues au présent article. Cette preuve peut être apportée par tout moyen » (75).

Un des moyens fréquemment utilisés est la remise en main propre d'un formulaire d'information et d'un formulaire de consentement au patient. Ce dernier devra alors signer ce document, un exemplaire sera conservé dans le dossier du patient.

La société Oral Science qui commercialise le fluorure diamine d'argent (Advantage Arrest[®]) met à disposition des praticiens un formulaire type de consentement. Ce dernier pourra modifier ce formulaire en cas de besoin (figure 21).

FLUORURE DIAMINE D'ARGENT

Formulaire de consentement

Faits pour votre considération

Le fluorure diamine d'argent (FDA) est un liquide que l'on utilise pour arrêter la carie dentaire. Dans certaines cas où votre dentiste aurait normalement procédé à une restauration régulière pour retirer la carie, il est maintenant possible de bénéficier d'un traitement non traumatique et moins invasif pour l'arrêter. Le FDA favorise également l'arrêt de la sensibilité dentinaire.

Un traitement avec du FDA n'élimine parfois pas le besoin de réparer les caries ou d'installer un couronne pour assurer le fonctionnement de vos dents et leur esthétique. Dans ces cas, des frais additionnels s'appliqueraient.



TEMPS: 0

1 JOUR

1 SEMAINE

La procédure

1. Sécher la zone affectée.
2. Placer une petite quantité de FDA sur la zone affectée.
3. Faites sécher le FDA pendant 1 minute à l'air libre

Le FDA inclut, mais ne se limite pas, aux risques suivants :

- La zone affectée se colorera noir de façon permanente. La structure saine de la dent ne tachera pas.
- Les plombages et couronnes peuvent aussi se colorés. Ces taches peuvent cependant être éliminées avec un polissage.
- Si le FDA est appliqué accidentellement sur la peau ou les gencives, des taches brunes peuvent apparaître.
- Elles sont inoffensives, peuvent être lavées et disparaîtront naturellement en 1 à 3 jours.
- Vous pourriez remarquer un goût métallique qui se dissipera rapidement.
- Si la carie dentaire n'est pas arrêtée, elle progressera. Dans ce cas, la dent nécessitera un traitement supplémentaire tel que, du FDA un plombage, une couronne, un traitement de canal ou une extraction.
- D'autres risques peuvent être présents. Contactez votre professionnel dentaire si vous en remarquez d'autres.
- Tous les efforts raisonnables sont faits pour assurer le succès du traitement au FDA
- Il y a un risque que la procédure n'arrête pas la carie.

Alternatives possibles, mais non limitées aux FDA :

- Aucun traitement, ce qui peut mener à une détérioration continue de la structure et de l'esthétique de la dent. Les symptômes peuvent s'aggraver.
- Tout dépendant de l'endroit de la carie et du stade où elle est rendue, d'autres traitements tels que des vernis au fluorure, des extractions ou des traitements dentaires additionnels auprès de spécialistes peuvent être nécessaires.

JE CERTIFIE AVOIR LU ET COMPRIS COMPLÈTEMENT CE DOCUMENT. TOUTES MES QUESTIONS ONT ÉTÉ RÉPONDUES :

Signature du patient

Date

Signature d'un témoin

Date

SDF-CONSENT-FR

Figure 21 : Exemple de formulaire de consentement par la société Oral Science.

3.2 Protocole clinique (42)

L'utilisation du fluorure diamine d'argent répond à plusieurs étapes. Le protocole clinique proposé dans les recommandations de l'American Academy of Pediatric Dentistry est le suivant :

3.2.1 Préparation du matériel

Le plan de travail doit être protégé par un champ opératoire en plastique doublé.

Le plateau technique doit être préparé, ce dernier comprend:

- un kit sonde, miroir et précelles ;
- une goutte de fluorure diamine d'argent préalablement préparée dans un godet dappen en plastique car il corrode le métal et le verre;
- une goutte de SSKI préparée dans un second godet dappen si l'utilisation de ce produit est envisagée ;
- de la vaseline préparée dans un troisième godet dappen ;
- un micro-pinceau;
- des rouleaux de coton ;
- deux compresses 2x2cm.

3.2.2 Préparation du patient

En raison du risque de colorations irréversibles sur la peau et les vêtements, le patient devra être préparé en lui appliquant un champ opératoire en plastique doublé sur le torse. De plus, de la vaseline est également appliquée sur les lèvres du patient.

3.2.3 Préparation de la dent à traiter

Dans la situation idéale, la dent à traiter est isolée à l'aide d'une digue étanche. Cependant, si la coopération de l'enfant ne permet pas la mise en place de ce

champ opératoire, la dent peut être isolée de la joue et de la langue à l'aide de rouleaux de coton ou à l'aide d'une protection gingivale photopolymérisable. Dans ce cas, il est également nécessaire d'appliquer un peu de vaseline sur la gencive adjacente en prenant soin de ne pas recouvrir par inadvertance la surface de la lésion carieuse, permettant d'éviter toute pigmentation ou irritation potentielle.

L'élimination préalable de la dentine cariée n'est pas recommandée (46). Concernant l'arrêt des lésions carieuses, il n'a pas été montré de différence statistiquement significative entre les enfants ayant eu une élimination préalable de la dentine cariée et ceux qui n'en avaient pas eu. Cependant, cette excavation pourrait réduire la surface dentaire colorée en noir et pourrait ainsi être intéressante dans les secteurs antérieurs esthétiques (74).

3.2.4 Séchage de la dent à traiter

La dent doit être séchée, idéalement avec la seringue air-eau. Si l'utilisation de cette seringue n'est pas possible, la dent doit être séchée au minimum avec du coton.

3.2.5 Application du fluorure diamine d'argent sur la lésion carieuse

Le micro-pinceau est tout d'abord plié puis trempé dans la solution de fluorure diamine d'argent. L'excès de produit est éliminé sur le rebord du godet dappen. Le pinceau est ensuite appliqué directement sur les tissus cariés.

Il est nécessaire de laisser agir le fluorure diamine d'argent pendant 1 minute tout en appliquant un léger flux d'air comprimé. Il est recommandé d'éliminer ensuite l'excédent avec une compresse et de maintenir l'isolation de la dent pendant 3 minutes.



Figure 22 : Application du fluorure diamine d'argent à l'aide d'un micro-pinceau sur deux dents temporaires (77).

3.2.6 Rinçage

La dent est ensuite rincée à l'eau afin d'éliminer le surplus de produit dans la cavité buccale du patient puis séchée à l'aide de la seringue air-eau.

3.2.7 Recommandations post opératoires

Pour le fabricant, aucune précaution post-opératoire n'est répertoriée. L'enfant peut manger et boire immédiatement après l'application, et peut se brosser les dents avec un dentifrice fluoré de manière biquotidienne après l'application du fluorure diamine d'argent.

Cependant, plusieurs essais cliniques ont été réalisés en recommandant à l'enfant de ne pas manger ni boire pendant une durée de 30 minutes à 1 heure (30, 31, 76) ; néanmoins, il n'a pas été prouvé que cela pourrait entraver l'effet du fluorure diamine d'argent dans l'heure qui suit l'application. Plus d'études cliniques sont nécessaires pour établir une recommandation réellement basée sur des preuves.

3.2.8 Résultat final



Figure 23 : Lésions carieuses après application du fluorure diamine d'argent (77).

Après application du fluorure diamine d'argent sur la lésion carieuse, celle-ci devient de couleur noire. Comme décrit dans le paragraphe 2.6.2.1.1, la coloration noire va principalement évoluer pendant les 12 heures qui suivent l'application.

3.3 Rythme d'application

Un essai clinique de 24 mois sur l'efficacité du fluorure diamine d'argent a montré qu'après une application unique de fluorure diamine d'argent à 38%, 50% des lésions carieuses arrêtées à 6 mois étaient redevenues actives à 24 mois (30). Il est admis que l'effet du fluorure diamine d'argent diminue lentement avec le temps, ainsi une application unique n'est pas suffisante pour arrêter les lésions carieuses actives et maintenir leur état d'inactivité dans le temps.

L'augmentation de la fréquence d'application permet d'augmenter le taux d'arrêt des lésions carieuses:

- une application de façon biannuelle du fluorure diamine d'argent permet d'obtenir un taux d'arrêt des lésions carieuses plus important par rapport à une application annuelle (51) ;
- une application trois fois par an est plus efficace dans l'arrêt des lésions carieuses (31, 47, 52).

Plusieurs protocoles ont ainsi été décrits.

L'université de Californie (UCSF) suggère une première application, suivi d'un contrôle à 3 mois, puis de visites semestrielles pendant deux ans (26).

L'American Academy of Pediatric Dentistry recommande une utilisation du fluorure diamine d'argent selon les modalités suivantes :

- une première application ;
- un rendez-vous de contrôle 2 à 4 semaines après l'application afin d'évaluer l'arrêt des lésions carieuses. Si ces dernières sont encore actives, il est nécessaire d'envisager une nouvelle application du produit afin de parvenir à l'arrêt de l'ensemble des lésions ciblées;
- adapter ensuite le rythme de suivi en fonction de la sévérité de la pathologie carieuse et du risque carieux individuel du patient : tous les 3 – 4 ou 6 mois pendant un minimum de 2 ans (42).

Finalement, aucun protocole n'est encore officiellement établi, il est nécessaire d'adapter en fonction des connaissances sur le produit le rythme d'application de façon individualisé au patient. En effet, il faut prendre en compte son état bucco-dentaire, la sévérité des atteintes carieuses et le risque carieux individuel. Le protocole d'arrêt des lésions carieuses comprend au minimum deux applications.

La prise en charge du patient s'intègre dans le concept de « pilotage des lésions ». Le principe consiste en la réalisation de tests diagnostics répétés et archivés au cours des visites de contrôles régulières tous les 3 à 6 mois qui

permettent d'évaluer les lésions initiales et la coopération du patient et de choisir ainsi l'option thérapeutique :

- en cas de reminéralisation objectivée à l'examen clinique : arrêt du pilotage et reprise des visites de contrôle habituelles ;
- en cas de statu quo : poursuite du pilotage avec un maintien ou renforcement des mesures de prophylaxie ;
- en cas d'aggravation de la lésion : arrêt du pilotage et décision de réaliser un traitement restaurateur.

Ainsi, après une seconde application il est nécessaire de réaliser un contrôle afin d'évaluer les résultats du fluorure d'argent et d'ainsi mener à bien le pilotage des lésions carieuses. Il est impératif d'effectuer la maintenance du traitement.

Conclusion

Le fluorure diamine d'argent est une solution initialement utilisée pour traiter l'hypersensibilité dentinaire. A la suite de nombreuses investigations son utilisation s'est élargie et il est aujourd'hui un agent carioprotecteur et cariostatique permettant de prévenir et d'arrêter les lésions carieuses. Il est principalement indiqué chez les enfants non coopérants, en bas âge, au risque carieux élevé et lorsque la situation ne permet pas un traitement selon les techniques conventionnelles. Son principal avantage est de représenter une alternative aux thérapeutiques invasives, il peut être utilisé comme traitement d'une lésion carieuse sans reconstitution de la surface dentaire, comme traitement d'une lésion carieuse avant la reconstitution de la surface dentaire ou alors comme moyen de temporisation avant la réalisation de soins sous sédation consciente ou sous anesthésie générale. Il peut également représenter une alternative aux thérapeutiques non chirurgicales déjà connues comme la technique ART, la technique NRCT ou bien la technique de Hall lorsque celles-ci ne sont pas indiquées. Il s'agit d'un produit bon marché, permettant des soins au cabinet dentaire peu coûteux et donc accessibles dans la plupart des communautés. La procédure est simple, non invasive, rapide et ne nécessitant aucune infrastructure ni aucun équipement particuliers.

La coloration noire engendrée est l'effet secondaire le plus fréquemment signalé et influence de manière significative l'acceptabilité des parents au traitement. L'information donnée aux parents, doit être complète concernant le déroulement du soin, les avantages, inconvénients, les risques et les effets secondaires. Elle doit également s'appuyer sur des photographies montrant les colorations dentaires avant/après traitement afin que les parents puissent donner leur consentement de manière éclairée.

Une étude récente s'est intéressée à la molécule de nano-argent (78). Incorporée au fluorure de sodium, elle pourrait avoir une efficacité comparable au FDA dans le contrôle et l'arrêt des lésions carieuses. Le Nano-argent n'entraînerait pas de pigmentation noire de la dentine cariée ni de dysgueusie métallique et serait plus économique que le fluorure diamine d'argent. Cependant l'étude réalisée ne présente pas un niveau de preuve suffisant mais pourrait inciter les chercheurs à

réaliser des investigations plus poussées et d'autres essais cliniques de plus grande envergure afin d'évaluer réellement l'efficacité de ce produit.

Même si le fluorure diamine d'argent représente une alternative intéressante aux soins et au vernis fluoré, la mesure la plus efficace pour lutter contre l'apparition des lésions carieuses reste l'hygiène bucco-dentaire avec un brossage biquotidien à l'aide d'un dentifrice contenant une teneur adaptée en fluor à l'âge de l'enfant ainsi qu'une alimentation non cariogène.

Références bibliographiques

1. Edelstein BL, Ng MW. Chronic Disease Management Strategies of Early Childhood Caries: Support from the Medical and Dental Literature. *Pediatr Dent* 2015; 37(3):281-287.
2. Ismael AI. Clinical diagnosis of precavited carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1997 ; 25:13-23.
3. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry – a review, FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J* 2000; 50(1):1-12.
4. Mount G J. Minimal treatment of the carious lesion. *Int Dent J* 1991; 41(1) :55–59.
5. Frencken, J. E. (2017). Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *Br Dent J* 2017, 223(3):183–189.
6. Muller Bolla. M et le collège des enseignants en odontologie pédiatrique. Fiches pratiques d'odontologie pédiatrique. *Malakoff: Guide clinique*, Éditions CdP, 2014.
7. 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. *Global Health Metrics*, 2018 ; 392(10159):1789-1858.
8. De La Dure-Molla M, Naulin-Ifi C, Eid-Blanchot C. Carie et ses complications chez l'enfant. *EMC - Médecine Buccale*. 2012; 7(5):1-11.
9. Clarice S. Law, DMD, MS, and Stephen Blain, DDS, MS. Approaching the Pediatric Dental Patient: A Review of Nonpharmacologic Behavior Management Strategies. *J Calif Dent Assoc* 2003; 31(9):703-13.

10. Shinohara S1, Nomura Y, Shingyouchi K, Takase A, Ide M, Moriyasu K, Idaira Y, Takahashi T, Yamada Y, Aoyagi Y, Asada Y. Structural relationship of child behavior and its evaluation during dental treatment. *J Oral Sci* 2005; 47(2):91-6.
11. Weinstein P. Breaking the worldwide cycle of pain, fear and avoidance: uncovering risk factors and promoting prevention for children. *Annals of Behavioral Medicine* 1990; 12(4):141-147.
12. Brown DF, Wright FC, McMurray NE. Psychological and behavioral factors associated with dental anxiety in children. *J Behav Med* 1986; 9:213-218.
13. Berggren U, Meynert G. Dental fear and avoidance: causes, symptoms and consequences. *J Am Dent Assoc* 1984 ; 109(2):247-51.
14. Fricain JC. Référentiel internat chirurgie orale, sous l'égide du collège des enseignants de chirurgie orale. *Information dentaire* 2017, p209.
15. Atih.sante.fr. Tarifs MCO, à partir du 01/03/2018. Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation (ATIH) [En ligne]. Disponible sur: <http://www.atih.sante.fr> [consulté le 02 février 2019].
16. Frencken J E, Leal S C, Navarro M F. Twenty five year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig* 2012; 16(5):1337-1346.
17. Smales RJ, Yip HK. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for primary teeth: review of literature. *Pediatr Dent* 2000 ; 22(4):294-8.
18. Holmgren. CJ, Roux D, Domejean S : Traitement restaurateur atraumatique : une approche a minima de la prise en charge des lésions carieuses. *Réalités Cliniques* 2011 ; 22(3):245-256.

19. Van't Hof MA, Frencken JE, Van Palenstein Helderman WH, Holmgren CJ. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J* 2006; 56(6):345-351.
20. Santamaría R.M, Innes N.P.T, Machiulskiene V, Schmoeckel J, Alkilzy M & Splieth C.H. Alternative Caries Management Options for Primary Molars: 2.5-Year Outcomes of a Randomised Clinical Trial. *Caries Res* 2017, 51(6), 605–614.
21. Peters M.C. Strategies for Noninvasive Demineralized Tissue Repair. *Dent Clin N Am* 2010, 54(3), 507–525.
22. Santamaría R, Innes N. Sealing Carious Tissue in Primary Teeth Using Crowns: The Hall Technique. *Monographs in Oral Science* 2018, 113–123.
23. Innes NP, Ricketts D, Chong LY, Keightley AJ, Lamont T, Santamaria RM. Preformed crowns for decayed primary molar teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Dec 31; (12):CD005512.
24. Seale NS, Randall R: The use of stainless steel crowns: a systematic literature review. *Pediatr Dent* 2015; 37:145–160.
25. Innes NPT, Evans DJP, Bonifacio CC, Geneser M, Hesse D, Heimer M, Santamaria RM. The Hall Technique 10 years on: Questions and answers. *Br Dent J* 2017, 222(6), 478–483.
26. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PM, UCSF Silver Caries Arrest Committee. UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: rationale, indications, and consent. *J California Dent Asso* 2016; 44(1):16-28.
27. Bee.co.jp. Site internet de vente de matériel médical « Bee Brand Medico Dental ». Disponible sur : <https://www.bee.co.jp> [consulté le 20 mars 2019].
28. Oralscience.com. Site internet de la société Oral Science commercialisant le fluorure diamine d'argent sous le nom du Advantage Arrest®. Disponible sur: <http://oralscience.com> [consulté le 20 mars 2019].

29. Sdi.com. Site internet de la société SDI commercialisant le fluorure diamine d'argent sous le nom du Riva Star[®]. Disponible sur: <http://sdi.com> [consulté le 20 mars 2019].
30. Yee R, Holmgren C, Mulder J, Lama D, Walker D, Van Palenstein Helderma W. Efficacy of silver diamine fluoride for arresting caries treatment. *J Dent Res* 2009 ; 88(7):644–647.
31. Zhi QH, Lo EC, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. *J Dent* 2012 ; 40(11):962–967.
32. ANSM.sante.fr. Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans. Octobre 2008. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.ansm.sante.fr> [consulté le 06 mars 2019].
33. Shimooka S. On the penetration of silver nitrate and ammoniacal silver fluoride into microstructure of the sound dentin. *J Nippon Dent Coll* 1972; 59(6):534-566.
34. Shimizu A. Effect of diamine silver fluoride on recurrent caries. *Jap J Conserv Dent* 1974 ; 17:183-201.
35. Klasen HJ. A Historical Review of the Use of Silver in the Treatment of Burns. II. Renewed Interest for Silver. *Burns* 2000; 26(2):131-8.
36. Youravong N, Carlen A, Teanpaisan R, Dahlén G. Metal-ion susceptibility of oral bacterial species. *Lett Appl Microbiol* 2011; 53(3):324–328.
37. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS, Gully NJ. Inability to form a biofilm of *Streptococcus mutans* on silver fluoride- and potassium iodide-treated demineralized dentin. *Quintessence Int* 2009; 40(2):155–161.
38. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS, Gully NJ. An in vitro model to measure the effect of a silver fluoride and potassium iodide treatment on the

permeability of demineralized dentine to *Streptococcus mutans*. *Aust Dent J* 2005; 50(4):242–245.

39. Wakshlak RB-K, Pedahzur R, Avnir D. Antibacterial activity of silver-killed bacteria: the “zombies” effect. *Sci Rep* 2015; 5:9555.

40. Mei ML¹, Li QL, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. *Ann Clin Microb Anti* 2013; 12(1):4.

41. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Chu CH, Lo EC. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *J Dent* 2014; 42(3):329-335.

42. Crystal YO, Marghalani AA, Ureles SD. Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. *Pediatr Dent* 2017; 39(5):135-145.

43. Davido N, Yasukawa K. Odontologie conservatrice et Endodontie - Odontologie prothétique, collection Internat en Odontologie. *Editions Maloine*, 2014.

44. Gold J. Silver Diamine Fluoride Arrests Caries in Primary Teeth. *J Evid Based Dent Pract* 2018; 18(1):88-90.

45. Contreras V, Milagros JT, Augusto R, Angeliz EB. Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review. *Gen Dent* 2017; 65(3): 22–29.

46. Chu CH, Lo ECM, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002; 81(11):767–770.

47. Duangthip D, Chu CH, Lo ECM. A randomized clinical trial on arresting dentine caries in preschool children by topical fluorides-18 month results. *J Dent* 2016; 44:57–63.

48. Gao SS, Zhao IS, Hiraishi N, Duangthip D, Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Clinical Trials of Silver Diamine Fluoride in Arresting Caries among Children : A Systematic Review. *JDR Clin Trans Res* 2016; 1(3):201-210.
49. Li YJ. Effect of a silver ammonia fluoride solution on the prevention and inhibition of caries. *Zhonghua Kou Qiang Ke Za Zhi* 1984; 19(2):97-100.
50. Moritani Y, Doi M, Yao K, Yoshihara M, Miyazaki K, Ito M. Clinical evaluation of diamine silver fluoride (Saforide) in controlling caries of deciduous teeth. *Rinsho Shika* 1970 ; 266:48-53.
51. Fung M, Duangthip D, Wong M, Lo E, Chu C. Arresting dentine caries with different concentration and periodicity of silver diamine fluoride. *JDR Clin Transl Res* 2016; 1(2):143-52.
52. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res* 2005; 84(8):721–724.
53. Module bactériologie – Bactériologie – Cours université de Rennes [En ligne]. Disponible sur : <http://www.unsof.org/media/bacterio/html/cours-N111C8-2.html> [consulté le 4 avril 2019].
54. HAS-Sante.fr. Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxièmes molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans, recommandations pour la pratique clinique, novembre 2005 [En ligne]. Disponible sur: <http://www.has-sante.fr> [consulté le 27 février 2019].
55. Castillo JL, Rivera S, Aparicio T, et al. The short-term effects of diammine silver fluoride on tooth sensitivity: a randomized controlled trial. *J Dent Res* 2011; 90(2):203–208.
56. Fejerskov O, Kidd EAM. Dental caries: the disease and its clinical management, second edition. Oxford; Ames, Iowa: Blackwell Munksgaard 2008, 640p.

57. Thylstrup. A, Fejerskov. O: Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dent Oral* 1978; 6(6):315-328.
58. Gotjamanos T, Ma P. Potential of 4 per cent silver fluoride to induce fluorosis in rats: clinical implications. *Aust Dent J* 2000; 45(3):187-19.
59. Neesham DC. Fluoride concentration in AgF and dental fluorosis. *Aust Dent J* 1997; 42(4):268–269.
60. Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *J Am Dent Assoc* 2017, 148(7):510–518.
61. Patel J, Anthonappa RP, & King NM. Evaluation of the staining potential of silver diamine fluoride: *in vitro*. *Int J Paediatr Dent*. 2018 Jul 4. doi: 10.1111/ipd.12401.
62. The American Academy of Pediatric Dentistry. Chairside guide : Silver Diamine Fluoride in the Management of Dental Caries Lesions [En ligne]. Disponible sur : <http://www.aapd.org> [consulté le 04 mars 2019].
63. Pamela Maragliano-Muniz, DMD, and Brian Nový, DDS. The Do's and Don't's of Silver Diamine Fluoride. *Dentistry IQ* July 26, 2016 [En ligne]. Disponible sur : <https://dentistryiq.com> [consulté le 10 avril 2019].
64. Ngo CH. Utilisations de fluorure diamine d'argent (FDA), résumé clinique [En ligne]. Disponible sur : https://www.sdi.com.au/wp-content/uploads/2017/03/SDF_Clinical_Summary_FRE.pdf [consulté le 04 mars 2019].
65. Sayed M, Matsui N, Hiraishi N, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Effect of Glutathione Bio-Molecule on Tooth Discoloration Associated with Silver Diamine Fluoride. *Int J Mol Sci* 2018 ; 19(5) :1322.

66. Quock RL, Barros JA, Yang SW, Patel SA. Effect of Silver Diamine Fluoride on Microtensile Bond Strength to Dentin. *Oper Dent* 2012; 37(6):610–616.
67. Knight GM, McIntyre JM, Mulyani. The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. *Aust Dent J* 2006; 51(1):42–45.
68. Yamaga M, Koide T, Hieda T. Adhesiveness of glass ionomer cement containing tannin-fluoride preparation (HY agent) to dentin--an evaluation of adding various ratios of HY agent and combination with application diamine silver fluoride. *Dent Mater J*, 1993; 12(1):36–44.
69. Soeno K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of desensitizers on bond strength of adhesive luting agents to dentin. *J Oral Rehabil* 2001; 28(12):1122–1128.
70. Hu X, Chen X, Fan M, Mulder J, Frencken JE. What happens to cavitated primary teeth over time? A 3.5-year prospective cohort study in China. *Int Dent J* 2013; 63: 183–188.
71. Tickle M, Milsom K, King D, Kearny-Mitchell, Blinkhorn A. The fate of the carious primary teeth of children who regularly attend the general dental service. *Br Dent J* 2002; 192: 219–223.
72. Levine R S, Pitts N B, Nugent Z J. The fate of 1,587 unrestored carious deciduous teeth: a retrospective general dental practice based study from northern England. *Br Dent J* 2002; 193: 99–103.
73. Mohammadi. N, Farahmand Far. MH : effect of fluoridated varnish and silver diamine fluoride on enamel demineralization resistance in primary dentition. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2018 ; 36(3):257-261.
74. Lo ECM, Chu CH, Lin, HC. A Community-based Caries Control Program for Pre-school Children Using Topical Fluorides: 18-month Results. *J Dent Res* 2001 ; 80(12):2071–2074.

75. Code de santé publique. Partie législative, Première partie, Livre 1er, Titre 1er, Chapitre 1er, Section 1, Article L1111-2.

76. Dos Santos VEJ, de Vasconcelos FMN, Ribeiro AG, Rosenblatt A. Paradigm shift in the effective treatment of caries in schoolchildren at risk. *Int Dent J* 2012; 62(1):47-51.

77. Crystal YO, Niederman R. Evidence-Based Dentistry Update on Silver Diamine Fluoride. *Dent Clin N Am* 2019 ; 63 :45-68.

78. Sunnypriyatham T, Nirmala SVSG, Srinitya R, Silvakumar N. Comparative cariostatic efficacy of a novel Nano-silver fluoride varnish a double-blind randomized clinical trial. *J Clin Exp Dent* 2019; 11(2):105-112.

Table des illustrations

<u>Figure 1</u> : Le fluorure diamine d'argent, produit japonais (27).....	33
<u>Figure 2</u> : Le fluorure diamine d'argent, produit canadien (28).	34
<u>Figure 3</u> : Le fluorure diamine d'argent, produit français (29).	34
<u>Figure 4</u> : Courbe de Stephan décrivant la variation du pH intra-buccal lors d'une ingestion sucrée (53).....	42
<u>Figure 5</u> : Schéma de Keyes modifié par Konig (8).....	43
<u>Figure 6</u> : Photographie d'un score 1 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).....	48
<u>Figure 7</u> : Photographie d'un score 2 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).....	48
<u>Figure 8</u> : Photographie d'un score 3 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (56).....	49
<u>Figure 9</u> : Photographie d'un score 4 de la classification de Thylstrup et Fejerskov sur l'incisive centrale droite et d'un score 5 sur l'incisive centrale gauche (57).	49
<u>Figure 10</u> : Photographie d'un score 8 de la classification de Thylstrup et Fejerskov (57).....	50
<u>Figure 11</u> : Photographies de dents antérieures avant (gauche) et après (droite) traitement au fluorure diamine d'argent (60).	51
<u>Figure 12</u> : Evolution de la coloration noire durant les 12 heures après l'application du fluorure diamine d'argent à 38% : (a) avant application, (b) immédiatement après l'application, (c) 5 minutes après, (d) 10 minutes après, (e) 30 minutes après, (f) 45 minutes après, (g) 60 minutes après, (h) 90 minutes après, (i) 120 minutes après, (k) 6 heures après, (l) 9 heures après et (m) 12 heures après. Etude in vitro (61).....	52
<u>Figure 13</u> : Photographies avant (gauche) et après (droite) le traitement au fluorure diamine d'argent. A noter les colorations gingivales sur la photographie de droite (62).....	53
<u>Figure 14</u> : une goutte de FDA a été placée sur une blouse blanche. A gauche, 5 minutes après le contact avec le FDA. A droite, 1h après le contact (63).	54
<u>Figure 15</u> : Cavité traitée avec du fluorure diamine d'argent puis restaurée avec un ciment verre ionomère traditionnel (64).	56
<u>Figure 16</u> : Cavité traitée avec du fluorure diamine d'argent et de l'iodure de potassium puis restaurée avec un ciment verre ionomère traditionnel (64).....	56
<u>Figure 17</u> : Evolution de la coloration de la lésion carieuse durant les 7 jours suivant l'application de fluorure diamine d'argent à 38% et d'iodure de potassium : (a) avant l'application, (b) immédiatement après l'application, (c) 5 minutes après, (d) 60 minutes après, (e) 6 heures après, (f) 7 jours après (61).	57
<u>Figure 18</u> : Evolution du nombre de streptocoques avant et après traitement en fonction de l'agent antimicrobien utilisé, étude in vitro (64).	57
<u>Figure 20</u> : Exemple de formulaire d'information à remettre au patient, par la société Oral Science.....	64
<u>Figure 21</u> : Exemple de formulaire de consentement par la société Oral Science....	66
<u>Figure 22</u> : Application du fluorure diamine d'argent à l'aide d'un micro-pinceau sur deux dents temporaires (77).	69
<u>Figure 23</u> : Lésions carieuses après application du fluorure diamine d'argent (77)..	70

Table des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Préoccupations médicales et économiques de la prise en charge des affections dentaires sous sédation consciente (inhalation de MEOPA et administration de Midazolam) et sous anesthésie générale (14).....	23
---	----

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2019 – N°:

Intégration du fluorure diamine d'argent dans la prise en charge des lésions carieuses chez l'enfant / **VITTU Caroline**.- p. 86 : ill. 23 ; tab. 1 ; réf. 78

Domaines : Odontologie pédiatrique

Mots clés Rameau: Fluorures – Emploi en thérapeutique ; Pédodontie ; Carie dentaire – Prévention – Chez l'enfant ; Carie dentaire – Thérapeutique – Chez l'enfant ; Thérapeutique conservatrice

Mots clés FMeSH: Fluorures – usage thérapeutique ; Pédodontie ; Caries dentaires – prévention et contrôle – Enfant ; Caries dentaires – thérapie – Enfant

Mots clés libres : Fluorure diamine d'argent

Résumé de la thèse :

La carie dentaire est classée comme la maladie la plus répandue au monde. Ses conséquences et complications peuvent parfois être sévères, il est indispensable de prendre en charge un patient présentant cette pathologie, même en denture temporaire. Le fluorure diamine d'argent est un agent carioprotecteur et cariostatique. Sa procédure d'application est simple, non invasive, rapide et ne nécessite aucun équipement particulier. Il est principalement indiqué chez les enfants non coopérants, en bas âge, au risque carieux élevé et lorsque la situation ne permet pas un traitement selon les techniques conventionnelles. Il représente une alternative aux thérapeutiques invasives mais également aux thérapeutiques non chirurgicales. A l'échelle internationale, il est déjà présent dans les recommandations américaines de l'American Academy of Pediatric Dentistry et dans les recommandations canadiennes de Santé Canada. En France, ce dernier ne possède une AMM que pour son utilisation dans les cas d'hypersensibilité dentinaire et n'est que très peu connu du milieu professionnel. L'objectif de cette thèse est de décrire son intérêt en odontologie pédiatrique, son fonctionnement ainsi que son protocole clinique afin de pouvoir le faire connaître aux chirurgiens-dentistes.

JURY :

Présidente : Madame le Professeur Elisabeth DELCOURT-DEBRUYNE

Assesseurs : Madame le Professeur Caroline DELFOSSE

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Madame le Docteur Mathilde LAUMAILLE