



**HAL**  
open science

## Fluorose dentaire : prévention et traitements mini-invasifs

Soukaïna Moujane

► **To cite this version:**

Soukaïna Moujane. Fluorose dentaire : prévention et traitements mini-invasifs. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04279240

**HAL Id: dumas-04279240**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04279240v1>**

Submitted on 10 Nov 2023

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

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

**UNIVERSITE de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE**  
**UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE**

**Année : 2023**

**N°**

**THESE**

en vue de l'Obtention du

**DIPLOME D'ETAT**

**de**

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

MOUJANE Soukaïna

Né(e) le 22/03/1997

**Fluorose dentaire : Prévention et  
traitements mini-invasifs**

Présentée et soutenue publiquement le : 15 juin 2023

**JURY**

**Président** : Monsieur le professeur Cedric MAUPRIVEZ

**Directeur** : Monsieur le docteur Yannick JOSSET

**Asseseurs** : Madame le professeur Marie-Paule GELLE  
Madame le docteur Francesca SIU PAREDES

**UNIVERSITE DE REIMS**

**CHAMPAGNE-ARDENNE**

**PRESIDENT DE L'UNIVERSITE**

Monsieur Guillaume GELLÉ

**1<sup>ER</sup> VICE-PRESIDENT  
(chargé du patrimoine et des moyens)**

Monsieur Thierry LETELLIER

**VICE-PRESIDENT (C.A.)**

Monsieur Olivier DUPERON

**VICES-PRESIDENTS (C.A.C)  
BACKER**

Madame Marie Renée DE

CLÉMENT

Monsieur Christophe

**VICE-PRESIDENT (C.E.V.U.)**

Monsieur Damien JOUET

**DIRECTEUR GENERAL DES SERVICES**

Monsieur Etienne DESMET

**UNIVERSITE DE REIMS**

**UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE**

**D'ODONTOLOGIE**

**DIRECTEUR**

Monsieur Pierre MILLET

**DIRECTEUR-ADJOINT**

Monsieur Julien BRAUX

**DIRECTRICE-ADJOINTE**

Madame Marie-Paule GELLÉ

**DIRECTRICE-ADJOINTE**

Madame Marie-Laure JOURDAIN

**CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS**

Madame Sylvie GILLET

**CONSERVATEUR**

Madame Emmanuelle KREMER

**CORPS PROFESSORAL DE**  
**L'U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE REIMS**

**Sous-Section (56.01) ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

**\* Département Odontologie pédiatrique**

**Chef de département : Professeur M.P. GELLÉ**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

**M.P. GELLÉ**  
**I. LOPEZ**  
**F. SIU PAREDES**  
**T. CLEMENT**  
**C. GUIDEZ**

**\* Département Orthopédie dento-faciale**

**Chef de département : Administrateur provisoire - Professeur M.P. GELLÉ**

Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Assistant Universitaire Associé  
Attachée d'enseignement  
Attachée d'enseignement

**A. MAILLOUX**  
**L. BAILLEUL**  
**M. TERRACINA**  
**A.R. HREH**  
**M. ANDRE**  
**S. SAMAIN MATTEI**

**Sous-Section (56.02) PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE**

**\* Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale**

**Chef de département : Docteur S. MOUSSA BADRAN**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Attaché d'enseignement  
Attaché d'enseignement

**S. MOUSSA-BADRAN**  
**J. BAILLY**  
**J. CAMIAT**  
**T. BRIET**  
**F. SARRAJ**

**Sous-Section (57.01) CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE**

**\* Département Chirurgie orale**

**Chef de département : Docteur S. LAURENCE**

Professeur des Universités Emérite  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

**B. LEFEVRE**  
**C. BRETAUDEAU**  
**H. HAFIAN**  
**S. LAURENCE**

Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
**MENARD**  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

**G. EXARTIER-**  
**C. LEDOUBLE**  
**R. MLINAREVIC**

### **\* Département Parodontologie**

#### **Chef de département : Professeur J. BRAUX**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités Associé

**J. BRAUX**  
**M.L. JOURDAIN**  
**J. SERGHERAERT**  
**L. PIERRARD**

### **\* Département Biologie orale**

#### **Chef de département : Professeur C. MAUPRIVEZ**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Professeur des Universités - Biologie cellulaire (CNU 65)  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités Associé

**S. LORIMIER**  
**C. MAUPRIVEZ**  
**H. KERDJOUJ**  
**S. DERRUAU**  
**F. LEMAIRE**

### **Sous-Section (58.01) DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

### **\* Département Dentisterie restauratrice – Endodontie**

#### **Chef de département : (Administrateur provisoire : Pr. Pierre MILLET)**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Assistante universitaire Associée  
Attachée d'enseignement  
Attaché d'enseignement

**Y. JOSSET**  
**J.H. TUBIANA**  
**C. ÖZCAN**  
**A. BAUM**  
**F. CHAINOT**  
**M. ROLIN**  
**P. VAUCHELET**  
**K. CAMPANO ROZAS**  
**E. DEMOTIER**  
**M. MARTEAU**

### **\* Département Prothèses**

#### **Chef de département : Docteur E. SCHITTLY-MEDARD**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
**MEDARD**  
Maître de Conférences des Universités Associé – Praticien Hospitalier

**J.L. COEURIOT**  
**C. MÉDARD**  
**E. SCHITTLY-**  
**C. MAILLET**

Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

**R. BADRAN**  
**D. BUREAU**  
**G. DORBEAUX**  
**A.S. JAVONENA**

**\* Département Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux**

**Chef de département : Docteur J. LECLERE**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités Associé – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Attachée d'enseignement

**P. MILLET**  
**J. LECLERE**  
**R. BASTON**  
**G. MOUSSÉ**  
**E. PREAUBERT**

**ANGLAIS**

Professeur Agrégé

**M. CANTENER**

**INFORMATIQUE**

Professeur Certifié

**D. EUDES**

**CORPS PROFESSORAL**  
**U.F.R. DE MÉDECINE DE REIMS**

**ANATOMIE PATHOLOGIE GENERALE**

Mme le Dr BOULAGNON

**BIOCHIMIE**

M. le Professeur RAMONT

**MICROBIOLOGIE**

M. le Professeur DE CHAMPS DE ST LEGER  
M. le Professeur ANDREOLETTI

**ONCOLOGIE**

## **A NOTRE PRESIDENT DE THESE,**

**Monsieur le Professeur Cedric MAUPRIVEZ,**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section de CHIRURGIE ORALE,

PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE, Département Biologie Orale

Chef du Département de Biologie Orale

Chef de Service (CHU Reims)

Docteur de l'Université de Reims Champagne Ardenne

Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

*Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse.*

*Nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement théorique et pratique  
que vous nous avez prodigué tout au long de nos études , de votre sympathie  
et de votre disponibilité que vous faites à l'égard de vos étudiants.*

*Veillez trouver l'expression de nos remerciements les plus sincères.*

**A NOTRE DIRECTEUR DE THESE,**

**Monsieur le Docteur Yannick JOSSET,**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section DENTISTERIE  
RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION,  
IMAGERIE, BIOMATERIAUX, Département Dentisterie Restauratrice – Endodontie  
Diplômé d'Études Approfondies (D.E.A.)  
Docteur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne  
Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

*A vous qui nous faites l'honneur de présider cette thèse,*

*Je vous remercie très sincèrement pour votre disponibilité ainsi que la  
qualité de votre enseignement au cours de ma formation.  
L'accomplissement de ce travail en est le reflet et donc l'expression de  
ma sincère gratitude et de mon respect.*

## **A NOTRE JUGE,**

### **Madame le Professeur Marie-Paule GELLE**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section ODONTOLOGIE  
PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE, Département Odontologie Pédiatrique  
Chef du département Odontologie Pédiatrique  
Directrice Adjointe de l'U.F.R. d'Odontologie de Reims  
Diplômée d'Études Approfondies (D.E.A.)  
Docteur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne  
Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

*Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de participer à notre jury de thèse,*

*Nous souhaitons vous remercier pour tout ce que vous nous avez apporté  
tout au long de nos études grâce à la clarté et la rigueur de votre  
enseignement, pour votre gentillesse et votre bienveillance.*

*Veillez trouver ici l'assurance de notre sincère estime.*

**A NOTRE JUGE,**

**Madame de Docteur Francesca SIU PAREDES,**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section  
ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE, Département  
Odontologie Pédiatrique  
Docteur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne

*Vous avez aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse,*

*Nous vous remercions sincèrement pour votre gentillesse et votre disponibilité.  
Nous tenons également à vous remercier de votre accompagnement durant nos  
vacations cliniques ainsi que votre soutien indéniabable dans notre apprentissage.*

*Veuillez croire en notre reconnaissance et nos sentiments respectueux.*

A mon papa qui nous a quitté au cours de mon cursus et que j'aurais souhaité voir en ce jour si précieux pour moi. Malgré cela, je n'ai pas baissé les bras car tu as été une source de motivation et l'accomplissement de ce parcours était indispensable pour te rendre fier de moi et des valeurs que tu m'as transmises. Ta tendresse, ta bonne humeur et ton accompagnement au cours de ce parcours laborieux ont permis de le mener à bien jusqu'à ce titre de chirurgien-dentiste que je te dois en grande partie.

A ma maman qui m'a encouragé et soutenu dans tous mes choix. Tu peux être fière de toi car t'as été un appui infaillible malgré les circonstances. Je tiens à te remercier infiniment de t'être libérée pour venir assister à cet aboutissement qui n'aurait eu lieu sans ta présence. Tu as pris l'initiative de faire ce voyage du Maroc jusqu'en France pour assister à cet événement et je t'en serai éternellement reconnaissante.

A mes deux sœurs chéries, Sofia et Samia. Je suis très contente de vous avoir et vous remercie de votre soutien et l'amour que vous m'avez témoigné pendant toutes ces années. Vous avez été l'épaule sur laquelle je pouvais toujours me reposer, par conséquent je vous dédie cette thèse en signe de ma reconnaissance.

Les opinions exprimées dans cette thèse n'engagent que leur auteur et en aucun cas l'U.F.R. d'Odontologie de REIMS

## Table des matières

Introduction.....	16
1. Le Fluor :.....	17
1.1. Sources d'apport en fluorure : .....	17
1.1.1. L'eau potable fluorée .....	17
1.1.2. Le lait fluoré.....	18
1.1.3. Le sel fluoré .....	18
1.1.4. Les suppléments de fluorure (comprimés, pastilles et gouttes).....	19
1.1.5. Dentifrice fluoré .....	20
1.1.6. Les gels et vernis fluorés .....	21
1.2. L'impact sur le corps/os : .....	22
1.3. L'impact sur les dents :.....	23
2. Fluorose.....	28
2.1. Physiopathologie :.....	28
2.2. Classification :.....	32
2.2.1. L'indice de fluorose de Dean D.F.I :.....	32
2.2.2. Indice de Thylstrup et Fejerskov T.F.I :.....	36
2.3. Traitements mini-invasifs :.....	39
3. Prévention et traitement :.....	40
3.1. Mesures préventives :.....	40
3.2. Eclaircissement Externe :.....	42
3.2.1. Principe de l'éclaircissement externe.....	42
3.2.1.1. La technique ambulatoire .....	42
3.2.1.2. La technique immédiate au fauteuil.....	45
3.2.1.3. La technique combinée .....	47
3.2.2. Composition des produits utilisés à l'éclaircissement externe .....	48
3.3. La micro-abrasion :.....	48
3.3.1. Les principes de la micro-abrasion .....	48
3.3.2. Composition des produits utilisés à la micro-abrasion .....	49
3.3.3. Indications et limites de la micro-abrasion .....	50
3.4. L'infiltration de résine : .....	51
3.4.1. Principe de l'infiltration de résine .....	51
3.4.2. Composition des produits utilisés à l'infiltration de résine.....	52
4. Cas cliniques :.....	53
Cas clinique 1 :.....	53
Cas clinique 2 :.....	55

Cas clinique 3 : .....	58
Cas clinique 4 : .....	61
Cas clinique 5 : .....	65
Conclusion .....	72
Bibliographie : .....	76

## Introduction

Le Fluor est un composant qui a été longuement étudié dans le secteur bucco-dentaire. Il a été démontré que son action permet la prévention des caries en permettant une reminéralisation de l'émail grâce à la formation de fluorapatite ainsi que l'inhibition de la déminéralisation, donnant ainsi lieu à un équilibre dynamique en faveur de la stabilité des structures dentaires dures.

Ces études ont permis d'installer des stratégies de prévention des caries grâce à différentes voies d'utilisation. La fluoruration communautaire de l'eau, la consommation de différents aliments contenant du fluor notamment le sel et le lait, ainsi que la supplémentation professionnelle en fluorure sous forme de comprimés, gels, dentifrices ou bains de bouche ont tous été instaurés grâce à la découverte de cet action anti-cariéuse du fluor. (1)

Cependant, la présence de nombreuses sources d'ingestion de fluor empêche le contrôle de la quantité de supplémentation en fluor ainsi que son action préventive et entraîne l'apparition d'effets secondaires tels que la fluorose dentaire ou osseuse. La surconsommation de fluor lors de l'édification dentaire entraîne l'éruption de dents caractérisées par un émail poreux dû à une anomalie de formation des cristaux d'hydroxyapatite. Par conséquent, l'apparition de taches blanches, opaques jusqu'à brunes est observée. Le risque de survenue de fluorose dentaire augmente lorsque l'ingestion quotidienne de fluorose dépasse 1mg.

De nos jours, l'aspect esthétique du sourire prend une importance de plus en plus croissante. Les patients ont plus souvent une demande focalisée sur des dents parfaitement alignées et éclaircies de façon homogène. Pour cela, il est nécessaire de savoir gérer les symptômes de fluorose dentaire, afin de répondre aux doléances du patient tout en utilisant le traitement le plus conservateur possible et adapté à la situation.

Ainsi lors de cette thèse, les différents moyens d'apport en fluor seront abordés en premier lieu ainsi que leurs conséquences au niveau dentaire et osseux. Dans une seconde partie, sera définie la fluorose dentaire ainsi que le mécanisme à travers lequel cette pathologie se manifeste. Les différents types de classification seront abordés, permettant de comparer et choisir la classification optimale dans le diagnostic de fluorose dentaire. En troisième et dernière partie, les mesures de prévention et les différents types de traitements mini-invasifs seront abordés en fonction de la sévérité de l'atteinte dentaire.

Pour conclure, des cas cliniques seront présentés, permettant d'élucider les traitements mini-invasifs discutés auparavant et de distinguer les différents types de prise en charge ainsi que les facteurs décisionnels pour chacun.

## 1. Le Fluor :

### 1.1. Sources d'apport en fluorure :

La préoccupation au sujet de la fluorose dentaire et de son impact potentiel sur la qualité de vie devrait être prise en considération. Par conséquent, toutes les formes d'apports en fluorure provenant de toutes les sources devraient être calculées, en particulier chez les enfants. Différents moyens sont employés pour la prévention au fluorure et la prophylaxie contre les caries dentaires. En effet il existe une application topique et systémique.

Des agents topiques tels que le dentifrice fluoré, les gels fluorés, les solutions et vernis, sont appliqués sur la surface de l'émail des dents en éruption. Tandis que l'application systémique (eau, lait, sel, suppléments) de fluorures apporte les composés fluorés au tube digestif où ils sont absorbés, et dans la circulation sanguine permettant de pénétrer dans les tissus dentaires durs des dents en développement. Les fluorures appliqués par voie topique peuvent être avalés involontairement et donc augmenter les fluorures ingérés alimentaires

#### 1.1.1. L'eau potable fluorée

La fluoration communautaire de l'eau (F.C.F.) a été introduite il y a plus de 70 ans en tant que mesure de santé publique pour prévenir et contrôler les caries au niveau de la population. Le grand avantage de la F.C.F. est qu'elle permet l'accès à la prévention via le fluor à tous les résidents d'une collectivité, peu importe l'âge, le statut socio-économique, l'éducation, la pratique de l'hygiène bucco-dentaire ou l'accès aux soins dentaires de routine.

La concentration de fluorure de l'eau dans les programmes de la F.C.F. varie généralement de 0,5 à 1,1 mg/l (ppm F). Une revue Cochrane récente a estimé que l'action du F.C.F. a réduit les niveaux de caries de 35 % dans la dentition temporaire et 26 % dans la dentition permanente d'enfants. L'examen a également révélé que la F.C.F. a mené à : une augmentation de 15 % du nombre d'enfants ayant des dents temporaires sans carie et de 14 % du nombre d'enfants ayant des dents permanentes sans caries, par rapport aux enfants sans fluoration de l'eau. La F.C.F. a sa place dans les communautés économiquement défavorisées avec un système de santé élémentaire. Par conséquent, l'eau fluorée est aujourd'hui consommée par un demi-milliard de personnes dans le monde entier.

Plusieurs études récentes sur l'impact de l'eau fluorée sur la santé humaine ont été publiées. L'effet positif de la F.C.F. est également significatif lorsqu'elle est associée à d'autres formes de fluoration. Aucune preuve scientifique du risque pour la santé liée à l'utilisation d'eau fluorée au niveau recommandé n'a été trouvée. La forme légère de fluorose dentaire est le seul effet indésirable associé

à la F.C.F. L'étude Cochrane sur la fluoration de l'eau a estimé à 12 % la prévalence de la fluorose dentaire d'ordre esthétique à des niveaux de fluorure de 0,7 mg/l (ppm F) dans l'eau potable.

Au cours des deux dernières décennies, des preuves de l'augmentation de la consommation d'eau potable en bouteille ont été remarquées, sous la forme d'eau de source ou d'eau minérale. L'eau consommée dans l'alimentation, sous quelque forme que ce soit, représente près de 80 % du fluorure ingéré dans l'alimentation. Certaines eaux minérales contiennent du fluorure à une concentration similaire à la quantité recommandée dans la F.C.F. et, par conséquent, cette source de fluorure doit être considérée comme un apport important de fluorure alimentaire (2).

### 1.1.2. Le lait fluoré

La fluoration du lait s'est avérée efficace dans la prévention des caries dentaires, en particulier chez les enfants, en tant que programme de prévention communautaire sous forme de collations au lait. Cette mesure communautaire est soutenue par l'O.M.S dans tous les documents mondiaux axés sur la prévention des caries. Le lait fluoré est distribué dans des emballages de 200 ml contenant 5 ppm de fluorure, ce qui correspond à 1 mg de fluorure dans l'emballage. L'effet du lait fluoré a été évalué sur des groupes d'enfants en Grande-Bretagne, Hongrie, Chine, Pérou et Thaïlande. Les résultats de l'étude méta-analytique de ces pays publiés dans la revue Cochrane ont rapporté une réduction de 43-85 % de l'incidence des caries dans la dentition permanente, mais des résultats moins significatifs dans la dentition temporaire (3).

Des études répétées sur enfants bulgares ont confirmé une réduction de 40 % des caries dans la dentition temporaire lorsque le début de la consommation de lait fluoré était de 3 à 3,5 ans. De plus, ces études ont trouvé un effet comparable du lait fluoré et de l'eau fluorée. Récemment, le lait fluoré est devenu largement utilisé dans la Fédération de Russie, la Grande-Bretagne, Chine et Bulgarie.(4) L'administration du lait fluoré chez les enfants de plus de 3 ans est considérée comme une méthode préventive sûre du point de vue de son rapport sur l'apport total de fluorure alimentaire. Aucun effet indésirable potentiel du lait fluoré n'a été trouvé. Une concentration élevée de fluorure dans le lait (5 mg/l) s'est avérée nécessaire pour deux raisons : les enfants ne buvaient pas la boisson tout au long de la journée et le calcium présent dans le lait forme un complexe avec le fluorure, ce qui réduirait sa disponibilité pour la prévention topique.(2)

### 1.1.3. Le sel fluoré

Le sel fluoré a été introduit pour la première fois en Suisse au milieu du dernier siècle sur la base de bonnes expériences avec le sel iodé. Le nombre d'études cliniques réussies ont abouti à la recommandation du sel fluoré comme forme systémique de prévention des caries.(5) La teneur en

fluorure du sel varie de 250-350 mg/kg dans la plupart des pays, où cette méthode a été approuvée pour l'utilisation individuelle à domicile. Les études méta-analytiques menées chez des enfants scolarisés pendant plus de trois ans ont rapporté la diminution significative des caries dans la dentition permanente par rapport au groupe témoin (groupe de sel non fluoré) avec Odds ratio de -2,13 à -4,22. A contrario, l'effet du sel fluoré sur la dentition temporaire chez les enfants d'âge préscolaire n'est pas significatif. Le problème de l'apport alimentaire excessif de fluorure provenant du sel avec la combinaison d'autres formes d'administration systémique de fluorures est faible compte tenu du fait que les récents conseils diététiques conduisent à minimiser l'exposition au sel provenant de l'alimentation chez les petits enfants.(2)

#### 1.1.4. Les suppléments de fluorure (comprimés, pastilles et gouttes)

Les suppléments de fluorure ont été introduits pour fournir du fluor systémique dans les régions où la fluoration de l'eau n'était pas disponible. Les suppléments contiennent une quantité mesurée de fluorure, généralement 0,25 mg, 0,5 mg ou 1,0 mg, habituellement sous forme de fluorure de sodium, fluorure de phosphate acidulé, fluorure de potassium ou de fluorure de calcium. Il existe peu de données sur l'étendue de l'utilisation de ces produits, mais on sait qu'ils sont largement utilisés pour prévenir les caries chez les enfants. L'efficacité post-éruptive des suppléments de fluorure a été démontrée chez les écoliers, bien que la justification initiale de leur utilisation, c'est-à-dire l'absorption pré-éruptive par l'émail en développement pour former une dent plus résistante n'est plus tenable. En outre, lorsqu'on les utilise, il faut veiller à ce que les produits aient un effet topique suffisant dans la cavité buccale.

La recommandation d'utilisation de suppléments de fluorure varie d'un pays à l'autre. La plupart des experts ont un avis très réservé sur les compléments fluorés et recommandent cette méthode de prévention des caries chez des patients limités, principalement les enfants de plus de trois ans ayant un risque carieux élevé, afin d'éviter le risque de survenue de fluorose dentaire. Les revues systématiques publiées par Ismail AI, 2008, ont évalué les résultats de 20 études longitudinales. Ils ont conclu que l'effet des comprimés de fluorure dans la réduction de l'incidence des caries dans la dentition permanente jusqu'à 43 %, mais avec un léger risque de fluorose dentaire (OR 1,8-2,2). L'effet préventif des suppléments de fluorure dans la dentition temporaire est encore controversé en raison de faible niveau de preuve et du risque confirmé de fluorose dentaire dans la dentition permanente. (6) Les résultats du groupe d'experts, intitulé "European view of fluoride supplementation" (point de vue européen sur la supplémentation en fluor) ont abouti à un consensus sur la nécessité :

1) D'indiquer l'administration de suppléments de fluorure en prenant en considération l'apport de fluorure provenant des aliments et des boissons,

2) De commencer la supplémentation en fluorure (si nécessaire) à l'âge de trois ans.

3) De ne pas considérer la supplémentation fluorée comme une mesure préventive à grande échelle.(2)

#### 1.1.5. Dentifrice fluoré

Les dentifrices fluorés ont été introduits à la fin des années 1960 et au début des années 1970 et leur augmentation rapide et remarquable de la part de marché a été suivie d'une réduction massive de la carie dentaire observée dans de nombreux pays au cours des 40 dernières années. L'utilisation des dentifrices fluorés lors du brossage de dents est pratiquement considérée comme une méthode de santé publique idéale pour plusieurs raisons. En effet, c'est un moyen très pratique, peu coûteux, culturellement approuvé et répandu. Dans le cadre de la prévention des caries par le fluor, le dentifrice représente un vecteur de fluorure important qui augmente la concentration de fluorure dans la cavité buccale pendant le brossage des dents, ce qui accroît la quantité globale de fluorure dans l'environnement oral ; ainsi il conduit à améliorer la reminéralisation, à inhiber la déminéralisation et certains processus métaboliques des bactéries orales. Le nombre d'examen systématiques a confirmé l'effet positif du dentifrice fluoré au cours des dernières décennies. L'étude systématique de Twetman a rapporté la diminution de 24 % de l'incidence des caries chez les enfants. L'étude méta-analytique de 76 études randomisées publiées chez les enfants et les adolescents publiée par Walsh et al. 2010 a confirmé l'augmentation de la réduction des caries de 19 à 27 % avec l'augmentation de la concentration en fluorure dans les dentifrices.(7)

Néanmoins, il y a une préoccupation importante sur la possibilité d'apparition de fluorose dentaire due au fait que les petits enfants peuvent avaler une quantité du dentifrice fluoré pendant le brossage des dents. Le dentifrice fluoré peut être responsable de 80 % de l'apport journalier de fluorure chez les enfants de moins de 3 ans. Par conséquent, il est fortement conseillé aux parents d'aider et de superviser le brossage des dents jusqu'à au moins 7 ans. La quantité de dentifrice appliquée sur la brosse à dents doit être adaptée à l'âge et les parents d'enfants en âge préscolaire ne doivent pas les laisser faire seuls. Il existe peu de preuves sur l'efficacité du dentifrice dont la concentration en fluorure est inférieure à 1000 ppm dans la prévention des caries chez les enfants d'âge préscolaire (4-5 ans) et les écoliers, en particulier chez ceux qui présentent un risque de caries.

La concentration de fluorure recommandée dans les dentifrices est présentée dans le tableau ci-dessous.(2)

Age de l'enfant	Concentration en fluor (ppm F)	Fréquence	Quantité de dentifrice (g)	Taille
De la première éruption dentaire jusqu'à 2 ans	1000	2 fois/jour	0.125	Graine de riz
2 – 6 ans	1000*	2 fois/jour	0.25	Pois
Plus de 6 ans	1450	2 fois/jour	0.5 – 1.0	Sur toute la longueur de la brosse à dent

\*Chez les enfants à risque carieux, 1000+ ppm F est recommandé après évaluation du risque carieux.

Tableau 1 : Recommandations de l'utilisation de fluorure en fonction de l'âge (8)

### 1.1.6. Les gels et vernis fluorés

Il existe d'autres agents appliqués topiquement qui sont considérés comme efficaces, surtout chez les enfants à haut risque de caries, y compris les enfants ayant des besoins particuliers en matière de santé ou sous traitement orthodontique, notamment lors de l'éruption des dents permanentes.

Les rinçages au fluorure récemment recommandés comme mesure supplémentaire de prévention des caries contiennent 200 à 900 ppm de fluorure sous forme de fluorure de sodium ou de fluorure d'amines. La concentration la plus faible, généralement 225-250 ppm de fluorure, est recommandée pour un usage quotidien, celle de 900 ppm de fluorure est utilisée chaque semaine chez les enfants à risque carieux âgés de plus de 8 ans. Ceci permet d'avoir une quantité accrue de fluorure dans la cavité buccale même après rinçage du dentifrice utilisé lors du brossage des dents. Il est recommandé d'utiliser cette technique uniquement chez les enfants de plus de 6 ans en raison du risque d'ingestion, ce qui peut entraîner une augmentation du niveau de fluorure dans le plasma et un léger risque de fluorose dentaire. Plusieurs études en méta-analyses ont été rapportées et l'effet des rinçages fluorés ont été étudiés cliniquement. Twetman et al. ont évalué les données de 24 études en 2004 et ont constaté une réduction de 29 % de l'augmentation des caries dans les deux cas suivants : dans le cas d'un rinçage quotidien contenant 225 ppm de fluorure et d'un hebdomadaire contenant 900 ppm de fluorure.(9) Ceci nous amène à conclure que les rinçages sont considérés comme efficaces sur les dents permanentes (réduction de 20 à 50 % des caries), cependant aucune donnée n'est disponible pour les dents lactéales.

Les gels fluorés sont utilisés depuis plus de 50 ans dans le but de la prévention des caries. Auparavant, ils étaient appliqués seulement dans les cabinets dentaires, tandis que depuis peu ils sont recommandés pour une utilisation à domicile, sous forme de fluorure de sodium à 2 %, de fluorophosphates acidulés et combinaison de 0,25 % de fluorure d'amines + 1% de fluorure de sodium. Plusieurs études en méta-analyses ont confirmé leur effet préventif sur la dentition permanente, allant de 28 à 37 % de réduction du pourcentage d'augmentation des caries. Toutefois l'effet des gels sur les dents temporaires est incertain. Chez les enfants d'âge préscolaire, le risque d'ingestion et de fluorose dentaire ultérieure doit être évalué par rapport au bénéfice potentiel de la prévention des caries.

Les vernis fluorés contiennent 1-5 % de fluorure de sodium (22 600 ppm F) sous forme de résine ou de formule synthétique. Ils sont destinés à usage professionnel uniquement. Le vernis, seul agent topique à haute teneur en fluorure peut être utilisé chez les enfants d'âge préscolaire et scolaire, avec une réduction des caries de 50 à 70 %. Ils sont appliqués sur une surface propre et sèche de l'émail et renouvelés trois à quatre fois par an, particulièrement chez les enfants à haut risque carieux. Ils peuvent aussi servir pour un usage prophylactique dans les lésions initiales de subsurface. Il existe une preuve modérée de son efficacité avec un risque minimal de fluorose dentaire, car une fois durci, il ne peut pas être avalé.(10)

## 1.2. L'impact sur le corps/os :

L'ostéopétrose est connue pour être un trouble osseux associé à une augmentation de la masse osseuse, similaire à la fluorose, une intoxication chronique au fluorure, décrite pour la première fois en 1932. Même si les deux maladies entraînent une augmentation de la densité osseuse et, plus rarement, des fractures, le mécanisme par lequel cela se produit permet de différencier les deux maladies. L'ostéopétrose est due à une diminution de la résorption osseuse, tandis que la fluorose résulte d'une augmentation de la formation osseuse.

Le fluorure agit comme un stimulateur des ostéoblastes, il a été suggéré que le fluorure peut jouer un rôle thérapeutique dans le traitement des maladies à faible densité osseuse telles que l'ostéoporose pour son activité ostéoblastique. Cependant, des quantités élevées de suppléments de fluorure augmentent la tendance à la fracture des os plutôt que de contribuer à maintenir leur intégrité. La fluorose peut provenir de l'inhalation de fluorure lors d'expositions professionnelles telles que la fabrication d'aluminium, d'acier, de verre et de fer ; cependant, elle est généralement observée à la suite d'une augmentation de l'apport oral de fluorure. Il a été constaté que des concentrations supérieures à 1,4 mg/l entraînent des caractéristiques radiologiques classiques d'ostéosclérose diffuse avec calcification de l'insertion ligamentaire, un aspect crayeux de l'os et la formation d'ostéophytes. La densité de l'os est en corrélation avec le temps d'exposition au fluorure. Les changements osseux

sont le plus souvent observés dans le squelette axial, de plus, les changements radiologiques les plus précoces et les plus sévères sont observés dans les vertèbres cervicales ainsi que dans le bassin.

En général, pour que les symptômes cliniques de la fluorose se manifestent, il faut une ingestion prolongée de fluorure pendant 10 à 20 ans. Les symptômes de la fluorose comprennent principalement une atteinte musculo-cutanée, surtout au début de leur manifestation, de vagues douleurs articulaires, une raideur et une limitation de l'amplitude des mouvements, suivies d'une cyphose, de contractures en flexion des extrémités inférieures et d'une restriction de l'expansion de la paroi thoracique dans certains cas. Enfin, des symptômes neurologiques peuvent apparaître, mais ils sont moins fréquents et indiquent un stade avancé de la maladie. Le moyen de dépistage le plus précis pour le diagnostic de la fluorose comprend une mesure du fluorure urinaire. D'autres tests de laboratoire associés incluent une augmentation de la phosphatase alcaline. En ce qui concerne la gestion médicale de la fluorose, elle repose sur l'élimination de la source de fluorure ; ceci a montré des résultats réversibles à la fois dans les résultats radiologiques du squelette et dans les caractéristiques symptomatiques malgré une exposition chronique, contrairement aux conséquences neurologiques, qui si elles se produisent, sont irréversibles. Une fois la source de fluorure supprimée, une surveillance régulière des niveaux de fluorure dans l'urine est mise en place. Il est important de noter que le fluorure a une demi-vie de huit ans et que les niveaux de fluorure urinaire peuvent donc rester élevés pendant des années.(11)

### 1.3. L'impact sur les dents :

De nombreux systèmes de fluorure qui alimentent les surfaces dentaires en fluorure sont utilisés en odontologie. Le fluorure est utilisé sous deux formes : une forme systémique et une forme topique. Le fluorure systémique existe sous deux formes : la fluoration de l'eau et l'absorption par l'alimentation ou des suppléments de fluorure. Depuis l'établissement de la fluoration de l'eau il y a sept décennies, le fluorure est au centre des approches préventives de la carie. La forme systémique des fluorures est la forme qui peut être ingérée, son mode d'action se fait par l'intégration des éléments et de la structure de la dent lors de la formation des dents avant leur éruption. Ceci à travers la transformation de l'hydroxyapatite en fluorapatite, rendant ainsi les dents plus résistantes aux caries.

Les systèmes topiques au fluorure sont disponibles pour une utilisation à la maison avec une faible concentration de fluorure ou professionnellement avec une forte concentration de fluorure. Le fluorure topique domestique est disponible sous forme de rince-bouche, de gels et de dentifrices. Le fluorure à haute concentration est réservé à une application professionnelle et est disponible dans le cabinet dentaire sous forme de gels, de mousse et de vernis. L'exposition fréquente à une faible concentration de fluorure topique est associée à une réduction des caries. (12)

Le fluorure obtient l'effet inhibiteur de la carie par les mécanismes expliqués ci-dessous (cf. tableau 2), qui sont généralement parallèles les uns aux autres et agissant au niveau des surfaces des dents ainsi que dans la plaque bactérienne de la cavité buccale.

Emplacement et effet	Signification
<i>Substances dentaires dures</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Couche supérieure de fluorure de calcium</li> <li>• Promotion de la reminéralisation</li> <li>• Absorption du fluorure dans le réseau cristallin d'hydroxyapatite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stockage de fluorure, fournit du fluorure au besoin</li> <li>• Influence sur l'équilibre dynamique de la solution à la surface de la dent en faveur de structures minérales intactes</li> <li>• Formation d'un minéral lourd soluble dans l'acide ; Augmentation de l'absorption en cas de défauts dans le réseau cristallin de type déminéralisations.</li> </ul>
<i>Biofilm</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhibition de la glycolyse bactérienne</li> <li>• Occupation des sites d'adhésion des bactéries</li> <li>• Promotion d'une symbiose bactérienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction de la formation d'acide à partir de la dégradation bactérienne des hydrates de carbone</li> <li>• Retard de la formation de la plaque dentaire</li> <li>• Influence inhibitrice sur la formation d'un biofilm dysbiotique et cariogène</li> </ul>

Tableau 2 : Les modes d'action du fluorure (13).

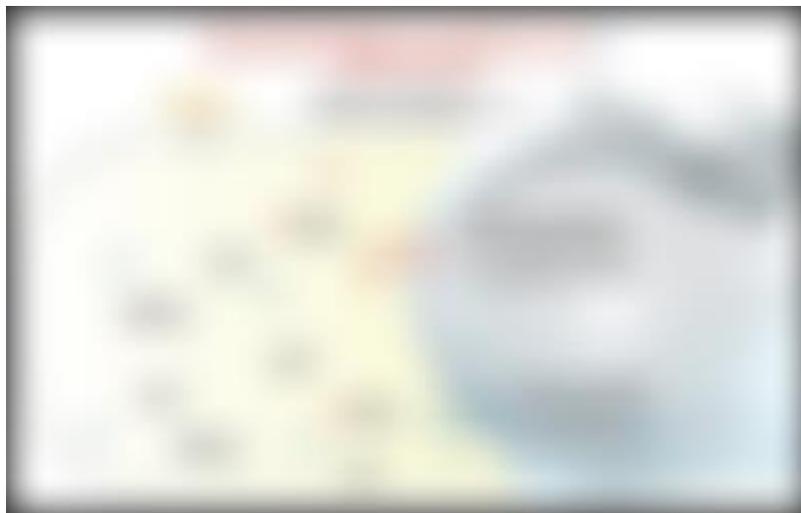
- **Couche supérieure contenant du fluorure sur la surface fondue**

Parmi les effets bénéfiques du fluorure, on retrouve la formation d'une couche supérieure à la surface de la dent. Ce processus s'explique par la réaction avec les ions calcium de la dent. Il en résulte la formation du fluorure de calcium ou un matériau semblable au fluorure de calcium. Cette réaction est favorisée par la présence d'un niveau de pH assez faible, ainsi le produit de réaction est déposé sur la surface de la dent (« couche supérieure »). L'importance particulière de la couche supérieure réside dans le fait qu'elle retourne en solution à de faibles valeurs de pH et que du fluorure est libéré dans le processus. Cette transformation permet d'utiliser le fluorure pour son action reminéralisante.(14)

La signification clinique de la couche supérieure de fluorure de calcium est donc qu'elle représente un « stock » de fluorure. De ce stockage, le fluorure en faible concentration est libéré précisément à la localisation et au moment où les glucides de la plaque bactérienne sont métabolisés en acides. Ce fluorure est donc disponible au besoin pour inhiber la déminéralisation et favoriser la reminéralisation sur les substances dentaires dures. En outre, la couche supérieure est non seulement dissoute en présence d'un environnement acide, mais est également réduite par des contraintes mécaniques, ce qui nécessite des applications régulières de fluorure pour la reconstruction constante de la couche supérieure, par exemple au moyen d'un dentifrice contenant du fluorure.(13)

- **Reminéralisation**

À la surface de la dent, il existe un équilibre dynamique de dissolution et de repositionnement du minéral. Dans le domaine subclinique, il y a un changement constant des phases de déminéralisation et de reminéralisation ultérieure. En effet, le minéral est échangé entre l'hydroxyapatite constituant l'émail des dents et la phase liquide environnante dans la substance inter-prismatique de l'émail, mais aussi dans la salive et la plaque. Par sa seule présence, le fluorure influence cet équilibre dynamique en faveur de la reminéralisation à travers la formation de fluorapatite (cf. figure 1). La déminéralisation est alors inhibée et la reminéralisation est favorisée.(13)

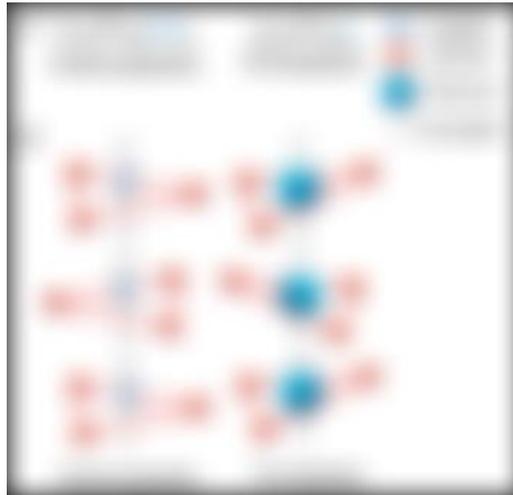


*Figure 1 : Schéma présentant la réactivité de l'émail en présence de fluor dans un environnement acide (15).*

- **Absorption du fluorure dans l'émail des dents**

Dans le cadre du processus dynamique de déminéralisation et de reminéralisation à la surface de l'émail, le fluorure peut être absorbé dans l'émail des dents. Comme évoqué précédemment, l'étendue de l'absorption du fluorure dépend de la valeur du pH. Cependant, il existe d'autres facteurs qui

interviennent dans ce mécanisme notamment le degré de minéralisation de l'émail et de la concentration de fluorure agissant sur celui-ci. Par exemple, sur un émail sain seules des quantités relativement faibles de fluorure sont stockées dans l'émail et sont limitées aux micromètres supérieurs de l'émail des dents. Cela change également peu en raison des concentrations plus élevées de fluorure. En revanche, si de l'émail dentaire déminéralisé est présent, le fluorure peut alors occuper les défauts du réseau cristallin d'hydroxyapatite. Il en résulte des cristaux mélangés d'hydroxyle et de fluorapatite (cf. figure 2). (13)



*Figure 2 : Schéma illustrant la formation de fluorapatite (15).*

Grâce à ce processus donnant lieu au stockage du fluorure dans les zones d'émail déminéralisées, qui sont présentes dans les caries initiales, la progression de la carie est ralentie ou arrêtée ou peut même être inversée à un point tel qu'un gain minéral en résulte. Ainsi, le fluorure a non seulement un effet préventif primaire, mais trouve également son importance dans la prévention secondaire.

Le fluorure permet alors d'améliorer la dureté de l'émail, ainsi les surfaces dentaires reminéralisées enrichies en fluorure gagnent une résistance accrue aux attaques cariogènes. En conséquence, l'émail dentaire fluoré, qui a depuis été déminéralisé, est mieux préparé contre les attaques acides que l'émail dentaire sain d'origine. Une absorption pertinente de fluorure dans l'émail des dents a également lieu avec l'application locale de fluorure peu de temps après la percée de la dent, car la surface de la dent n'est pas encore complètement minéralisée à l'heure actuelle. (13)

- **Effets sur le biofilm bactérien**

Le fluorure peut également avoir une action sur le biofilm bactérien qui est attaché aux dents. Il permet l'inhibition des diverses enzymes résultant de la glycolyse bactérienne, ce qui nuit à la croissance et au métabolisme des micro-organismes oraux. Cette influence métabolique n'affecte que

les bactéries, mais pas l'être humain, car les cellules du corps humain sont confrontées à des doses de fluorure beaucoup plus faibles que les bactéries buccales grâce à la dilution du fluorure dans les fluides corporels. De plus, le fluorure peut intervenir dans la fixation des micro-organismes à la surface de la dent. Les fluorures d'étain et d'ammine en particulier ont cet effet. En conséquence, la plaque ne se forme pas à la surface des dents et la susceptibilité aux caries diminue.

Aux concentrations de fluorure introduites dans la cavité buccale via des dentifrices ou des solutions de rinçage, l'effet clinique de l'inhibition du métabolisme bactérien ne semble pas suffisant pour une influence reconnaissable sur le développement des caries. Les modèles explicatifs actuels du développement des caries se concentrent sur les changements pathologiques de la plaque bactérienne, tandis que la santé bucco-dentaire est associée à des communautés bactériennes stables dans le biofilm. De ce point de vue, l'influence du fluorure sur le biofilm prend un sens nouveau et supplémentaire, car la symbiose des micro-organismes au sein du biofilm semble être favorisée par la présence de fluorure.(13)

- **Influence sur les caries radiculaires**

Pendant longtemps, l'effet inhibiteur du fluor sur les caries a surtout été étudié en relation avec les caries de l'émail chez les enfants et les adolescents. Cependant, les défis qui se profilent à l'horizon en matière de prévention des caries radiculaires ont suscité un intérêt croissant pour l'évaluation scientifique et clinique de l'inhibition des caries radiculaires par le fluor. Les caries radiculaires, contrairement aux caries de l'émail, se développent plus facilement car les racines des dents sont exposées à la plaque avec des biofilms bactériens actifs. En effet, ceci est en partie dû à la plus grande solubilité de la dentine radiculaire dans les acides. Ce qui explique la nécessité d'une prévention efficace au niveau de la dentine radiculaire en utilisant des concentrations de fluor relativement plus élevées. En principe, les mêmes mécanismes d'action du fluor sont actifs sur la dentine radiculaire que sur l'émail dentaire. Comme élément supplémentaire de l'inhibition de la carie par le fluor au niveau de la dentine, on discute du fait que le fluor pourrait inhiber la dégradation de la matrice de collagène organique qui se produit au cours de la carie dentaire.(13)

En revanche, l'utilisation aléatoire et à des quantités non conformes à l'utilisation préventive du fluorure pourrait entraîner l'apparition d'effets secondaires. En effet, l'accumulation de plusieurs sources de fluor et son apport excessif pendant le développement des dents peut être responsable d'une malformation de l'émail qui se caractérise par une hypominéralisation (ou porosité). Cette porosité est démontrée par des caractéristiques cliniques allant des opacités de l'émail, de la décoloration ou des taches aux défauts structurels (fosses, piqûres et fissures)(16)

## 2. Fluorose

### 2.1. Physiopathologie :

La fluorose dentaire est une affection dentaire causée par un apport excessif de fluorure lors de la formation de l'émail, ce qui peut entraîner des anomalies de couleur ou des défauts à la surface de la dent. L'apparence anormale qui en résulte varie en gravité de légèrement blanc et opaque à brun foncé, ce qui affecte considérablement les caractéristiques esthétiques et la confiance en soi des patients. Les méthodes de traitement comprennent l'éclaircissement ou la restauration des dents.

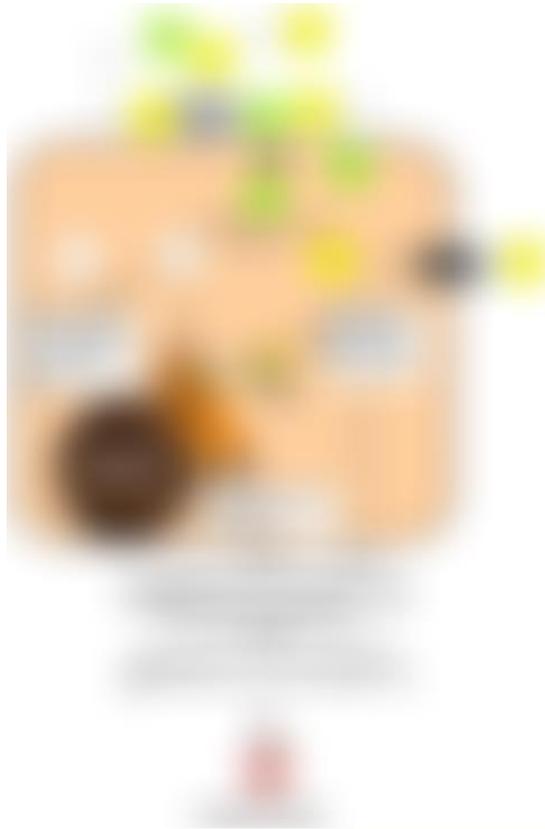
La fluorose dentaire (D.F) est une perturbation du développement de l'émail causée par la consommation d'une grande quantité de fluorure à ce stade, entraînant des modifications pathologiques des améloblastes qui entravent la formation de cristaux d'hydroxyapatite normaux (17) L'effet pathologique du fluorure se manifeste par divers mécanismes moléculaires :

- Le traitement au fluorure réduit l'expression du facteur de croissance TGF- $\beta$ 1 dans les cellules LS8 (lignée cellulaire de type améloblaste).
- Le fluorure augmente les niveaux d'expression des canaux de chlorure voltage-dépendants CIC-5 et CIC-7 dans les cellules LS8.
- Le TGF- $\beta$ 1 exogène réduit l'expression de CIC-5 et CIC-7 dans les cellules LS8.

Les résultats de l'étude ont indiqué qu'une concentration élevée de fluorure extracellulaire avait deux effets sur les améloblastes, se manifestant par une augmentation de la concentration de fluorure intracellulaire et une augmentation de l'expression de CIC-5 et CIC-7. Cette étude utilisait la sonde 1, une sonde fluorescente nouvellement développée permettant de déterminer la concentration intracellulaire de fluorure. C'est une sonde à double canal ratiométrique hautement sélective, visuelle et fluorescente à émission rouge, qui peut détecter le fluorure dans les solutions aqueuses et les systèmes vivants. L'intensité de fluorescence rouge du fluorure intracellulaire dans le groupe à forte teneur en fluorure a été indiquée comme étant plus forte que celle du groupe témoin. (18)

Le fluorure ne peut pas pénétrer directement dans les améloblastes et doit être préalablement converti en fluorure d'hydrogène HF, ce qui nécessite la présence d'un environnement acide. La conversion du fluorure en HF se fait grâce à deux mécanismes. Lors du dépôt de l'hydroxyapatite H.A., des protons sont libérés. Selon le précurseur du phosphate, la précipitation de l'H.A. libère 8 à 14 moles d'ions hydrogène par mole d'H.A., ce qui acidifie la matrice de l'émail. En outre, un certain nombre d'études *in vitro* et *in vivo* ont prouvé que le fluorure peut accélérer la formation de cristaux et induire des lignes hyperminéralisées dans l'émail sécrétoire. Un grand nombre de protons est produit lors de

la formation cristalline, rendant le microenvironnement acide. Le faible pH du microenvironnement favorise la conversion du fluorure en fluorure d'hydrogène HF (cf. figure 3).



*Figure 3 : Effet de la précipitation de l'hydroxyapatite sur le fluorure (19).*

Selon l'équation de Henderson-Hasselbalch, plus de 25 fois la quantité de HF est produite à pH 6,0, par rapport à celle à pH 7,4. En raison du gradient de pH, le fluorure d'hydrogène peut diffuser facilement dans le cytoplasme à partir de la matrice de l'émail et revenir aux ions fluorure dans le cytoplasme neutre ; par conséquent, il ne peut pas facilement diffuser hors de la cellule. Ainsi, un stress oxydatif et endoplasmique résulte de l'augmentation des concentrations de fluorure dans le cytoplasme, qui augmentent tous deux l'apparition de la fluorose dentaire. (18)

Le deuxième effet du fluorure sur les améloblastes se manifeste par une augmentation de l'expression des canaux ClC-5 et ClC-7. En tant que canaux de chlorure voltage-dépendants, ClC-5 et ClC-7 sont responsables de l'échange de chlorure (Cl) et d'hydrogène (H) pour maintenir l'acidification cellulaire. En effet, des niveaux élevés d'expression de ClC-5 favorisent la pénétration de fluorure dans le cytoplasme. Généralement, les canaux ClC-7 sont retrouvés dans les vésicules de la voie endocytotique-lysosomale de différents types de cellules. Il a été indiqué qu'au cours de la phase de maturation des améloblastes, les niveaux les plus élevés de ClC-7 sont localisés dans les

vésicules d'améloblastes. Ainsi, la forte expression de ClC-7 favorise l'afflux de fluorure dans l'endosome/lysosome. Cela peut induire une toxicité dans les améloblastes, favorisant ainsi l'apparition de la fluorose dentaire.

Des études antérieures ont indiqué que le canal CFTR est un facteur critique dans la régulation du pH pendant la maturation des améloblastes et qu'il est essentiel pour la minéralisation de l'émail. (20) *Duan et al* ont démontré que l'inhibition de CFTR et le traitement avec le siRNA de CFTR peuvent augmenter le pH intracellulaire.(21) Il joue un rôle important dans le transport du bicarbonate dans l'espace de l'émail pour tamponner les protons dans les améloblastes et est situé sur la membrane plasmique apicale pendant le stade de maturation des améloblastes (cf. figure 4).



*Figure 4 : Régulation du pH par le canal CFTR (22).*

De plus, il stimule l'activité de transport des membres de Slc26a, ce qui conduit à l'efflux de bicarbonate et il est perméable au bicarbonate. Bien que les résultats d'études antérieures aient indiqué que le CFTR est plus perméable au Chlorure (Cl) qu'au bicarbonate, des études ont révélé que le CFTR pourrait être responsable de plus de 50% du flux total de bicarbonate dans les cellules du canal pancréatique.(23) Le faible pH causé par le dépôt d'hydroxyapatite H.A. peut entraîner une augmentation de l'expression du transporteur d'électrolytes responsable de l'efflux de bicarbonate. Le

bicarbonate libéré peut neutraliser les protons pour produire un microenvironnement qui favorise la nucléation des cristaux. Cependant, dans la présente étude, aucun changement significatif dans le CFTR n'a été identifié. Cela peut être dû à l'utilisation de différents types de cellules ou à une faible expression de CFTR dans les cellules LS8. D'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre le mécanisme sous-jacent à l'expression du CFTR. Duan *et coll.* ont constaté qu'un excès de fluorure inhibait l'activité endocyttaire des améloblastes par le canal chlorure CFTR ou d'autres canaux chlorures.(21) Le siRNA CFTR et l'inhibiteur de canal spécifique au CFTR ont été utilisés pour perturber la fonction du CFTR, ce qui a permis d'examiner les effets sur l'activité de transport en présence de fluorure. Ainsi, les travaux futurs évalueront les effets des inhibiteurs des ClC ou du silence avec des siRNA sur l'expression et l'activité de transport des améloblastes.

Le TGF- $\beta$ 1 est distribué dans la plupart des cellules et est activé par la libération de la protéine de latence et de la protéine de liaison au TGF- $\beta$ 1 latent (cf. figure 5).



Figure 5 : Structure des complexes de TGF- $\beta$ 1 latent (24).

Le TGF- $\beta$ 1 actif peut activer et affecter l'homéostasie organique en se liant au récepteur du facteur de croissance  $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ R1) par la voie du signal TGF- $\beta$ 1-Smad. Des études antérieures ont montré que le fluorure peut réprimer l'expression du TGF- $\beta$ 1 et la présente étude a confirmé ce résultat.(25) Dans cette étude, le fluorure a considérablement réduit les niveaux d'expression du TGF- $\beta$ 1 dans les améloblastes au niveau des gènes et des protéines. Le TGF- $\beta$ 1 possède également une autre action importante à travers l'altération d'expression et de la fonction des canaux ioniques de type chlorure dans d'autres cellules épithéliales, y compris les cellules épithéliales alvéolaires, bronchiques, des canaux déférents et des polypes nasaux. Pour étudier la relation entre le TGF- $\beta$ 1 et les canaux ioniques chlorure, du TGF- $\beta$ 1 exogène a été ajouté au milieu de culture. Les résultats actuels suggèrent une

corrélation largement négative entre eux. En effet, le TGF- $\beta$ 1 exogène a entraîné une réduction significative des niveaux d'expression des canaux chlorure CIC-5 et CIC-7 par rapport à un témoin. Lorsque le TGF- $\beta$ 1 et des apports élevés de fluorure ont été ajoutés au milieu en même temps, il en a résulté une réduction de l'augmentation des niveaux d'expression de CIC-5 et de CIC-7 causés par le fluorure par rapport au traitement au fluorure élevé seul. Ces résultats suggèrent que l'ajout de TGF- $\beta$ 1 exogène pourrait compenser l'augmentation des CIC-5 et CIC-7 causés par la diminution du TGF- $\beta$ 1 endogène induite par le fluorure. Avec l'inhibition de l'expression de CIC-5 et CIC-7, l'intensité de fluorescence rouge du fluorure intracellulaire était plus faible que celle du groupe témoin.(18)

Une forte concentration de fluorure entraîne alors une diminution du pH et l'apparition de niveaux élevés de CIC-5 et CIC-7, ce qui contribue à l'accumulation de fluorure dans les améloblastes. Si la capacité tampon des améloblastes est submergée par une quantité excessive de fluorure, une hypominéralisation se produit et peut provoquer une fluorose dentaire. La présente étude pourrait fournir une nouvelle perspective pour la prévention de la fluorose dentaire grâce à la réduction de l'accumulation de fluorure médiée par le TGF- $\beta$ . La présente étude a évalué l'effet du TGF- $\beta$ 1 exogène sur la prévention de l'afflux de fluorure dans les améloblastes par la régulation du CIC-5 et du CIC-7 pendant 24 h.(18) Un temps d'observation plus long sera utilisé dans les études futures. En outre, d'autres études sont nécessaires pour étudier le mécanisme précis par lequel les ions sont transportés. Des études seront également menées pour confirmer cette hypothèse *in vivo*.

En conclusion, avec l'utilisation de la sonde 1, il a été démontré que le TGF- $\beta$ 1 exogène peut remédier au problème d'accumulation de fluorure intracellulaire en agissant sur l'expression des canaux chlorure CLC-5 et CLC-7 dans les améloblastes en présence de concentrations importantes de fluorure extracellulaire.(18)

## 2.2. Classification :

### 2.2.1. L'indice de fluorose de Dean D.F.I. :

L'évaluation clinique de la fluorose dentaire peut se faire en fonction de l'indice de fluorose de DEAN (D.F.I.). Chaque dent a été évaluée et classée dans l'une des catégories de gravité de la maladie du D.F.I., en fonction de la surface de la dent présentant une fluorose visible et de la présence de piqûres.(26) Il a été élaboré en 1934 puis modifié en 1942. Il distingue les différents stades de fluorose en utilisant six catégories et est encore utilisé de nos jours pour le diagnostic de la fluorose dentaire (cf. tableau 3). Néanmoins, les différentes classes de l'indice de Dean sont basées sur les deux dents les plus affectées de la bouche et sont dérivées de la dent entière plutôt que de la surface la plus atteinte. Lors de l'examen, les dents ne sont pas séchées. L'indice de Dean a résisté à l'épreuve du

temps, mais même s'il est valable pour une définition large de la prévalence, il n'est pas suffisamment sensible pour une utilisation dans la recherche analytique. (27)

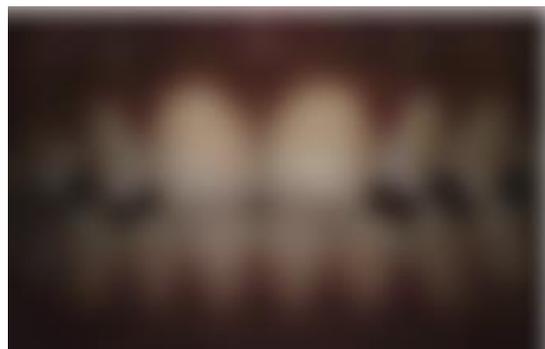
Le D.F.I. se définit en 5 classes :

- D.F.I. = 0 : Normale : la surface de l'émail est translucide, lisse, brillante, blanc crème pâle.
- D.F.I. = 0,5 : Fluorose douteuse : légères aberrations, quelques taches blanches.
- D.F.I. = 1 : Fluorose très légère : moins de 25 % de la dent a de petites zones blanches (cf. figure 6).



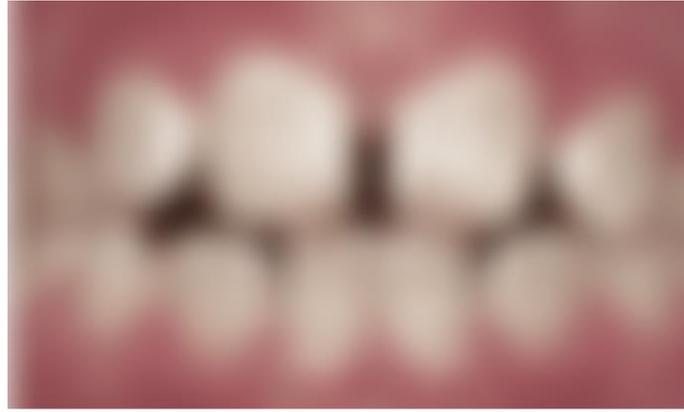
*Figure 6 : Photographie montrant une denture présentant des manifestations de fluorose très légère (28).*

- D.F.I. = 2 : Fluorose légère : entre 25 % et 50 % de la dent a des zones blanches (cf. figure 7).



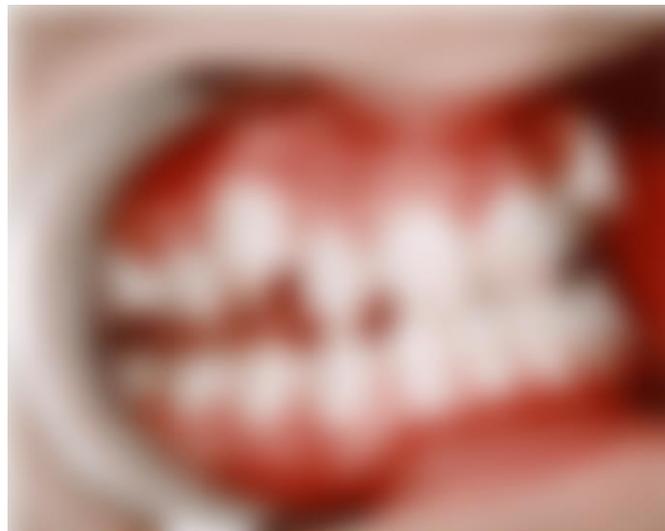
*Figure 7 : Photographie montrant une denture présentant des manifestations de fluorose légère (28).*

- D.F.I. = 3 : Fluorose modérée : 50 % ou plus de la dent avec toutes les surfaces impliquées, avec ou sans taches brunes (cf. figure 8).



*Figure 8 : Photographie montrant une denture présentant des manifestations de fluorose modérée (27).*

- D.F.I. = 4 : Fluorose sévère : toute la surface de l'émail est impliquée et a des piqûres discrètes ou confluentes (cf. figure 9).



*Figure 9 : Photographie montrant une denture présentant des manifestations de fluorose sévère (27).*

<b>Indice de Dean</b>	
<b>Classification</b>	<b>Caractéristiques de l'émail</b>
<b>Normale</b>	Surface translucide lisse, brillante, de couleur blanc-crème pâle
<b>Douteuse</b>	Quelques taches blanches
<b>Très Légère</b>	Petites zones opaques blanches couvrant moins de 25 % de la surface de la dent
<b>Légère</b>	Zones blanches opaques couvrant moins de 50% de la surface de la dent
<b>Modérée</b>	Toute la surface dentaire est affectée ; usure marquée sur les surfaces occlusales ; présence possible de tache brune
<b>Sévère</b>	Toute la surface dentaire est affectée ; piqûres discrètes ou confluentes ; présence de tache brune

*Tableau 3 : Classification des stades de fluorose selon le D.F.I. (29)*

### 2.2.2. Indice de Thylstrup et Fejerskov T.F.I. :

La classification de Thylstrup et Fejerskov (T.F.) a été élaborée en 1978. Elle est basée sur les caractéristiques histopathologiques, tandis que la D.F.I. étudie principalement l'apparence clinique de la fluorose dentaire. Thylstrup et Fejerskov ont alors affiné l'indice de base développé par Dean. L'indice de Thylstrup et Fejerskov (T.F.I.) est donc complémentaire à l'indice de Dean. (27)

La classification de la fluorose selon Thylstrup et Fejerskov est réalisée à l'aide d'un score allant de 0 à 9. Pour cela, les dents doivent être nettoyées et séchées avant l'examen clinique, ce qui permet de mettre en évidence l'apparence des manifestations fluoritiques. La manifestation la plus précoce de la fluorose dentaire se caractérise par une augmentation de la porosité de l'émail le long des stries de Retzius. Ces lignes, correspondant aux périkymaties, peuvent fusionner ou non, formant des taches blanches d'aspect crayeux. Dans les cas les plus graves, ces zones poreuses peuvent acquérir une couleur brune, avec la possibilité d'une perte de la structure dentaire en raison de la caractéristique friable de la zone tachée.(30)

Cette classification laisse peu de place à la subjectivité. Le T.F.I. pourrait donc être utilisé pour les essais cliniques et les études épidémiologiques principalement parce qu'il décrit la fluorose dans ses formes les plus bénignes. Le T.F.I. a aussi démontré une sensibilité élevée. (27)

**Score 0** : Translucidité normale de l'émail demeure après un séchage prolongé à l'air libre.

**Score 1** : Des lignes blanches horizontales étroites apparaissent sur la surface dentaire, correspondant aux périkymaties (cf. figure 10).



*Figure 10 : Photographie du score 1 de fluorose dentaire selon Thylstrup et Fejerskov (27).*

**Score 2** : au niveau des surfaces lisses, les lignes d'opacité sont plus prononcées et suivent les périkymaties. Elles peuvent parfois confluer si elles sont adjacentes. Au niveau occlusal, il y a apparition de zones d'opacité éparpillées <2mm de diamètre et une opacité prononcée des crêtes cuspidiennes (cf. figure 11).



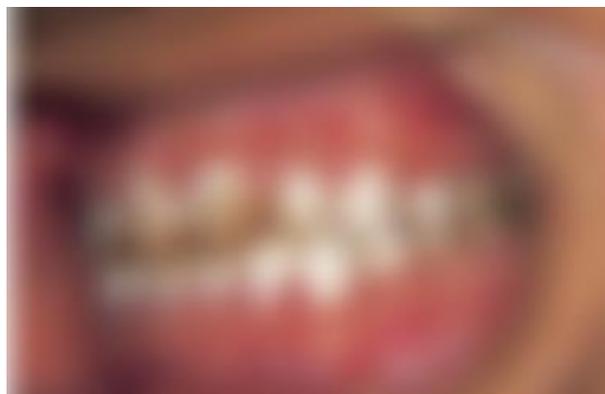
*Figure 11 : Photographie du score 2 de fluorose dentaire selon Thylstrup et Fejerskov (31).*

**Score 3 :** Les zones d'opacité fusionnent et prennent un aspect nuageux et irrégulier. Il apparaît un dessin accentué des périkymaties, visible entre les opacités. Sur la face occlusale, les zones d'opacités confluent et deviennent plus marquées. Les zones usées semblent presque normales mais sont généralement circonscrites par un bord d'émail opaque (cf. figure 12).



*Figure 12 : Photographie du score 3 de fluorose dentaire selon Thylstrup et Fejerskov (27).*

**Score 4 :** Toute la surface vestibulaire présente une opacité marquée ou apparaît d'un blanc crayeux. Les parties de la surface exposées à l'attrition semblent moins affectées. Au niveau du bord occlusal, toute la surface présente une opacité marquée. L'attrition est souvent prononcée peu de temps après l'éruption (cf. figure 13).



*Figure 13 : Photographie du score 4 de fluorose dentaire selon Thylstrup et Fejerskov (27).*

**Score 5 :** Toute la surface présente une opacité marquée avec une perte focale de l'émail le plus externe formant des puits <2 mm diamètre (cf. figure 14).



*Figure 14 : Photographie du score 5 et 7 selon Thylstrup et Fejerskov (31).*

**Score 6 :** Les puits sont régulièrement disposés en bandes horizontales de moins de 2 mm d'extension verticale. En occlusal, des zones confluentes de <3 mm de diamètre présentent une perte d'émail et une attrition marquée (cf. figure 15).

**Score 7 :** Perte de l'émail le plus externe dans des zones irrégulières couvrant moins de la moitié de la surface entière. Des Modifications de la morphologie occlusale sont causées par la fusion de puits et une attrition marquée (cf. figure 15).

**Score 8 :** Perte de l'émail le plus externe impliquant plus de la moitié de la surface dentaire (cf. figure 15).

**Score 9 :** Perte de la majeure partie de l'émail impliquant un changement de l'aspect anatomique de la surface dentaire. Le rebord cervical garde un émail presque intact (cf. figure 15).



*Figure 15 : Photographie du score 6 sur la 32-42, 7 sur la 41, 8 sur la 11-31 et 9 sur la 21 (31).*

Ces scores permettant d'évaluer le degré d'atteinte des dents a été résumé également sur le schéma ci-dessous (cf. figure 16), il représente les différents scores de fluorose selon Thylstrup et Fejerskov, du plus bénin T.F.1 au plus sévère T.F.9.



*Figure 16 : Schéma illustrant les différents signes cliniques de la fluorose selon le T.F.I (32).*

### 2.3. Traitements mini-invasifs :

Afin de remédier à la fluorose dentaire, plusieurs méthodes de traitement ont été proposées permettant d'améliorer l'apparence des dents atteintes, notamment la mise en place de facettes ou de couronnes complètes, ou encore dans une optique plus conservatrice et moins abrasive, la restauration au composite, la microabrasion, l'éclaircissement et/ou l'infiltration de résine. Le choix d'une ou de plusieurs techniques dépend de la gravité de la maladie. Etant donné que la plupart des patients qui cherchent un traitement de fluorose dentaire sont jeunes, les options de traitement prothétique entraînent une élimination excessive de la structure dentaire et donc sont laissées en dernier recours. Une technique esthétique mini-invasive est probablement une option appropriée pour la prise en charge initiale de la fluorose dentaire. Selon des études réalisées à ce sujet, la microabrasion serait moins efficace dans le traitement des taches fluoritiques, par rapport à l'éclaircissement, et pourrait être utile pour éliminer les taches fluoritiques légères.(33) Cependant, une combinaison de microabrasion et d'éclaircissement a démontré une plus grande amélioration

esthétique. L'infiltration de l'émail avec des résines à faible viscosité a été initialement développée afin de traiter les lésions carieuses initiales, cependant elle a récemment été appliquée dans le traitement de la fluorose dentaire. En effet, de meilleurs résultats esthétiques ont été obtenus en utilisant l'infiltration de résine seule ou en combinaison avec l'éclaircissement à domicile.(17)

### 3. Prévention et traitement :

#### 3.1. Mesures préventives :

Le seul moyen de prévenir la survenue de fluorose serait de surveiller la quantité de fluorure à laquelle sont exposés les enfants jusqu'à 6 ans. Par conséquent, le dentiste doit connaître les principales sources de fluorure pour prévenir la fluorose et informer les parents ou les soignants sur la façon dont la dose quotidienne doit être gérée afin de réussir la prévention.(34)

Selon les recommandations de l'AFSSAPS, la supplémentation en fluor par voie orale (comprimés, gouttes) a été évaluée. Elle n'est plus recommandée aux enfants de moins de 6 mois, et après l'âge de 6 mois, elle doit être réservée aux enfants présentant un risque carieux élevé. En outre, un bilan personnalisé des apports quotidiens en fluor est nécessaire avant de rédiger toute prescription de supplémentation au fluor.(35)

Chez les enfants de plus de 6 mois, à risque carieux élevé, dans le cas où le dentiste envisage une prévention par supplémentation fluorée (comprimés, gouttes), un bilan personnalisé des apports en fluor est nécessaire (eaux de boissons, sels fluorés). En effet, une seule source de fluorures par voie systémique doit être administrée tout en suivant ces règles de prescription :

1. « Lorsque l'eau consommée par l'enfant a une teneur en fluor supérieure à 0,3 mg/l, les comprimés ou gouttes fluorés ne doivent pas être prescrits. Dans ce cas, il faut également proscrire l'utilisation de cette eau pour la préparation des biberons et faire consommer de l'eau embouteillée ayant une teneur en fluor inférieure ou égale à 0,3 mg/l et supplémenter l'enfant.
2. Lorsque la famille utilise du sel de table fluoré, les comprimés ou gouttes fluorés ne doivent pas être prescrits.
3. La supplémentation peut commencer dès l'apparition des premières dents (environ 6 mois). La posologie recommandée est de 0,05 mg de fluor/jour et par kg de poids corporel, sans dépasser 1 mg par jour tous apports fluorés confondus, afin d'éviter la survenue d'une fluorose. »(35)

Les recommandations de l'AFSSAPS concernant l'utilisation du dentifrice fluoré sont les suivantes (cf. tableau 4) :

- « Un apport de fluorures est recommandé dès l'apparition des premières dents (à environ 6 mois) à l'aide d'une brosse à dents imprégnée d'une quantité très faible de dentifrice fluoré inférieur ou égal à 500 ppm.
- Dès l'apparition des premières molaires temporaires (vers 12-18 mois), un brossage au moins quotidien avec un dentifrice fluoré inférieur ou égal à 500 ppm est recommandé. La quantité de dentifrice à utiliser doit être de la grosseur d'un petit pois. À partir de 3 ans, un dentifrice fluoré à 500 ppm est recommandé.
- Les enfants de plus de 6 ans doivent utiliser des dentifrices dosés entre 1 000 et 1 500 ppm de fluor. Si nécessaire, un dentifrice à plus forte teneur en fluor peut être prescrit, dans le cas d'un risque carieux élevé, à partir de 10 ans.
- Le brossage doit être réalisé par un adulte pour les enfants de 0 à 3 ans puis réalisé ou assisté par un adulte (enfants de 3 à 6 ans) en fonction des capacités de l'enfant, afin :
  - De vérifier la qualité du brossage
  - De s'assurer de la durée du brossage (temps de contact fluor/dent) ;
  - De limiter l'ingestion de dentifrice. »(35)

	0-6 mois Nourrisson sans dent*	6 mois-3 ans Mise en place des dents tempo- raires - Autonomie/motricité de l'enfant en cours d'acquisition	3-6 ans Denture temporaire stable - Acquisition de l'autonomie/ motricité de l'enfant	Après 6 ans Mise en place des dents permanentes
Enfant à faible risque carieux	Topique : sans objet Systémique : Non fondé**	Evaluation annuelle du risque carieux individuel par un odontologiste		
		Topique : Brossage au moins une fois par jour avec un dentifrice fluoré ≤ 500 ppm réalisé par un adulte	Topique : Brossage au moins deux fois par jour avec un dentifrice fluoré à 500 ppm réalisé ou assisté par un adulte  <i>NB : Si l'enfant sait recracher et que le brossage est supervisé, un dentifrice fluoré à 1000 ppm peut être utilisé.</i>	Topique : Brossage trois fois par jour, après chaque repas, avec un dentifrice fluoré entre 1000 et 1500 ppm
Enfant à risque caries élevé	Topique : sans objet Systémique : Non fondé**	Evaluation biannuelle du risque carieux individuel par un odontologiste		
		Thérapeutiques topiques fluorées complémentaires (vernis, gels...) prescrites et/ou appliquées par un chirurgien-dentiste		
		Topique : Brossage au moins une fois par jour avec un dentifrice fluoré ≤ 500 ppm réalisé par un adulte	Topique : Brossage au moins deux fois par jour avec un dentifrice fluoré à 500 ppm réalisé ou assisté par un adulte.  <i>NB : Si l'enfant sait recracher et que le brossage est supervisé, un dentifrice fluoré à 1000 ppm peut être utilisé.</i>	- Brossage trois fois par jour, après chaque repas, avec un dentifrice fluoré entre 1000 et 1500 ppm. Un dentifrice à plus forte teneur en fluor est possible à partir de 10 ans. - Possibilité d'utiliser un bain de bouche fluoré.
Systémique : Comprimés à faire fondre dans la bouche ou gouttes, répartis en 2 prises, à une posologie de 0,05 mg de fluor/jour par kg de poids corporel, sans dépasser 1 mg/jour tous apports systémiques fluorés confondus	Systémique : Comprimés à faire fondre dans la bouche à une posologie de 0,05 mg de fluor/jour par kg de poids corporel, sans dépasser 1 mg/jour tous apports systémiques fluorés confondus	- Comprimés : à faire fondre dans la bouche sans dépasser 1 mg/jour tous apports systémiques fluorés confondus		

Tableau 4 : Utilisation des produits de santé fluorés chez l'enfant – AFSSAPS 2008 (36).

## 3.2. Eclaircissement Externe :

### 3.2.1. Principe de l'éclaircissement externe

L'éclaircissement est une approche conservatrice permettant de modifier esthétiquement la couleur des dents. L'éclaircissement des dents vitales peut se faire par la méthode en cabinet, à domicile supervisé par le dentiste (ambulatoire) ou l'« auto-éclaircissement » à l'aide de produits en vente libre. (37)

#### 3.2.1.1. La technique ambulatoire

Cette technique d'éclaircissement est basée sur l'utilisation de gouttières en polyvinyle souples thermoformées obtenues par la réalisation d'empreintes. Ces dernières vont être utilisées en bouche après dépôt de gel de peroxyde d'hydrogène et seront portées par le patient plusieurs heures par jour pendant plusieurs semaines en fonction du résultat attendu. (38)

a. Préparation préalable :

Avant de débuter le traitement, il sera important de :

- Assainir la cavité buccale via un détartrage soigneux et nettoyage des surfaces par aéropolissage afin d'éliminer le tartre et toutes les colorations d'origine exogène. Ces étapes sont essentielles avant d'entamer un éclaircissement dentaire car ça permet de mieux déterminer la couleur initiale et d'améliorer le contact avec le gel éclaircissant qui devient plus opérant. (38)
- Identifier la couleur initiale de la denture grâce à un teintier spécial éclaircissement (comme par exemple le Vita Bleachedguide 3D-MASTER®) (cf. figure 17). En l'absence de ce dernier, il peut être remplacé par un teintier classique en le classant par degré de luminosité croissant. Il est important de faire participer le patient dans le choix de la teinte initiale, afin qu'il soit en accord avec l'ensemble de la procédure. Ceci évite au patient de penser que la teinte initiale est surestimée permettant de montrer un résultat final plus flatteur. La prise de teinte est réalisée sur plusieurs dents notamment les canines qui sont plus saturées et moins lumineuses. En outre, il faut avertir le patient concernant les restaurations qui ne seront pas éclaircies afin d'éviter toute déception à la fin du traitement. En effet, la prise en charge esthétique est difficile à entreprendre car le patient a une demande bien précise et donc l'explication claire des informations est primordiale. (38)



Figure 17 : Teintier Vita Bleachedguide 3D-MASTER® (39).

- Réaliser des photographies permettant de visualiser l'état initial et comparer à la fin du traitement. Ces photographies seront prises avec le teintier en place avec écarteur, sans écarteur ainsi qu'un cliché du visage entier.(38)

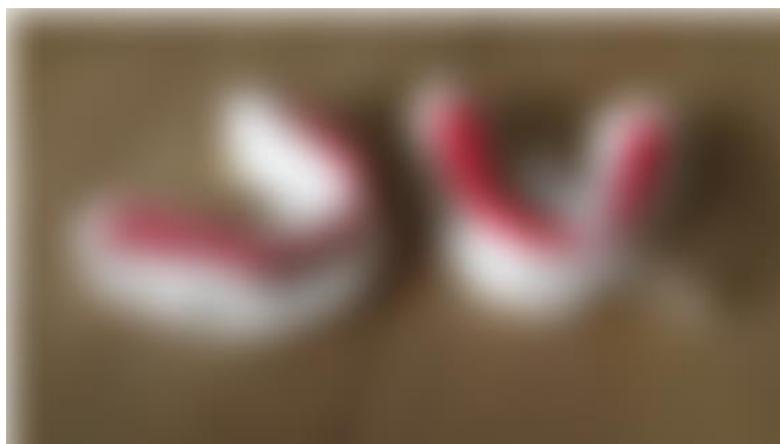
b. Confection des gouttières :

Une empreinte à l'alginate est d'abord réalisée pour faire la gouttière et doit enregistrer au moins 5 mm de tissus mous. Des petits réservoirs sont ensuite réalisés sur les faces vestibulaires des dents à éclaircir en utilisant une résine photopolymérisable (cf. figure 18). Ces réservoirs permettent d'avoir une quantité uniforme du produit éclaircissant.(40)



*Figure 18 : Réalisation des réservoirs en résine (40).*

Suite à la coulée du plâtre, une fois que le modèle est préparé, une feuille de polyéthylène de 0.7 mm à 1 mm d'épaisseur est pressée par thermoformage. Ensuite, une découpe rectiligne à 3 mm du collet dentaire est réalisée (cf. figure 19). (38)



*Figure 19 : Gouttières maxillaire et mandibulaire prêtes à emploi (41).*

c. Essayage des gouttières :

Dans une séance ultérieure, le patient est amené à essayer les gouttières thermoformées. Celles-ci doivent être bien adaptées en bouche et hermétiques au niveau des limites vestibulaires et linguales afin d'éviter les fuites de peroxyde d'hydrogène. Ensuite, une explication du protocole et une démonstration sont réalisées. En effet, il est primordial de bien expliquer au patient le protocole à suivre concernant l'entretien des gouttières, la quantité de produit à utiliser et les consignes alimentaires.(38) Un brossage de dents est nécessaire avant le port des gouttières ainsi qu'une conservation des seringues de gel éclaircissant dans un endroit frais et à l'abri de la lumière. (40)

d. Le suivi de l'éclaircissement :

Le suivi du patient n'est pas négligeable, il faut prévoir des rendez-vous de contrôle afin de s'assurer de la bonne utilisation des produits et vérifier la compliance et motivation du patient. Ceci permet d'accompagner le patient dans son traitement et répondre à ses doléances s'il en existe. Des photos peuvent également être prises pour suivre l'évolution du traitement.(38)

e. La fin du traitement

A la fin du traitement, si la teinte désirée est atteinte, le traitement est arrêté et un polissage des dents à l'aide d'une pâte à polir est réalisé. Il est également conseillé au patient de porter les mêmes gouttières chargées d'un gel fluoré encore trois à quatre jours, pendant une ou deux heures par jour. Cette procédure permet de reminéraliser l'émail de surface et de réduire les éventuelles sensibilités post-opératoires.(40) Enfin, d'autres photographies sont prises avec la teinte initiale. Ainsi, le patient pourra visualiser le « avant-après » traitement et être complètement satisfait du traitement poursuivi. (38)

### 3.2.1.2. La technique immédiate au fauteuil

Pour l'éclaircissement en cabinet, le peroxyde d'hydrogène est appliqué directement sur la surface de la dent. Pour accélérer le processus d'éclaircissement, l'agent d'éclaircissement peut être « photo » activé à l'aide de diodes électroluminescentes, d'un arc plasma, d'un halogène de quartz, d'unités ultraviolettes et de lasers ; on parle alors de « power bleaching ». L'application de la méthode d'activation par la lumière entraîne une diminution de la durée du traitement et une réduction des effets indésirables des matériaux d'éclaircissement.(37)

Quelle que soit la technique d'éclaircissement utilisée, il est important de faire un examen endo-buccal précis, radiographique pour permettre de visualiser d'éventuelles pathologies. Une séance d'hygiène et prophylaxie (détartrage, jugement de la motivation du patient) est réalisée ainsi

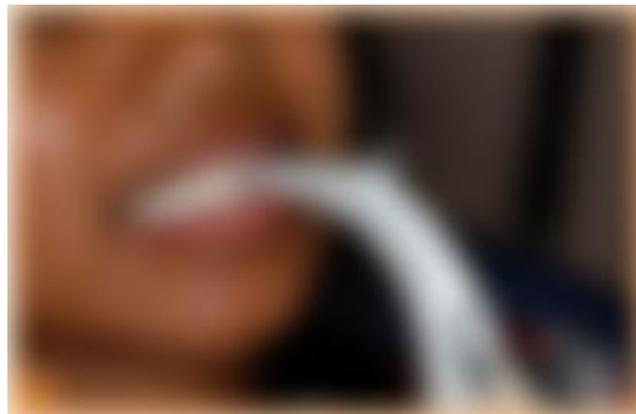
que la planification des soins conservateurs nécessaires. Ce traitement ne doit jamais être fait sous anesthésie car le patient doit toujours rester maître de sa sensibilité. Après assainissement, vient l'étape d'évaluation des teintes de départ des dents, à l'aide de nuancier manuel (cf. figure 20) ou électronique (cf. figure 21). Il est également conseillé de prendre des clichés photographiques avant traitement en utilisant le teintier.(42)



*Figure 20 : Clichés photographiques permettant de comparer la teinte initiale et le résultat après éclaircissement (42).*

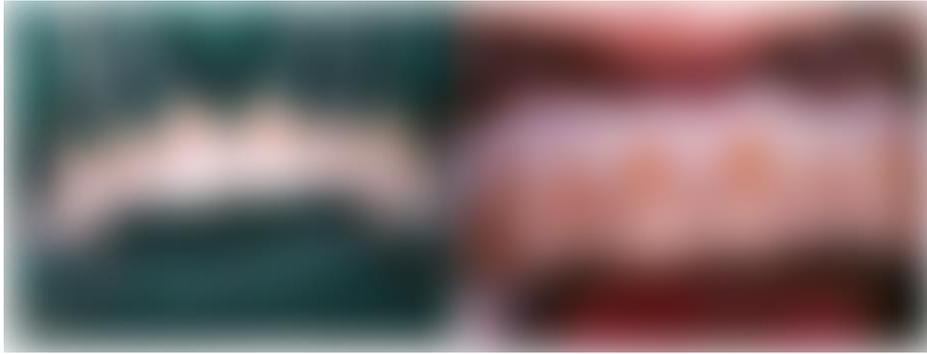
*a) Photographie de la prise de teinte avant éclaircissement.*

*b) Photographie de comparaison entre les teintes initiales et le résultat de l'éclaircissement.*



*Figure 21 : Prise de teinte avec un nuancier électronique : Easy Shade VITA® (42).*

Cependant, la technique d'éclaircissement au fauteuil requiert une protection des tissus mous et une bonne étanchéité du champ opératoire afin d'éviter tout risque d'effets indésirables résultant du contact de la gencive avec du peroxyde d'hydrogène tel que des brûlures. En effet, il existe deux moyens permettant d'isoler les dents : la digue en caoutchouc ou la digue liquide photopolymérisable (cf. figure 22).



*Figure 22 : Isolation des tissus mous par la digue (40).*

*a) Isolation par la digue en caoutchouc et des ligatures.*

*b) Isolation par la digue liquide.*

Des écarteurs de joues, des blocs langues et des lunettes sont également utilisés pour compléter cette protection. Une fois la protection des tissus mous est réalisée, le produit est appliqué sur les faces vestibulaires et est laissé agir pendant quelques minutes, en suivant les recommandations des fabricants. En effet, le temps d'application et le renouvellement du produit varient et dépendent des fabricants, de la profondeur de la tâche et des résultats esthétiques désirés. Une activation par lumière peut également être utilisée. Une étude (Vildosola et al. 2017) a comparé deux protocoles utilisant du peroxyde d'hydrogène à 6 % : 1 fois pendant 36 minutes ou 3 fois pendant 12 minutes. Ils en ont conclu qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative au niveau de l'efficacité ou l'apparition de sensibilité dentaire entre les deux protocoles (chaque protocole étant composé de deux sessions espacées à deux jours d'intervalle). (43)

Une fois le traitement terminé, les dents sont rincées, nettoyées et polies. Le protocole entraînant une déshydratation des dents, ceci engendre une teinte plus blanche de la dent à la fin de la procédure. Il est donc nécessaire d'évaluer le résultat un jour plus tard afin de programmer ou non d'autres séances d'éclaircissement. (40) Des règles de précautions et d'entretien du résultat sont données au patient. Enfin, des photographies du résultat final sont réalisées et la teinte des dents après le traitement est relevée afin de comparer l'état initial avec l'état post-opératoire et d'avoir son avis sur les résultats obtenus.

### 3.2.1.3. La technique combinée

Il existe une troisième technique d'éclaircissement dentaire qui est la technique combinée. Cette dernière permettrait de conserver les avantages de la technique immédiate au fauteuil en ce qui concerne la rapidité du résultat observé, tout en diminuant ses inconvénients, notamment la concentration élevée des produits utilisés provoquant des sensibilités dentaires plus importantes ainsi que la mise en œuvre plus complexe. Elle permet également de bénéficier de l'intérêt de la technique ambulatoire grâce à l'utilisation de produit moins concentré et d'un protocole de mise en œuvre facile.

La technique combinée consiste à commencer par une séance d'éclaircissement immédiat au fauteuil ; ce qui permet une accélération du protocole ainsi que l'augmentation de la compliance du patient par l'observation de la modification de la teinte des dents dès la première séance. Ensuite, le traitement est poursuivi en ambulatoire grâce à des gouttières et des agents éclaircissants moins concentrés. (38)

Une étude (Machado 2016) a comparé la technique combinée à la technique ambulatoire et a montré qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative de résultat concernant l'éclaircissement obtenu ou le changement de la morphologie d'émail mais qu'en revanche il y avait statistiquement plus de sensibilités pour la technique combinée. (44)

### 3.2.2. Composition des produits utilisés à l'éclaircissement externe

- Peroxyde d'hydrogène.
- Les agents épaississants : Le Carbopol® (carboxypolyméthylène) est l'agent le plus utilisé car il possède deux principaux avantages : il augmente la viscosité du produit (qui offre donc une meilleure rétention du gel dans la gouttière), et il augmente le temps de relargage de l'oxygène actif par quatre (Rodrigues et al. 2007).
- Les humectants : La glycérine et le propylène glycol sont fréquemment utilisés. Ils aident à dissoudre d'autres agents et maintiennent l'humidité.
- Les agents tensioactifs et agent dispersants : Ils permettent au tensioactif blanchissant de diffuser et maintiennent les particules en suspension.
- Les conservateurs : Le propylparabène et le benzoate de sodium sont souvent employés. Ils préviennent la croissance bactérienne. De plus, ils peuvent accélérer la décomposition du peroxyde d'hydrogène en relarguant des métaux de transition comme le fer, le cuivre et le magnésium.
- Les Arômes : La menthe (poivrée, verte) est souvent utilisée. Les arômes améliorent le goût.(45)

### 3.3. La micro-abrasion :

#### 3.3.1. Les principes de la micro-abrasion

La micro-abrasion est un traitement chimio-mécanique développé au début des années 1990. Elle permet d'allier l'action chimique d'un agent acide et l'action mécanique d'un agent abrasif sur la surface de la dent affectée, et qui est destinée à améliorer voire même éliminer les dyschromies limitées à la couche superficielle de l'émail.(46) Selon les études, l'épaisseur amélaire éliminée lors de la microabrasion varie de 20 à 200 µm en fonction de la concentration en acide et de sa durée de l'application. En effet, ce procédé va être plus efficace sur des taches brunes que des taches blanches,

avec un pourcentage d'environ 75 % des cas en moyenne pour les taches blanches contre une réussite proche de 100% des cas pour les taches brunes. (47)

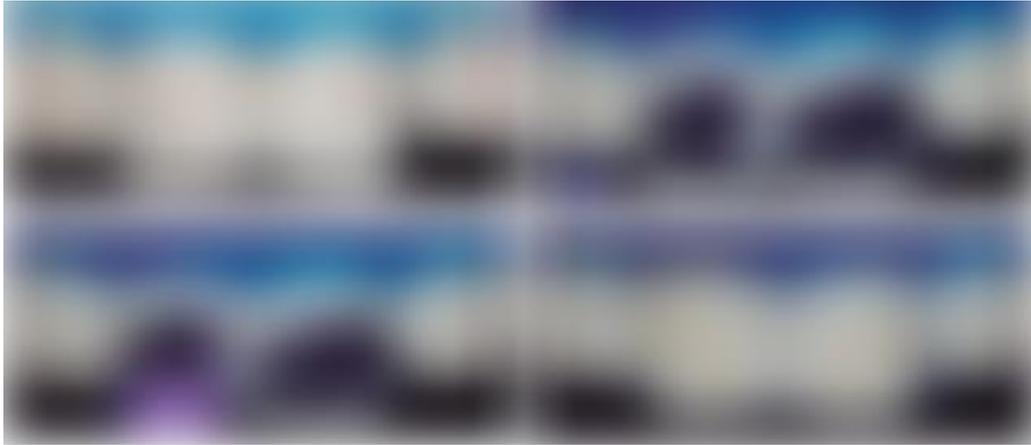
Pendant la procédure de micro-abrasion, deux phénomènes coexistent : l'érosion acide et l'action abrasive des particules, ils exercent un effet sur l'émail appelé l'effet d'« abrasion » (néologisme exprimant la fusion des deux phénomènes d'érosion et d'abrasion) permettant l'apparition de rugosités de surfaces au niveau de l'émail. Le mode d'action de cette technique se situe sur deux plans : histologique et optique.

Sur le plan histologique, l'action érosive de l'acide aboutit à la désorganisation de la structure prismatique de l'émail, qui va intégrer une matrice minérale lors de sa réorganisation. Il se forme ainsi un émail aprismatique qui, sera renforcé en particules issues du matériau de micro-abrasion (comme la silice) et/ou des pâtes de polissage (comme les fluorures) et qui se reminéralise progressivement au contact de la salive. (47)

Sur le plan optique, l'effet d'« abrasion » permet d'obtenir une surface amélaire plus lisse sans rugosité ou irrégularité de surface, d'où l'aspect dit « glacé » ou « vernis ». L'émail aprismatique en périphérie, formé après microabrasion, permet d'améliorer la réflexion et la réfraction de la lumière incidente, et par conséquent l'aspect esthétique de l'émail, encore plus après hydratation de la dent par la salive. En effet, l'émail hypominéralisé est caractérisé par la présence de multiples interfaces séparant deux milieux d'indices de réfraction (I.R) différents, respectivement I.R=1,62 pour l'hydroxyapatite et I.R=1,33 pour l'eau. Si la différence d'indice de réfraction est accentuée, la dispersion l'est aussi. C'est le cas lors du séchage des surfaces dentaires, chassant et remplaçant l'eau contenue dans une lésion par de l'air d'indice de réfraction encore plus bas (I.R proche de 1). Ainsi, l'hypominéralisation initialement non visible en milieu humide apparaît après séchage des surfaces dentaires.(47)

### 3.3.2. Composition des produits utilisés à la micro-abrasion

Plusieurs matériaux sont utilisés pour le traitement de la micro-abrasion. Prema®, Premier Dental Company (Philadelphia, PA, United States) contenant 10% d'acide chlorhydrique et des particules abrasives de carbure de silicium dont la granulométrie est de 30 à 60 µm et l'Opalustre® (Ultradent, South Jordan, Utah, États-Unis) (cf. figure 23), contenant 6,6 % d'acide chlorhydrique et de microparticules de carbure de silicium d'une granulométrie de 20 à 160 µm, sont les produits les plus largement disponibles et les plus utilisés. Le traitement de micro-abrasion s'effectue à l'aide de cupules spéciales en caoutchouc, montées sur contre-angle à basse vitesse de 300 tr/min, à raison de 10 secondes par dent et une force normalisée de 100 grammes, équivalente à 2 bars.(47)



*Figure 23 : Protocole de la microabrasion (46).*

*a) Photographie initiale des incisives maxillaires*

*b) Application de l'Opalustre®*

*c) Compression du produit à l'aide de cupules en caoutchouc*

*d) Résultat immédiat après micro-abrasion*

### 3.3.3. Indications et limites de la micro-abrasion

Décrite à l'origine par Croll *et al.* (1989), la micro-abrasion est réservée aux dyschromies limitées à la couche externe du tissu amélaire, sans implication de la dentine. Ainsi, la micro-abrasion amélaire peut être indiquée pour :

- Traiter la fluorose légère à modérée
- Corriger les irrégularités de la surface amélaire pouvant être secondaires à un traitement orthodontique, après retrait des matériaux de collage résiduels
- Traiter les différentes dyschromies de l'émail, blanches ou opaques, même avec des porosités, résultant du processus de déminéralisation/ reminéralisation. Cet aspect est commun aux lésions amélaire initiales retrouvées tout autour des brackets orthodontiques. Quoique ces tâches devront être traitées tout d'abord avec des agents de reminéralisation.

Les facteurs les plus importants dans l'efficacité de la micro-abrasion de l'émail sont la localisation et la profondeur des dyschromies de l'émail. Cependant, il est difficile de déterminer la profondeur des dyschromies car les moyens disponibles à l'heure actuelle sont très limités et ne permettent pas une évaluation exacte de la profondeur. Pour cela, une source lumineuse de type L.E.D. placée au niveau de la face palatine ou linguale de la dent peut aider le clinicien à examiner l'émail. Elle peut être utilisée pour estimer la profondeur de la lésion, car une couleur plus foncée indique une coloration plus profonde. Un autre moyen rapporté par Park *et al.* (2016) permet d'utiliser la Fluorescence Laser Quantitative (Q.L.F.) qui est un dispositif de diagnostic permettant de quantifier la déminéralisation et ainsi détecter les lésions carieuses précoces, car il peut analyser les lésions amélaire initiales (white

spot) et donc aider à évaluer les limites de la micro-abrasion mais ce moyen reste limité pour les autres cas de dyschromies. Néanmoins, les tâches opaques plus profondes, telles que celles résultant d'une hypoplasie ou des colorations d'origine génétique ou congénitale, ne peuvent pas être traitées par micro-abrasion et nécessitent une approche restauratrice et non pas conservatrice (47).

### 3.4. L'infiltration de résine :

#### 3.4.1. Principe de l'infiltration de résine

Un diagnostic correct en fonction de la profondeur de la lésion et du pronostic de la technique sont des facteurs cruciaux dans le processus décisionnel du traitement et dans la réussite du cas. L'objectif de la gestion clinique de la décoloration des dents est de produire un résultat cosmétique acceptable de la manière la plus conservatrice possible. Les différentes options pour traiter ces cas ont été évoquées précédemment. La plus conservatrice et la plus efficace de ces méthodes est la microabrasion. Mais celle-ci entraîne également une perte de la surface de l'émail. L'approche alternative pour traiter ces cas est l'infiltration de résine. Des études ont montré les bons résultats de la technique d'infiltration de résine pour masquer l'hypoplasie dans les cas de fluorose légère et modérée. Comparée à la microabrasion de l'émail ou aux techniques de restauration conventionnelles, l'infiltration de résine est beaucoup moins mutilante, et seule une quantité négligeable de substance dentaire est sacrifiée par le mordantage et polissage. (48)

Avec cette technique, seuls 30 à 40 µm sont érodés en contraste avec la microabrasion avec une érosion de l'émail d'environ 360 µm lorsqu'elle est appliquée à des intervalles de 5 secondes et répétées 20 fois. Le résultat esthétique de l'infiltration de résine ne peut être prédit avec précision. Robinson et al. ont rapporté qu'environ  $60 \pm 10\%$  du volume des pores de la lésion avaient été occupés par la résine. Selon Kielbassa et al, la résine s'infiltré dans les lésions de subsurface et la profondeur d'infiltration de la résine était supérieure à 100 µm. (48)

En outre, le principe de masquage des lésions de l'émail par infiltration de résine est basé sur les modifications de la diffusion de la lumière au sein des lésions. La différence d'indices de réfraction entre les cristaux d'émail et le milieu à l'intérieur des porosités provoque la diffusion de la lumière qui se traduit par un aspect blanchâtre et opaque de ces lésions, surtout lorsqu'elles sont desséchées. L'émail sain a un indice de réfraction (I.R) de 1,62. Les microporosités des lésions infiltrées sont remplies de résine à un indice de réfraction de 1,46. Ainsi, l'infiltration de résine permet de réduire la différence d'indice de réfraction, combler les microporosités (et donc d'entraver l'accès des acides), et est capable de renforcer le tissu déminéralisé par un soutien mécanique. (48)

La technique débute par une isolation à la digue en caoutchouc classique pour protéger les tissus mous et obtenir des conditions de travail étanches, propres et sèches. Après le nettoyage des

dents à l'aide d'une pâte prophylactique, la couche superficielle est érodée par l'application d'un gel d'acide chlorhydrique à 15 % (Icon-etch®) pendant 120 secondes. Pour obtenir un « schéma » de mordantage homogène, il est recommandé de frotter la surface dentaire de temps en temps pendant l'application, en utilisant les micro brosses incluses dans le kit du produit. Ensuite, le gel de mordantage est soigneusement rincé pendant 30 secondes à l'aide d'un jet d'eau. Ainsi, la procédure de mordantage a permis d'éliminer les décolorations superficielles et la couche superficielle plus fortement minéralisée, qui aurait pu autrement entraver la pénétration de la résine. Pour éliminer l'eau retenue dans les microporosités du corps de la lésion, les lésions ont été desséchées par application d'éthanol pendant 30 secondes (Icon-dry®), puis séchées à l'air. Après séchage à l'air libre, l'aspect blanchâtre des lésions de l'émail était plus prononcé. Un infiltrant à base de résine (Icon-infiltrant®) a été appliqué sur la surface de la lésion et laissé pénétrer pendant 3 minutes. L'objectif de l'infiltration étant de créer une barrière de diffusion à l'intérieur de la lésion et non sur la surface de la lésion, l'excédent de résine sur la surface de la dent a été essuyé à l'aide d'un rouleau de coton et au fil dentaire au niveau des espaces proximaux. Après la photopolymérisation, il est recommandé de répéter une fois l'application (en laissant reposer le matériau pendant 1 minute) et la photopolymérisation (40 secondes) de l'infiltrant en résine pour minimiser la porosité de l'émail. Enfin, la technique se termine par un polissage de la surface de l'émail rendue rugueuse à l'aide de disques et de polissoirs en silicone pour éviter une nouvelle décoloration par des tâches alimentaires favorisée par la rugosité de la dent.(48)

#### 3.4.2. Composition des produits utilisés à l'infiltration de résine

- Icon-Etch® : Acide chlorhydrique à 15 %.
- Icon-Dry® : éthanol à 99 %.
- Icon-Infiltrant® : Matrice résineuse à base de méthacrylate, initiateurs, additifs.(49)

#### 4. Cas cliniques :

##### Cas clinique 1 :

L'éclaircissement est la solution la moins invasive dans le traitement des cas de fluorose dentaire. Il permet d'avoir un résultat esthétique et non délabrant permettant d'éviter la solution prothétique surtout pour les jeunes patients.

Dans le cas clinique ci-dessous, il s'agit d'un patient présentant des dyscolorations au niveau des dents maxillaires depuis son enfance. L'anamnèse a permis de détecter l'étiologie des dyscolorations dues principalement à la consommation d'eau de puits dans son lieu d'origine, qui est une zone de forte concentration en fluorure. Des membres de la famille étaient également touchés par ces manifestations fluoritiques.

Chez le patient représenté dans la figure 24, on remarque la présence d'une hypoplasie se manifestant par des bandes de tâches brune. Cependant, l'émail ne présentait pas de piqûres ou de marques avec une absence de restaurations.(50)



*Figure 24 : Photographie préopératoire du patient (50).*

Avant de débiter la procédure d'éclaircissement, des radiographies et le consentement éclairé du patient ont été pris. Ensuite, une évaluation de la teinte des dents grâce au teintier Vita® a été réalisée ainsi que la prise de photos préopératoires avec écarteur pour visualiser l'ensemble de la denture antérieure.

Comme cela a été décrit précédemment, il est important d'assainir et nettoyer les dents avant de commencer le traitement. Dans ce cas-là un polissage à l'aide de la pierre ponce et une cupule en caoutchouc a été effectué. Par la suite vient l'étape de la protection des tissus mous et des dents adjacentes à l'aide de la digue en caoutchouc ainsi que le port de lunettes de protection pour l'éclairage L.E.D..

Le produit d'éclaircissement utilisé est la solution McInnes, contenant 36% d'acide chlorhydrique HCl, 30% de peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et de l'éther anesthésique dans un rapport de 5:5:1. Ce dernier

est appliqué sur la surface vestibulaire de la dent et activé à travers l'utilisation d'un dispositif L.E.D (Bludent® 12bl, 430-490 nm, 1,5 ampère, 50-60 hz, 24v) placé perpendiculairement à la dent pendant 3 min avec une répétition 3 ou 4 fois en fonction du résultat obtenu à chaque cycle (cf. figure 25), tout en respectant un temps de pause qui permet de prévenir l'hypersensibilité dentaire.



*Figure 25 : Photographie per-opératoire du Power Whitening (50).*



*Figure 26 : Résultat post-opératoire après une première séance d'éclaircissement au fauteuil (50).*

A la fin de la procédure, les dents sont rincées et travaillées avec des disques de papier de fine granulométrie et polies à la pierre ponce en utilisant une cupule en caoutchouc (cf. figure 26).

Ensuite, une évaluation de la teinte obtenue à la fin de la séance permet de déterminer si le résultat espéré est obtenu ou pas. Dans ce cas-là, une 2<sup>ème</sup> séance s'avère nécessaire afin d'éliminer ces colorations.



*Figure 27 : Résultat postopératoire après une 2ème séance d'éclaircissement (50).*

La 2<sup>ème</sup> intervention a permis donc d'éliminer la bande brune initialement présente sur la 11 et 21 (cf. figure 27). A la fin de la séance, des conseils d'entretien ont été donnés afin de prévenir l'apparition de colorations extrinsèques principalement d'origine alimentaire ainsi que l'utilisation de dentifrice à base de nitrate de potassium pendant deux semaines.

Le dentifrice au nitrate de potassium est un agent désensibilisant généralement utilisé pour traiter l'hypersensibilité dentinaire.(51) Il permet de réduire la douleur à travers la modification ou le blocage de la réponse de la pulpe. Le mode d'action des agents désensibilisants tels que les ions potassium se manifeste par la réduction de l'excitabilité nerveuse intra-dentaire en diffusant le long des tubules et en augmentant la concentration d'ions potassium extracellulaires locaux ; Ce qui permet de bloquer ainsi la fonction nerveuse intra-dentaire.(52)

Le Power Bleaching en utilisant la solution de McInnes permet alors un éclaircissement rapide (dans certains cas) qui ne dépend pas de l'observance du patient et sans entraîner une déshydratation de la dent ou une atteinte pulpaire. Il permet un chauffage sélectif, une action d'éclaircissement efficace même sur des cas de fluorose de type IV selon l'indice T.S.I.F. et une sensibilité faible.

### Cas clinique 2 :

Dans le cas ci-dessous, nous avons une photographie de face d'un patient en occlusion présentant des tâches nuageuses opaques et blanches réparties sur la majorité des dents (cf. figure 28). Ces lésions sont généralement localisées au niveau du 1/3 occlusal ou médian. L'examen clinique ne démontre aucune anomalie parodontale ni de soins conservateurs postérieurs. Les tâches ne dépassant pas 50% de la surface dentaire vestibulaire, nous pouvons alors classer ce cas de fluorose en légère atteinte au niveau du secteur incisivo-canin selon le D.F.I. (Indice de fluorose de Dean).



*Figure 28 : Photographies en occlusion d'un cas de fluorose légère à modérée (53).*

*a) Vue de face des dents atteintes.*

*b) Vue rapprochée des incisives maxillaires.*

Le plan de traitement proposé au patient était la microabrasion en utilisant le produit Opalustre® Ultradent. Ce dernier est caractérisé par sa contenance en 6,6% d'acide chlorhydrique et de microparticules de carbure de silicium d'une granulométrie de 20 à 160  $\mu\text{m}$  ralliant l'action chimique et mécanique du produit. Afin de réaliser cela, la pose de digue est nécessaire, à laquelle peut se rajouter la mise en place de ligatures sur les dents traitées (cf. figure 29) ; ce qui permet d'isoler les dents et protéger le tissu gingival. Ensuite, la microabrasion a été réalisée grâce à l'utilisation de cupules en caoutchouc sur contre-angle à basse vitesse.



*Figure 29 : Photographie frontale du résultat après microabrasion (53).*

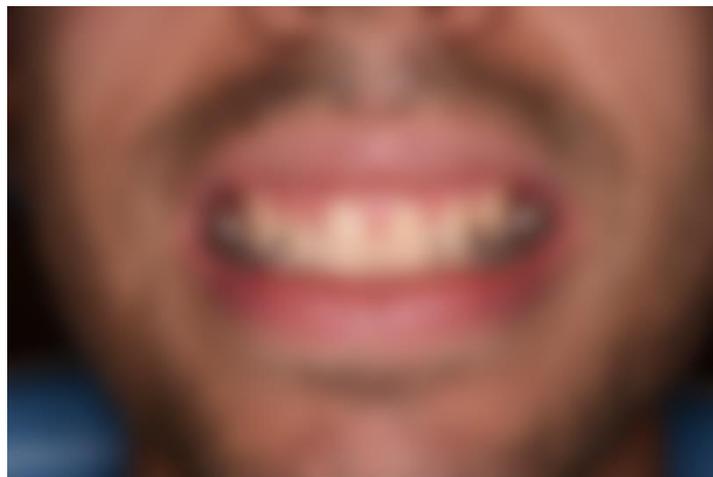
Une étape a été rajoutée après la micro-abrasion et qui consistait à l'utilisation du Fluor Protector S® de chez Ivoclar (cf. figure 30). Ce dernier permet de diminuer les sensibilités post-microabrasion ainsi que d'augmenter la résistance de l'émail. Il contient du fluor réparti de manière homogène, et est caractérisé par une concentration de 7700 ppm de fluor en solution homogène. Son utilisation permet

également d'avoir une disponibilité immédiate du fluor ainsi qu'une incorporation dans l'émail aprismatique formé grâce au traitement de micro-abrasion.(54)



*Figure 30 : Photographie frontale à la fin du traitement : micro-abrasion + Fluor protector S® (53).*

Des rendez-vous de suivi ont été mis en place après la fin du traitement, afin d'évaluer la stabilité du traitement. Le patient ne présentait pas de doléances, et l'aspect esthétique des dents antérieures reste inchangé après un an (cf. figure 31) et 2 ans (cf. figure 32) du traitement initial



*Figure 31 : Photographie de suivi 1 an après traitement (53).*

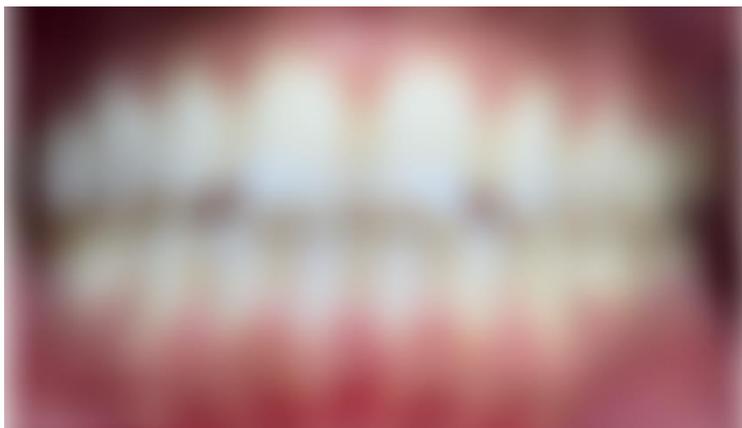


*Figure 32 : Photographie de suivi 2 ans après traitement (53).*

### Cas clinique 3 :

Un patient s'est présenté au cabinet pour une demande principalement esthétique. Il voulait initialement un éclaircissement dentaire afin d'éliminer les taches blanches présentes sur le 1/3 coronaire de ses incisives centrales. Sur la photo ci-dessous (cf. figure 33), on remarque également la présence de zones opaques sur les canines ; les manifestations fluoritiques ne dépassant pas 50 % de la surface de la dent, on peut alors constater une fluorose légère selon la classification de DEAN.

Après évaluation clinique des tâches, un traitement par éclaircissement n'aurait pas suffi. Par conséquent, l'utilisation de la solution de l'infiltration de résine a été expliquée au patient, et la procédure a été entamée après son consentement.



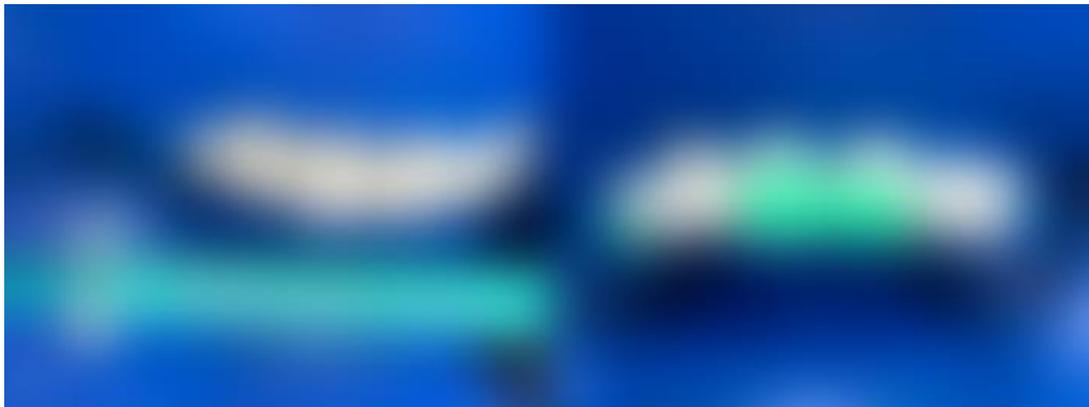
*Figure 33 : Photographie préopératoire d'un patient présentant une fluorose modérée (55).*

Afin de commencer le protocole, la pose de digue est une étape essentielle permettant de protéger la gencive et d'isoler les dents traitées (cf. figure 34). Dans ce cas, une isolation du secteur incisivo-canin était suffisante, car c'est le secteur touché par la fluorose.



*Figure 34 : Pose de la digue avant de commencer le processus d'infiltration (55).*

Une première application du gel d'acide chlorhydrique à 15 % (Icon-etch®) est réalisée pendant deux minutes (cf. figure 35). La surface est frottée à l'aide d'une micro brosse pendant l'application du mordantage, permettant ainsi une imprégnation homogène de la surface en utilisant les micro brosses incluses dans le kit du produit. A la fin de cette opération, le gel de mordantage est lavé pendant 30 secondes à l'aide d'un jet d'eau. Ainsi, une évaluation clinique de l'apparence des tâches permet de savoir si un deuxième cycle est nécessaire.



*Figure 35 : Application du gel de mordantage Icon Etch® (55).*

*a) Présentation du produit Icon Etch® en seringue.*

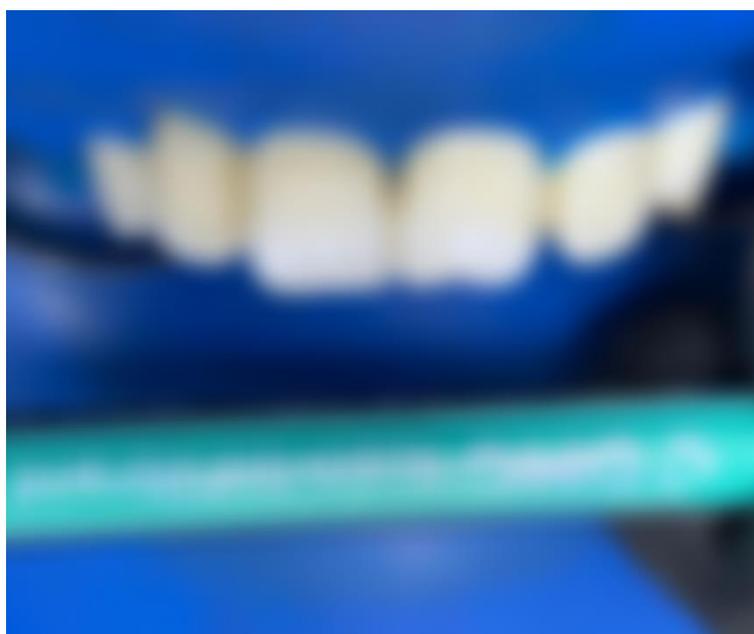
*b) Application de l'Icon Etch® sur les dents atteintes de fluorose.*

Le séchage de la surface dentaire est ensuite fait à l'aide de l'Icon dry® permettant de retirer les résidus d'eau dans les microporosités (cf. figure 36). Ce dernier est appliqué pendant 30 secondes puis laissé sécher à l'air libre.



*Figure 36 : Photographie montrant l'application de l'Icon Dry® (55).*

L'application d'un infiltrant à base de résine (cf. figure 37) est ensuite réalisée, laissé agir pendant 3 minutes puis photopolymérisé après élimination des excès à l'aide de fil dentaire au niveau des espaces interproximaux et de coton au niveau de la surface dentaire.



*Figure 37 : Application de la résine infiltrante Icon-Infiltrant® (55).*

Ci-dessous la photographie post-opératoire avant dépose de la digue (cf. figure 38). Les lésions opaques ne sont plus visibles, cependant il est nécessaire de réaliser un polissage de la surface (cf. figure 39) à l'aide de disques et polissoirs en silicone permettant de diminuer les rugosités qui pourraient faciliter l'apposition des nouvelles colorations.



Figure 38 : Photographie après application de l'infiltrant à base de résine Icon-infiltrant® (55).

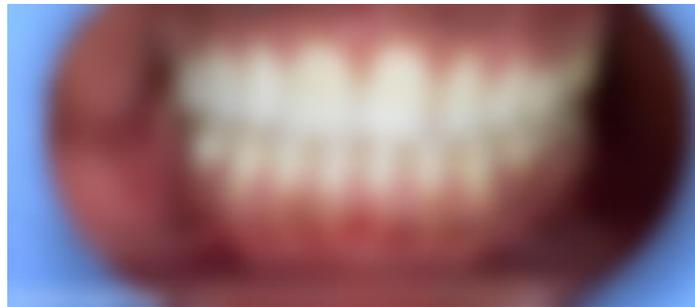


Figure 39 : Photographie du résultat final après dépose de la digue (55).

#### Cas clinique 4 :

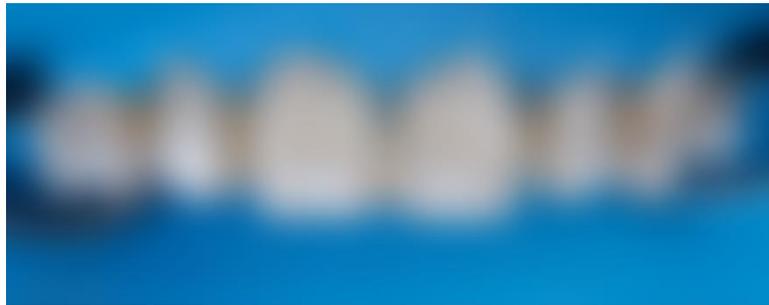
Un patient se présente au cabinet en se plaignant des tâches blanchâtres sur ses incisives qui le gênent quotidiennement (cf. figure 40).



Figure 40 : Photographies du cas clinique (56).  
a) Photographie préopératoire frontale.  
b) Tâches de fluorose sur les 2/3 coronaires des incisives.

Après l'examen clinique de l'ensemble de la cavité buccale, il a été diagnostiqué une fluorose légère avec une atteinte principalement localisée au niveau du 1/3 occlusal et ne dépassant pas 50 % de la surface dentaire. Après explication du plan de traitement et obtention du consentement du

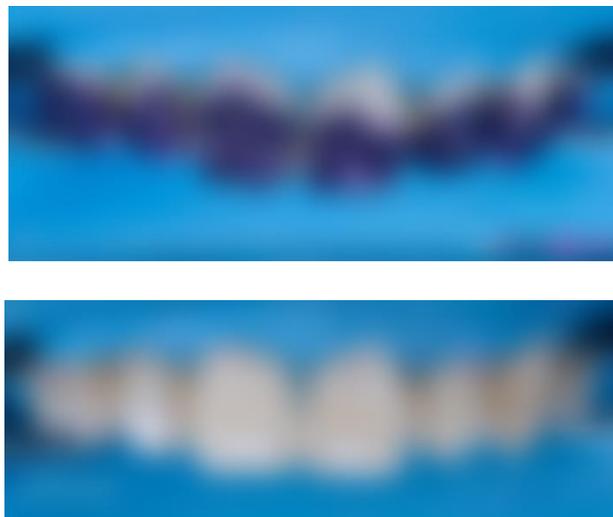
patient, la digue est mise en place jusqu'aux premières prémolaires (visibles lors du sourire et atteintes de fluorose également) (cf. figure 41).



*Figure 41 : Mise en place du champ opératoire (56).*

Un sablage à l'oxyde d'alumine 27  $\mu\text{m}$  est réalisé avant d'entamer la micro-abrasion. Il permet de nettoyer en profondeur, éliminer les colorations exogènes et avoir un meilleur contact entre les surfaces dentaires et le produit de micro-abrasion Opalustre® Ultradent.(57)

La pâte d'abrasion chimique et mécanique Opalustre® Ultradent est appliquée sur la surface colorée, puis comprimée sur la surface dentaire grâce à une cupule de caoutchouc montée sur contre angle à faible vitesse (cf. figure 42). Il est recommandé d'effectuer un rinçage et une inspection intermittente lors de l'application du produit.

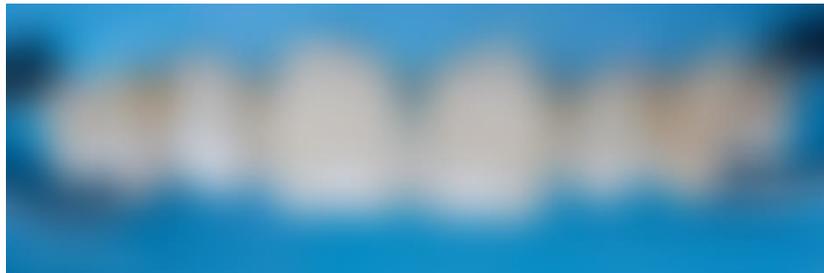


*Figure 42 : Micro-abrasion en utilisant Opalustre® Ultradent (56).*

*a) Application du produit de micro-abrasion.*

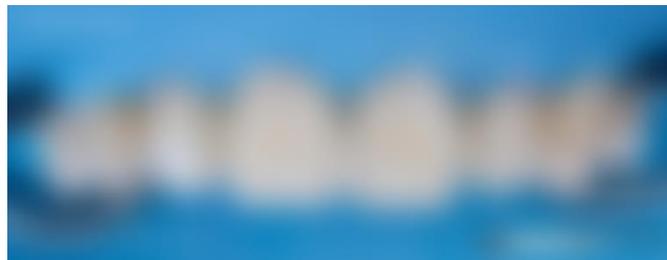
*b) Résultat après rinçage.*

Ensuite, vient l'étape de l'application du gel d'acide chlorhydrique Icon-Etch DMG® permettant d'éroder la couche superficielle avec frottage intermittent à l'aide d'une micro-brosse au cours des deux minutes d'application (cf. figure 43).



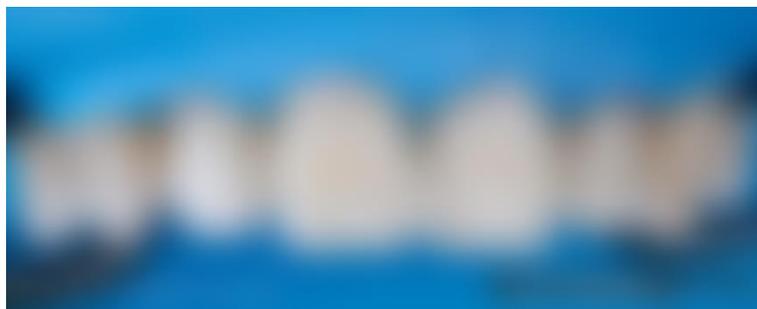
*Figure 43 : Etape de mordantage (56).  
a) Application du gel de mordantage Icon-Etch®.  
b) Résultat après rinçage.*

Après rinçage de l'Icon-Etch®, l'Icon-dry® est appliqué pendant 30 sec sur la lésion colorée, afin d'éliminer l'eau au niveau des microporosités, et séché à l'air libre (cf. figure 44).



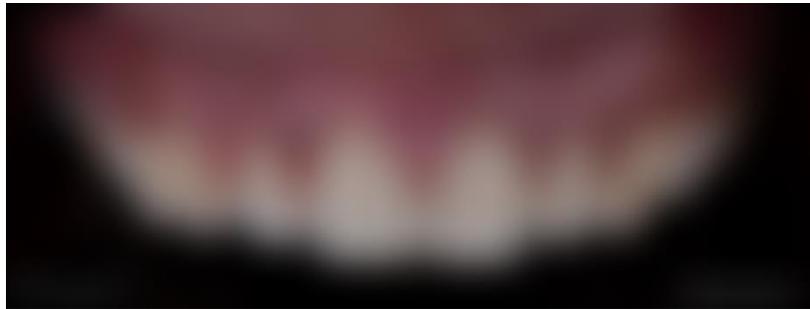
*Figure 44 : Application de l'Icon-Dry DMG® (56).*

Lors de la troisième étape de l'application du système Icon®, un infiltrant à base de résine est mis en place puis laissé pénétrer pendant trois minutes (cf. figure 45).



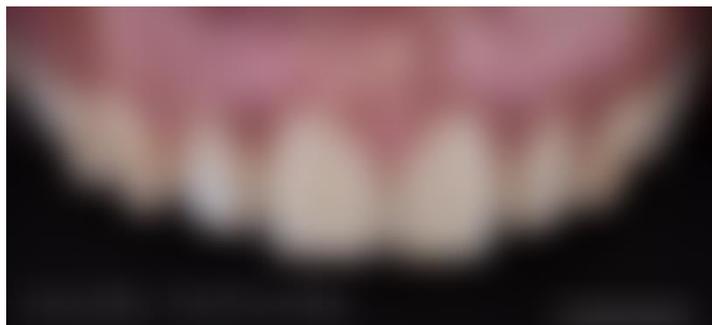
*Figure 45 : Application de l'infiltrant Icon-Resin DMG® (56).*

Après élimination des excès de l'infiltrant, une photopolymérisation à la lumière L.E.D. est réalisée puis un polissage afin d'éliminer toute rugosité de surface accélérant l'apposition de colorations ultérieures (cf. figure 46).

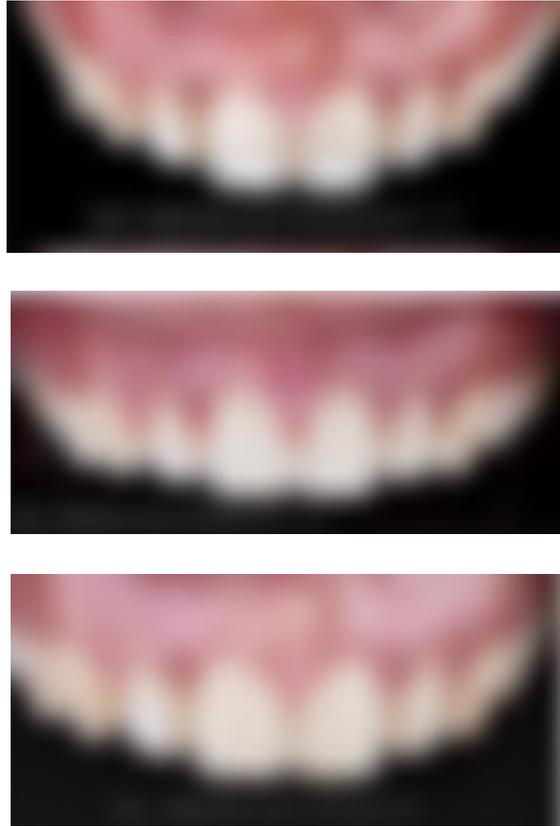


*Figure 46 : Photographie post-opératoire (56).*

Un rendez-vous de suivi a été donné à deux semaines après la séance (cf. figure 47), aucune doléance n'a été relevée de la part du patient. Il ne se plaint pas de sensibilité dentaire et est complètement satisfait du traitement réalisé. La teinte obtenue en fin de traitement est inchangée.



*Figure 47 : Photographie frontale post-opératoire après 2 semaines (56).*

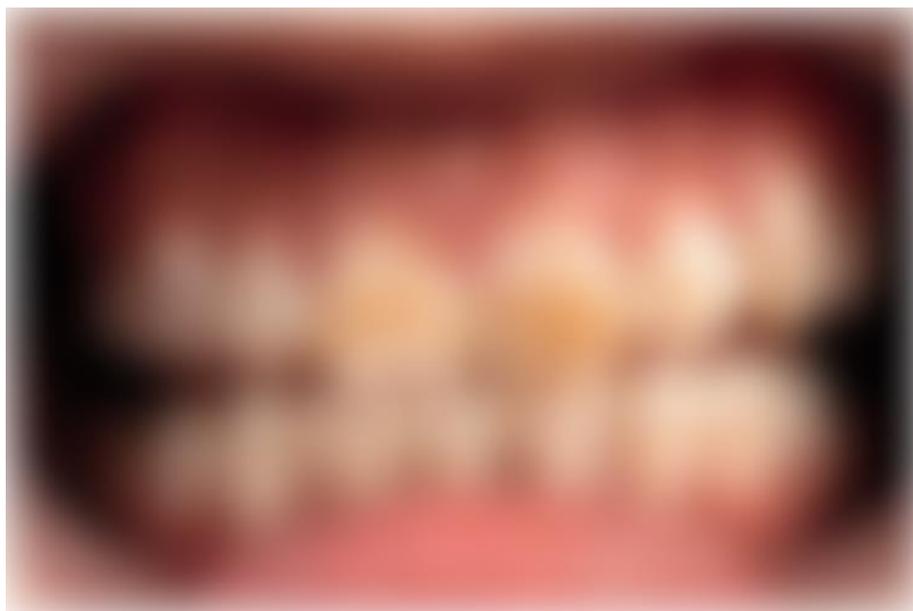


*Figure 48 : Photographies comparant l'évolution du traitement (56).  
a) Photographie préopératoire.  
b) Photographie post-opératoire.  
c) Photographie de suivi.*

#### Cas clinique 5 :

Une patiente de 22 ans a été orientée vers le service de stomatologie de l'hôpital de Xuzhou. Elle se plaignait de tâches irrégulières blanches et brunes crayeuses affectant fortement son apparence esthétique ainsi que son sourire (cf. figure 49). Elle n'avait jamais suivi de traitement pour répondre à cette plainte.

La patiente vivait donc à Xuzhou, dans une région riche en ressources en charbon. La combustion de ce dernier entraînerait une source importante de fluorure gazeux pouvant facilement pénétrer dans les produits alimentaires exposés ainsi que dans les voies respiratoires humaines. Ceci pourrait être un facteur dans l'apparition de la fluorose dentaire chez la patiente. (17)



*Figure 49 : Photographie frontale préopératoire (17).*

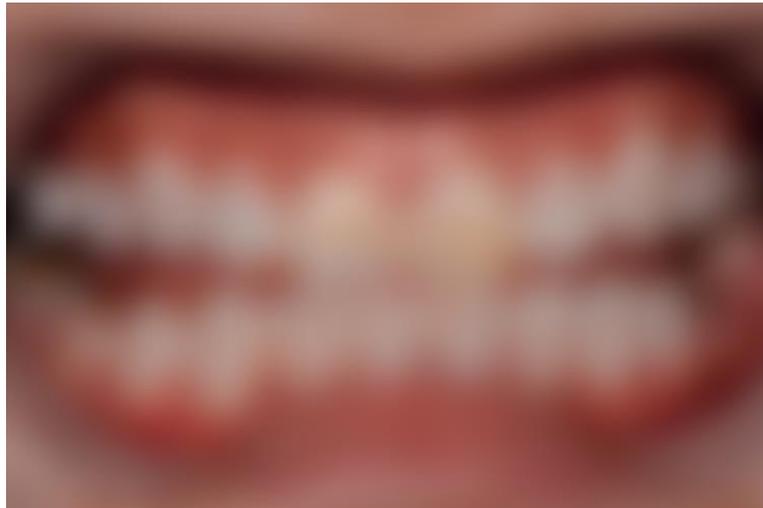
L'examen clinique a démontré une relation occlusale molaire bilatérale de classe I et une bonne hygiène bucco-dentaire. Aucun signe de gingivite ou de soin conservateur n'a été relevé. La répartition des tâches blanches et brunes crayeuses, opaques se manifestait aussi bien sur les dents antérieures que postérieures, ce qui a confirmé un diagnostic de fluorose dentaire avec un indice de surface dentaire de fluorose de 4. L'examen radiographique ne révélait aucune anomalie parodontale en présentant un espace ligamentaire parodontal uniforme. (17)

Le plan de traitement proposé au patient comprenait la microabrasion de l'émail avec des particules de carbure de silicium et d'un gel d'acide chlorhydrique à 6,6 %, suivie d'un éclaircissement ambulatoire avec un gel de peroxyde de carbamide à 10 % pendant deux semaines (six à huit heures par nuit) et d'un traitement ultérieur par infiltration de résine.(17)

Lors de la visite initiale, le patient a donné son consentement éclairé au traitement. Une digue a été mise en place séparant toutes les dents traitées (de la première molaire à l'incisive) afin de protéger le tissu gingival. Un gel (Opalustre™, Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA) a été placé sur les surfaces labiales des dents traitées. Une cupule de polissage (Opalcups™, Ultradent Products, Inc) a ensuite été utilisée pendant une minute avec un contre-angle à vitesse lente pour enlever un peu d'émail hyperminéralisé pour l'éclaircissement ultérieur des dents et pour corriger la surface de la dent. Des rinçages intermittents à l'eau ont été mis en œuvre pendant le traitement de microabrasion de l'émail. Cette procédure a été répétée deux fois et enfin un vernis fluoré a été appliqué.(17)

L'éclaircissement à domicile a été effectué une semaine après la microabrasion. Au cours de ce traitement, des empreintes ont été obtenues à l'aide de silicone vinyle polysiloxane (Aquasil®, Dentsply

Sirona Inc., Charlotte, NC, États-Unis) et des gouttières dentaires personnalisées ont été fabriquées pour l'éclaircissement à domicile. Le patient a porté les gouttières maxillaires et mandibulaires avec un gel de peroxyde de carbamide à 10% (Opalescence PF® 10%, Ultradent Products, Inc.) durant la nuit pendant 14 jours. Lors du traitement d'éclaircissement, la patiente se brossait les dents avec un dentifrice désensibilisant chaque matin pour réduire les symptômes d'hypersensibilité dentinaire. Des photographies ont été prises après la fin du traitement d'éclaircissement à domicile (cf. figure 50).(17)



*Figure 50 : Photographie frontale après Micro-abrasion et éclaircissement à domicile (17).*

La thérapie d'infiltration de résine a été initiée deux semaines après la fin de l'éclaircissement à domicile, après résolution de l'hypersensibilité dentinaire. Avant l'infiltration de résine, les taches brunes sur les faces vestibulaires des incisives centrales maxillaires étaient éliminées au moyen d'une macro-abrasion (cf. figure 51) avec une fraise diamantée sous spray (n° 3195 FF ; Mani® Inc., Utsunomiya, Japon). Les dents traitées ont ensuite été rincées et soigneusement nettoyées ; une digue a été placée avant le début du traitement. (17)



*Figure 51 : Traitement par macro-abrasion afin de retirer les taches brunes sur les incisives maxillaires (17).*

Un système d'infiltration de résine (Icon®, DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH, Hambourg, Allemagne) a été utilisé conformément aux instructions du fabricant. Pour cette patiente, les faces vestibulaires de ses dents ont été traitées avec du gel Icon-Etch® trois fois pendant deux minutes chacune. Après avoir rincé les dents à l'eau et les avoir complètement séchées avec Icon-Dry® (DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH), une grande quantité d'Icon-Infiltrant® (DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH) a été appliquée sur les surfaces dentaires traitées et incubée pendant trois minutes, puis photopolymérisée pendant 40 s à 600 mW/cm<sup>2</sup> (Lampe à polymériser à intensité variable Junior, BISCO® Dental Products, Schaumburg, IL, États-Unis). L'Icon-Infiltrant® a été réappliqué pendant une minute et durci à la lumière. Le même procédé a été répété sur les dents mandibulaires (cf. figure 52). L'excès de matériau a été retiré et la digue a été déposée. Enfin, les surfaces dentaires ont été polies avec de la pâte à polir (Flairesse Prophylaxis Paste®, DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH) au moyen de cupules de polissage. (17)



*Figure 52 : Traitement par infiltration de résine Icon® (17).*

- a) Mordançage des dents maxillaires à l'Icon-etch®.*
- b) Séchage à l'Icon-Dry®*
- c) Application de l'Icon-infiltrant®*
- d) Mordançage des dents mandibulaires à l'Icon-etch®.*

Chez un patient présentant une fluorose dentaire modérée à sévère, le traitement ne peut s'arrêter à un procédé de traitement de fluorose dentaire mais une combinaison de deux ou trois procédés.

Dans ce cas-là, la micro-abrasion a permis de retirer une partie de l'émail pathologique qui empêchait la pénétration d'agents d'éclaircissement. Grâce aux effets du mordantage et de la dissolution de l'acide chlorhydrique ainsi qu'aux effets des particules de carbure de silicium, il a été démontré qu'environ 25 à 200  $\mu\text{m}$  de tissu amélaire surminéralisé peuvent être éliminés. Cette opération permet donc une pénétration dans les couches profondes de l'émail des agents d'éclaircissement et ainsi obtenir un éclaircissement complet des dents (17).

Cependant, le traitement par éclaircissement dentaire entraîne une déminéralisation qui se manifeste par un aspect en nids d'abeille en observation sous microscopie électronique à balayage. Ces derniers présentent des pores contenant de l'air, qui a un indice de réfraction différent de celui de l'émail. Par conséquent, l'aspect crayeux persiste sur les dents avec une fluorose dentaire modérée à sévère lorsqu'elle est observée à la lumière naturelle (17).

Afin de remédier à ce problème, l'infiltration de résine est donc réalisée. Elle permet, par le biais de la capillarité, à l'infiltrant de pénétrer les pores des nids d'abeille résultants de l'éclaircissement précédent. L'indice de réfraction de l'infiltrant étant proche de celui de l'émail (indice de réfraction 1,51 et 1,62 respectivement de l'agent infiltrant et de l'émail), la diffusion de la lumière est réduite, ce qui diminue considérablement les différences de couleurs entre la lésion et l'émail ainsi que l'aspect crayeux (cf. figure 53). (17)



*Figure 53 : Photographie frontale après traitement par infiltration de résine Icon® (17).*

Des études *in vitro* ont démontré qu'il existe un risque d'instabilité de couleur et de sensibilité à la coloration sur un émail déminéralisé traité par infiltration de résine. Toutefois, l'utilisation d'une phase

de polissage peut réduire notablement le changement de couleur. Le maintien de l'hygiène buccale est également un facteur essentiel dans la conservation du résultat esthétique (cf. figure 54-55).(17)



*Figure 54 : Photographie post-opératoire de suivi après une semaine (17).*



*Figure 55 : Photographie de suivi après deux ans (17).*

## Conclusion

La fluorose dentaire présente un préjudice esthétique important en fonction du degré d'atteinte des surfaces dentaires. Certes, le fluor a une action de prévention contre les lésions carieuses et cela a été démontré par la baisse de leur prévalence après la mise en place de certaines politiques de supplémentation en fluor (2). Cependant, l'utilisation non contrôlée de plusieurs sources de fluor est la principale étiologie de la fluorose dentaire.

Pour cela, l'AFSSAPS a mis en place des recommandations d'utilisation des produits de santé fluorés chez l'enfant afin de diminuer le risque de survenue de fluorose. La supplémentation en fluorure doit être précédée, avant tout, d'un bilan des apports en fluor ; ce qui permettra de choisir la dose nécessaire pour chaque patient et en fonction du risque carieux que celui-ci présente.

Le mécanisme d'action du fluor survient très tôt lors de la formation des dents. En effet, une surconsommation de fluorure lors du développement de l'émail entrave la formation normale des cristaux d'hydroxyapatite. Il en résulte des modifications pathologiques des améloblastes qui donnent lieu à des cristaux d'hydroxyapatite anormaux. De ce fait, une hypominéralisation se produit et forme un émail poreux se manifestant par des différences d'opacités, des colorations et pouvant aller jusqu'à des défauts structurels.

Face à l'évolution de la pratique dentaire au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, les patients présentent une exigence de plus en plus importante dans le domaine de la dentisterie esthétique. Il est donc nécessaire de savoir réaliser un examen clinique correct afin de diagnostiquer une atteinte de fluorose. Il est généralement réalisé grâce à une source lumineuse de type L.E.D placée au niveau de la face palatine ou linguale de la dent, ce qui permet d'estimer la sévérité de l'atteinte des surfaces dentaires. Cet examen permettra d'orienter vers une prise en charge adaptée au patient.

Grâce aux classifications les plus communément utilisées (l'indice de Dean et l'indice de Thylstrup et Fejerskov), il est devenu possible d'évaluer la sévérité de l'atteinte fluoritique des dents. Selon le principe de préservation tissulaire, qui est devenu primordial dans l'odontologie moderne, il convient de choisir la solution thérapeutique la plus conservatrice et la plus efficace afin de répondre à la demande esthétique du patient.

En fonction du diagnostic établi, le plan de traitement peut s'orienter vers l'utilisation d'une ou plusieurs techniques afin de répondre aux doléances du patient. Comme cela a été vu précédemment dans les cas cliniques, un traitement par éclaircissement, micro-abrasion ou infiltration de résine Icon® seul peut suffire. Tandis que sur des patients atteints de fluorose modérée voire sévère, une combinaison de ceux-ci s'avère nécessaire. Ces différentes possibilités thérapeutiques nécessitent une bonne maîtrise ainsi qu'un suivi régulier. Bien que les inconvénients soient peu nombreux, il ne

faut pas négliger le risque de sensibilités dentaires ou de colorations externes qui peuvent survenir ultérieurement aux séances de traitement. Le résultat esthétique étant obtenu, des rendez-vous de contrôle doivent être programmés afin d'assurer la pérennité de celle-ci en suivant les conseils d'hygiène bucco-dentaire et alimentaire.

## Liste des figures :

FIGURE 1 : SCHEMA PRESENTANT LA REACTIVITE DE L'EMAIL EN PRESENCE DE FLUOR DANS UN ENVIRONNEMENT ACIDE (15). .....	25
FIGURE 2 : SCHEMA ILLUSTRANT LA FORMATION DE FLUORAPATITE (15).....	26
FIGURE 3 : EFFET DE LA PRECIPITATION DE L'HYDROXYAPATITE SUR LE FLUORURE (19).....	29
FIGURE 4 : REGULATION DU PH PAR LE CANAL CFTR (22).....	30
FIGURE 5 : STRUCTURE DES COMPLEXES DE TGF- $\beta$ 1 LATENT (24).....	31
FIGURE 6 : PHOTOGRAPHIE MONTRANT UNE DENTURE PRESENTANT DES MANIFESTATIONS DE FLUOROSE TRES LEGERE (28).....	33
FIGURE 7 : PHOTOGRAPHIE MONTRANT UNE DENTURE PRESENTANT DES MANIFESTATIONS DE FLUOROSE LEGERE (28).....	33
FIGURE 8 : PHOTOGRAPHIE MONTRANT UNE DENTURE PRESENTANT DES MANIFESTATIONS DE FLUOROSE MODEREE (27).....	34
FIGURE 9 : PHOTOGRAPHIE MONTRANT UNE DENTURE PRESENTANT DES MANIFESTATIONS DE FLUOROSE SEVERE (27).....	34
FIGURE 10 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 1 DE FLUOROSE DENTAIRE SELON THYLSTRUP ET FEJERSKOV (27).....	36
FIGURE 11 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 2 DE FLUOROSE DENTAIRE SELON THYLSTRUP ET FEJERSKOV (31).....	37
FIGURE 12 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 3 DE FLUOROSE DENTAIRE SELON THYLSTRUP ET FEJERSKOV (27).....	37
FIGURE 13 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 4 DE FLUOROSE DENTAIRE SELON THYLSTRUP ET FEJERSKOV (27).....	37
FIGURE 14 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 5 ET 7 SELON THYLSTRUP ET FEJERSKOV (31).....	38
FIGURE 15 : PHOTOGRAPHIE DU SCORE 6 SUR LA 32-42, 7 SUR LA 41, 8 SUR LA 11-31 ET 9 SUR LA 21 (31).....	38
FIGURE 16 : SCHEMA ILLUSTRANT LES DIFFERENTS SIGNES CLINIQUES DE LA FLUOROSE SELON LE T.F.I (32).....	39
FIGURE 17 : TEINTIER VITA BLEACHEDGUIDE 3D-MASTER® (39).....	43
FIGURE 18 : REALISATION DES RESERVOIRS EN RESINE (40).....	44
FIGURE 19 : GOUTTIERES MAXILLAIRE ET MANDIBULAIRE PRETES A EMPLOI (41).....	44
FIGURE 20 : CLICHES PHOTOGRAPHIQUES PERMETTANT DE COMPARER LA TEINTE INITIALE ET LE RESULTAT APRES ECLAIRCISSEMENT (42). A) PHOTOGRAPHIE DE LA PRISE DE TEINTE AVANT ECLAIRCISSEMENT. B) PHOTOGRAPHIE DE COMPARAISON ENTRE LES TEINTES INITIALES ET LE RESULTAT DE L'ECLAIRCISSEMENT.....	46
FIGURE 21 : PRISE DEN TEINTE AVEC UN NUANCIER ELECTRONIQUE : EASY SHADE VITA® (42).....	46
FIGURE 22 : ISOLATION DES TISSUS MOUS PAR LA DIGUE (40). A) ISOLATION PAR LA DIGUE EN CAOUTCHOUC ET DES LIGATURES. B) ISOLATION PAR LA DIGUE LIQUIDE.....	47
FIGURE 23 : PROTOCOLE DE LA MICROABRASION (46). A) PHOTOGRAPHIE INITIALE DES INCISIVES MAXILLAIRES B) APPLICATION DE L'OPALUSTRE® C) COMPRESSION DU PRODUIT A L'AIDE DE CUPULES EN CAOUTCHOUC D) RESULTAT IMMEDIAT APRES MICRO-ABRASION.....	50
FIGURE 24 : PHOTOGRAPHIE PREOPERATOIRE DU PATIENT (50).....	53
FIGURE 25 : PHOTOGRAPHIE PER-OPERATOIRE DU POWER WHITENING (50).....	54
FIGURE 26 : RESULTAT POST-OPERATOIRE APRES UNE PREMIERE SEANCE D'ECLAIRCISSEMENT AU FAUTEUIL (50).....	54
FIGURE 27 : RESULTAT POSTOPERATOIRE APRES UNE 2EME SEANCE D'ECLAIRCISSEMENT (50).....	55
FIGURE 28 : PHOTOGRAPHIES EN OCCLUSION D'UN CAS DE FLUOROSE LEGERE A MODEREE (53). A) VUE DE FACE DES DENTS ATTEINTES. B) VUE RAPPROCHEE DES INCISIVES MAXILLAIRES.....	56
FIGURE 29 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE DU RESULTAT APRES MICROABRASION (53).....	56
FIGURE 30 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE A LA FIN DU TRAITEMENT : MICRO-ABRASION + FLUOR PROTECTOR S® (53).....	57
FIGURE 31 : PHOTOGRAPHIE DE SUIVI 1 AN APRES TRAITEMENT (53).....	57
FIGURE 32 : PHOTOGRAPHIE DE SUIVI 2 ANS APRES TRAITEMENT (53).....	58
FIGURE 33 : PHOTOGRAPHIE PREOPERATOIRE D'UN PATIENT PRESENTANT UNE FLUOROSE MODEREE (55).....	58
FIGURE 34 : POSE DE LA DIGUE AVANT DE COMMENCER LE PROCESSUS D'INFILTRATION (55).....	59
FIGURE 35 : APPLICATION DU GEL DE MORDANÇAGE ICON ETCH® (55). A) PRESENTATION DU PRODUIT ICON ETCH® EN SERINGUE. B) APPLICATION DE L'ICON ETCH® SUR LES DENTS ATTEINTES DE FLUOROSE.....	59
FIGURE 36 : PHOTOGRAPHIE MONTRANT L'APPLICATION DE L'ICON DRY® (55).....	60
FIGURE 37 : APPLICATION DE LA RESINE INFILTRANTE ICON-INFILTRANT® (55).....	60
FIGURE 38 : PHOTOGRAPHIE APRES APPLICATION DE L'INFILTRANT A BASE DE RESINE ICON-INFILTRANT® (55).....	61
FIGURE 39 : PHOTOGRAPHIE DU RESULTAT FINAL APRES DEPOSE DE LA DIGUE (55).....	61
FIGURE 40 : PHOTOGRAPHIES DU CAS CLINIQUE (56). A) PHOTOGRAPHIE PREOPERATOIRE FRONTALE. B) TACHES DE FLUOROSE SUR LES 2/3 CORONAIRES DES INCISIVES.....	61
FIGURE 41 : MISE EN PLACE DU CHAMP OPERATOIRE (56).....	62

FIGURE 42 : MICRO-ABRASION EN UTILISANT OPALUSTRE® ULTRADENT (56). A) APPLICATION DU PRODUIT DE MICRO-ABRASION. B) RESULTAT APRES RINÇAGE. ....	62
FIGURE 43 : ETAPE DE MORDANÇAGE (56). A) APPLICATION DU GEL DE MORDANÇAGE ICON-ETCH®. B) RESULTAT APRES RINÇAGE. ....	63
FIGURE 44 : APPLICATION DE L'ICON-DRY DMG® (56). ....	63
FIGURE 45 : APPLICATION DE L'INFILTRANT ICON-RESIN DMG® (56). ....	63
FIGURE 46 : PHOTOGRAPHIE POST-OPERATOIRE (56). ....	64
FIGURE 47 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE POST-OPERATOIRE APRES 2 SEMAINES (56). ....	64
FIGURE 48 : PHOTOGRAPHIES COMPARANT L'EVOLUTION DU TRAITEMENT (56). A) PHOTOGRAPHIE PREOPERATOIRE. B) PHOTOGRAPHIE POST-OPERATOIRE. C) PHOTOGRAPHIE DE SUIVI. ....	65
FIGURE 49 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE PREOPERATOIRE (17). ....	66
FIGURE 50 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE APRES MICRO-ABRASION ET ECLAIRCISSEMENT A DOMICILE (17). ....	67
FIGURE 51 : TRAITEMENT PAR MACRO-ABRASION AFIN DE RETIRER LES TACHES BRUNES SUR LES INCISIVES MAXILLAIRES (17). ....	68
FIGURE 52 : TRAITEMENT PAR INFILTRATION DE RESINE ICON® (17). A) MORDANÇAGE DES DENTS MAXILLAIRES A L'ICON-ETCH®. B) SECHAGE A L'ICON-DRY® C) APPLICATION DE L'ICON-INFILTRANT® D) MORDANÇAGE DES DENTS MANDIBULAIRES A L'ICON-ETCH®. ....	69
FIGURE 53 : PHOTOGRAPHIE FRONTALE APRES TRAITEMENT PAR INFILTRATION DE RESINE ICON® (17). ....	70
FIGURE 54 : PHOTOGRAPHIE POST-OPERATOIRE DE SUIVI APRES UNE SEMAINE (17). ....	71
FIGURE 55 : PHOTOGRAPHIE DE SUIVI APRES DEUX ANS (17). ....	71

#### Liste des tableaux :

TABEAU 1 : RECOMMANDATIONS DU L'UTILISATION DE FLUORURE EN FONCTION DE L'AGE (8) .....	21
TABEAU 2 : LES MODES D'ACTION DU FLUORURE (13). ....	24
TABEAU 3 : CLASSIFICATION DES STADES DE FLUOROSE SELON LE D.F.I. (29) .....	35
TABEAU 4 : UTILISATION DES PRODUITS DE SANTE FLUORES CHEZ L'ENFANT – AFSSAPS 2008 (36). ....	42

## Bibliographie :

1. Hasiuk PA, Gevkaliuk NO, Pynda MYa, Vorobets AB, Dzetsiukh TI, Pudiak VYe, et al. Epidemiological indicators of dental morbidity of children as an indicator of adverse environmental influence. *Wiad Lek.* mai 2021;74(5):1069-73.
2. Koberová Ivančáková R, Radochová V, Kováčsová F, Merglová V. Exogenous Intake of Fluorides in Caries Prevention: Benefits and Risks. *Acta Medica Hradec Kralove Czech Repub.* 2021;64(2):71-6.
3. Yeung CA, Chong L, Glenny A. Fluoridated milk for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* sept 2015;2015(9):CD003876.
4. Bánóczy J, Rugg-Gunn A, Woodward M. Milk fluoridation for the prevention of dental caries. *Acta Medica Acad.* nov 2013;42(2):156.
5. Pollick HF. Salt fluoridation: a review. *J Calif Dent Assoc.* juin 2013;41(6):395-404.
6. Ismail AI, Bandekar RR. Fluoride supplements and fluorosis: a meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(1):48-56.
7. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncic A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;(3):CD0078.
8. Toumba KJ, Twetman S, Splieth C, Parnell C, van Loveren C, Lygidakis NA. Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent.* déc 2019;20(6):507-16.
9. Twetman S, Petersson L, Axelsson S, Dahlgren H, Holm AK, Källestål C, et al. Caries-preventive effect of sodium fluoride mouthrinses: a systematic review of controlled clinical trials. *Acta Odontol Scand.* août 2004;62(4):223-30.
10. National Academy Press. Health Effects of Ingested Fluoride [Internet]. [cité 2 août 2022]. Disponible sur: <https://nap.nationalacademies.org/download/2204>
11. Wang Q, Chen X, Hu H, Wei X, Wang X, Peng Z, et al. Structural changes in the oral microbiome of the adolescent patients with moderate or severe dental fluorosis. *Sci Rep.* fevr 2021;11:2897.
12. Baik A, Alamoudi N, El-Housseiny A, Altuwirqi A. Fluoride Varnishes for Preventing Occlusal Dental Caries: A Review. *Dent J.* juin 2021;9(6):64.
13. Schiffner U. Verwendung von Fluoriden zur Kariesprävention. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2021;64(7):830-7.
14. Rølla G. On the role of calcium fluoride in the cariostatic mechanism of fluoride. *Acta Odontol Scand.* janv 1988;46(6):341-5.
15. James S, Wefel, PhD, Robert V, Faller, BS. Mécanisme d'action du fluorure [Internet]. 2006. Disponible sur: <https://www.dentalcare.ca/fr-ca/ce-cours/ce94/Mecanisme-daction-du-fluorure>
16. Li Q, Shen J, Qin T, Zhou G, Li Y, Chen Z, et al. A Qualitative and Comprehensive Analysis of Caries Susceptibility for Dental Fluorosis Patients. *Antibiotics.* août 2021;10(9):1047.

17. Wang Q, Meng Q, Meng J. Minimally invasive esthetic management of dental fluorosis: a case report. *J Int Med Res.* oct 2020;48(10):0300060520967538.
18. Ji M, Duan X, Han X, Sun J, Zhang D. Exogenous transforming growth factor- $\beta$ 1 prevents the inflow of fluoride to ameloblasts through regulation of voltage-gated chloride channels 5 and 7. *Exp Ther Med.* juin 2021;21(6):615.
19. Sharma R, Tsuchiya M, Skobe Z, Tannous BA, Bartlett JD. The Acid Test of Fluoride: How pH Modulates Toxicity. *PLoS ONE.* mai 2010;5(5):e10895.
20. Ji M, Xiao L, Xu L, Huang S, Zhang D. How pH is regulated during amelogenesis in dental fluorosis. *Exp Ther Med.* nov 2018;16(5):3759-65.
21. Duan X, Mao Y, Wen X, Yang T, Xue Y. Excess Fluoride Interferes with Chloride-channel-dependent Endocytosis in Ameloblasts. *J Dent Res.* févr 2011;90(2):175-80.
22. Bronckers A, Kalogeraki L, Jorna HJN, Wilke M, Bervoets TJ, Lyaruu DM, et al. The cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) is expressed in maturation stage ameloblasts, odontoblasts and bone cells. *Bone.* avr 2010;46(4):1188-96.
23. Ishiguro H, Steward MC, Naruse S, Ko SBH, Goto H, Case RM, et al. CFTR Functions as a Bicarbonate Channel in Pancreatic Duct Cells. *J Gen Physiol.* mars 2009;133(3):315-26.
24. Oklü R, Hesketh R. The latent transforming growth factor beta binding protein (LTBP) family. *Biochem J.* déc 2000;352(Pt 3):601-10.
25. Zhang X, Zhang Y, Xi S, Cheng G, Guo X. [The effect of different fluoride concentrations on the expression of transforming growth factor-beta1 in ameloblast of rat incisor]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi West China J Stomatol.* août 2012;30(4):434-8.
26. Dong H, Yang X, Zhang S, Wang X, Guo C, Zhang X, et al. Associations of low level of fluoride exposure with dental fluorosis among U.S. children and adolescents, NHANES 2015–2016. *Ecotoxicol Environ Saf.* sept 2021;221:112439.
27. Nicolas A. La fluorose dentaire : Etiologies, diagnostics et prise en charge au cabinet dentaire [Thèse d'exercice]. [Lille, France]: Université de lille. Faculté de chirurgie dentaire; 2014.
28. Fluoridealert.org. Dental Fluorosis [Internet]. [cité 9 sept 2022]. Disponible sur: <https://fluoridealert.org/issues/fluorosis/>
29. JPDA. Frequency of Dental Fluorosis in Population Drinking Water with High Fluoride Level in Thar [Internet]. [cité 23 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.jpda.com.pk/frequency-of-dental-fluorosis-in-population-drinking-water-with-high-fluoride-level-in-thar-2/>
30. Gaële G. La fluorose dentaire : données actuelles et évaluation [Thèse d'exercice]. [Nancy, France]: Université Henri Poincaré - Nancy I. Faculté de chirurgie dentaire; 2002.
31. Cavalheiro JP, Girotto Bussaneli D, Restrepo M, Universidad CES, Bullio Fragelli CM, Univ Estadual Paulista, et al. Clinical aspects of dental fluorosis according to histological features: a Thylstrup Fejerskov Index review. *CES Odontol.* 2017;30(1):41-50.

32. Khaoula D. Dental fluorosis index [Internet]. [cité 17 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.muhadharaty.com/lecture/19819/%D8%AF-%D8%AE%D9%88%D9%84%D8%A9/denal-fluorosis-index-pptx>
33. Di Giovanni T, Eliades T, Papageorgiou SN. Interventions for dental fluorosis: A systematic review. *J Esthet Restor Dent*. nov 2018;30(6):502-8.
34. Abanto Alvarez J, Rezende KMPC, Marocho SMS, Alves FBT, Celiberti P, Ciamponi AL. Dental fluorosis: exposure, prevention and management. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal*. févr 2009;14(2):E103-107.
35. HAS (Haute Autorité de Santé). Stratégies de prévention de la carie dentaire : Synthèse et recommandations [Internet]. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: [http://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges\\_synthese\\_carie\\_dentaire\\_version\\_postcollege-10sept2010.pdf](http://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf)
36. Utilisation du fluor dans la prevention de la carie dentaire avant l'age de 18 ans. *J Pédiatrie Puériculture*. juill 2009;22(4-5):235-40.
37. Raut AW, Mantri V, Gedam PV, Phabyani PP. Conservative Esthetic Management of Severe Dental Fluorosis with In-Office Power Bleaching. *Ann Afr Med*. 2020;19(3):211-4.
38. Chloé T. L'éclaircissement dentaire externe : Données actuelles et étude départementale (Haute-Garonne) des pratiques en cabinet libéral [Thèse d'exercice]. [Toulouse, France]: Université Toulouse III - Paul Sabatier, Faculté de chirurgie dentaire; 2017.
39. Zahnfabrik V. VITA Bleachedguide 3D-MASTER® [Internet]. VITA Zahnfabrik. [cité 2 août 2022]. Disponible sur: <https://www.vita-zahnfabrik.com/fr/VITA-Bleachedguide-3D-MASTER-26261.html>
40. Thibaud D. L'éclaircissement dentaire : comparaison entre méthodes employées au cabinet dentaire et système du commerce [Thèse d'exercice]. [Lorraine, France]: Université de Lorraine, Faculté d'odontologie; 2012.
41. Nicolas G. Éclaircissement des dents pulpées : indications, protocole et risques [Thèse d'exercice]. [Bordeaux, France]: Université de Bordeaux, Faculté d'odontologie; 2020.
42. PIGNOLY C. Eclaircissement des dents pulpées : pourquoi la technique au fauteuil est-elle toujours d'actualité ? [Internet]. Disponible sur: [https://www.sdi.com.au/images/stories/modules/Module\\_Download\\_Files/FR\\_Pignoly10\\_POP.pdf](https://www.sdi.com.au/images/stories/modules/Module_Download_Files/FR_Pignoly10_POP.pdf)
43. Vildósola P, Vera F, Ramírez J, Rencoret J, Pretel H, Oliveira O Jr, et al. Comparison of Effectiveness and Sensitivity Using Two In-Office Bleaching Protocols for a 6% Hydrogen Peroxide Gel in a Randomized Clinical Trial. *Oper Dent*. mai 2017;42(3):244-52.
44. Machado LS, Anchieta RB, dos Santos PH, Briso AL, Tovar N, Janal MN, et al. Clinical Comparison of At-Home and In-Office Dental Bleaching Procedures: A Randomized Trial of a Split-Mouth Design. *Int J Periodontics Restorative Dent*. avr 2016;36(2):251-60.
45. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J*. avr 2014;26(2):33-46.

46. Julie U. L'utilisation de techniques ultra-conservatrices dans le traitement des altérations de teinte du secteur antérieur : gradient thérapeutique. [Thèse d'exercice]. [Lyon, France]: Université Claude-Bernard - Lyon I. Faculté d'odontologie; 2016.
47. Azzahim L, Chala S, Abdallaoui F. La micro-abrasion amélaire associée à l'éclaircissement externe: intérêt dans la prise en charge de la fluorose. *Pan Afr Med J.* oct 2019;34:72.
48. Mann N, Makkar S, Gupta P. Resin infiltration technique : The minimal invasive approach to treat white spot lesions. *TMU J Dent.* avr 2015;2:71-4.
49. Taher NM, Alkhamis HA, Dowaidi SM. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness : An in vitro study. *Saudi Dent J.* avr 2012;24(2):79-84.
50. S PM, M AB, Tejaswi S, Shetty S, K SH. Effect of Power Bleaching on the Fluorosis Stained Anterior Teeth Case Series. *J Clin Diagn Res JCDR.* août 2014;8(8):ZJ01-3.
51. Sharma S, Shetty NJ, Uppoor A. Evaluation of the clinical efficacy of potassium nitrate desensitizing mouthwash and a toothpaste in the treatment of dentinal hypersensitivity. *J Clin Exp Dent.* févr 2012;4(1):e28-33.
52. West NX, Seong J, Davies M. Management of dentine hypersensitivity: efficacy of professionally and self-administered agents. *J Clin Periodontol.* 2015;42(S16):S256-302.
53. Zerlotti Riccardo, Traitement de fluorose par micro-abrasion [Document procuré en septembre 2022 par Riccardo Zelotti, Via Podgora 22, Verona, Italy].
54. Ivoclar.com. Fluor Protector S : Ivoclar [Internet]. [cité 7 sept 2022]. Disponible sur: [https://www.ivoclar.com/fr\\_fr/products/professional-care---prevention/fluor-protector-s](https://www.ivoclar.com/fr_fr/products/professional-care---prevention/fluor-protector-s)
55. Yahya M-H, Traitement de fluorose légère par microabrasion [Document procuré en septembre 2022 par Mohammed.H Yahya, Al hayanya street, Basra, Iraq].
56. Eltaweel M-A. Traitement de la fluorose par association de la microabrasion et l'infiltration de résine Icon® [Document procuré en janvier 2023 par Mahmoud Anwar Eltaweel, Portsaid st, sporting, Alexandria, Egypt].
57. Subadental. Utilisation du sablage intra-oral ou Air-Flow en dentisterie [Internet]. [cité 22 sept 2022]. Disponible sur: <https://subadental.com/hygiene-dentaire/utilisation-du-sablage-intra-oral-ou-air-flow-en-dentisterie/>

MOUJANE Soukaïna

Fluorose dentaire : prévention et traitements mini-invasifs

Thèse d'exercice. Chirurgie dentaire. Reims ; 2023

---

RESUME EN FRANCAIS :

La fluorose dentaire est une dyschromie acquise liée à une anomalie amélaire, qui se manifeste par l'apparition de tâches sur les dents. Celles-ci varient de couleur en fonction de la sévérité de la pathologie et influencent sur l'apparence des personnes atteintes. L'aspect esthétique du sourire étant de plus en plus mis en exergue, une connaissance de cette pathologie, son étiologie et méthodes de prévention et traitement s'avère nécessaire. Les différentes classifications proposées permettent d'aboutir à un diagnostic du stade de fluorose. Ce dernier permet à son tour d'orienter le praticien dans le choix du traitement adéquat tout en respectant le gradient thérapeutique. Les méthodes de prévention et de traitement mini invasifs : Eclaircissement externe, Micro-abrasion et l'infiltration de résine Icon (DMG)<sup>®</sup>, seront expliquées afin de connaître les indications et limites de chacune. Pour conclure, des cas cliniques seront étudiés démontrant les différents types de prise en charge en fonction de la sévérité de l'atteinte pathologique.

---

MOTS-CLES : Acide chlorhydrique ; Agents de blanchiment ; Classification ; Dentisterie esthétique ; Dyschromie dentaire ; Fluorose dentaire ; Peroxyde d'hydrogène ; Traitements conservateurs ;

---

JURY :

Président : Professeur Cedric MAUPRIVEZ

Assesseurs : Docteur Yannick JOSSET

Professeur Marie Paule GELLE

Docteur Francesca SIU PAREDES

---