



**HAL**  
open science

# Le fluorure diammine d'argent : intérêt de l'iodure de potassium

Inès Azouaoui

► **To cite this version:**

Inès Azouaoui. Le fluorure diammine d'argent : intérêt de l'iodure de potassium. Chirurgie. 2022. dumas-03715754

**HAL Id: dumas-03715754**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03715754>

Submitted on 6 Jul 2022

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

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



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

**THESE**

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

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université

(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales

(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

**Ecole de Médecine Dentaire**

(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Le fluorure diammine d'argent : intérêt de l'iodure de  
potassium***

Présentée par

**AZOUAOUI Inès**

Née le 14 novembre 1996  
à Marseille

Thèse soutenue le **jeudi 3 février 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur TASSERY Hervé

Assesseurs : Docteur JACQUOT Bruno

Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur PILLIOL Virginie



**THESE**

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

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université

(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales

(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

**Ecole de Médecine Dentaire**

(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Le fluorure diammine d'argent : intérêt de l'iodure de  
potassium***

Présentée par

**AZOUAOUI Inès**

Née le 14 novembre 1996  
à Marseille

Thèse soutenue le **jeudi 3 février 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur TASSERY Hervé

Assesseurs : Docteur JACQUOT Bruno

Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur PILLIOL Virginie

## ADMINISTRATION

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

### PROMOTIONS :

2019 Raymond SANGIUOLO  
2020 Gaston BERGER  
2021 Joseph MIGOZZI

## LISTE DES ENSEIGNANTS

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

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

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ABOUT Imad (65)

### **PROFESSEURS EMERITES**

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

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

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

## **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES**

BALLESTER Benoît (58-01)

BLANCHET Isabelle (58-01)

CASAZZA Estelle (58-01)

## **ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES**

ANTEZACK Angeline (57-01)

ARNIER Canelle (56-01)

BAUDINET Thomas (58-01)

BRINCAT Arthur (57-01)

BROS Agnès (56-01)

CHIARINI Thomas (58-01)

DUPRAT Florence (56-01)

FAURE-BRAC Mathias (57-01)

FERRE Enzo (58-01)

FOUQUES Agathe (56-01)

HAMMOUTENE Stéphane (57-01)

LAFONT Jacinthe (57-01)

LAURENT Camille (58-01)

LIOTARD Alicia (58-01)

MADENIAN Pauline (58-01)

MANSUY Charlotte (58-01)

MARCHAL Paul (58-01)

MARTIN William (56-01)

ONGHENA Tom (56-01)

PASCHEL Laura (58-01)

PILLIOL Virginie (58-01)

PRINCE Fanny (57-01)

RAYNAUD Camille (58-01)

REYNAL Florence (56-01)

ROMAO Vincent (57-01)

ROUSCOFF Eva (57-01)

SADOWSKI Camille (57-01)

VEILLARD Pierre (56-01)

## **ASSISTANT DES UNIVERSITES ASSOCIE**

GRINE Ghilès (57-01)

### **Intitulés des sections CNU :**

#### **56<sup>ème</sup> section : Développement, croissance et prévention**

56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale

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

#### **57<sup>ème</sup> section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale**

57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale

#### **58<sup>ème</sup> section : Réhabilitation orale**

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

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

Au Président du jury,  
Monsieur le Professeur Hervé TASSERY

Je tenais à vous remercier d'avoir accepté de présider cette thèse ainsi pour votre gentillesse tout au long de mon cursus. Merci de m'avoir donné une autre vision de la dentisterie pendant les vacances où j'ai pu vous assister au fauteuil. Veuillez recevoir la marque de mon profond respect.

A mon Directeur de thèse,  
Monsieur le Docteur Bruno JACQUOT,

Merci pour votre implication dans ce travail, pour toutes les heures que vous y avez consacré. Recevez toute ma sincère sympathie et mon infinie gratitude.

A Madame le Docteur Maud GUIVARC'H,

Je suis honorée de votre présence dans ce jury. Je porte un très grand respect pour la qualité de vos enseignements ainsi que votre rigueur. Veuillez croire en l'assurance de ma sincère reconnaissance.

A Madame le Docteur Virginie PILLIOL,

C'est un réel plaisir de vous compter parmi ce jury. Votre disponibilité, vos conseils ainsi que votre bienveillance ont été un soutien lors des vacances cliniques. Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux.

A mes parents Zaïna et Mohamed,

Merci pour votre soutien sans faille, votre bienveillance et votre amour inconditionnel depuis toujours. Désolée de vous avoir fait stresser depuis le premier jour de maternelle jusqu'au jour de ma soutenance. A ma maman qui a accepté de lire à ma place mon premier roman en CE1 pour me faire un résumé... A mon papa qui s'est toujours inquiété pour moi et m'a demandé après mon premier jour en PACES devant mon désarroi si « je ne m'étais pas trompée de vocation ? ». Aucun mot n'est assez fort pour décrire à quel point je suis reconnaissante de tout ce que vous avez fait pour Yanis et moi. Je vous dois tout et vous aime tellement.

A mon frère Yanis,

Merci pour ton « non-soutien », merci pour ta nonchalance, ton air détaché et détendu quand je te raconte ma vie. Sache que tu es ma plus belle fierté et que je t'aime même si je ne te le dis jamais.

A mes grands-parents paternels Arezki et Zohra,

A ma grand-mère maternelle Ouardia,

A la mémoire de mon grand-père maternel Lahcène,

A ma cousine Lamia,

Qui a été là depuis le tout début, du brevet des collèges à la thèse, avec qui j'ai tout partagé (en particulier ma chambre). Merci pour tout mais surtout de m'avoir supporté...

A ma nièce Louise,

Déjà deux ans que tu as changé nos vies. Tu n'es certainement pas en âge de comprendre ce qu'il se passe mais sache que tu as été présente à l'un des plus importants moments de ma vie. On t'aime plus que tout.

A ma cousine Lilas,

Merci pour ta présence chaque jour. Je remercie le destin de nous avoir fait grandir ensemble et d'être restées si proches pour tous ces beaux moments à tes côtés. Je te souhaite de réussir dans ton domaine et de devenir la CPE la plus stylée de France en Gucci.

A ma cousine Ambrine,

Ma grande cousine, celle qui à tout testé pour les plus petits de la famille (#camembert). Merci pour ta générosité. Je te souhaite de continuer, d'exceller dans ton métier, et de réussir tous les projets que tu entreprendras.

A mes petits cousins Kaïna et Hedi,

Merci pour votre bonne humeur, vos délires les plus farfelus les uns que les autres. Je vous souhaite (et vous impose) de ramener le bac à la maison !

A mes cousins Sacha, Sofiène, Farès et Jibril

A ma meilleure amie Malek,

De la maternelle au lycée, merci d'être là encore et toujours. Hommage à nos rêves de célébrités qui ne verront surement jamais le jour. Ne doute jamais de toi et de tes capacités. Je te souhaite de décrocher ton DCG et d'être épanouie dans ta vie professionnelle. Continue d'être une maman formidable pour Yacine le petit sang.

A ma tata Ourida,

Merci pour ta bienveillance, de prendre soin de moi comme une maman, de m'avoir soutenu et surtout de m'avoir apaisé avec tes tisanes nuits calmes.

A mon tonton Omar,

Merci pour ta sagesse, ta gentillesse et ta bonté au quotidien.

A ma tata Soraya,

Merci pour ton humour et tes histoires à mourir de rire.

A mon oncle Hamza,

Merci pour tes mots si précieux.

A mes oncles et tantes, Ali, Nasser, Krim, Morad et Corinne

A mes tantes maternelles Djouher, Nouara, Malika, Farroudja, Yamina, Rachida et Ouardia

A mes oncles maternels Lahlou, Mabrouk et Madjid

A mon oncle Mouloud,

Le seul tonton qui dans les réunions de famille me parlait d'exercices de maths.

A mes cousins et cousines maternels en France, de l'autre côté de la méditerranée et outre Atlantique

A mon sang Blandine,

Ma consœur, merci pour ton amitié et pour ton soutien pendant toutes nos années d'étude, de stress et de doute.

A ma binôme Amel,

Ma future consœur, merci pour cette belle année 2020-2021 passée à tes côtés. A tous les soins qu'on a fait ensemble (bons ou mauvais), à nos réussites et à nos échecs. Je te souhaite de devenir un excellent praticien avec en prime une mention spéciale pour l'endodontie.

A Claude et Sandra,

Qui ont toujours eu un mot gentil pour moi, à Claude qui s'impatientait pour m'offrir la plaque et le tampon au nom de Docteur Azouaoui.

À ceux que j'aurais pu oublier

## Sommaire

I.	Le fluorure diammine d'argent	1
A.	Historique	1
B.	Composition chimique	2
C.	Produits sur le marché	3
D.	Mode d'action et réalités biochimiques	4
E.	Avantages	8
F.	Les utilisations cliniques du fluorure diammine d'argent	8
G.	Inconvénients	9
H.	Effet du fluorure diammine d'argent sur le collage	10
I.	La solution pour limiter la coloration	10
II.	Intérêt de l'iodure de potassium associé au fluorure diammine d'argent	11
A.	Comparaison du traitement de l'hypersensibilité par le fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium.	11
B.	Comparaison des effets antibactériens du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium	12
C.	Comparaison des effets du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium sur le collage	18
D.	Comparaison des effets du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium sur la coloration	19
III.	Réalités cliniques	25
IV.	Autres alternatives pour limiter la coloration	26
A.	Le glutathion	26
B.	Les nano fluorures d'argent	27
V.	Conclusion	30

## I. Le fluorure diammine d'argent

### A. Historique (1)

Malgré les connaissances et les progrès techniques, la carie dentaire est actuellement classée par les experts de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) au troisième rang des fléaux mondiaux, immédiatement après les affections cancéreuses et les maladies cardiovasculaires. Les approches conventionnelles du traitement de la lésion carieuse consistent en l'éviction du tissu carié et la reconstruction avec un matériau adapté. Cependant, le traitement des lésions carieuses peut parfois s'avérer difficile du fait de :

- la difficulté technique du nettoyage d'une carie
- la proximité avec le complexe pulpaire
- les difficultés liées à la compliance du patient tels que les enfants et personnes âgées.

D'autre part, les méthodes de restauration ont évolués des cavités rétentives de BLACK à une philosophie de conservation tissulaire basées sur des nouveaux concepts adhésifs.

De plus, une diminution significative de la prévalence et de la gravité des caries a été signalée. Il devient donc encore plus important de gérer la prévention des lésions carieuses au stade de déminéralisation ou au stade cavitaire précoce à l'aide de matériaux contenant du fluorure. Aussi, des matériaux à base d'argent à visée thérapeutique ont une longue histoire en médecine. L'argent a été utilisé pour la première fois en dentisterie dès les années 1840 sous forme de nitrate d'argent, le précurseur étant Green Vardiman BLACK. L'argent était utilisé notamment pour cautériser instantanément les lésions carieuses pour obtenir un effet analogue à une croûte dure ou en tant que désinfectant dans le traitement du canal radiculaire.

Dans les années 1970 en Australie, un service dentaire universitaire a utilisé du fluorure d'argent (AgF) dans une étude pour traiter les caries dentaires de jeunes enfants défavorisés (2). Aussi, le fluorure diammine d'argent (FDA) a été utilisé en premier dans le cadre de la thèse de doctorat à l'Université d'Osaka au Japon de Mizuho Nishino en 1969 (3). Il a cherché à combiner les puissantes propriétés antimicrobiennes de l'argent avec les bénéfices du fluorure. Cette formulation a également donné lieu à un précipité qui a obstrué les canalicules dentinaires d'où une hypersensibilité réduite. En 1970, le fluorure diammine d'argent reçoit sa licence du conseil pharmaceutique central du ministère de la santé et bien-être du Japon en tant qu'agent cariostatique et commercialisé sous le nom de Saforide.

La Food and Drug Administration aux États-Unis a classé le FDA comme dispositif médical de classe II en août 2014 dans le traitement de la sensibilité dentaire. Depuis, cette solution a été grandement utilisée par les professionnels dentaires des États-Unis pour son utilisation « hors indication » pour freiner la carie dentaire.

## B. Composition chimique

Le fluorure diammine d'argent de formule chimique  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$  est un liquide incolore à pH basique (pH = 10).

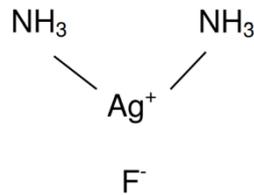


Figure 1 : formule chimique d'une molécule de fluorure diammine d'argent

Il est communément mal orthographié ou interprété comme du fluorure *diamine* d'argent, alors qu'en fait la bonne terminologie est le fluorure de diammine d'argent comme il contient deux groupes ammine (NH<sub>3</sub>). L'utilisation du terme « *diamine* » est si omniprésent qu'il est devenu la forme acceptée à la fois dans la littérature scientifique et marketing.

Actuellement, il est commercialisé sous forme d'une solution aqueuse incolore contenant des ions fluorure, argent et ammoniac. Il est disponible dans divers pays dans une concentration allant de 10 à 38%. La concentration la plus efficace pour la prise en charge de l'hypersensibilité dentaire et le contrôle des caries est celle à 38%. (4)

Il a été démontré que l'arrêt de la progression d'une lésion carieuse sur dents temporaires par application topique d'une solution de fluorure diammine d'argent peut être améliorée en augmentant la fréquence d'application de tous les ans à tous les 6 mois. (5)

Par ailleurs, le fluorure diammine d'argent n'est pas à confondre avec le vernis fluoré à 5% de NaF qui est appliqué professionnellement afin de reminéraliser les caries de l'émail chez les enfants. La solution de fluorure diammine d'argent quant à elle est efficace pour arrêter même les caries dentinaires. (6)

A l'échelle mondiale, le fluorure diammine d'argent est inscrit parmi les médicaments essentiels de l'OMS depuis octobre 2021. (7)

### C. Produits sur le marché

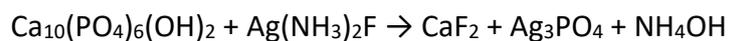
Nom commercial	Laboratoire	Composition et concentrations disponibles	Pays	Illustrations
<b>Advantage Arrest</b>	Elevate Oral Care, LLC	Argent, fluorure, ammoniac  Concentration de 38%	Etats-Unis	
<b>Saforide</b>	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd	Argent, fluorure et ammoniac  Concentration de 38%	Osaka, Japon	
<b>Riva Star™ et Riva Star™ Aqua</b>	SDI, Inc	Argent, fluorure et iodure de potassium Le premier flacon contient du fluorure diammine d'argent et le second de l'iodure de potassium. Pour la nouvelle formule Aqua, le premier flacon ne contient pas d'ammoniac pour pallier l'odeur désagréable.  Concentration de 38%	Australie	
<b>e-SDF</b>	Kids e DENTAL	Argent, fluorure et ammoniac  Concentration de 38%	Inde	
<b>Ancarie</b>	Maquira	Acide fluorhydrique, nitrate d'argent, ammoniac et eau déminéralisée Concentrations de 12% et 30%	Brésil	
<b>Carie stop</b>	Biodinamica			

Tableau 1 : Différentes marques commercialisées avec concentrations disponibles, source : Auteur, 2022

Advantage Arrest™ a été désigné par la Food and Drug Administration comme une thérapie révolutionnaire pour l'arrêt des caries chez les enfants et les adultes. Toujours aux Etats-Unis en 2016, un nouveau code ressemblant aux codes CCAM (classification commune des actes médicaux) en France a été mis en place pour coter l'application topique du fluorure diammine d'argent pour traiter les lésions carieuses actives asymptomatiques sans élimination de la structure dentaire saine. Aussi, en février 2017, Santé Canada homologue le fluorure diammine d'argent Advantage Arrest comme agent de prévention et d'arrêt du processus carieux.

#### ***D. Mode d'action et réalités biochimiques***

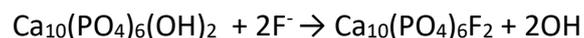
La progression d'une lésion carieuse implique l'ingestion de sucres alimentaires dégradés par le métabolisme bactérien provoquant la déminéralisation de l'émail et la dégradation de la matrice organique dentinaire. Le processus cariogène est initié par un déséquilibre entre la déminéralisation et la reminéralisation, induit par la présence de bactéries productrices d'acide et tolérantes aux acides (8). Le fluorure diammine d'argent réagit avec l'hydroxyapatite en formant du phosphate d'argent ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ) et du fluorure de calcium ( $\text{CaF}_2$ ) (9) :



Ensuite, le fluorure de calcium va se dissocier en ions calcium et en ions fluorures :



Enfin les ions fluorures vont réagir avec l'hydroxyapatite pour former de la fluoroapatite.



L'argent agit comme agent antimicrobien en perturbant les membranes, en dénaturant les protéines et en inhibant la réplication de l'ADN (10), le fluorure est présent en concentration suffisante pour favoriser la reminéralisation (11,12) et l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) stabilise la solution. (10)

Les mécanismes antibactériens du fluorure diammine d'argent sont attribués à la formation de complexes organométalliques à l'intérieur de la cellule bactérienne qui peuvent :

- désactiver les enzymes en bloquant le système de transport d'électrons dans les bactéries, entraînant la mort des cellules bactériennes.
- induire la rupture de la cellule bactérienne.
- interagir avec l'ADN des cellules bactériennes entraînant une mutation et la mort. (12)

L'effet antimicrobien du fluorure diammine d'argent a été étudié sur la viabilité des bactéries intra-caniculaires. Des disques de dentine infectés par *Actinomyces naeslundii* sont traités par le fluorure diammine d'argent puis étudiés avec un microscope confocale à balayage laser. Le fluorure diammine d'argent présente un puissant effet antibactérien, représenté par un pourcentage significativement élevé de bactéries mortes. (13)

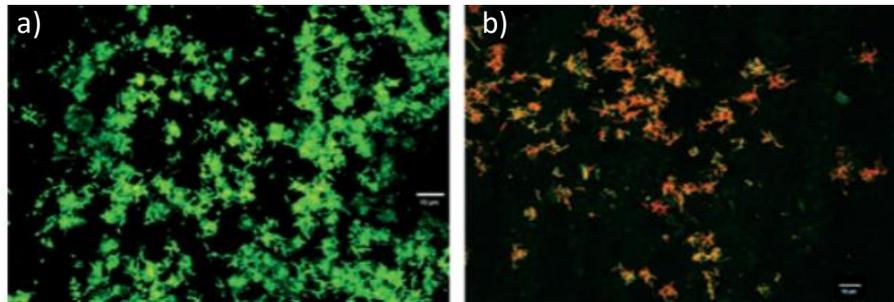


Figure 2 : images en microscopie confocale du biofilm (a) *A. naeslundii* sans traitement (b) *A. naeslundii* traité par fluorure diammine d'argent. Les bactéries vertes représentent les bactéries vivantes tandis que les bactéries rouges représentent les bactéries mortes. Chu (13)

Le fluorure diammine d'argent apporte aussi un effet inhibiteur sur les collagénases sécrétées par les bactéries. Cet effet inhibiteur est concentration-dépendant. (14,15)

Liu et coll (16) comparent la déminéralisation de la dentine avec et sans traitement par fluorure diammine d'argent. Après immersion dans une solution avec un pH à 4,4 et scannage par tomographie, aucun bloc dentaire traité par fluorure diammine d'argent n'a montré de lésion de déminéralisation.

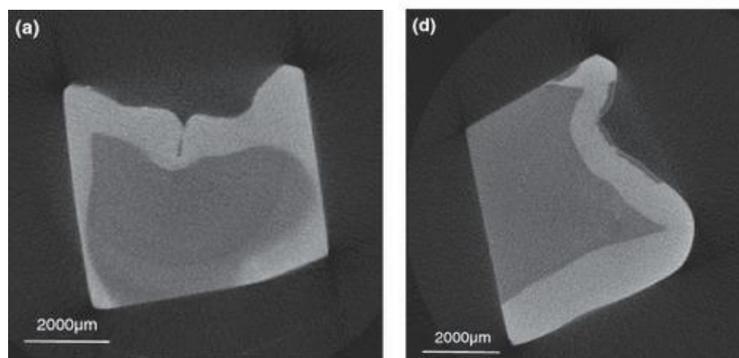


Figure 3 : blocs dentaires après déminéralisation étudiés par tomographie (a) groupe traité par fluorure diammine d'argent (d) groupe témoin sans traitement. Liu (16)

Sur un plan biochimique, l'étude de Mei et coll a comparé les différences structurales physico-chimiques entre les dents cariées traitées deux fois par an avec du fluorure de diammine d'argent et les dents cariées sans traitement. Au niveau de la dentine organique, une application de fluorure diammine d'argent permet de protéger les fibres de collagène des attaques acides. En effet, la surface est relativement lisse avec peu de fibres de collagène exposées (figure 4a). En revanche, la morphologie de surface de la lésion dentinaire sans traitement au fluorure diammine d'argent était poreuse et rugueuse (figure 5c). Ainsi, les fibres de collagène étaient désorganisées et exposées aux attaques acides. (figure 5d) (17)

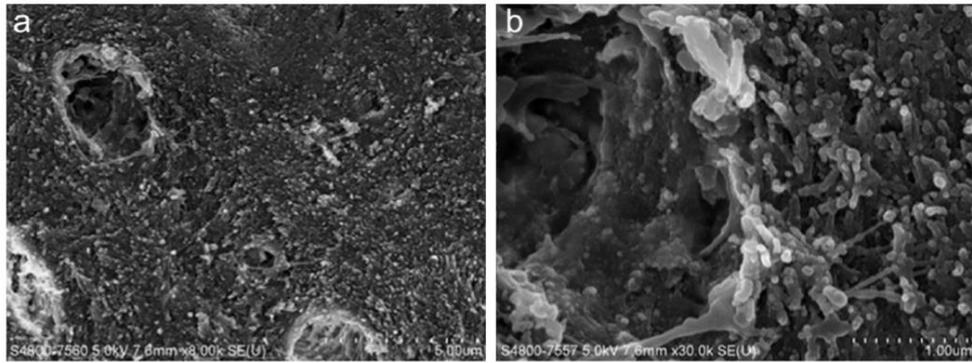


Figure 4 : Lésions carieuses dentinaires traitées au fluorure diammine d'argent en microscopie électronique à balayage (MEB) (a) grossissement 8000x (b) grossissement 30000x. Mei (17)

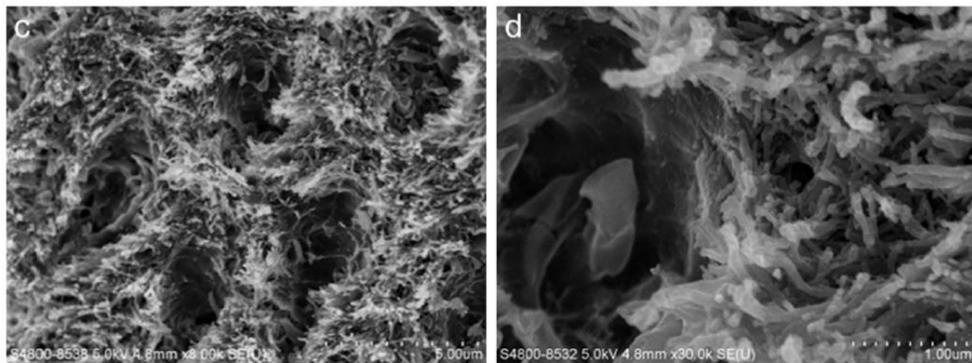


Figure 5 : Lésions carieuses dentinaires non traitées en microscopie électronique à balayage (MEB) (c) grossissement 8000x (d) grossissement 30000x en MEB. Mei (17)

L'examen en microscopie électronique à transmission suggère que les hydroxyapatites reminéralisées sont bien alignées dans la lésion dentinaire traitée par fluorure diammine d'argent (figure 6a et 6b), et avec un arrangement aléatoire pour la lésion dentinaire non traitée. (fig 6d et 6e) (17)

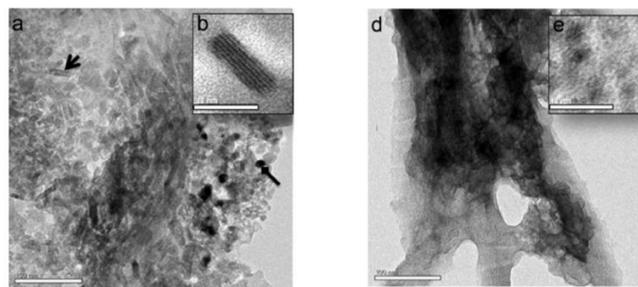


Figure 6 : Lésions carieuses dentinaires en microscopie électronique à transmission (a)(b) après traitement au fluorure diammine d'argent (d)(e) sans traitement au fluorure diammine d'argent. Mei (17)

Concernant le complexe pulpaire, l'étude de Korwar démontre qu'un coiffage pulpaire indirect réalisé à l'aide de fluorure diammine d'argent sur dents saines avec des cavités de classe V produites sur ces dents à proximité de la pulpe dentaire n'entraîne pas de réponse inflammatoire. En effet, l'expérience a montré l'absence de cellules inflammatoires telles que neutrophiles, macrophages, lymphocytes ou plasmocytes ce qui laisse entrevoir son innocuité relative par rapport à la pulpe dentaire. (18)

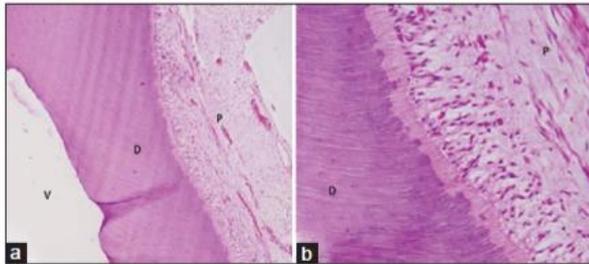


Figure 7 : Dent non traitée examinée en microscopie optique (a) avec grossissement 10x (b) grossissement 40x. Korwar (18)

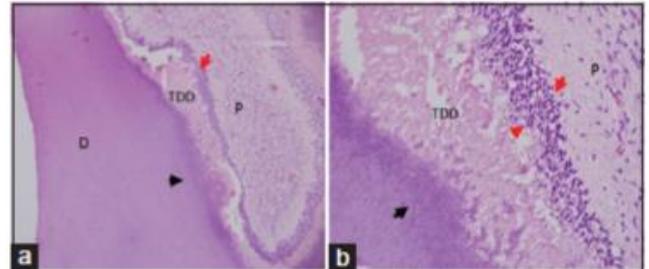


Figure 8 : Dent traitée par fluorure diammine d'argent examinée en microscopie optique (a) avec grossissement 10x (b) grossissement 40x. Korwar (18)

Une évaluation histologique qualitative de la pulpe dentaire a été réalisée sur des dents cariées de rats. Après une éviction carieuse, application de fluorure diammine d'argent et observation en microscopie optique à fond clair, les groupes test (traité avec FDA) et témoin montrent une bonne vascularisation et un léger infiltrat inflammatoire, sans changement histologique significatif. (19)



Figure 9 : Coupe histologique de molaires de rat non traités et traitée avec du fluorure diammine d'argent en MO, en rouge : infiltrat inflammatoire. Rossi (19)

Ces études suggèrent que le fluorure diammine d'argent, utilisé dans le cadre du traitement des lésions carieuses, ne présente pas d'effet indésirable sur la pulpe.

## **E. Avantages**

Le fluorure diammine d'argent permet une approche à minima (9) du traitement des lésions carieuses, là où l'ancienne doctrine était un traitement chirurgical plus invasif avec l'éviction carieuse suivie d'une restauration. Il est relativement simple d'utilisation avec un temps d'application relativement court et est non toxique. En termes de santé publique, le traitement est relativement peu coûteux. Un flacon d'Advantage Arrest est vendu 122€ et contient 8mL de produit (soit environ 250 gouttes) et une goutte est suffisante pour traiter 5 à 6 dents.

## **F. Les utilisations cliniques du fluorure diammine d'argent**

### **1. Dans le traitement des lésions carieuses**

Le fluorure diammine d'argent a été suggéré essentiellement pour les patients à haut risque carieux et difficiles à traiter notamment les enfants et les personnes âgées. (20) En effet, l'utilisation du fluorure diammine d'argent étant simple, l'acceptation du traitement se fait facilement chez ces patients chez qui la non-coopération rend la réalisation de soins compliquée. Le fluorure diammine d'argent peut être une option privilégiée pour arrêter le processus carieux lorsque les limitations physiques ne permettent pas un traitement conventionnel ou lorsque l'accès aux techniques de restauration n'est pas disponible. Étant donné que le traitement conventionnel peut nécessiter des techniques de sédation avancées chez les jeunes enfants et/ou les personnes nécessitant des soins spéciaux, le fluorure diammine d'argent peut être une option de traitement viable lorsque la sédation n'est pas souhaitable ou disponible.

Voici un exemple d'interactions réussies entre une équipe de soins dentaires et des patients atteints de caries précoces de l'enfant. Dominic 3 ans, est porteur du syndrome de Down. L'examen clinique a révélé des lésions cavitaires profondes sur ses molaires. L'application d'un fluorure diammine d'argent, sachant qu'un traitement réparateur pourrait être nécessaire à l'avenir a permis l'arrêt de la progression de la cavitation. (21)



*Figure 10 : carie occlusale sur une 64 (a) avant traitement (b) après traitement. Man Wai Ng (21)*

Le FDA peut également être utile dans le cas de lésions carieuses multiples qui ne peuvent pas être traitées par des moyens conventionnels en une seule visite. Il permet de stabiliser la maladie avant de procéder au traitement restaurateur conventionnel.

Une revue systématique de 7 études (22) a indiqué que le fluorure diammine d'argent, à des concentrations de 30 % et 38 %, est plus efficace que d'autres stratégies de prévention telles qu'une restauration temporaire ou l'application d'un vernis fluoré, pour arrêter le processus carieux sur dents temporaires et permanentes.

## 2. Dans le traitement contre l'hypersensibilité dentinaire

L'hypersensibilité dentinaire se manifeste sous la forme d'une douleur vive en réponse à un stimulus. Celui-ci peut être de différentes natures. Mécanique, chimique, mais le plus souvent thermique. La cause de l'hypersensibilité résulte de l'exposition de la dentine et de l'ouverture des canalicules.

Il existe aujourd'hui deux principales approches pour le traitement de l'hypersensibilité dentinaire :

- ⇒ L'une consiste à abaisser l'intensité des stimuli en réduisant la transmission nerveuse. Sont retrouvés ici les dentifrices à base de nitrate de potassium.
- ⇒ L'autre consiste à obturer physiquement les canalicules dentinaires, à l'aide de sels ioniques, d'un vernis fluoré ou d'une résine composite.

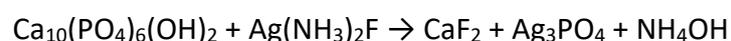
Grâce à sa capacité à obturer les tubules dentinaires en formant un sel d'argent, le fluorure diammine d'argent pourrait se ranger dans la deuxième catégorie de traitements. (23)

En effet, les ions argent peuvent précipiter dans les canalicules dentinaires et les ions fluorure peuvent réagir avec les ions calcium libres pour former des dépôts de fluorure de calcium qui peuvent eux aussi bloquer les canalicules dentinaires (24). Ainsi, Castillo et coll (25) ont évalué l'efficacité et l'innocuité du fluorure diammine d'argent topique pour réduire l'hypersensibilité dentaire. La douleur a été évaluée au moyen d'une échelle visuelle analogique à 24 heures et 7 jours. Le fluorure diammine d'argent a réduit la douleur à 7 jours sur les sites où il a été appliqué.

### G. Inconvénients

Les inconvénients potentiels incluent un goût métallique désagréable ainsi qu'un potentiel d'irritation (desquamations et ulcérations) des surfaces gingivales et muqueuses. Ainsi, la protection avec un champ opératoire étanche semble être indispensable. S'ajoutent aussi les contre-indications telles que les allergies à l'argent.

Mais, l'inconvénient majeur et certain du fluorure diammine d'argent reste la coloration noire des tissus carieux après application du produit. Cette coloration est due à l'oxydation de l'argent métallique résiduel (26) et à la précipitation du phosphate d'argent ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ) (27)



## H. Effet du fluorure diammine d'argent sur le collage

Les matériaux tels que les résines composites et ciments verres ionomères sont utilisés pour restaurer la dent cariée traitée par le fluorure diammine d'argent en masquant la coloration noire due au traitement. (28)

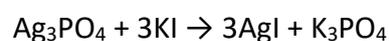
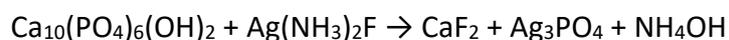
En pédodontie, la technique SMART (silver modified atraumatic restorative technic) marie l'utilisation du fluorure diammine d'argent et la restauration de la dent cariée avec un ciment verre ionomère. Aussi, la restauration masquera en partie la tache noire causée par l'utilisation du fluorure diammine d'argent. (29)

Un des points clés de la réussite d'une restauration est le collage. Ainsi, le test de résistance à la microtraction était la méthode prédominante retrouvée dans une revue systématique de 4 articles étudiant l'effet du fluorure diammine d'argent sur la force d'adhérence des ciments verres ionomères et des résines composites au substrat dentinaire. Les résultats de cette étude indiquent que les forces d'adhérence des ciments verres ionomères ne présentaient aucune différence significative entre les groupes témoins et les groupes expérimentaux. En revanche, la force d'adhérence des résines composites au substrat dentaire était plus faible après traitement avec FDA que dans le groupe témoin. (30)

### I. La solution pour limiter la coloration

Cette coloration limite son utilisation clinique dans les zones esthétiques. Une étude a montré que la majorité des parents d'enfants soignés ont estimé que la coloration due à l'application du fluorure diammine d'argent sur les dents postérieures était esthétiquement tolérable, mais seulement 29,7% des parents ont émis le même jugement sur les dents antérieures (27).

Pour contrer l'effet indésirable de la coloration, Ngo et coll (31) ont proposé l'association du fluorure diammine d'argent avec l'iodure de potassium (KI). Ils ont noté que l'application d'une solution saturée de KI immédiatement après l'application de FDA empêche les effets de coloration. En effet, les ions argent réagissent avec l'iodure de potassium formant un précipité blanc d'iodure d'argent (AgI) (32)



Une nouvelle composition chez Riva Star (SDI) qui associe fluorure diammine d'argent et iodure de potassium est arrivée sur le marché et son utilisation devient de plus en plus fréquente. Cependant, son efficacité antibactérienne mais aussi l'effet sur le collage sont encore méconnus.



Figure 11 : Composition du Riva Star SDI

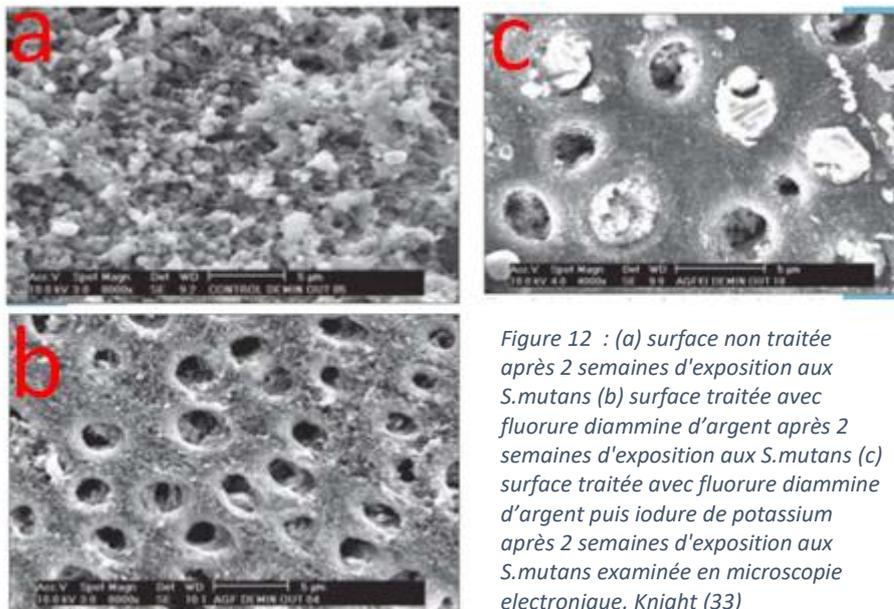
## II. Intérêt de l'iodure de potassium associé au fluorure diammine d'argent

Une recherche sur PubMed a été réalisée avec les mots clés suivants : « silver diammine fluoride » AND « potassium iodide ». Parmi les 31 références identifiées, deux effets évidents du fluorure diammine d'argent sont remarquables : l'effet antibactérien et l'effet sur l'hypersensibilité. Aussi, les références permettent de comparer l'effet de l'iodure de potassium selon 3 critères de comparaison : l'effet antibactérien, l'effet sur le collage et l'effet sur la coloration.

Ainsi, les objectifs primaires seront d'examiner systématiquement les données probantes *in vitro* et *in vivo* sur l'efficacité antimicrobienne, de mesurer l'avantage esthétique de l'iodure de potassium dans la prévention des tâches mais aussi de mesurer son effet sur le collage

### A. Comparaison du traitement de l'hypersensibilité par le fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium.

Knight et coll (33) ont montré *in vitro* que l'application de fluorure diammine d'argent suivi de l'iodure de potassium permet d'obstruer les canalicules dentinaires. En effet, la figure 12a montre une surface non traitée infectée par un biofilm de *S.mutans*. L'application de fluorure diammine d'argent permet d'éliminer le biofilm bactérien (figure 12b). L'ajout d'iodure de potassium (figure 12c) après le fluorure diammine d'argent permet aussi l'élimination du biofilm avec une formation d'un dépôt inorganique à l'entrée des canalicules dentinaires. (34) Cela suggère un possible rôle de l'iodure de potassium comme moyen de bloquer les canalicules dentinaires *in vivo* et, ce faisant, réduire l'hypersensibilité dentinaire.



Une seconde étude de Knight (34) a analysé avec une microsonde de Castaing les concentrations en éléments chimiques des disques dentinaires traités par fluorure diammine d'argent et fluorure diammine d'argent associé à l'iodure de potassium. Il a été démontré qu'il y avait plus d'ions argent précipités à la surface des disques traités avec fluorure diammine d'argent et iodure de potassium mais de manière non significative. Ce sont des dépôts d'iodure d'argent (AgI) formés à la suite de l'interaction entre des ions d'argent libres et des ions d'iode libres, car ils n'étaient pas présents sur des coupes traitées avec fluorure diammine d'argent seul.

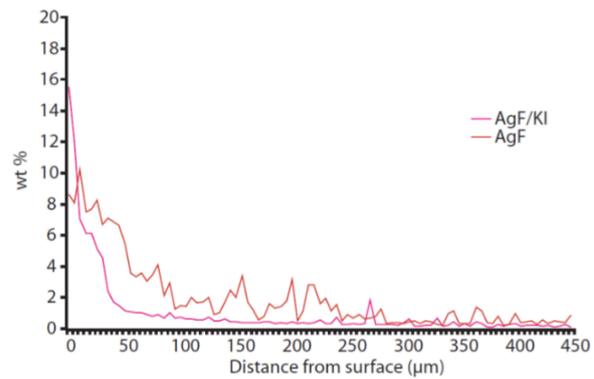


Figure 13 : Pourcentages d'argent dans les disques traités et dans les disques témoins enregistrés à l'aide d'une sonde de Castaing. Knight (34)

A ce jour, aucun article n'a comparé l'apport de l'iodure de potassium *in-vivo* sur la réduction de l'hypersensibilité dentaire des dents traitées par le fluorure diammine d'argent.

### B. Comparaison des effets antibactériens du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium

Le mécanisme principal de l'effet anti-carie du fluorure diammine d'argent est son effet bactéricide sur le biofilm cariogène. Des études en laboratoire ont révélé son fort effet inhibiteur sur les biofilms de *Streptococcus mutans*, *Actinomyces naeslundii*, *Streptococcus sobrinus* et *Lactobacillus acidophilus*. (13) (35)

Au sein des canalicules dentinaires, une autre étude démontre l'action antibactérienne du fluorure diammine d'argent associé à l'iodure de potassium. L'expérience a été réalisée sur des blocs de dentine. Sur les images suivantes, obtenues par microscopie confocale à balayage laser (MCBL), le devenir des bactéries est visible après traitement. Les deux groupes ont été infectés par *Streptococcus mutans* avec un groupe témoin sans traitement et le second traité par le produit Riva Star® de SDI. Les bactéries vivantes sont représentées en vert, et en rouge, les bactéries mortes après traitement. (35)

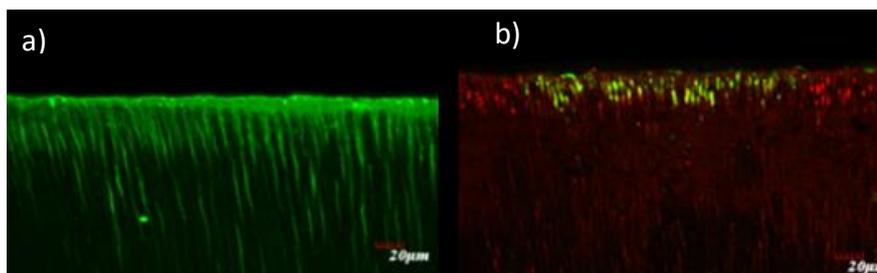


Figure 14 : canalicules dentinaires infectés par streptococcus mutans observées en microscopie confocale à balayage laser (a) sans traitement et (b) avec traitement au FDA associé à l'iodure de potassium. Hamama (35)

Bien que l'activité antimicrobienne soit l'un des principaux mécanismes de l'effet anti-carie du fluorure diammine d'argent, l'intérêt de la combinaison entre le fluorure diammine d'argent et l'iodure de potassium sur la puissance antimicrobienne n'est pas claire. (36)

Il a été mesuré l'effet de l'iodure de potassium seul sur le biofilm cariogène. A l'unanimité, les trois études *in vitro* (32,34,37) ont démontré que les colonies de *Streptococcus mutans* ne sont pas sensibles à l'iodure de potassium.

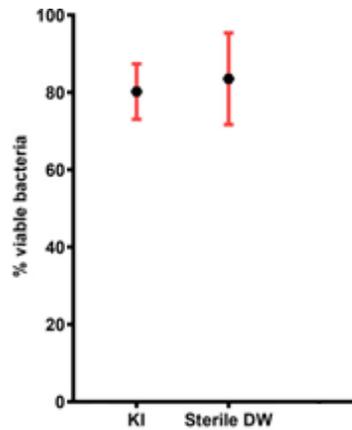


Figure 15 : Pourcentage de bactéries vivantes dans les biofilms in-situ après traitement d'iodure de potassium et d'eau stérile. Abdullah (32)

Les images de microscopie électronique montrent les mêmes résultats avec et sans iodure de potassium. Les surfaces traitées par KI et non traitées sont toutes deux infectées par les bactéries *streptococcus mutans*.

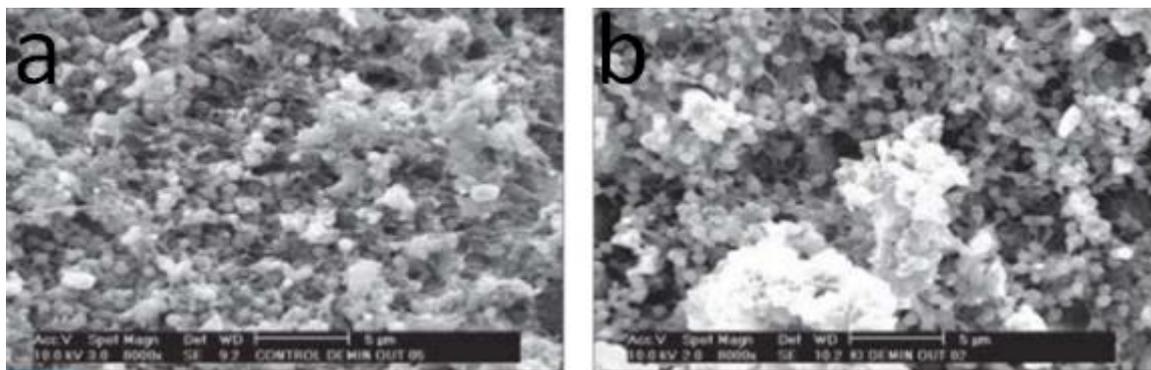


Figure 16 : (a) surface non traitée après 2 semaines d'exposition aux streptococcus mutans (b) surface traitée avec l'iodure de potassium après 2 semaines d'exposition aux S.mutans en microscopie electronique. Knight (34)

Dans les études *in vitro* de Li (20) en 2016 et Abdullah en 2020 (32), les actions du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium contre *S. mutans* sont comparées sur des blocs de dentine préparés à partir de dents humaines saines. Il a été démontré qu'il n'y avait aucune différence significative entre les effets antimicrobiens du fluorure diammine d'argent et iodure de potassium par rapport au groupe témoin sans iodure de potassium.

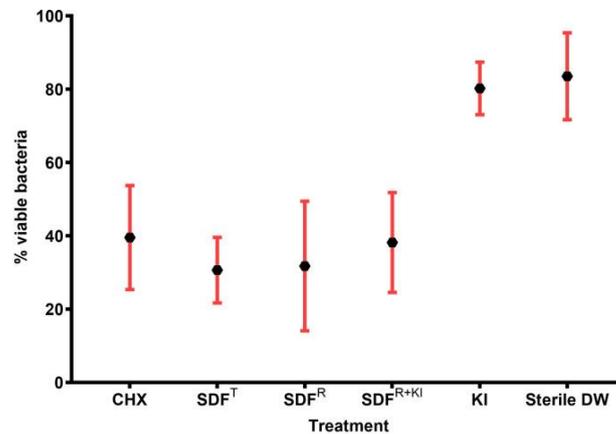


Figure 17 : Pourcentage de bactéries viables dans les biofilms *in-situ* après traitement avec différents agents antibactériens (chlorhexidine, SDF (FDA) (Topamine et Rivastar), iodure de potassium et eau stérile. Abdullah (32)

Par ailleurs, une seule étude *in-vivo* de Karched et coll (38) en 2019 a évalué l'effet de l'iodure de potassium associé au fluorure diammine d'argent sur les bactéries impliquées dans les lésions dentinaires profondes. Cinq patients, chacun ayant de multiples lésions carieuses ont reçu des applications de fluorure diammine d'argent, fluorure diammine d'argent et iodure de potassium, chlorhexidine et une solution saline stérile sur des lésions distinctes. Des échantillons de dentine ont été prélevés avant et immédiatement après l'intervention et ont été cultivés pour une évaluation microbiologique. Leurs résultats ont montré que le fluorure diammine d'argent et le fluorure diammine d'argent avec iodure de potassium présentaient une élimination complète des bactéries *S. mutans*. Cependant l'étude ne dit pas si l'ajout d'iodure de potassium permet une réduction significative.

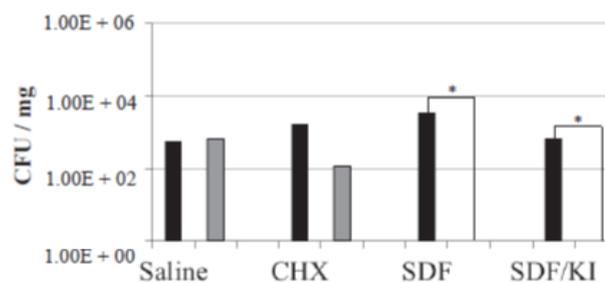


Figure 18 : nombre de bactéries *S.mutans* viables avant et après traitement d'eau saline, chlorhexidine, fluorure diammine d'argent et fluorure diammine d'argent associé à l'iodure de potassium. Karched (38)

Les expériences de Knight *in vitro* de 2005 et 2009 ont, elles aussi, démontré qu'aucun biofilm bactérien discernable n'a été détecté sur les disques de dentine immergés dans une solution déminéralisante que ce soit avec du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium. (33)

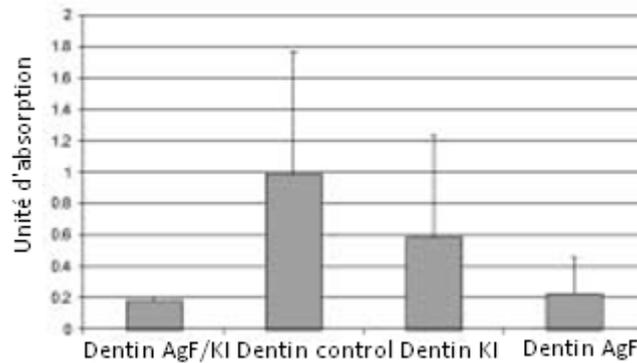


Figure 19 : valeurs de densité optique lues sur les solutions nutritives. Knight (33)

D'ailleurs, il a été démontré que l'application de l'iodure de potassium après le fluorure diammine d'argent a considérablement augmenté l'absorption et la profondeur de pénétration du fluorure par rapport au groupe traité sans iodure de potassium, ce qui était la cause probable de la prévention de la formation de biofilm. (34)

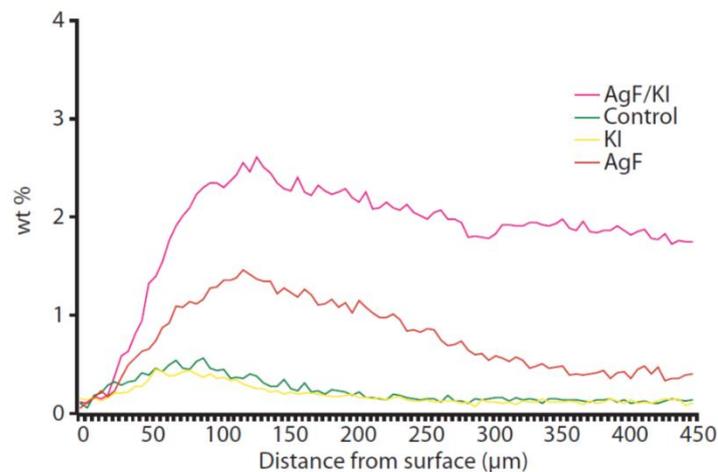


Figure 20 : Pourcentages de fluor dans les disques traités par SDF, SDF + KI et KI enregistrés à l'aide d'une microsonde électronique. Knight (34)

A l'opposé, les études *in vitro* de Vinson (37) en 2018, Briseño (39) en 2021, et Takahashi en 2021 (40) démontrent que les effets bactéricides sur *E. faecalis*, *A.naeslundii*, *P.micra* et *S. mutans* étaient moindres si le traitement avec fluorure diammine d'argent était associé au iodure de potassium.

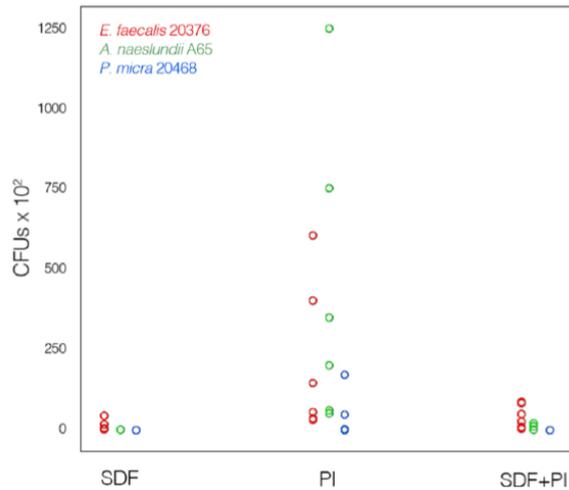


Figure 21 : Diagramme de dispersion des colonies de *E. faecalis*, *A.naeslundii*, *P.micra*. Briseño (40)

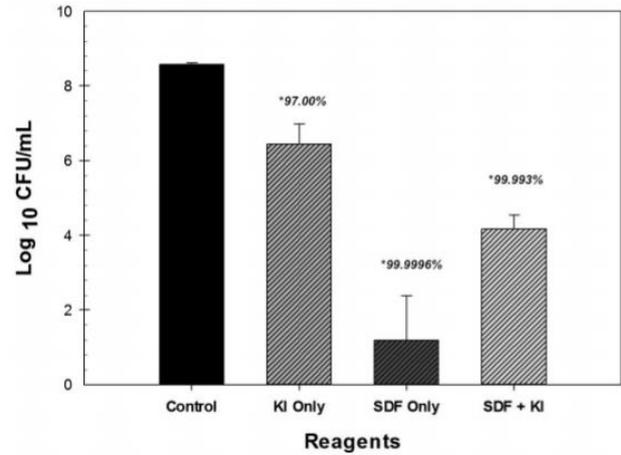


Figure 22 : Effet des divers réactifs sur le nombre des colonies de streptocoques mutans. Vinson (37)

L'étude *in vivo* de Turton et coll (41) en 2020 a comparé l'efficacité de l'application de l'iodure de potassium sur l'arrêt des lésions carieuses chez des enfants. Les caries arrêtées sont moins présentes sur les dents traitées par fluorure diammine d'argent et iodure de potassium et ont une probabilité plus élevée d'être dévitalisées que les dents traitées seulement avec du FDA. Cette étude suggère que l'utilisation de l'iodure de potassium pourrait être limitée aux lésions dans un secteur antérieur esthétique avec une morphologie facilement accessible au nettoyage.

Concernant les caries secondaires (lésions carieuses affectant les bords d'une restauration existante), l'étude *in vivo* de Zhao (42) en 2017 a étudié l'effet du traitement du fluorure diammine d'argent et iodure de potassium sur la prévention du développement de caries radiculaires secondaires sous les restaurations au ciment verre ionomère.

Par spectroscopie infra-rouge, le rapport  $\frac{\text{amide}}{\text{HPO}_4^{2-}}$ , qui est un indicateur de l'étendue de la déminéralisation de la dentine, est plus faible dans le groupe traité par fluorure diammine d'argent et iodure de potassium. Ainsi, le fluorure diammine d'argent semble être plus efficace sans l'iodure de potassium pour inhiber la déminéralisation de la dentine et empêcher la formation de caries secondaires. Selon Zhao, la raison probable est que l'application d'une solution d'iodure de potassium pourrait réduire la quantité d'ions argent libres.

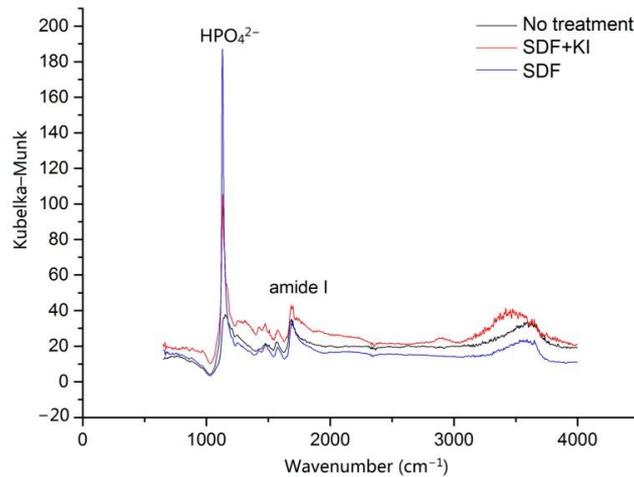


Figure 23 : Spectres infrarouges à transformée de Fourier (FTIR) de la dentine à la jonction verre ionomère-racine. Zhao (42)

Sur ces dix articles étudiés, cinq articles concluent que l'ajout d'iodure de potassium ne réduit pas l'effet antimicrobien et anticarie du fluorure diammine d'argent. Dans les cinq autres études, l'iodure de potassium diminue l'action du fluorure diammine d'argent. Les résultats des différents articles semblent donc mitigés. Ainsi, il est préférable de ne pas utiliser l'iodure de potassium en association avec le fluorure diammine d'argent dans les secteurs postérieurs. Cette affirmation peut être tempérée dans les cas où l'esthétique est importante (balance bénéfico-risque) comme dans les secteurs antérieurs. (43)

### C. Comparaison des effets du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium sur le collage

L'effet de l'ajout de l'iodure de potassium dans la nouvelle composition du fluorure diammine d'argent sur le collage des résines composites et ciments verres ionomères est à ce jour méconnue.

Dans l'étude *in vitro* de Knight et coll en 2006, il a été supposé que la force d'adhérence des ciments verres ionomères n'était pas affectée négativement tant que les précipités de la réaction FDA/KI sur la surface de la dentine étaient rincés après l'application. (44)

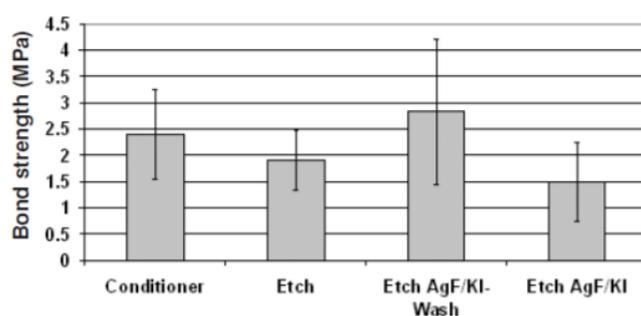


Figure 24 : résistance à la microtraction. Knight (44)

L'étude *in vitro* de Zhao et coll (45) en 2019, a confirmé que l'ajout de l'iodure de potassium (Riva Star, SDI) rincé après l'application de fluorure diammine d'argent n'affecte pas négativement l'adhérence du ciment verre ionomère (Ketac™ Molar 3M Espe) à la dentine après un essai au cisaillement.

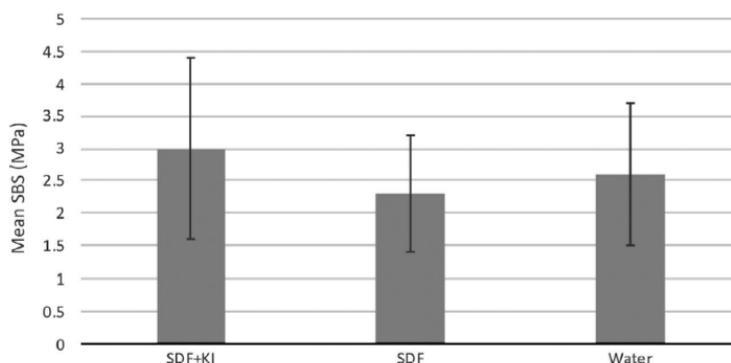


Figure 25 : résistance au cisaillement entre le CVI et la dentine. Zhao (45)

Pareillement, dans l'étude *in vitro* de Uchil et coll (46) en 2020 a été démontré que l'application de l'iodure de potassium rincé après le fluorure diammine d'argent n'affecte pas l'adhérence du ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine à la dentine cariée.

Pour ces deux dernières études, les deux modes de ruptures (adhésive et cohésive) ont été appréciés sur chacun des échantillons de manière non significative. Pour comprendre, une rupture adhésive se fait entre l'interface collée et la restauration alors que la rupture cohésive se fait directement dans la restauration. (46)

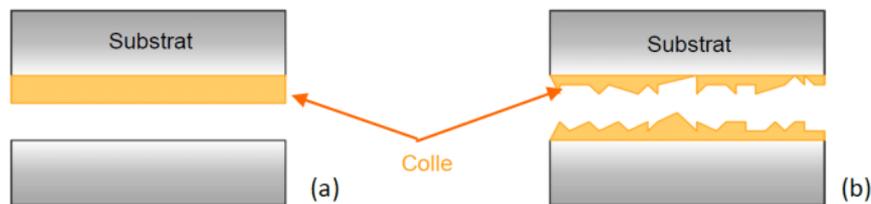


Figure 26 : (a) rupture adhésive (b) rupture cohésive

D'autre part, l'étude *in vitro* de Van Duker (47) en 2019 démontre que malgré le rinçage des précipités de la réaction FDA/KI sur la surface de la dentine, la force d'adhérence des résines composites était réduite de manière significative.

Sur ces quatre études, trois concluent que la force de liaison des ciments verres ionomères n'est pas affectée si les produits de la réaction FDA/KI sont rincés. Une autre étude conclut que la force de liaison des résines composites est diminuée même après rinçage des produits de la réaction FDA/KI.

#### ***D. Comparaison des effets du fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium sur la coloration***

La coloration est le problème majeur du fluorure diammine d'argent. C'est pour cela que l'iodure de potassium a été rajouté dans la composition chimique de certains produits afin de réduire cette coloration. Il existe différentes études sur l'effet de l'iodure de potassium sur la couleur des dents traitées.

Trois études *in-vivo* ont démontré l'effet de l'iodure de potassium sur la coloration des dents traitées avec le fluorure diammine d'argent. Li et coll (20) en 2016 ont étudié l'efficacité de l'application de l'iodure de potassium (Saforide) sur les caries radiculaires d'une population âgée à Hong Kong. L'étude a porté sur 100 lésions de caries radiculaires, et les deux groupes ont reçu des traitements de fluorure diammine d'argent avec ou sans iodure de potassium au jour 1 et un an plus tard jusqu'à une réévaluation visuelle à l'aide d'un teintier après 30 mois. Ils ont signalé que l'application d'iodure de potassium après celle du fluorure diammine d'argent réduisait immédiatement la coloration, mais lors de l'examen à 30 mois, les lésions développaient toujours une coloration sombre. Fait intéressant, ils n'ont signalé aucune différence significative dans les résultats de couleur finale entre les groupes traités par fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium, après 30 mois.

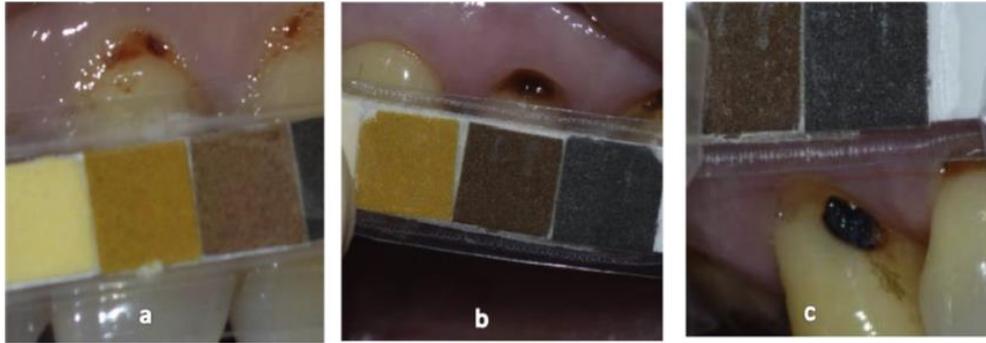


Figure 27 : Teintier pour évaluation visuelle de la couleur (a) brun clair, (b) brun foncé (c) noire. Li (20)

D'autre part, Garg (43) a noté en 2019 que l'application de iodure de potassium (Upsher-Smith Laboratories Inc (Maple Grove, MN, USA)) après le fluorure diammine d'argent (Advantage) réduisait considérablement et immédiatement la coloration. Cependant, une certaine quantité de grisonnement a été notée au suivi à 6 mois. Ainsi, les marges de restauration peuvent encore être menacées par la coloration.



Figure 28 : situation clinique. Garg (43)



Figure 29 : après débridement carieux. Garg (43)

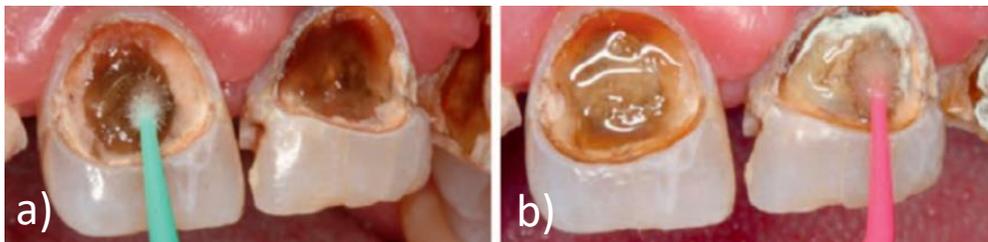


Figure 30 : (a) après application de fluorure diammine d'argent (b) après application de l'iodure de potassium avec formation du précipité blanc. Garg (43)

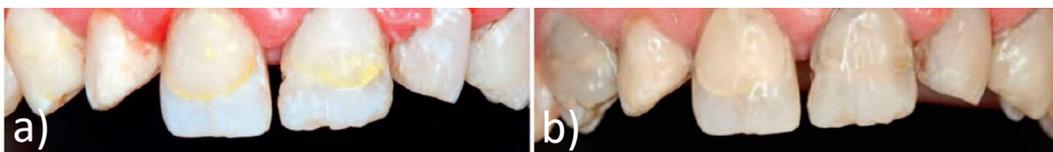


Figure 31 : (a) Restaurations avec un ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine et formation d'une marge jaunâtre sur l'incisive des incisives centrales (b) Restaurations finies et polies avec retouche au composite fluide à six mois de suivi. Garg (43)

Plus récemment, Turton et coll (41) ont comparé en 2020 l'efficacité de l'application de l'iodure de potassium (Riva Star) sur la réduction de la coloration après un traitement au fluorure diammine d'argent sur les lésions carieuses des dents temporaires. Une évaluation visuelle de la couleur a été réalisée sur 2335 lésions carieuses 6 mois plus tard à l'aide d'une échelle de couleurs comprenant « jaune », « marron clair », « brun foncé » et « noir ». Ils ont estimé que l'application de l'iodure de potassium réduisait l'incidence du noircissement d'environ 25 % par rapport à l'application de fluorure diammine d'argent seul.

Patel et coll (48) ont testé *in-vitro* en 2018 l'efficacité de l'iodure de potassium (Rivastar) à limiter la coloration sur des molaires temporaires cariées extraites. Ils démontrent qu'à la suite de l'application de fluorure diammine d'argent, l'apparition de la coloration noire s'est produite dans les deux minutes et s'est intensifiée jusqu'à 6 h après l'application. L'utilisation de l'iodure de potassium immédiatement après l'application du fluorure diammine d'argent n'a entraîné aucune coloration notable du substrat dentaire. Un logiciel de traitement d'images a été utilisé pour évaluer le changement de coloration sur une période de 7 jours. Les valeurs de gris des lésions ayant reçu de l'iodure de potassium ne sont pas statistiquement différentes des valeurs de base. En revanche, avec l'application de fluorure diammine d'argent seul, les valeurs de gris des lésions ont diminué régulièrement au fil du temps, indiquant un assombrissement progressif de la lésion.

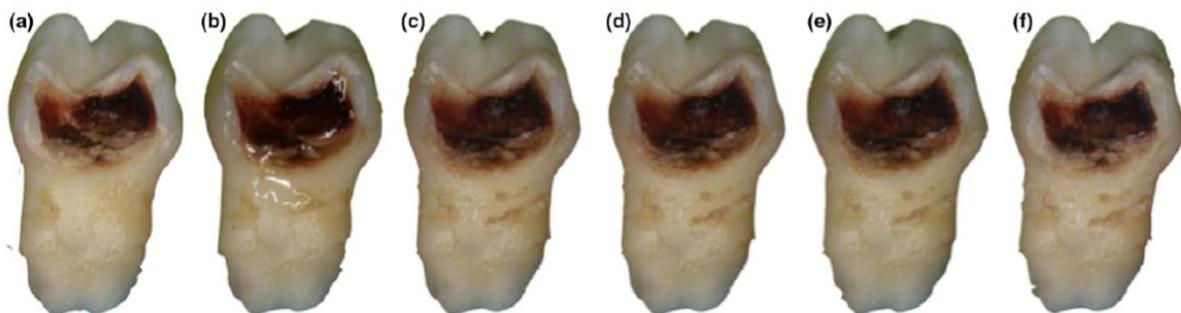


Figure 32 : Photographie en accéléré illustrant le potentiel de coloration d'une application de 38 % de FDA + KI sur 7 jours : (a) pré-application (b) post-application, (c) 5 min (d) 60 min (e) 6h (f) 7 jours après application. Patel (48)

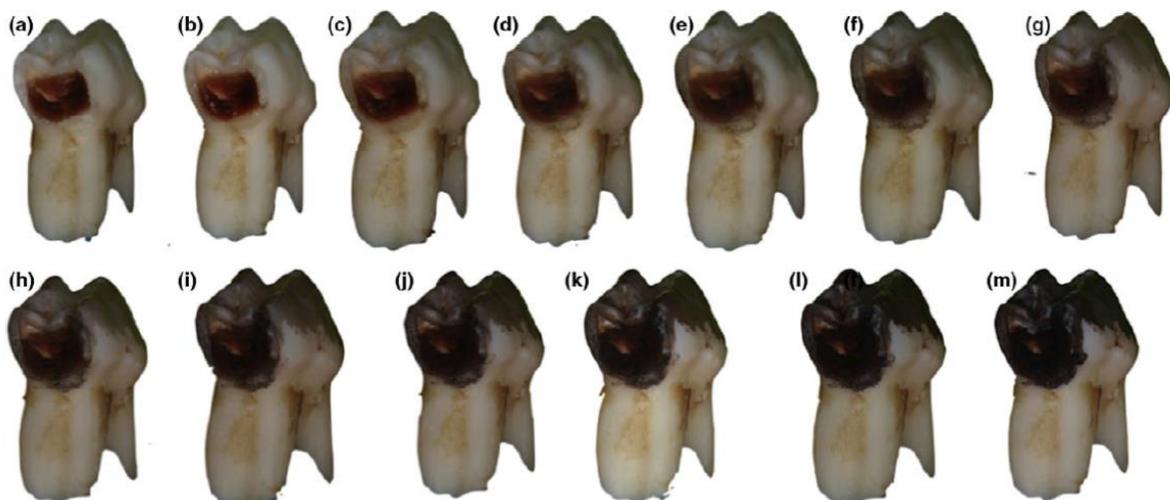


Figure 33 : Photographie en accéléré illustrant le potentiel de coloration d'une application de 38 % de FDA sur 12 heures : (a) pré-application (b) post-application, (c) 5 min (d) 10 min (e) 30min (f) 45min (g) 60min (h) 90min (i) 120min (j) 180 (k) 6h (l) 9h et (m) 12 heures après application. Patel (48)

Toujours sans restauration associée, Sayed et coll (49) ont comparé *in-vitro* en 2018 le changement de couleur au fil du temps d'une dent de bovin traitée avec le fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium (Saforide). Les changements de couleur ont été mesurés en utilisant un spectrophotomètre à intervalles de temps réguliers. Les résultats du spectrophotomètre ont montré que le groupe traité sans iodure de potassium présentait plus d'assombrissement au fil du temps tandis que le groupe avec iodure de potassium était efficace en diminuant les changements de couleur. Au cours du temps, les dents traitées avec l'iodure de potassium s'assombrissent mais de manière insignifiante.

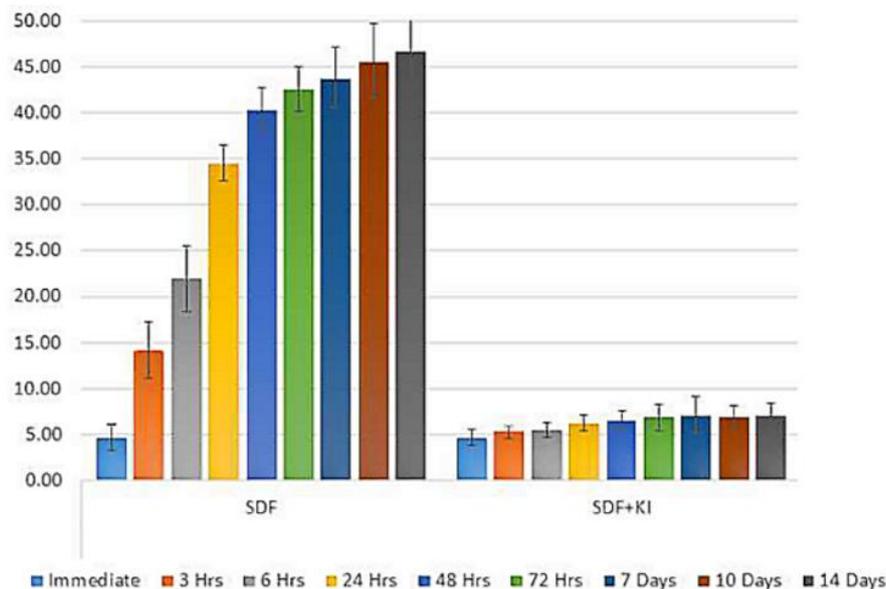


Figure 34 : Changement de couleurs pour différents groupes testés sur le substrat amélaire. Sayed (49)

En clinique, les dents sont le plus souvent restaurées avec une résine composite ou un ciment verre ionomère. Ainsi, de nombreux auteurs ont étudié l'impact de l'iodure de potassium sur la coloration vue au travers de la résine de restauration ainsi que le vieillissement de la coloration du joint de la restauration au fil du temps.

Dans l'étude *ex-vivo* de Nguyen et coll (50) de 2017, une évaluation de la couleur des dents restaurées a été effectuée au départ et après quatre semaines avec un colorimètre utilisant le système CIELAB. Les échantillons ont été divisés en deux groupes, avec un groupe recevant un traitement avec fluorure diammine d'argent (Advantage Arrest, Elevate Oral Care) sans iodure de potassium et un deuxième associant fluorure diammine d'argent et iodure de potassium. Ces échantillons traités sont ensuite divisés en six groupes restaurés avec différents types de matériaux de restauration. Ainsi, il a été rapporté une coloration minimale ou nulle sur les dents traitées par fluorure diammine d'argent et iodure de potassium au cours de la période de suivi de quatre semaines, tandis que les dents traitées sans iodure de potassium présentaient un assombrissement perceptible avec tous les matériaux de restauration en quelques heures.

Aussi, dans les expériences *ex-vivo* de Zhao et coll en 2017 et 2019, l'effet de l'iodure de potassium sur la coloration de la dentine a été étudié. Dans la première étude (42), des prémolaires saines ont été extraites et préparées en occlusal. Un groupe a reçu un traitement de fluorure diammine d'argent et un deuxième de fluorure diammine d'argent avec de l'iodure de potassium. Les dents ont ensuite été restaurées avec un ciment verre ionomère (Fuji VII, GC). Les évaluations de couleur ont été faites à l'aide du système CIELab avant la restauration (T0), après la restauration (T1), une semaine après conservation dans la salive artificielle (T7), puis 14 jours après (T14). Il a été rapporté que le traitement avec fluorure diammine d'argent et iodure de potassium produisait significativement moins de coloration contrairement au groupe traité avec fluorure diammine d'argent. Cependant, il a été rapporté qu'une coloration était visuellement perceptible après 14 jours d'immersion dans la salive.

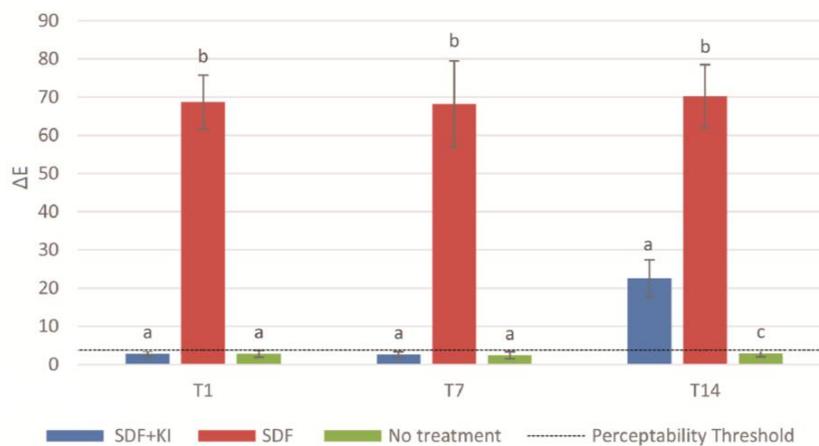


Figure 35 : Changement de couleur  $\Delta E$  des trois groupes. T1 : un jour après restauration T7 : une semaine après restauration et immersion dans la salive T14 : 14 jours après restauration et immersion dans la salive. Zhao (42)

Dans la seconde étude de 2019 (45), des tranches de dentine préparées à partir de troisièmes molaires saines extraites, ont été traitées avec fluorure diammine d'argent avec ou sans iodure de potassium et immergées dans la salive artificielle. Les valeurs de gris ont été calculées à l'aide du système CIELab. Leurs résultats ont montré que les échantillons traités avec fluorure diammine d'argent puis iodure de potassium ont provoqué un meilleur résultat esthétique avec un changement de couleur négligeable par rapport au fluorure diammine d'argent seul qui a provoqué un changement de couleur évident.

Plus récemment, Vennella et coll (51) ont comparé en 2021 dans une étude *ex-vivo* le potentiel de coloration du fluorure diammine d'argent (FAGamin, SRL) et de la combinaison entre le fluorure diammine d'argent et l'iodure de potassium (Riva Star, SDI) sur des dents temporaires cariées extraites, immédiatement et après une période de 2 semaines de stockage à sec après restaurations avec un ciment verre ionomère. Les images ont été analysées avec le logiciel ImageJ et les valeurs de gris ont été calculées. Ainsi, l'ajout de l'iodure de potassium permet de réduire le potentiel de coloration par rapport au fluorure diammine d'argent seul. Les marges de la restauration étaient moins colorées de manière statistiquement significative avec la combinaison fluorure diammine d'argent et iodure de potassium. Les valeurs de gris moyennes obtenues dans la présente étude étaient conformes à l'étude réalisée par Patel et coll qui était aussi basée sur la photographie time-lapse et le logiciel ImageJ

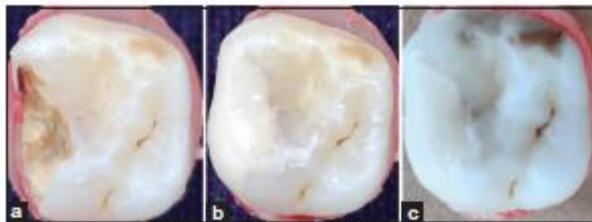


Figure 36 : molaire traitée par fluorure de diammine d'argent et iodure de potassium (a) pré opératoire (b) immédiatement après la restauration avec un verre ionomère (c) 14 jours après stockage à sec. Vennella (51)



Figure 37 : molaire traitée par fluorure de diammine d'argent (a) pré opératoire (b) immédiatement après la restauration avec un verre ionomère (c) 14 jours après stockage à sec. Vennella (51)

Certains auteurs notamment Sayed (49) estiment que la réduction de la coloration par l'iodure de potassium est liée à la quantité d'ions d'argent libérés lors de l'application du fluorure diammine d'argent. Ces derniers ayant déjà réagi avec l'iodure de potassium, l'argent libre se retrouve en infime quantité. Tandis que les substrats dentaires traités sans iodure de potassium, la quantité d'argent libre est plus élevée et la coloration est donc plus visible.

Les neuf articles étudiés permettent de conclure que l'ajout d'iodure de potassium diminue l'effet de la coloration sur la dentine causée par le fluorure diammine d'argent. Cependant, parmi ces neuf articles, cinq permettent de mettre en évidence des phénomènes de récives de colorations au cours du temps jusqu'à devenir quasiment semblables à celle des dents traitées sans iodure de potassium notamment dans l'étude de Li (20).

### III. Réalités cliniques

En théorie, voici les étapes d'applications d'une solution de fluorure diammine d'argent associé à l'iodure de potassium de Riva Star SDI :

1. Nettoyage de la carie au niveau des marges de la cavité et élimination de la dentine molle. Le nettoyage permet une meilleure adhérence mais également la pénétration du fluorure diammine d'argent.
2. Isolation pour protéger les tissus mous.



Figure 38 : réaction de la gencive après application de fluorure diammine d'argent et iodure de potassium sans digue

3. Séchage
4. Application avec une microbrosse.

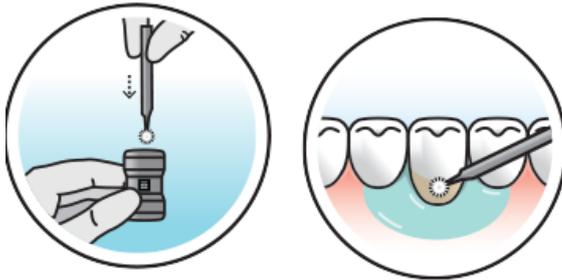


Figure 39 : premier flacon de fluorure diammine d'argent

5. Laisser absorber les excès pendant une minute puis enlever les excès avec un coton.
6. Application de la solution d'iodure de potassium.

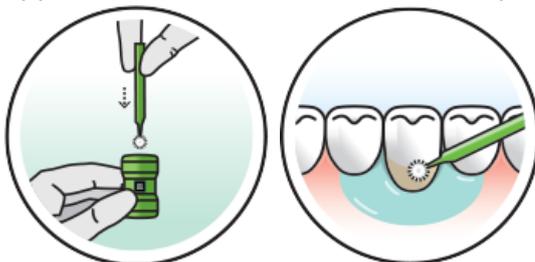


Figure 40 : second flacon d'iodure de potassium

L'administration d'une solution de fluorure de diammine d'argent pour traiter les lésions carieuses sur les surfaces dentaires occlusales est simple. Cependant, l'application sur les lésions proximales est plus difficile. Certains dentistes utilisent du fil dentaire ou écarteurs mais les résultats ne sont pas probants. Le pédodontiste Theodore Croll utilise depuis 2016 des brochettes en silicone pour accéder aux lésions proximales

Ces brochettes ont été imbibées avec du fluorure diammine d'argent puis une micro-brosse trempée dans la même solution a ensuite été utilisée pour distribuer davantage de solution. Chaque brochette a été légèrement déplacée plusieurs fois pour agiter le fluide et le répandre par capillarité. (52)

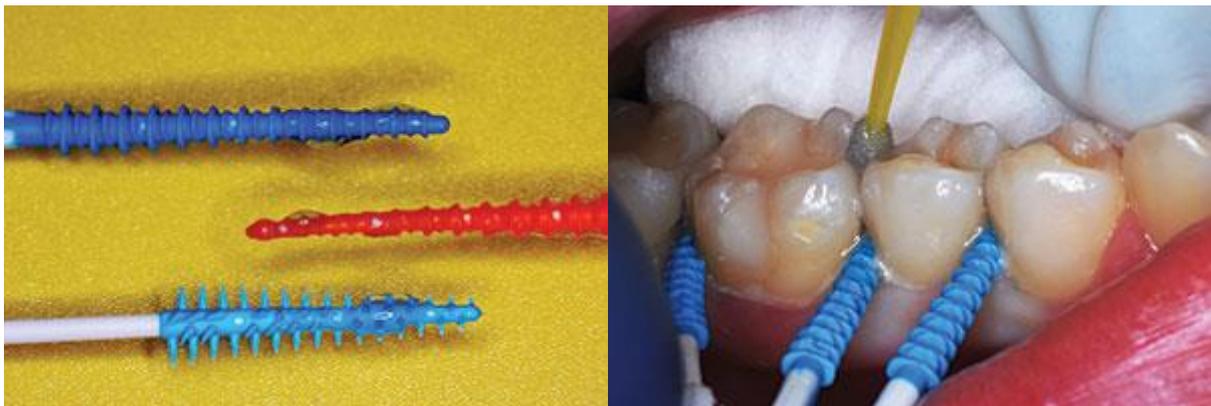


Figure 41 : brochettes en silicone utilisées pour écarter les dents et accéder aux caries proximales

#### IV. Autres alternatives pour limiter la coloration

##### A. Le glutathion

Le glutathion (GSH) est un tripeptide formé par la condensation d'acide glutamique, de cystéine et de glycine. Son groupe thiol (-SH) a une forte affinité pour l'adsorption sur les surfaces métalliques notamment l'argent (53). Ainsi, le glutathion forme une couche autour des particules d'argent, diminuant leur agglomération et contrôlant la vitesse de libération des ions argent (54). Ainsi, il peut donc jouer un rôle dans la diminution du taux de changement de couleur d'une surface dentaire traitée avec du fluorure diammine d'argent.

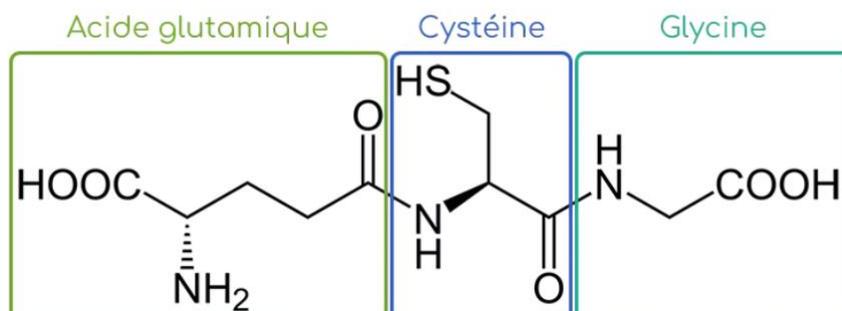


Figure 42 : structure chimique du glutathion réduit

Le glutathion a un effet sur la diminution des changements de couleur de la surface des dents traitée par fluorure diammine d'argent, en particulier sur l'émail. (49)

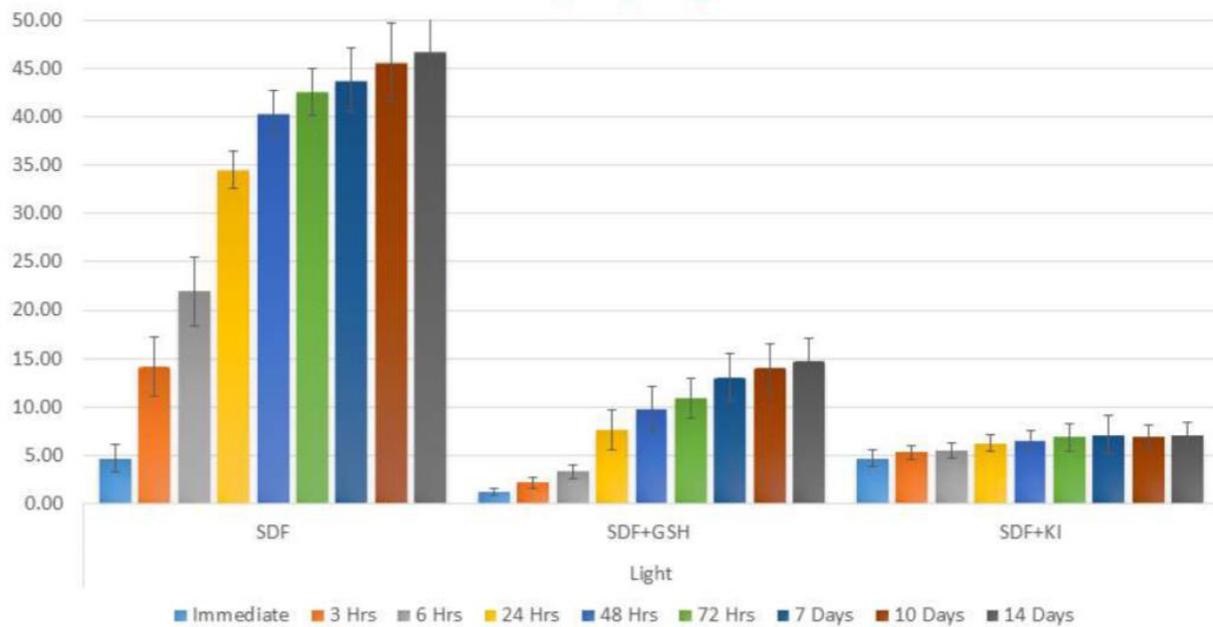


Figure 43 : Changement de couleur chez les différents groupes testés sur l'émail. Sayed (49)

La capacité du glutathion à diminuer les changements de couleur de l'émail et de la dentine peut encourager l'utilisation du fluorure diammine d'argent dans un plus grand nombre de situations cliniques avec de meilleurs résultats esthétiques en offrant une nouvelle alternative à l'utilisation de l'iodure de potassium.

### B. Les nano fluorures d'argent

Le nano fluorure d'argent est composé de fluorure et de nanoparticules d'argent produites par réduction du nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) par du borohydrure de sodium ( $\text{NaBH}_4$ ) en présence de chitosane. Les nanoparticules d'argent mesurent entre 1,2 et 3,2 nm.

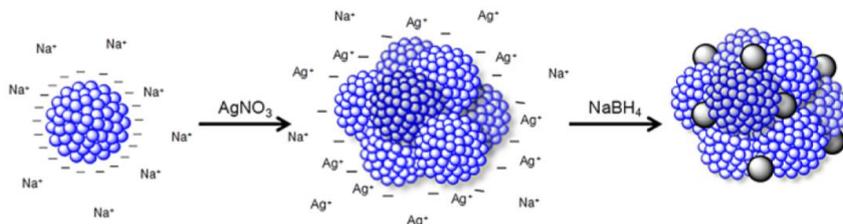


Figure 44 : formation de micelles de nano particules d'argent. Schwass (56)

Les nano particules d'argent (AgNPs) s'agrègent sous forme de micelles mesurant 9,2 nm contenant 6 AgNPs, plus petites que le diamètre des canalicules dentinaires. (55)

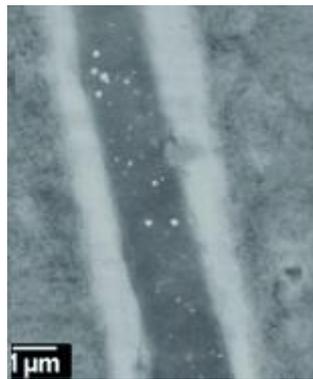


Figure 45 : nano particules d'argent dans des canalicules dentinaires. Schwass (56)

Comme le fluorure diammine d'argent associé à l'iodure de potassium , ce composé permet de ne pas causer de coloration sur la dent car les AgNPs ne subissent pas d'oxydation (57). Aussi, les produits à base de nanoparticules d'argent impliquent de très faibles concentrations de d'argent, suffisantes pour inhiber le développement des souches de *streptococcus mutans*. En raison de ces faibles concentrations d'argent, aucun changement de couleur n'est observé sur les dents traitées par nano fluorure d'argent. (58)



Figure 46 : carie vestibulaire traitée par nano fluorure d'argent un an après application. Dos Santos (59)

Ainsi, une étude a évalué le potentiel de coloration de la dentine traitée par nano-fluorure d'argent par rapport aux agents cariostatiques disponibles dans le commerce. Soixante-quinze molaires humaines extraites ont été sectionnées à la jonction amélo-cémentaire et l'émail occlusal a été retiré pour exposer la dentine coronaire. Les échantillons ont été répartis entre les cinq agents testés. Le changement de coloration de la dentine ( $\Delta E/\Delta L$ ) a été analysé avec un spectrophotomètre numérique à trois moments différents (avant application, après deux semaines et après quatre semaines). Les nouvelles formulations de nano fluorure d'argent ont causé moins de coloration de la dentine que les produits déjà disponibles sur le marché. Ainsi, les nano fluorure d'argent pourraient être une alternative au fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium car il ne compromet pas l'esthétique. (57)



Figure 47 : colorations des dentines traitées par différents agents cariostatiques au cours du temps. Espindola (57)

L'action antimicrobienne de ces nanoparticules d'argent peut être aussi efficace que le fluorure diammine d'argent. Ces particules peuvent passer dans la matrice bactérienne pour perturber le processus de réplication de l'ADN. (60) Aussi, il a été démontré que l'activité antimicrobienne augmente quand la taille des particules diminue. Espinosa-Cristobal et coll ont comparé les effets bactériostatiques de trois tailles d'AgNPs (8,4 ; 16,1 et 98 nm) contre *S. mutans* et ont trouvé que la propriété antibactérienne dépend de la taille des particules, et les AgNPs de 8,4 nm avaient la meilleure activité antibactérienne (61). En effet, les propriétés antibactériennes sont liées au rapport surface/volume des nanoparticules qui est plus grand. (62)

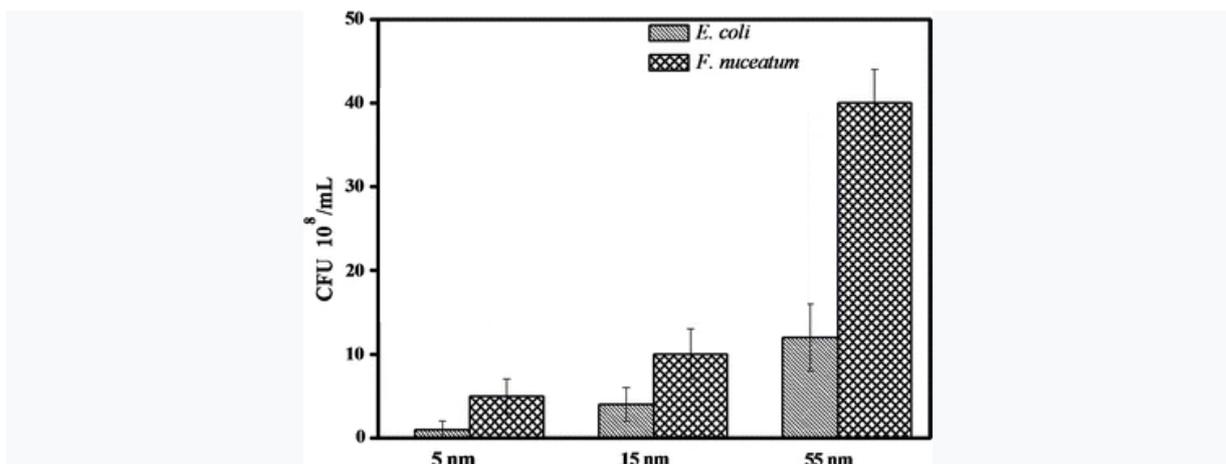


Figure 48 : Effets antibactériens des nano particules d'argents de différentes tailles (5, 15 et 55 nm sur *E. coli* et *F. nuceatum* par dosage de la numération des colonies. Lu (63)

Ces caractéristiques induisent l'adhésion des AgNPs à la membrane cellulaire et le passage des à travers la membrane externe et la pénétration dans la membrane interne bactérienne. Plus la taille des AgNPs est petite, plus la surface à entrer en contact avec les bactéries est grande et plus le pourcentage d'interaction avec les bactéries est élevé. (63)

## V. Conclusion

Le fluorure diammine d'argent permet une nouvelle approche de la dentisterie conservatrice grâce à son effet anti bactérien et cariostatique en respectant le gradient thérapeutique. Ainsi, les chirurgiens-dentistes doivent faire face à un changement de paradigme où l'économie tissulaire est désormais au cœur de la réflexion. (64) Le fluorure diammine d'argent est indiqué chez les patients à haut risque carieux chez qui la réalisation de soins plus invasifs est difficile notamment les enfants et les personnes âgées. En effet, son application est simple d'utilisation et indolore. La pandémie de COVID-19 a attiré l'attention sur la transmission d'agents pathogènes dans l'air générés par les soins aérosolisants. Ainsi, l'application de fluorure diammine d'argent est maintenant recommandée comme une alternative de gestion de la carie dentaire sans aérosol. (65) Cependant, l'inconvénient majeur du fluorure diammine d'argent est la coloration du substrat dentaire qui compromet drastiquement l'esthétique. L'ajout d'iodure de potassium dans la composition a permis de gérer ces situations et s'est présenté comme une bonne alternative. Néanmoins, cette nouvelle formulation a quelque peu limité les propriétés du fluorure diammine d'argent notamment l'effet antibactérien mais aussi la force d'adhérence des résines de restauration. Aussi, il a été démontré que les récurrences de coloration du substrat dentaire étaient possibles même avec l'application d'iodure de potassium. Les nano fluorures d'argent deviennent une nouvelle alternative au fluorure diammine d'argent avec et sans iodure de potassium. Son utilisation est simple, peu onéreuse et ajoute un effet antibactérien à de meilleurs résultats esthétiques. Ils permettent aussi de s'affranchir du goût métallique retrouvé dans le fluorure diammine d'argent. Cependant, son effet sur le collage est encore méconnu. Les objectifs seront d'examiner les données probantes *in vitro* et *in vivo* sur l'efficacité antimicrobienne, de mesurer l'avantage esthétique du nano fluorure d'argent dans la prévention des taches mais aussi de mesurer son effet sur le collage.

## Bibliographie

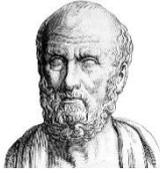
1. Sarvas E. The History and Use of Silver Diamine Fluoride in Dentistry: A Review. *CDA J.* 46(1):19-22.
2. Craig GG, Powell KR, Cooper MH. Caries progression in primary molars: 24-month results from a minimal treatment programme. *Community Dent Oral Epidemiol.* déc 1981;9(6):260-5.
3. Nishino M, Yoshida S, Sobue S, Kato J, Nishida M. Effect of topically applied ammoniacal silver fluoride on dental caries in children. *J Osaka Univ Dent Sch.* sept 1969;9:149-55.
4. Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Different Concentration and Periodicity of Silver Diamine Fluoride. *JDR Clin Transl Res.* juill 2016;1(2):143-52.
5. Zhi QH, Lo ECM, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. *J Dent.* nov 2012;40(11):962-7.
6. Gao SS, Zhang S, Mei ML, Lo EC-M, Chu C-H. Caries remineralisation and arresting effect in children by professionally applied fluoride treatment – a systematic review. *BMC Oral Health.* déc 2016;16(1):12.
7. Fluor, fluorure diamine d'argent et CVI, sont désormais inscrits sur la liste des médicaments essentiels de l'OMS. *L'Information dentaire.* oct 2021
8. Slayton RL, Urquhart O, Araujo MWB, Fontana M, Guzmán-Armstrong S, Nascimento MM, et al. Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: A report from the American Dental Association. *J Am Dent Assoc.* oct 2018;149(10):837-849.e19.
9. Rosenblatt A, Stamford TCM, Niederman R. Silver Diamine Fluoride: A Caries « Silver-Fluoride Bullet ». *J Dent Res.* févr 2009;88(2):116-25.
10. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PM. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications, and Consent. *J Calif Dent Assoc.* janv 2016;44(1):16-28.
11. Crystal YO, Niederman R. Evidence-Based Dentistry Update on Silver Diamine Fluoride. *Dent Clin North Am.* janv 2019;63(1):45-68.
12. Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Silver Diamine Fluoride: What's Behind It? *J Dent Res.* juill 2018;97(7):751-8.
13. Chu CH, Mei L, Seneviratne CJ, Lo ECM. Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by *Streptococcus mutans* and *Actinomyces naeslundii* biofilms. *Int J Paediatr Dent.* janv 2012;22(1):2-10.

14. Mei ML, Li QL, Chu CH, Yiu CKY, Lo ECM. The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* août 2012;28(8):903-8.
15. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Chu CH, Lo ECM. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *J Dent.* mars 2014;42(3):329-35.
16. Liu BY, Lo ECM, Li CMT. Effect of silver and fluoride ions on enamel demineralization: a quantitative study using micro-computed tomography. *Aust Dent J.* juill 2012;57(1):65-70.
17. Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo ECM, Li QL, Chu CH. An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. *J Dent.* avr 2014;42(4):395-402.
18. Korwar A, Sharma S, Logani A, Shah N. Pulp response to high fluoride releasing glass ionomer, silver diamine fluoride, and calcium hydroxide used for indirect pulp treatment: An in-vivo comparative study. *Contemp Clin Dent.* juill 2015;6(3):288-92.
19. Rossi G, Squassi A, Mandalunis P, Kaplan A. Effect of silver diamine fluoride (SDF) on the dentin-pulp complex. Ex vivo histological analysis on human primary teeth and rat molars. *Acta Odontol Latinoam AOL.* juin 2017;30(1):5-12.
20. Li. Randomized clinical trial on arresting dental root caries through silver diamine fluoride applications in community-dwelling elders. *J Dent.* août 2016;51:15-20
21. Man Wai Ng RS. Chronic Disease Management of Caries in Children and the Role of Silver Diamine Fluoride. *CDA J.* 46:68.
22. Contreras V, Toro MJ, Elías-Boneta AR, Encarnación-Burgos A. Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review. *Gen Dent.* 2017;65(3):22-9.
23. Al Bayati F. Le fluorure diamine d'argent en odontologie : données actuelles. déc 2018
24. Thrash WJ, Jones DL, Dodds WJ. Effect of a fluoride solution on dentinal hypersensitivity. *Am J Dent.* déc 1992;5(6):299-302.
25. Castillo JL, Rivera S, Aparicio T, Lazo R, Aw T-C, Mancl LL, et al. The Short-term Effects of Diamine Silver Fluoride on Tooth Sensitivity. *J Dent Res.* févr 2011;90(2):203-8.
26. Fröhlich TT, Gindri LD, Pedrotti D, Cavalheiro CP, Maxnuck Soares FZ, Rocha R de O. Evaluation of the Use of Potassium Iodide Application on Stained Demineralized Dentin Under Resin Composite Following Silver Diamine Fluoride Application. *Pediatr Dent.* févr 2021;43(1):57-61.
27. Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *J Am Dent Assoc.* juill 2017;148(7):510-518.e4.
28. Jiang M, Wong MCM, Chu CH, Dai L, Lo ECM. Effects of restoring SDF-treated and untreated dentine caries lesions on parental satisfaction and oral health related quality of life of preschool children. *J Dent.* sept 2019;88:103171.

29. Silver Modified Atraumatic Restorative Technique : For Pediatric Patients. Dentistry Today. fév 2019
30. Jiang M, Mei ML, Wong MCM, Chu CH, Lo ECM. Effect of silver diamine fluoride solution application on the bond strength of dentine to adhesives and to glass ionomer cements: a systematic review. BMC Oral Health. févr 2020;20(1):40.
31. George G, Hien Ngo, Athelstone; Geoffrey M. Tooth surface treatment method. oct 2002
32. Abdullah N, Marzooq FA, Mohamad S, Rahman NA, Rani KGA, Ngo HC. The antibacterial efficacy of silver diamine fluoride (SDF) is not modulated by potassium iodide (KI) supplements: A study on in-situ plaque biofilms using viability real-time PCR with propidium monoazide. PLOS ONE. nov 2020;15(11):e0241519.
33. 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. dec 2005;50(4):242-5.
34. 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. févr 2009;40(2):155-61.
35. Hamama HH, Yiu CK, Burrow MF. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on residual bacteria in dentinal tubules. Aust Dent J. mars 2015;60(1):80-7.
36. Haiat A, Ngo HC, Samaranayake LP, Fakhruddin KS. The effect of the combined use of silver diamine fluoride and potassium iodide in disrupting the plaque biofilm microbiome and alleviating tooth discoloration: A systematic review. PLoS ONE. juin 2021;16(6):e0252734.
37. Vinson LA, Gilbert PR, Sanders BJ, Moser E, Gregory RL. Silver Diamine Fluoride and Potassium Iodide Disruption of In Vitro *Streptococcus mutans* Biofilm. J Dent Child. sept 2018;85(3):120-4.
38. Karched M, Ali D, Hien Ngo. In vivo antimicrobial activity of silver diammine fluoride on carious lesions in dentin. J Oral Sci. mars 2019;61(1):19-24.
39. Briseño-Marroquín B, Ismael Y, Callaway A, Tennert C, Wolf TG. Antibacterial effect of silver diamine fluoride and potassium iodide against *E. faecalis*, *A. naeslundii* and *P. micra*. BMC Oral Health. avr 2021;21(1):175.
40. Takahashi M, Matin K, Matsui N, Shimizu M, Tsuda Y, Uchinuma S. Effects of silver diamine fluoride preparations on biofilm formation of *Streptococcus mutans* . Dent Mater J. juill 2021; 31;40(4):911-917
41. Turton B, Horn R, Durward C. Caries arrest and lesion appearance using two different silver fluoride therapies on primary teeth with and without potassium iodide: 12-month results. Clin Exp Dent Res. août 2021;7(4):609-619

42. Zhao IS, Mei ML, Burrow MF, Lo EC-M, Chu C-H. Effect of Silver Diamine Fluoride and Potassium Iodide Treatment on Secondary Caries Prevention and Tooth Discolouration in Cervical Glass Ionomer Cement Restoration. *Int J Mol Sci.* févr 2017;18(2):340.
43. Garg S, Sadr A, Chan D. Potassium Iodide Reversal of Silver Diamine Fluoride Staining: A Case Report. *Oper Dent.* mai 2019;44(3):221-6.
44. 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.* mars 2006;51(1):42-5.
45. Zhao IS, Chu S, Yu OY, Mei ML, Chu CH, Lo ECM. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on shear bond strength of glass ionomer cements to caries-affected dentine. *Int Dent J.* oct 2019;69(5):341-7.
46. Uchil SR, Suprabha BS, Suman E, Shenoy R, Natarajan S, Rao A. Effect of three silver diamine fluoride application protocols on the microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to carious dentin in primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* avr 2020;38(2):138-44.
47. Van Duker M, Hayashi J, Chan DC, Tagami J, Sadr A. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on bonding to demineralized dentin. *Am J Dent.* juin 2019;32(3):143-6.
48. Patel J, Anthonappa RP, King Nigel M. Evaluation of the staining potential of silver diamine fluoride: in vitro. *Int J Paediatr Dent.* sept 2018;28(5):514-22.
49. 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.* mai 2018;19(5):1322.
50. Nguyen. Potassium Iodide. The Solution to Silver Diamine Fluoride Discoloration? *Adv Dent Oral Health.* juin 2017;5(1)
51. Vennela E, Sharada J, Hasanuddin S, Suhasini K, Hemachandrika I, Singh PT. Comparison of staining potential of silver diamine fluoride versus silver diamine fluoride and potassium iodide under tooth-colored restorations: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* mars 2021;39(1):47-52.
52. SDF Saturation of Carious Proximal Tooth Surfaces. *Dentistry Today.* avr 2021
53. Jozefczak M, Remans T, Vangronsveld J, Cuypers A. Glutathione Is a Key Player in Metal-Induced Oxidative Stress Defenses. *Int J Mol Sci.* mars 2012;13(3):3145-75.
54. Taglietti A, Diaz Fernandez YA, Amato E, Cucca L, Dacarro G, Grisoli P, et al. Antibacterial activity of glutathione-coated silver nanoparticles against Gram positive and Gram negative bacteria. *Langmuir ACS J Surf Colloids.* mai 2012;28(21):8140-8.
55. Schwass DR, Lyons KM, Love R, Tompkins GR, Meledandri CJ. Antimicrobial Activity of a Colloidal AgNP Suspension Demonstrated In Vitro against Monoculture Biofilms: Toward a Novel Tooth Disinfectant for Treating Dental Caries. *Adv Dent Res.* févr 2018;29(1):117-23.

56. Schwass DR, Meledandri CJ. Enhanced Penetration of Silver Nanocomposite Assemblies into Dentine Using Iontophoresis: Toward the Treatment of Dental Caries. *ChemPlusChem*. déc 2014; 79(12): 1671-1675.
57. Espíndola-Castro LF, Rosenblatt A, Galembeck A, Monteiro G. Dentin Staining Caused by Nano-silver Fluoride: A Comparative Study. *Oper Dent*. juill 2020;45(4):435-41.
58. Freire PLL, Albuquerque AJR, Sampaio FC, Galembeck A, Flores MAP, Stamford TCM, et al. AgNPs: The New Allies Against S. Mutans Biofilm - A Pilot Clinical Trial and Microbiological Assay. *Braz Dent J*. août 2017;28(4):417-22.
59. dos Santos Jr. VE, Filho AV, Ribeiro Targino AG, Pelagio Flores MA, Galembeck A, Caldas Jr. AF, et al. A New « Silver-Bullet » to treat caries in children - Nano Silver Fluoride: A randomised clinical trial. *J Dent*. août 2014;42(8):945-51.
60. Burgess JO, Vaghela PM. Silver Diamine Fluoride: A Successful Anticariogenic Solution with Limits. *Adv Dent Res*. févr 2018;29(1):131-4.
61. Espinosa-Cristóbal LF, Martínez-Castañón GA, Martínez-Martínez RE, Loyola-Rodríguez JP, N. Patiño-Marín, Reyes-Macías JF, et al. Antibacterial effect of silver nanoparticles against *Streptococcus mutans*. *Mater Lett*. déc 2009;63(29):2603-6.
62. Baker C, Pradhan A, Pakstis L, Pochan DJ, Shah SI. Synthesis and Antibacterial Properties of Silver Nanoparticles. *J Nanosci Nanotechnol*. févr 2005;5(2):244-9.
63. Lu Z, Rong K, Li J, Yang H, Chen R. Size-dependent antibacterial activities of silver nanoparticles against oral anaerobic pathogenic bacteria. *J Mater Sci Mater Med*. juin 2013;24(6):1465-71.
64. Molia J, Giallo M. Le gradient thérapeutique. *L'Information Dentaire*. mars 2020:14-18
65. Hamdy D, Giraki M, Abd Elaziz A, Badran A, Allam G, Ruettermann S. Laboratory evaluation of the potential masking of color changes produced by silver diamine fluoride in primary molars. *BMC Oral Health*. juill 2021;21(1):337.



## SERMENT MEDICAL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



AZOUAOU Inès – Le fluorure diammine d'argent : intérêt de l'iodure de potassium

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

Rubrique de classement : Odontologie Conservatrice

Résumé : Le fluorure diammine d'argent est un produit topique utilisé par les chirurgiens-dentistes pour arrêter la progression des lésions carieuses actives dentinaires sans exposition pulpaire. Ce produit a fait ses preuves en clinique mais présente un inconvénient majeur qui est la coloration noire de la dentine après son application. Une nouvelle combinaison associant fluorure diammine d'argent et iodure de potassium permet de réduire la coloration de la dentine. Dans une première partie, l'objectif est de comparer l'effet antibactérien du fluorure diammine d'argent seul et associé à l'iodure de potassium. Dans la deuxième partie, l'objectif est de comparer l'effet des deux formulations sur le collage des résines composites et verres ionomères. Dans la dernière partie, l'influence réelle sur la coloration est testée.

Mots-clés : fluorure diammine d'argent – fluorure diamine d'argent – carie – biofilm – collage – coloration

AZOUAOU Inès – Silver diammine fluoride : interest of potassium iodide

Abstract : Silver diammine fluoride is a topical product used by dental surgeons to arrest the active carious dental lesions without pulp exposure process. This product has been clinically proven but present a major disadvantage which is the black color of the dentin after its application. A new combination involving silver diammine fluoride with potassium iodide reduces dentin staining. In the first part, the objective is to compare the antibacterial effect of silver diammine fluoride alone and associated with potassium iodide. In the second part, the objective is to compare the effect of the two formulations on the bonding of composite resins and glass ionomers. In the last part, the real influence on staining is tested.

Keywords : silver diammine fluoride – silver diamine fluoride – carie – biofilm – bonding – staining