

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2019

N°:

THESE POUR LE
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 01 mars 2019

Par Charline Knobloch

Née le 18/01/1994 à Colmar - France

**Le phosphate de caséine : quelles utilisations en
odontologie ?**

JURY

Président : Pr PENEL Guillaume
Assesseurs : Dr DELFOSSE Caroline
Dr BLAIZOT Alessandra
Dr LAUMAILLE Mathilde

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

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

| | |
|----------------------|--|
| P. BEHIN | Prothèses |
| T. COLARD | Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| E. DELCOURT-DEBRUYNE | Professeur Emérite Parodontologie |
| E. DEVEAUX | Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen de la Faculté |
| G. PENEL | Responsable du Département de Biologie Orale |

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du Jury...

Monsieur le Professeur Guillaume PENEL

Professeur des Universités – Praticien hospitalier

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

Département Biologie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université René DESCARTES (PARIS V)

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale

Habilitation à Diriger des Recherches

Vice-Doyen Recherche de la Faculté de Chirurgie Dentaire

Responsable du Département de Biologie Orale

Je vous remercie d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse sans hésitation malgré ma demande tardive, et je vous en suis très reconnaissante. Je vous exprime ici mon profond respect et ma gratitude.

Madame le Docteur Caroline DELFOSSE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)

Diplôme d'Etudes Approfondies Génie Biologie & Médical - option Biomatériaux Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Université « Sédation consciente pour les soins bucco-dentaires » (Strasbourg I)

Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique

C'est un honneur pour moi de vous voir siéger dans mon jury de thèse, et je vous en remercie. Je tiens à vous remercier également pour vos nombreux enseignements de qualités. Soyez assurée de mon profond respect.

Madame le Docteur Alessandra BLAIZOT

Maître des Conférences des Universités – Praticien hospitalier des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en éthique médicale de l'Université Paris Descartes (Paris V)

Master II : Sciences, technologies, santé à finalité recherche. Mention Ethique, Spécialité éthique médicale et bioéthique – Université Paris Descartes (Paris V)

Master II : Sciences, technologies, santé à finalité recherche. Mention Santé Publique, Spécialité épidémiologie clinique – Université Paul Sabatier (Toulouse III)

Maîtrise : Science de la vie et de la santé à finalité recherche. Mention méthodes d'analyses et gestion en santé publique, Spécialité épidémiologie clinique – Université Paul Sabatier (Toulouse III)

Diplôme inter-Université en pédagogie des sciences de la santé – Université de Rouen-Normandie

Diplôme Universitaire de Recherche Clinique en Odontologie – Université Paul Sabatier (Toulouse III)

Vous avez directement accepté de siéger au sein de mon jury et je vous en suis reconnaissante. Vous m'avez accompagnée au sein de mes études lors des apprentissages théoriques et pratiques. Vous avez toujours réussi à vous rendre disponible à chaque fois que cela était nécessaire, et ce toujours avec de la bienveillance et de la sympathie. Je vous exprime par ces quelques mots toute ma gratitude et ma profonde estime.

Madame le Docteur Mathilde LAUMAILLE

Assistante Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

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

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

Je tiens à vous remercier pour avoir accepté de diriger cette thèse. Votre disponibilité et vos nombreux conseils m'ont permis de mener à bien ce travail. J'ai été ravie de vous avoir comme directrice de thèse parce que vous avez toujours été à l'écoute mais aussi parce que vous m'avez épaulée, aidée et rassurée. C'est avec plaisir et émotion que je tiens à vous exprimer ma sincère reconnaissance et ma plus profonde estime.

A ma famille...

A mes ami(e)s...

Table des matières

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 13 |
| 2. Généralités..... | 14 |
| 2.1. Déminéralisation et reminéralisation..... | 16 |
| 2.1.1. Le processus de déminéralisation..... | 16 |
| 2.1.2. Le processus de reminéralisation..... | 18 |
| 2.2. Le rôle de la salive..... | 19 |
| 2.3. La carie dentaire..... | 20 |
| 2.4. Qu'est-ce que le phosphate de caséine ?..... | 23 |
| 2.4.1. Composition..... | 23 |
| 2.4.2. Mécanisme d'action..... | 25 |
| 2.4.3. Les effets du phosphate de caséine..... | 25 |
| 3. Utilisation du phosphate de caséine..... | 26 |
| 3.1. Sous la forme d'une crème pour application topique..... | 26 |
| 3.1.1. Utilisation au cabinet..... | 26 |
| 3.1.1.1. Avec un porte empreinte individuel ou une gouttière..... | 26 |
| 3.1.1.2. Sans support..... | 28 |
| 3.1.2. Utilisation en ambulatoire..... | 29 |
| 3.2. Sous la forme d'un vernis..... | 29 |
| 4. Produits contenant du phosphate de caséine..... | 30 |
| 4.1. Tooth Mousse®..... | 30 |
| 4.2. Mi Paste Plus®..... | 31 |
| 4.3. Mi Varnish®..... | 32 |
| 5. Indications du phosphate de caséine..... | 33 |
| 5.1. En cas de sensibilité dentaire..... | 33 |
| 5.1.1. Innervation sensitive de l'organe dentaire..... | 33 |
| 5.1.1.1. Localisation des fibres nerveuses de l'endodonte..... | 34 |
| 5.1.1.2. Différents types de fibres nerveuses..... | 35 |
| 5.1.2. Signes cliniques et explication de l'hypersensibilité dentaire..... | 36 |
| 5.1.3. Prise en charge globale et rôle du phosphate de caséine..... | 37 |
| 5.1.4. Sensibilités causées par un traitement d'éclaircissement externe..... | 39 |
| 5.2. En cas d'hyposialie et d'asialie..... | 40 |
| 5.2.1. Rôles de la salive..... | 40 |
| 5.2.2. L'hyposialie..... | 41 |
| 5.2.2.1. La lithiase..... | 41 |
| 5.2.2.2. Le syndrome de Gougerot Sjögren..... | 42 |
| 5.2.2.3. L'hyposialie suite à un traitement par irradiation..... | 42 |
| 5.2.3. Conséquences buccales et rôles du phosphate de caséine..... | 43 |
| 5.3. En cas d'érosion..... | 44 |
| 5.3.1. Définition..... | 44 |
| 5.3.2. Étiologies de l'érosion dentaire..... | 44 |
| 5.3.3. Conséquences buccales et rôles du phosphate de caséine..... | 46 |
| 5.4. En cas de défaut de structure suite à un défaut de minéralisation..... | 48 |
| 5.4.1. Anomalie de structure primaire de l'émail..... | 48 |
| 5.4.2. Anomalie de structure secondaire de l'émail..... | 49 |
| 5.4.3. La MIH (Molar Incisor Hypomineralization)..... | 50 |

| | |
|--|----|
| 5.4.4. Conséquences buccales d'un émail hypominéralisé..... | 52 |
| 5.4.5. Rôles du phosphate de caséine..... | 52 |
| 5.4.6. Tâche d'hypominéralisation dans le cas d'un traitement orthodontique et rôle du phosphate de caséine..... | 56 |
| 5.5. En cas de Fluorose..... | 58 |
| 5.5.1. Le Fluor..... | 58 |
| 5.5.2. Définition de la fluorose..... | 58 |
| 5.5.3. Traitement de la fluorose et rôle du phosphate de caséine..... | 61 |
| 6. Contre-indications du phosphate de caséine..... | 64 |
| Conclusion..... | 65 |
| Index des illustrations..... | 66 |
| Index des tableaux..... | 68 |
| Références bibliographiques..... | 69 |
| Annexe : Les 5 étapes détaillées du test salivaire Saliva-Check Buffer® de la marque GC..... | 75 |

1. Introduction

La société actuelle évolue et prend conscience de l'importance de l'**état de santé bucco-dentaire**. Celle-ci se caractérise par l'absence de douleur, d'infection, de maladie et de cancer au niveau de la sphère orale et de la face. Une bonne santé bucco-dentaire est souvent synonyme d'un bon état de santé général et de bien être.

Les chirurgiens-dentistes font évoluer leur pratique afin d'éduquer le patient à une bonne hygiène orale et pratiquent des **actes de prévention**. Selon les chiffres de l'OMS d'avril 2012, près de 100% des adultes sont atteints de maladie carieuse. En France, le programme de prévention bucco-dentaire **M'T dents** existe depuis 2007 pour inciter les visites chez le chirurgien-dentiste pour les enfants âgés de 6, 9, 12, 15 et 18 ans. En 2014 le programme s'est étendu aux femmes enceintes. Dernièrement, depuis le 1er janvier 2018, le programme s'étend aux jeunes adultes âgés de 21 ans et de 24 ans. En avril 2019, le programme devrait s'étendre également aux enfants âgés de 3 ans pour une prise en charge plus précoce, ici encore dans un but de prévention. [57]

Afin de renforcer l'émail dentaire, le chirurgien-dentiste utilise habituellement du fluor. Depuis peu, le phosphate de caséine (phosphopeptide de caséine - phosphate de calcium amorphe) également connu sous le nom de Recaldent™, entre dans la pratique courante. Il a d'abord été introduit dans des chewing-gums. C'est en janvier 2005 que le premier produit à usage dentaire contenant du phosphate de caséine est commercialisé par la marque GC sous le nom de Tooth Mousse®, d'autres produits arrivent ensuite (Mi Paste Plus® et Mi Varnish®). [34]

Cette thèse met en avant les différentes actions et indications du phosphate de caséine.

2. Généralités

Le **phosphate de caséine**, sous la forme d'un complexe CPP-ACP (phosphopeptides de caséine - phosphate de calcium amorphe), et le fluor sont les principaux produits utilisés en odontologie afin de renforcer et de protéger l'émail dentaire. Seule l'action du complexe CPP-ACP sur l'émail dentaire pathologique, déminéralisé, ou normal sera développée.

L'émail dentaire est un tissu fortement minéralisé. Il est composé de plus de 95% de minéraux et d'un faible pourcentage de phase organique et d'eau. Il s'agit du tissu le plus dur du corps humain. La phase minérale de l'émail est composée de nombreux minéraux connus sous la forme d'éléments-traces, et en majeure partie de cristallites qui s'organisent essentiellement en monocristaux d'hydroxyapatite. L'hydroxyapatite correspond à un empilement de phosphate de calcium. [46]

Les cellules qui produisent la matrice extra-cellulaire de l'émail pendant la phase de sécrétion s'appellent les améloblastes. Au cours du stade de maturation, les cristallites s'organisent et se regroupent soit en « bâtonnets » pour former des prismes, soit entre les prismes pour former une substance inter-prismatique (figure 1). Une fois la maturation terminée, les améloblastes se décomposent.

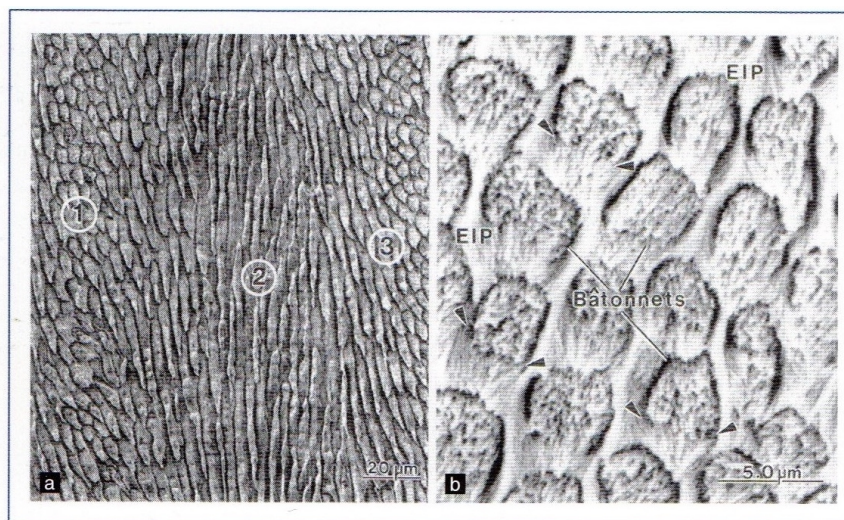


Figure 1: Photographies issues d'un microscope électronique à balayage. (a) organisation des bâtonnets dans la couche prismatique de l'émail. (b) relation entre les bâtonnets et l'émail inter-prismatique (EIP) [39]

L'épaisseur de l'émail alterne donc entre trois couches : une première **couche d'émail aprismatique**, une seconde plus épaisse **d'émail prismatique** et enfin la **couche externe aprismatique** (figure 2). C'est cette organisation qui confère les propriétés esthétique et mécanique de l'émail. [39]

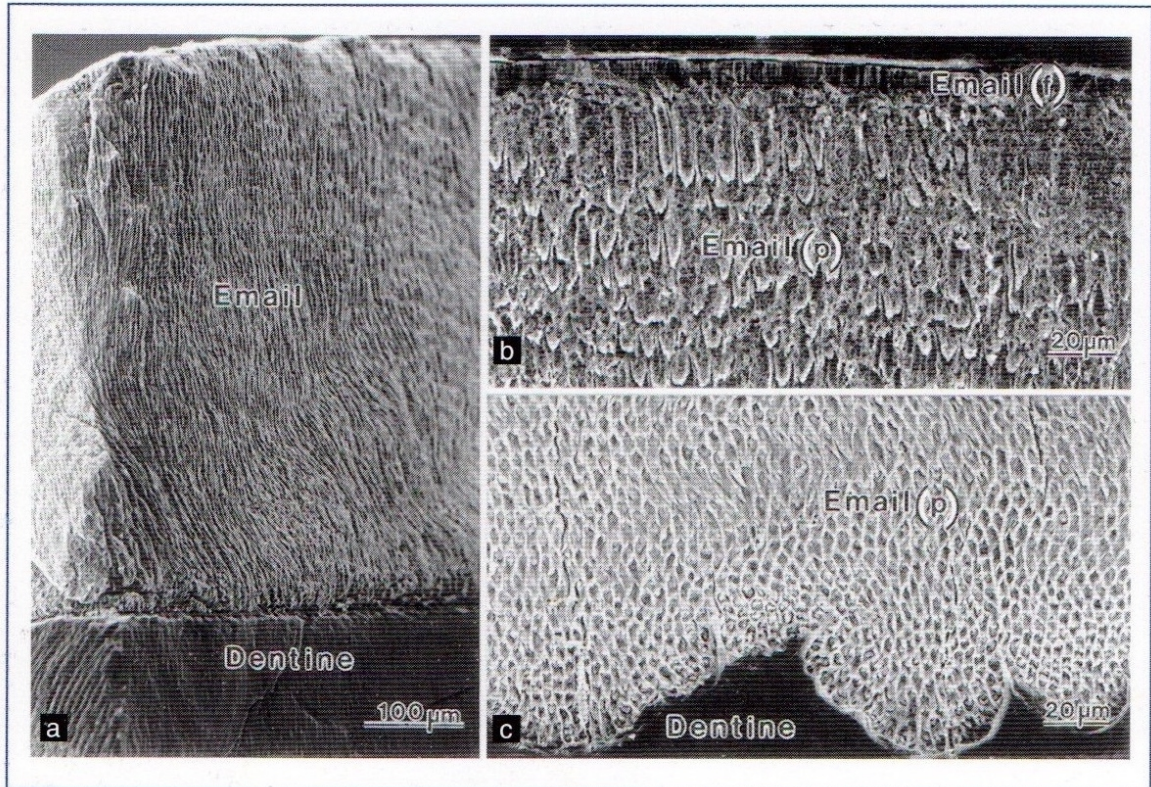


Figure 2: Photographies issues d'un microscope électronique à balayage. (a) : émail principalement prismatique. (b) : zoom sur la couche externe aprismatique et la couche principale prismatique. (c) : zoom sur la couche interne aprismatique en regard de la jonction amélo-dentinaire [39]

2.1. Déminéralisation et reminéralisation

L'organisation du tissu dentaire rend possible les phénomènes de minéralisation et de déminéralisation. En effet, il existe des pores entre l'émail prismatique et l'émail interprismatique. Ceux-ci forment une voie de diffusion et d'échange pour l'eau, les ions et les acides. [46]

2.1.1. Le processus de déminéralisation

Les bactéries pathogènes de la plaque dentaire produisent des **acides organiques** en métabolisant les sucres issus de l'alimentation. Ces acides pénètrent au travers de la plaque bactérienne et diffusent, grâce à l'eau présente dans les pores, pour dissoudre la phase minérale de l'émail (figure 3). L'acide s'attaque aux cristallites en commençant par leur centre où les phosphates de calcium deviennent solubles et se dissolvent. Ces composants minéraux de l'émail se répandent donc vers l'extérieur de la dent et le monocristal d'hydroxyapatite s'affaiblit ; il s'agit de la déminéralisation (figure 4). [39]

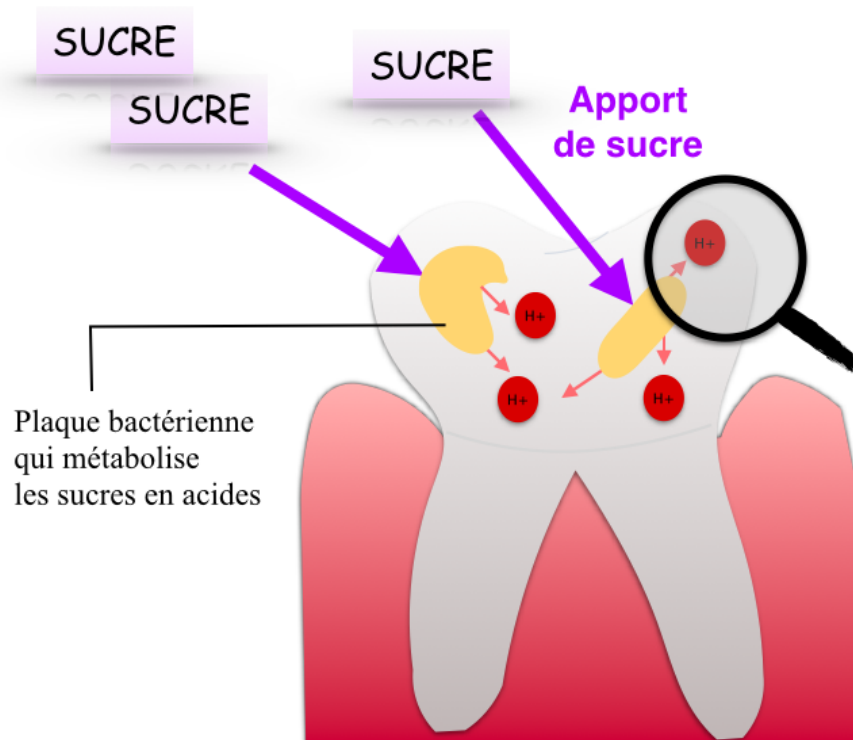


Figure 3: Schéma représentant le rôle de la plaque bactérienne dans le processus de déminéralisation. (schéma personnel)

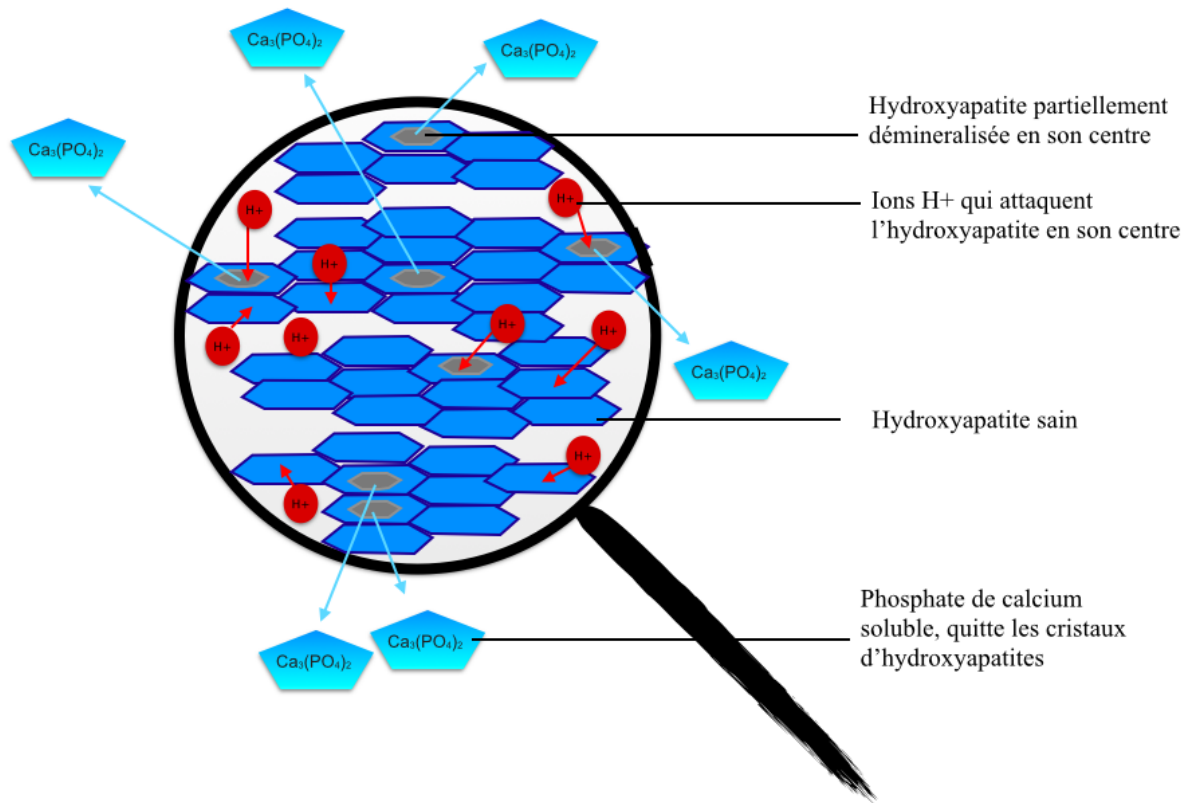


Figure 4: : Zoom sur les cristaux d'hydroxyapatites qui perdent des phosphates de calcium suite aux attaques acides (schéma personnel)

Si les apports d'acide ne cessent pas, les cristaux d'émail se désorganisent et perdent leur coque de protection solide formée d'hydroxyapatite, et se dissolvent entièrement. La perte totale de plusieurs cristaux amène à la formation de cavités visibles à l'oeil nu : la carie. La déminéralisation est réversible alors que la carie cavitaire est irréversible. [45]

2.1.2. Le processus de reminéralisation

La reminéralisation est le processus inverse de la déminéralisation. Des composants minéraux sont transportés par la salive, la plaque dentaire, ou encore des topiques et diffusent au travers de la trame organique afin de réparer les cristaux minéraux endommagés. En l'absence de fluor, lorsque la production d'acide est stoppée et que l'environnement buccal devient favorable, de nouveaux phosphates de calcium précipitent in situ et la phase minérale de l'émail se reconstruit en formant principalement de la «brushite». Ce composant n'est pas présent naturellement dans l'émail sain ; il s'agit d'une réparation qui est beaucoup moins solide que l'hydroxyapatite.

Depuis longtemps, il est reconnu que ce phénomène de reminéralisation peut être favorisé par un apport d'**ions fluor** (figure 5). Ceux-ci renforcent la partie minérale de l'émail en formant des cristaux de fluoroapatite ; leur rôle est de rendre moins solubles les nouveaux phosphates de calcium présents dans la phase minérale de l'émail. Il s'agit ici de l'action réparatrice du fluor.

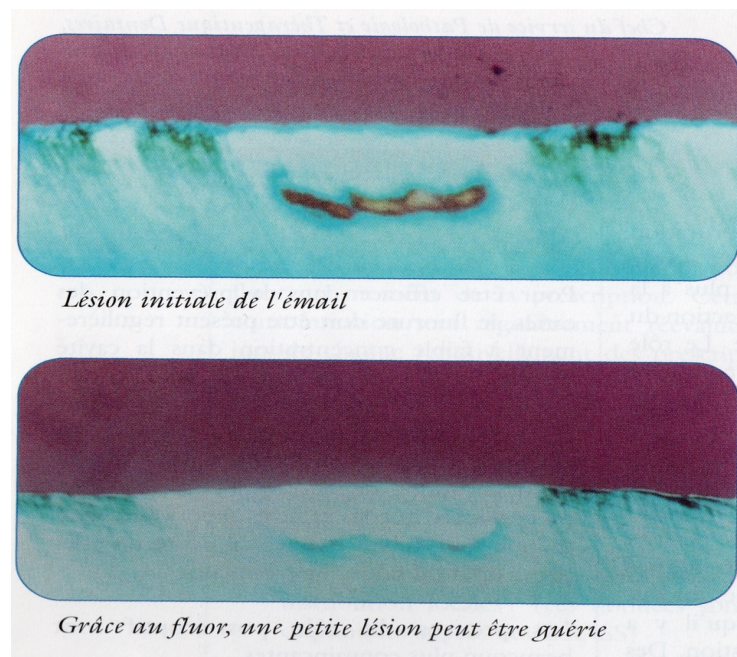


Figure 5: Photographie de la surface dentaire où la zone de déminéralisation est mise en évidence grâce à la lumière bleue. Après apports réguliers de fluor, la lésion contient 10 à 20mg de fluor [21]

Le fluor est également utilisé en prévention, afin d'éviter la déminéralisation. Il se trouve dans les dentifrices, les bains de bouches ou encore les vernis fluorés à usage professionnel. [45] [51]

Depuis peu, le **phosphate de caséine** est utilisé afin de reminéraliser les structures dentaires. Ce complexe CPP-ACP est hautement concentré en calcium et en phosphate afin de saturer le milieu dentaire de ces ions pour qu'ils pénètrent à l'intérieur de la dent suivant le phénomène d'osmolarité. Ici la reconstruction en minéral s'effectue sous la forme de cristaux d'hydroxyapatites **saturés**, et donc plus résistants aux attaques acides.

2.2. Le rôle de la salive

La salive est sécrétée par les **glandes salivaires** et permet l'équilibre de la flore buccale. Cependant les hommes n'ont pas tous la même quantité, ni la même qualité de salive, ce qui les rend plus ou moins vulnérables à la carie dentaire.

Le pH salivaire moyen est compris entre 6,5 et 7,4 chez un sujet sain. Ainsi, la salive a pour rôle de **neutraliser les acides**, c'est le **pouvoir tampon**. Celui-ci est permis grâce aux ions phosphates et aux bicarbonates compris dans la salive. [46]

Après une prise alimentaire, le pH chute bien en dessous du **seuil critique de l'émail**, c'est le pouvoir tampon qui permet une remontée de celui-ci après quelques minutes. Le pH reste quinze minutes en dessous de ce seuil où le processus de déminéralisation se met en place. Il faut environ quarante minutes pour atteindre le pH neutre : illustré avec la courbe de Stephan (figure 6). Ainsi, avec des prises alimentaires répétées (grignotage par exemple), le pH buccal demeure en dessous du seuil critique sur une longue durée.

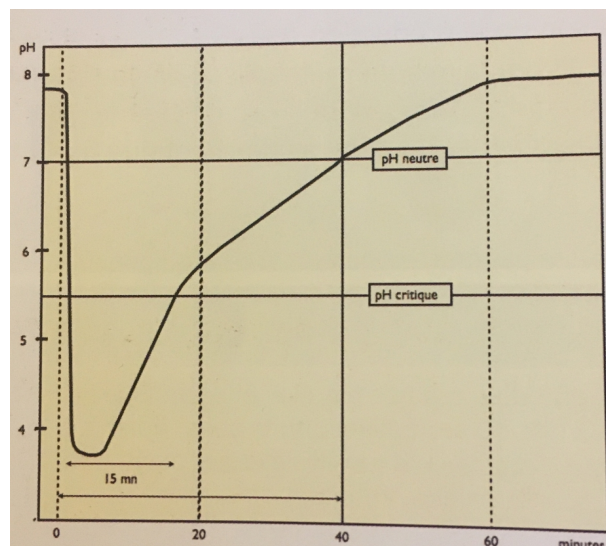


Figure 6: Schéma représentant la courbe de Stephan [55]

2.3. La carie dentaire

La carie dentaire est une **maladie infectieuse multifactorielle d'origine bactérienne**. Quatre facteurs sont mis en avant : l'hôte (le terrain), l'alimentation, la plaque dentaire (les bactéries) et le temps. Le facteur hôte peut se définir comme un risque carieux individuel. Il dépend de la génétique, des habitudes de vie et d'hygiène orale. L'accumulation de plaque dentaire permet aux bactéries de s'y loger. Celles-ci métabolisent le sucre fermentescible de notre alimentation pour le transformer en acide. Enfin, le facteur temps tient compte de la fréquence des prises alimentaires et de la durée de l'acidité en bouche. La combinaison de ces quatre facteurs entraîne cette maladie, expliquée par le schéma de Keyes (figure 7).

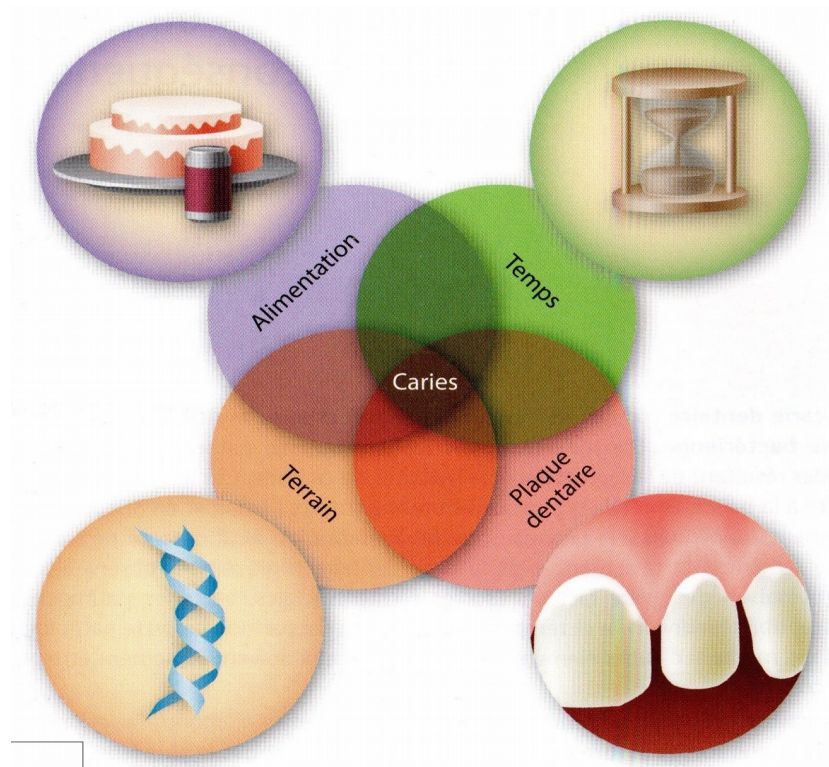


Figure 7: Schéma de Keyes [27]

Dans la flore buccale, il existe des bactéries dites **protectrices** et des bactéries dites **pathogènes** qui s'y trouvent en équilibre. Les bactéries se logent au contact de l'émail et forment la plaque dentaire (ou plaque bactérienne). Il y a un véritable équilibre entre déminéralisation et reminéralisation. Il s'agit d'un **processus dynamique** (figure 8).

Lors d'un processus carieux, cet équilibre est rompu : nous trouvons alors un excès de *Streptococcus mutans* et de *Lactillobacillus*. Il s'agit de **bactéries acidogènes** qui vont transformer les sucres en acides. En présence d'acide, le pH buccal diminue et le processus de déminéralisation se met en place.

Dans un premier temps, la déminéralisation touche uniquement l'émail. La lésion carieuse initiale est superficielle et non cavitaire, il s'agit d'une tâche de déminéralisation généralement blanche et crayeuse, appelée « **white spot** ». A ce stade, il est encore possible d'envisager une reminéralisation de l'émail c'est à dire, une guérison. Si les épisodes de déminéralisation continuent, la carie dentaire progresse et devient **cavitaire**. La progression de la carie dentaire s'étend au niveau de la dentine (carie plus importante). Enfin, la lésion progresse jusqu'à la pulpe dentaire.

Pour limiter la progression et dépister plus précocement la carie dentaire, il est important de se rendre chez le chirurgien-dentiste au moins une fois par an. [5]

Certaines personnes sont plus susceptibles à la carie dentaire que d'autres. Le risque carieux individuel (RCI) se mesure en associant plusieurs facteurs de risques, par exemple : les traitements médicaux qui modifient le débit salivaire, les habitudes alimentaires néfastes (acide, sucre, grignotage), les habitudes d'hygiène orale, la présence de plusieurs sites carieux actifs en bouche, une flore buccale pathogène, etc. En prenant compte de ces différents facteurs, le chirurgien-dentiste identifie le RCI de son patient. [45]
[22]

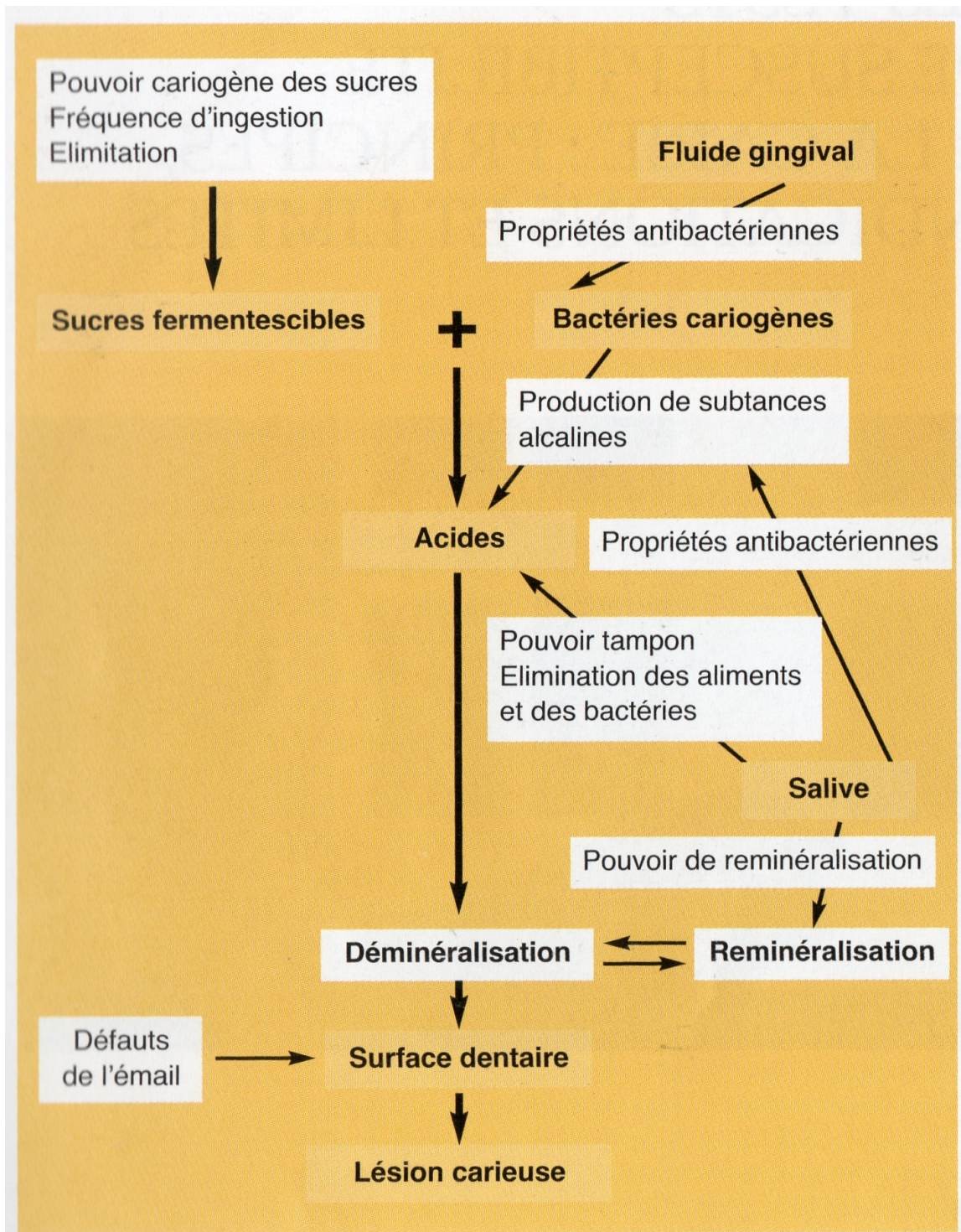


Figure 8: Explication des phénomènes dynamiques qui entrent en jeu lors de la lésion carieuse [45]

2.4. Qu'est-ce que le phosphate de caséine ?

Le phosphate de caséine est un **complexe CPP-ACP** qui est composé de phosphopeptide de caséine et de phosphate de calcium amorphe, appelé aussi **Recaldent™**. [9]

Le phosphate de caséine est depuis longtemps retrouvé dans les chewing-gums sans sucre à base de xylitol qui aident légèrement à la reminéralisation de l'émail. [65]

2.4.1. Composition

La caséine est une protéine de lait qui sert de support au phosphate de calcium. Le phosphopeptide de caséine (CPP) se compose de différentes caséines. Il existe quatre types de caséines : les caséines hydrophobes (les caséines α S1, α S2 et β) et les caséines hydrophiles (les caséines K).

Une micelle de caséine est de forme colloïde. Elle se compose de sous-micelles constituées par des caséines hydrophobes en son centre. Les sous-micelles de caséines disposées en périphérie contiennent une portion de caséines-K (Kappa) hydrophiles, elles permettent de stabiliser la micelle. Toutes les sous-micelles sont rattachées entre elles par des ponts de phosphate de calcium (figure 9).

Le CPP a une attirance élevée pour le phosphate de calcium. Ainsi, en présence de phosphate de calcium amorphe (ACP), les sous-micelles se lient entre elles grâce aux ponts de phosphate de calcium : il y a formation d'une micelle. Il s'agit du complexe CPP-ACP. [18]

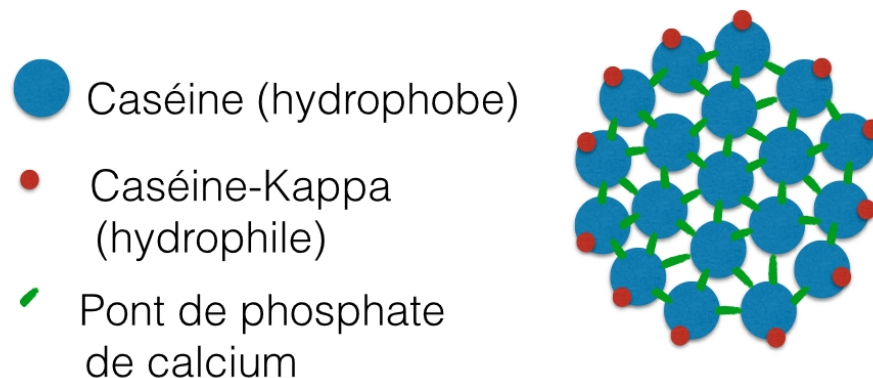


Figure 9: Schéma représentant une micelle – complexe CPP-ACP (schéma personnel)

Les phosphopeptides de caséine (CPP) sont classiquement issus de la digestion trypsique des protéines de lait de vache. [58]

La trypsine est une hydrolase ; il s'agit d'une enzyme qui coupe les liaisons peptidiques des protéines en utilisant une molécule d'eau. Ainsi cette digestion trypsique permet de conserver l'intégrité de ces caséines. [20]

Pour obtenir du CPP, une micro-filtration et une ultracentrifugation sont réalisées sur du lait de vache écrémé. Ces procédés permettent de séparer les macro-molécules selon leurs masses moléculaires, ici à grande vitesse, entre 25 000 et 100 000 tours/min. [43] On obtient du lactoplasma et des phosphocaséinates. Après hydrolyse enzymatique (par la trypsine), les phosphocaséinates se séparent en phosphopeptides de caséine, aussi appelé sous-micelle (figure 10). [61]

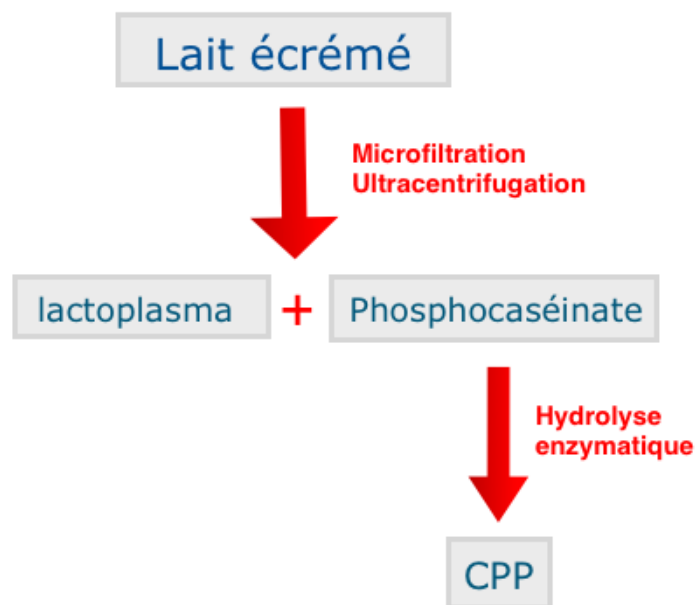


Figure 10: Schéma explicatif de l'obtention du CPP à partir d'un lait écrémé (schéma personnel)

2.4.2. Mécanisme d'action

Le CPP **stabilise** les ions phosphate et calcium dans une solution alcaline (pH 9) sous la forme d'une micelle : c'est le complexe CPP-ACP.

Le calcium et le phosphate amorphe forment des nanoclusters alcalins, phosphate de calcium amorphe (ACP), qui tendent à s'accroître jusqu'à une taille critique où la précipitation de ces ions n'est plus possible. Le CPP, en se liant à ces nanoclusters, empêche leur croissance. Le complexe CPP-ACP permet au phosphate de calcium amorphe de rester de petite taille et de se rendre disponible. Ainsi, la diffusion des ions au travers des hydroxyapatites de l'émail reste possible.

Les caséines possèdent un peptide Pse-Pse-Pse-Glu-Glu où Pse est un résidu de phosphosérine et Glu un glutamate (ou acide glutamique). Ce peptide est un « liant de calcium », c'est pourquoi le CPP va se fixer sur l'hydroxyapatite de calcium qui forme l'émail dentaire.

Dans le milieu buccal à pH neutre (pH 7), après s'être fixé sur l'émail, le complexe CPP-ACP relargue lentement les ions calcium et phosphate ; ce qui favorise une reminéralisation de l'émail grâce à la formation de nouveaux cristaux d'hydroxyapatite. De plus, l'application de phosphate de calcium stimule et augmente le débit salivaire, le pH et le pouvoir tampon de la salive. [20] [23]

2.4.3. Les effets du phosphate de caséine

Le phosphate de caséine présente trois actions principales :

- il a pour but de protéger les dents des **attaques acides**. Le complexe CPP-ACP neutralise l'acidité en faisant remonter le pH,
- il favorise la **reminéralisation**. Les ions calcium (Ca^{2+}) et phosphate (PO_4^{3-}) disponibles diffusent en profondeur à travers la trame organique de l'émail. L'émail est renforcé grâce à la création de nouveaux hydroxyapatites saturés plus résistants.
- il **empêche la déminéralisation**. Le complexe CPP-ACP restaure l'équilibre minéral de l'environnement buccal : l'émail se renforce et devient moins vulnérable aux processus de déminéralisation. Il retarde la formation de plaque dentaire et limite l'apparition de lésions carieuses initiales. [55]

3. Utilisation du phosphate de caséine

Le phosphate de caséine se trouve dans certains chewing-gums sans sucre à base de xylitol mais il existe également sous différentes formes : **crème dentaire** pour application topique et **verniss** topique à usage professionnel. En fonction de sa présentation, le produit ne s'utilise pas de la même manière.

3.1. Sous la forme d'une crème pour application topique

Les crèmes dentaires pour application topique sont simples d'utilisation : le patient peut utiliser le produit seul en ambulatoire : le chirurgien-dentiste contrôle et note les résultats. Le CPP-ACP peut s'utiliser également au cabinet dentaire.

Le praticien peut également cumuler les deux : lors d'une première séance, il montre l'application du produit et apprend les bons gestes à son patient. Ce dernier peut alors utiliser le produit chez lui.

3.1.1. Utilisation au cabinet

Le chirurgien-dentiste, en appliquant lui-même du CPP-ACP, contrôle directement le traitement (les doses et les temps de pose). L'application du CPP-ACP sur les dents peut être guidée par un support ou non.

3.1.1.1. Avec un porte empreinte individuel ou une gouttière

Le praticien peut s'aider d'un support (où il dépose le produit) afin de guider l'application du CPP-ACP.

Une première empreinte est prise à l'alginate avec un porte-empreinte classique du commerce. Cette empreinte est coulée au plâtre. Le prothésiste confectionne un second porte-empreinte qu'il adapte à la dentition et aux reliefs muqueux du patient : il s'agit d'un porte empreinte individuel (PEI). Le prothésiste, à la demande du chirurgien-dentiste, peut également confectionner une gouttière (figure 11).



Figure 11: Photographie de gouttières thermoformées à partir d'un modèle en plâtre (photographie personnelle)

Le PEI et la gouttière, supports adaptés à la morphologie dentaire du patient, ont tous les deux pour but de guider l'application de la crème de phosphate de caséine sur les dents (figure 12).



Figure 12 : Photographies des gouttières chargées en produit contenant du CPP-ACP (Tooth Mousse®) avant d'être mises en bouche et portées (photographies personnelles)

Le support (PEI ou gouttière) doit être rincé avant d'appliquer le CPP-ACP. Lorsque le support est généreusement garni, le chirurgien-dentiste le met en bouche pendant une durée d'au moins **3 minutes**. Dès que l'application est terminée, il est recommandé de rincer et de nettoyer le plus rapidement possible le support. Si besoin, une brosse peut être utilisée pour aider au nettoyage.

Le patient doit alors étaler les restes de pâte avec sa langue sur les dents, et laisser agir **1-2 minutes** sans cracher, ni avaler. Enfin, le patient crache le surplus, sans rincer. Il est nécessaire de prévenir le patient de ne pas manger, ni boire pendant les **30 minutes** suivant l'application pour une efficacité optimale. [69]

3.1.1.2. Sans support

Il est possible d'utiliser du phosphate de caséine sans confectionner de PEI ou de gouttière. Le chirurgien-dentiste retire les excès de salive à l'aide d'un coton tout en veillant à garder les dents humides. À l'aide d'un doigt ganté, d'un petit tampon ou d'une brosse inter-dentaire, il applique généreusement du produit sur les dents et laisse agir **3 minutes** (figure 13). Ensuite, le patient étale avec sa langue les restes de pâte sur les dents et laisse agir encore **1 à 2 minutes** sans cracher, ni avaler. Le patient peut ensuite cracher le surplus mais il ne doit pas rincer. Prévenir le patient de ne pas manger, ni boire pendant **30 minutes** après l'application. [69]



*Figure 13 : Application de CPP-ACP (Tooth Mousse®) sans support
(photographie personnelle)*

3.1.2. Utilisation en ambulatoire

Le patient est directement concerné par sa thérapeutique et en devient le maître. Il est responsable et acteur de son soin. Le chirurgien-dentiste choisit avec le patient la méthode d'application : avec ou sans support. Si un support s'avère nécessaire, il y aura une première étape d'empreinte au cabinet dentaire. Le chirurgien-dentiste explique au patient comment utiliser le phosphate de caséine chez lui et lui fournit un tube.

Le patient devra appliquer cette crème après le brossage des dents une à deux fois par jour pendant une **durée déterminée** par le professionnel de santé en fonction des résultats souhaités.

Le patient applique au moins l'équivalent d'un petit pois par arcade au doigt, avec un coton tige ou sur le support. Pour les espaces inter dentaires ce dernier utilise des brossettes et laisse agir **3 minutes**. Ensuite, le patient étale avec sa langue les restes de pâte sur les dents, et laisse agir **1 à 2 minutes** sans cracher, ni avaler.

Enfin, il recrache les excès mais il ne rince pas, ne boit et ne mange rien pendant **30 minutes**. Dans certains cas, pour une action prolongée, il est conseillé au patient d'appliquer le produit sur les dents avant le coucher comme précédemment et de laisser agir toute la nuit (utilisation nocturne). [69]

3.2. Sous la forme d'un vernis

L'application d'un vernis sur les surfaces dentaires s'effectue au cabinet dentaire. Le chirurgien-dentiste réalise un nettoyage prophylactique et applique à l'aide d'un pinceau une petite couche de vernis sur les dents. Pour les points de contacts et les faces proximales il utilise du fil dentaire.

Le vernis est initialement sous forme liquide et il durcit au contact de l'eau ou de la salive.

Le patient peut ensuite repartir chez lui. Cependant le vernis doit rester en place pendant 4 heures ; temps durant lequel le patient ne pourra pas manger. Celui-ci doit également éviter de boire pendant 2 heures. Le jour du rendez-vous, le patient doit proscrire les aliments durs, chauds et collants. Il ne doit pas se brosser les dents, ni réaliser de bain de bouche le soir-même de l'application du vernis.

4. Produits contenant du phosphate de caséine.

Le phosphate de caséine, appelé également Recaldent™, est utilisé dans différents produits de la marque GC : le Tooth Mousse® et le Mi Paste Plus® sont des crèmes pour application topique. Le Mi Varnish® est un vernis à usage professionnel.

4.1. Tooth Mousse®

Le Tooth Mousse® est un **tube de crème dentaire pour application topique** qui contient du phosphate de caséine. Il s'utilise au cabinet dentaire, avec ou sans porte-empreinte, mais il est possible de laisser le patient l'appliquer lui-même en ambulatoire. Il existe différents goûts (Vanille, Fraise, Melon, Menthe, Tutti-frutti) qui vont stimuler la salive et ainsi augmenter l'efficacité du CPP-ACP. Ce produit n'a pas de limite d'âge, ainsi le praticien peut l'utiliser chez le jeune patient en prévention des caries dentaires (figure 14). [69]

Un tube de 40 grammes coûte entre 15€ et 20€ et le patient peut l'acheter lui-même sur internet. [31]



Figure 14: Photographie d'un tube de Tooth Mousse® saveur fraise [69]

4.2. Mi Paste Plus®

Mi Paste Plus® est un **tube de crème dentaire pour application topique** qui contient du phosphate de caséine (CPP-ACP) et du fluor à 900 ppm. En plus des propriétés du CPP-ACP, le fluor aide à la création de cristaux de fluoroapatite lors de la reminéralisation afin de garantir une résistance augmentée. Il s'utilise au cabinet dentaire, avec ou sans porte-empreinte, mais il est possible de laisser le patient l'appliquer lui-même en ambulatoire. Il existe différents goûts (Vanille, Fraise, Melon, Menthe, Tutti-frutti) qui vont stimuler la salive et ainsi en augmenter l'efficacité (figure 15).

Ce produit, du fait de sa haute teneur en fluor, n'est pas recommandé chez les enfants de moins de 6 ans pour les utilisations bi-quotidiennes et les enfants de moins de 12 ans en cas d'application du produit avant le coucher (utilisation nocturne). [35]

Un tube de 40 grammes coûte entre 15€ et 20€ et s'achète dans les catalogues ou sur les sites internet destinés aux chirurgiens-dentistes. [31]



Figure 15: Photographie d'un tube de Mi Paste Plus® saveur vanille [35]

4.3. Mi Varnish®

Le Mi Varnish® est un vernis fluoré contenant du CPP-ACP et riche en fluor : 22 600 ppm. Ce produit est à usage professionnel uniquement. Le chirurgien-dentiste réalise un nettoyage prophylactique avant d'appliquer une petite couche de vernis sur les dents à l'aide d'un pinceau et de fil dentaire pour les finitions des faces proximales. Le vernis se trouve dans un emballage individuel à usage unique. Le praticien laisse le patient repartir chez lui après lui avoir expliqué les consignes à respecter (évoquées dans le chapitre 3.2). En cas d'attaque acide, le calcium contenu dans le CPP-ACP se lie au fluor pour former une couche de protection. Le vernis déposé sur les dents permet un relargage d'ions calcium et fluor. Le CPP-ACP aide à maintenir un pH neutre.

Sa teinte est neutre ; translucide. Deux parfums sont disponibles : fraise et menthe (figure 16). [36]



Figure 16: Photographie présentant le Mi Varnish® saveur menthe et fraise [36]

5. Indications du phosphate de caséine

Le but principal du phosphate de caséine est de **réduire les sensibilités dentaires**. Or, de nombreuses pathologies (dentaires ou non) entraînent des sensibilités ou des douleurs dentaires. C'est pourquoi le CPP-ACP trouve de nombreuses autres indications. L'**hypersensibilité**, l'**hyposialie** (et asialie), l'**érosion**, l'**hypominéralisation** et la **fluorose** seront évoqués ci-dessous.

5.1. En cas de sensibilité dentaire

5.1.1. Innervation sensitive de l'organe dentaire

Dès les débuts de la formation de l'organe dentaire, des fibres nerveuses sont présentes dans la pulpe. Au départ elles sont immatures et deviennent fonctionnelles au moment où la dent fait son éruption et plus précisément lorsque les contacts intra-arcades s'établissent. [39]

Les fibres sensibles présentes dans la pulpe dentaire sont issues du nerf trijumeaux (V). Le **nerf maxillaire (V2)** innerve les dents maxillaires par le biais de ses rameaux alvéolaires supérieurs et le **nerf mandibulaire (V3)** innerve les dents mandibulaires via le nerf alvéolaire inférieur. [56] [48]

5.1.1.1. Localisation des fibres nerveuses de l'endodonte

Les fibres nerveuses de l'endodonte se situent dans la pulpe qui est un tissu très innervé. Un volumineux faisceau nerveux composé des **fibres nerveuses de l'endodonte** se situe au centre de la pulpe à proximité des vaisseaux sanguins. Ces faisceaux nerveux issus du nerf alvéolaire entrent par l'apex de la dent, appelé également foramen apical (figure 17) et cheminent dans la pulpe vers une zone acellulaire de Weil (entre la pulpe et les odontoblastes) pour former un réseau très dense, également appelé le **plexus de Raschkow**. Certaines fibres sensibles migrent plus loin pour se loger dans la pré-dentine et former le **plexus marginal prédentinaire**. D'autres fibres pénètrent très légèrement dans les tubulis dentinaires. La couche d'odontoblastes se comporte comme des récepteurs neurosensoriels qui donnent l'information au plexus nerveux sous-jacent. [39]

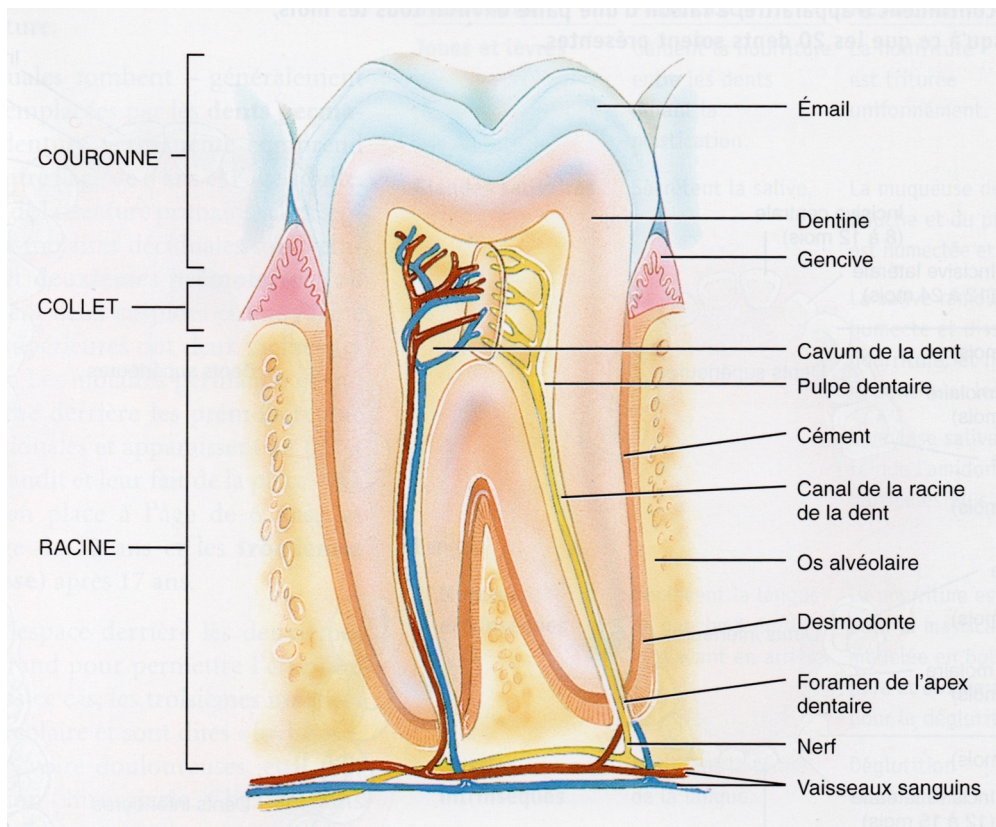


Figure 17: Schéma de l'organe dentaire en coupe transversale, dans son alvéole [70]

5.1.1.2. Différents types de fibres nerveuses

Les principales fibres nerveuses sont **amyéliniques de type C**. Elles se situent dans le plexus de Raschkow et représentent 70% à 90% de l'innervation de l'organe dentaire. Ces fibres possèdent un seuil d'excitabilité élevé et une vitesse de conduction lente de 0,5m/s à 2m/s. Elles s'activent en cas d'**inflammation pulpaire** pour transmettre un message douloureux.

La pulpe possède également des fibres **myéliniques de type A-δ** qui sont également impliquées dans les transmissions douloureuses. Leur seuil d'excitabilité est plus bas mais leur vitesse de conduction est plus rapide : de 4m/s à 30m/s. Elles traduisent les **douleurs aiguës** au niveau dentinaire. Elles s'activent en présence de fluides dans les tubulis dentinaires.

Des fibres **myéliniques de type A-β** possèdent une vitesse de conduction très rapide : de 30m/s à 80m/s. Elles servent à la perception des **sensations non douloureuses** comme les vibrations par exemple. [39]

5.1.2. Signes cliniques et explication de l'hypersensibilité dentaire

L'hypersensibilité dentaire se traduit par des douleurs brèves et aiguës. Elles ont lieu lorsque la dentine est exposée. Il s'agit d'une réponse à des stimuli thermiques, tactiles, osmotiques ou chimiques.

L'exposition des tubulis dentinaires peut s'expliquer par des phénomènes d'attrition, d'abrasion ou encore d'érosion qui entraînent une perte d'émail, ce qui met la dentine à nue. En cas de récessions parodontales, il est possible que la surface radiculaire se dénude. Ces phénomènes exposent la dentine et entraînent des sensibilités. [24]

La **théorie hydrodynamique de Brännström** explique ces phénomènes douloureux. La douleur est due aux mouvements des fluides présents dans les tubulis dentinaires.

- Une **variation de température** entraîne des modifications de dilatation des tubulis dentinaires, ce qui modifie l'écoulement. En effet, le froid entraîne un phénomène de contraction des tubulis, ce qui favorise les flux sortants. A l'inverse, la chaleur dilate les tubulis, ce qui favorise les flux entrants.
- L'**humidité** de la dent entre en jeu également. En présence d'air, la dent se dessèche. Un flux sortant se dirige donc vers la surface asséchée de la dent.
- Une **variation de la pression osmotique** entraîne des mouvements des fluides afin de rétablir la pression osmotique d'origine. Ce phénomène a lieu après des apports d'acides, de sels ou de sucre par exemple. [24]

5.1.3. Prise en charge globale et rôle du phosphate de caséine

Dans un premier temps, il faut identifier la cause et modifier si besoin certaines habitudes : un brossage traumatique (revoir les bons gestes à adopter), une alimentation trop acide ou trop sucrée (modification des habitudes alimentaires). Les amateurs de vin sont souvent confrontés à ce problème de sensibilité en raison de l'acidité des vins.

Le chirurgien-dentiste peut conseiller au patient des dentifrices et des bains de bouches désensibilisants.

Certaines substances désensibilisantes peuvent diminuer les transmissions nerveuses comme le **nitrate de potassium** (sensodyne soin complet®).

La plupart des substances désensibilisantes obstruent les tubulis dentinaire :

- les **sels de strontium** (sensodyne rapide®),
- les **verres bioactifs** (sensodyne répare et protège®),
- **l'arginine** (elmex sensitive professionnel®).

En cas d'hypersensibilité faible à modérée, le patient peut appliquer du CPP-ACP en topique (Tooth Mousse® ou Mi Paste Plus®) le soir après le brossage avant le coucher afin de laisser le produit agir toute la nuit. Le patient applique le produit, laisse agir pendant 5 minutes et retire les excès (il ne rince pas avant de se coucher). Mi Paste Plus® ne convient pas chez les enfants de moins de 12 ans pour une utilisation nocturne. L'utilisation est de 2 à 6 semaines, jusqu'à disparition des symptômes.

En cas d'hypersensibilité sévère, le chirurgien-dentiste peut appliquer du vernis fluoré ou du vernis fluoré contenant du CPP-ACP (Mi Varnish®) sur les zones sensibles. Il est également possible d'appliquer des résines (verre ionomère ou composite) sur les zones où la dentine est exposée. Ces deux procédés fonctionnent car le produit appliqué va pénétrer dans les tubulis dentinaires et ainsi limiter les transmissions de messages douloureux (tableau 1).

Si les sensibilités sont dues à des problèmes parodontaux, il faut évidemment traiter la maladie parodontale. En cas d'échec, il y a souvent une inflammation pulpaire aiguë irréversible, la réalisation du traitement endodontique de la dent est alors inévitable. [24]

Tableau 1: Utilisation du CPP-ACP dans le cas d'hypersensibilité dentinaire [63]

| Hypersensibilité dentinaire | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|-----------------------------|---------------------------|---|
| faible | Diminuer les sensibilités | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® si RCI faible ou modéré (moins de 12ans) • Mi Paste Plus® si RCI modéré ou élevé (> 6 ans : utilisation 5 minutes après brossage, > 12ans : utilisation nocturne) <p>Application nocturne du produit après le brossage pendant 2 semaines, ou application 2x/jour après le brossage pendant 5 minutes.</p> |
| modérée | | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® si RCI faible ou modéré (moins de 12ans) • Mi Paste Plus® si RCI modéré ou élevé (> 6 ans : utilisation 5 minutes après brossage, > 12ans : utilisation nocturne) <p>Application nocturne du produit après le brossage pendant 4 à 6 semaines (jusqu'à disparition des symptômes), ou application 2x/jour après le brossage pendant 5 minutes.</p> |
| sévère | | Application du vernis Mi Varnish® au cabinet dentaire par le praticien. 1 à 2 fois par an. |

RCI : risque carieux individuel.

5.1.4. Sensibilités causées par un traitement d'éclaircissement externe

L'agent éclaircissant utilisé dans les traitements d'éclaircissement externe est le peroxyde d'hydrogène. Celui-ci a une action oxydante sur les composés organiques colorés localisés dans l'émail ou la dentine. Ce traitement peut entraîner des sensibilités, c'est pourquoi le CPP-ACP peut être utilisé en prévention.

Il est possible de renforcer l'émail dentaire du patient en appliquant du phosphate de caséine 1 à 2 fois par jour pendant 1 semaine avant de débiter le traitement.

Le patient peut également appliquer du phosphate de caséine pendant toute la durée du traitement d'éclaircissement externe en cas de légère sensibilité (tableau 2). Si les sensibilités sont trop importantes, le patient devra cesser d'appliquer l'agent éclaircissant. [71]

Tableau 2: Utilisation du CPP-ACP en cas de traitement par éclaircissement externe [33]

| Eclaircissement | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|--|--|--|
| Avant le traitement par éclaircissement : le patient ne présente pas de sensibilité | Éviter l'apparition de sensibilité au cours du traitement, renforcer l'émail | Tooth Mousse® appliqué au cabinet dentaire par le praticien, laisser agir 10 minutes . Le patient continuera le traitement pendant 1 semaine , en ambulatoire 1x/jour le soir pendant 5 minutes. |
| Avant le traitement par éclaircissement : le patient souffre de légères sensibilités | Diminuer les sensibilités et éviter l'aggravation de celles-ci | Tooth Mousse® en ambulatoire, 2x/jour après le brossage, laisser agir 5 minutes. Pendant 2 semaines . <i>Si les sensibilités réapparaissent :</i> Tooth Mousse® 2x/jour en ambulatoire avec ou sans gouttière à appliquer après le brossage, laisser agir 5 minutes. Pendant toute la durée du traitement d'éclaircissement |
| Si des sensibilités apparaissent au cours du traitement | Diminuer les nouvelles sensibilités | Après le brossage, le patient applique Tooth Mousse® à l'aide de son doigt, 2x/jour, laisser agir 5 minutes. Pendant toute la durée du traitement d'éclaircissement. |

5.2. En cas d'hyposialie et d'asialie

Les **glandes salivaires** sont à l'origine de la production de salive. En cas de diminution de salive il s'agit d'hyposialie. L'asialie correspond à un défaut total de salive.

5.2.1. Rôles de la salive

La salive est sécrétée par les glandes salivaires. Sa consistance varie en fonction de sa glande excrétrice. Il existe trois glandes salivaires principales :

- la glande parotide est une **glande séreuse** qui sécrète une salive aqueuse d'aspect liquide et fluide,
- la glande sous-mandibulaire est une **glande mixte séro-muqueuse à prédominance séreuse** qui sécrète une salive filante,
- la glande sub-linguale est une glande **mixte muco-séreuse à prédominance muqueuse** qui sécrète une salive d'aspect visqueux (pâteuse).

C'est la combinaison de ces différents types de salive qui donne la consistance réelle de notre salive. [72] [28]

La salive est composée de nombreuses protéines et minéraux qui protègent les muqueuses. Elle sert de réservoir aux ions calcium, phosphate et fluor essentiels pour la **reminéralisation de l'émail**.

En stimulant et en avalant la salive, cette dernière permet le nettoyage de la sphère orale : elle élimine de nombreuses bactéries et emmène avec elle les débris alimentaires.

Le **pouvoir tampon** de la salive protège les muqueuses buccales, pharyngées et œsophagiennes des acides (ingérés ou régurgités). De plus, elle forme une fine pellicule sur les dents qui les protège des attaques acides.

En dehors de ses actions purement dentaires, la salive prépare le bol alimentaire à passer dans l'oesophage. Les substances du goût initialement solides (dans les aliments) se dissolvent dans la salive afin d'atteindre les papilles gustatives. La salive permet également de parler correctement et aisément. [45] [26]

5.2.2. L'hyposialie

L'hyposialie est un signe clinique où la quantité et la qualité de la salive est diminuée : elle entraîne une **xérostomie**, ce qui signifie une sécheresse buccale. La xérostomie est souvent la conséquence d'une pathologie ou d'un traitement médicamenteux. Les médicaments pouvant entraîner une hyposialie sont les anticholinergiques, mais aussi les antispasmodiques, les neuroleptiques et les somnifères par exemple. Certains patients, qualifiés de « respirateurs buccaux » souffrent également de sécheresse buccale.

Pour diagnostiquer facilement une hyposialie, le praticien peut réaliser le « test du morceau de sucre ». Un morceau de sucre n°4 (taille standard) est placé sous la langue et il doit être complètement fondu en moins de trois minutes. Si ce n'est pas le cas, on parle d'hyposialie. Un test plus précis a été créé : le Saliva-Check Buffer® de la marque GC qui est divisé en cinq étapes (annexe). [37]

5.2.2.1. La lithiase

La **glande sub-mandibulaire** est la plus touchée par cette pathologie (dans 80% des cas). Il s'agit d'une pathologie dite « mécanique » avec une obstruction partielle ou totale des canaux excréteurs. La glande peut être gonflée. La lithiase entraîne une gêne et une douleur pendant les repas. Lorsque la pathologie évolue, des signes infectieux tels que des abcès et une altération de l'état général apparaissent. [25]

5.2.2.2. Le syndrome de Gougerot Sjögren

Le syndrome de Gougerot Sjögren est une maladie chronique auto-immune rare. La prévalence est de 1/10 000. Ce syndrome apparaît entre quarante et soixante ans, et touche dix fois plus les femmes que les hommes. Cette pathologie, aussi appelée « syndrome sec » affecte les glandes exocrines, en particulier les **glandes salivaires** et lacrymales. Le syndrome sec peut engendrer une **xérostomie**, ce qui complique l'élocution, la mastication et la déglutition. Sur le plan clinique, la xérostomie se manifeste par une muqueuse rouge, lisse, sèche et brillante. Des **complications buccales** sont observables avec une atteinte des gencives, de nombreuses lésions carieuses, des mobilités dentaires, des aphtes et des mycoses buccales.

Le diagnostic réel se fait en corrélant les signes cliniques et une prise de sang qui recherche des anticorps spécifiques. Le chirurgien-dentiste peut réaliser un test salivaire pour orienter le diagnostic. [47] [42]

5.2.2.3. L'hyposialie suite à un traitement par irradiation

Les traitements par radiothérapie contre les cancers de la tête ou du cou englobent souvent les glandes salivaires qui sont très sensibles à l'irradiation thérapeutique. Cela perturbe la fonction salivaire de celles-ci et peut engendrer des séquelles irréversibles sur la quantité de salive sécrétée, allant de l'**hyposialie** à l'**asialie** (absence totale de salive). La qualité de la salive est également modifiée : les sécrétions sont plus épaisses, plus denses, d'aspect mousseux, avec une acidité augmentée. [64] [30]

5.2.3. Conséquences buccales et rôles du phosphate de caséine

La quantité et la qualité de salive étant modifiées, les patients sont plus touchés par les phénomènes de déminéralisation. Le patient doit donc faire preuve de rigueur à l'égard de son hygiène bucco-dentaire. L'utilisation de CCP-ACP matin et soir, soit 2 fois par jour, peut limiter ces phénomènes, et modifier la qualité de la salive. Ces patients peuvent également souffrir de sensibilités dentaires et l'utilisation d'une crème à base de phosphate de caséine peut les soulager (tableau 3). [6]

Il existe une particularité concernant les patients ayant subi des traitements par irradiation de la sphère orale : l'application de gouttières fluorées pendant et après le traitement par irradiation leur est primordiale. Ce port de gouttière doit se faire tous les soirs, à vie. En cas d'allergie aux gels fluorés, l'utilisation de Tooth Mousse® peut être une bonne alternative. Cependant, à ce jour, le bénéfice de l'utilisation de CPP-ACP n'est pas encore démontré sur ce type de patient. Néanmoins les capacités du phosphate de caséine à neutraliser l'acidité encourage les recherches. [67]

Tableau 3 : Utilisation du CPP-ACP chez les patients atteints de xérostomie : sécheresse buccale [6] [40]

| Bouche sèche Xérostomie | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|------------------------------|--|--|
| Hyposialie | Prévention : Renforcer l'émail Éviter les sensibilités | Tooth Mousse® 2x/jour après le brossage en cure de 1 semaine, renouveler les cures tous les mois. Utiliser 2 semaines consécutives en cas de sensibilités. |
| Asialie | | |
| Syndrome de Gougerot Sjögren | | Mi Paste Plus® 2x/jour avant, pendant, et après le traitement jusqu'à ce que le patient ne soit plus vulnérable. |
| Chimiothérapie | | |
| Causé par irradiation | Lutter contre l'apparition des caries. Protection longue durée | Tooth Mousse® peut être utilisé en cas d'allergie aux gels fluorés : 5 à 10 minutes le soir après le brossage. |
| Sensibilité avérée | Diminuer les sensibilités | Tooth Mousse® en application nocturne localisé sur les zones sensibles. |

5.3. En cas d'érosion

5.3.1. Définition

L'érosion dentaire est un phénomène **chimique** qui se traduit par une perte progressive des tissus durs de la dent (l'émail et la dentine). Ce processus pathologique entraîne une déminéralisation irréversible de l'organe dentaire. Contrairement à la carie dentaire, les bactéries n'ont pas d'effet sur l'érosion ; seul l'**acide** est mis en cause.

L'industrialisation a participé à l'apparition de l'érosion dentaire. En effet, les habitudes alimentaires se sont vues modifiées au cours des dernières années (même si la tendance actuelle essaie d'amener à nouveau vers un mode de vie plus sain).

Les sodas et les jus de fruits ou d'agrumes (en particulier le jus de citrons) sont à consommer avec modération au risque d'entraîner une érosion dentaire importante. [66]

A l'âge adulte, plus de la moitié de la population est concernée.

5.3.2. Étiologies de l'érosion dentaire

L'érosion dentaire est un phénomène multifactoriel. Cependant l'acide est au centre de toutes ces étiologies :

– Aliments et boissons acides

Le contact direct de l'acide sur les dents amplifie le phénomène d'érosion, c'est pourquoi il est recommandé d'utiliser une paille lors de l'ingestion de boisson acides. Certains aliments comme le vinaigre, les fruits à pépins, les agrumes, les bonbons acidulés entraînent une chute du pH et favorisent également ce processus.

– Médicaments

Certains médicaments contiennent des substances acides, notamment ceux enrichis en vitamine C : acide ascorbique (Fervex[®], Berocca[®], Moviprep[®] par exemple). D'autres diminuent le flux salivaire, ce qui empêche l'action du pouvoir tampon et amène une diminution du pH buccal. [49]

– Facteurs chimiques environnementaux

La pratique professionnelle du patient peut favoriser l'apparition de l'érosion dentaire. En effet, certaines professions exposent à l'inhalation d'acides à longueur de journée. Les industries chimiques, pharmaceutiques et les usines de galvanisation sont les plus touchées. [74]

– Sport

De manière générale, le sportif a tendance à consommer des boissons énergisantes très acides responsables d'érosion dentaire. De manière plus ciblée, la natation est le sport où le plus d'érosion est constatée. Cette constatation est due essentiellement à un mauvais contrôle du pH de l'eau des piscines. [13] [78]

– Le reflux gastro-oesophagien (RGO)

Le reflux gastro-œsophagien (RGO) se traduit par une remontée de liquide acide de l'estomac dans l'œsophage et parfois dans la sphère orale. Ces remontées entraînent une chute considérable du pH buccal et favorisent l'érosion dentaire. [10]

– Grossesse

La grossesse entraîne de nombreux changements dans le corps, notamment au niveau de la sphère orale : la qualité et la quantité de salive peuvent être modifiées et entraîner une diminution du pH buccal. Le début d'une grossesse s'accompagne généralement de nausées et de vomissements (acides). En fin de grossesse, des reflux gastro-oesophagiens s'observent également fréquemment.

Il est nécessaire pour le praticien d'identifier les causes des érosions afin de supprimer leur apparition.

5.3.3. Conséquences buccales et rôles du phosphate de caséine

Dans un premier temps, l'érosion dentaire est uniquement amélaire. À ce stade précoce, il est difficile de la diagnostiquer. L'érosion dentaire est ainsi souvent mise en évidence à un stade plus avancé.

La surface dentaire ayant subi une érosion garde un aspect « dur » (contrairement à la carie dentaire qui « ramollit » la surface dentaire). La dent apparaît jaune par endroit. Cela s'explique par la couleur naturelle de la dentine, qui est ici visible par transparence ou totalement mise à nue (figure 18).



Figure 18: Photographies d'érosions dentaires situées au niveau des faces vestibulaires [14]

Cliniquement, au niveau de la face occlusale par exemple, ce phénomène peut entraîner l'apparition de cupules (figure 19). À un stade très avancé, il est possible d'observer une disparition de la morphologie de la dent. [14] [41]

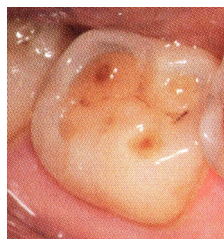


Figure 19: Photographie intra-buccale d'une érosion dentaire formant une cupule au niveau de la face occlusale d'une molaire [79]

L'application de CPP-ACP permet de réduire efficacement les modifications morphologiques de l'émail après l'érosion. Cependant l'action ne dure qu'un temps. Il est donc nécessaire de renouveler les applications. En revanche, il n'existe pas de différence quant au moment de l'application du CPP-ACP : celui-ci peut être appliqué avant, pendant ou après une exposition à un agent acide. Cependant, l'action semble être préférable en préventif, donc avant que les lésions ne soient trop importantes. [19] [77]

En cas d'érosion légère, le praticien choisit d'appliquer du CPP-ACP sous forme de crème pour application topique (Tooth Mousse® ou Mi Paste Plus®) au cabinet dentaire pour montrer au patient comment faire. Le patient continuera d'appliquer le phosphate de caséine chez lui pour une durée de 1 à 4 semaines. [14] [33]

En cas d'érosion modérée à sévère, le chirurgien-dentiste applique du vernis (Mi Varnish®) au cabinet dentaire sur les zones fortement touchées. Le patient peut y ajouter une cure de CPP-ACP en crème pendant 2 semaines en complément pour éviter de nouvelles zones d'érosion (tableau 4). [36] [74]

Tableau 4 : Utilisation du CPP-ACP en cas d'érosion dentaire [36] [14]

| Erosion | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|------------------|--------------------------------------|---|
| Patient à risque | En prévention, pour protéger l'émail | Tooth Mousse® en ambulatoire, 2x/jour après le brossage, laisser agir 5 minutes. Traitement de 1 à 2 semaines. |
| Faible | Renforcer l'émail Désensibiliser | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® (< 6 ans) • Mi Paste Plus® (> 6 ans) 2x/jour après de brossage, laisser agir 5 minutes. Traitement de 3 à 4 semaines. |
| Modérée à sévère | Renforcer l'émail Désensibiliser | Mi Varnish® au cabinet dentaire, 2 à 4 fois par an (renouveler dès que le vernis s'effrite et que les douleurs réapparaissent). Ajouter en complément : <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® (< 6 ans) • Mi Paste Plus® (> 6 ans) 2x/jour après de brossage, laisser agir 5 minutes. Cure de 2 semaines. |

NB : D'autres traitements sont possibles pour traiter l'érosion comme l'ajout de résine (composite) ou de verre ionomère pour combler les défauts esthétiques par exemple.

5.4. En cas de défaut de structure suite à un défaut de minéralisation

L'hypominéralisation est un **défaut qualitatif** de la structure de l'émail qui peut être primaire ou secondaire. [46]

5.4.1. Anomalie de structure primaire de l'émail

L'anomalie de structure primaire de l'émail peut être d'origine génétique ou syndromique. L'amélogénèse imparfaite héréditaire est la principale anomalie de structure primaire de l'émail. Il existe trois types d'amélogénèse imparfaite : [54]

- l'amélogénèse imparfaite hypoplasique (de type I) est un défaut quantitatif de l'émail avec des puits d'émail (figure 20) ;



Figure 20: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type I [54]

- l'amélogénèse imparfaite hypomature (de type II) est un défaut **qualitatif** qui concerne les derniers stades de la minéralisation (figure 21) ;



Figure 21: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type II [54]

- l'**amélogénèse imparfaite hypominéralisée** (de type III) est un défaut **qualitatif** où l'émail a un aspect brun foncé avec une consistance crayeuse (figure 22) ;



Figure 22: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type III [53]

Par ce défaut de minéralisation, les dents sont plus fragiles avec un risque majoré de fractures. [46]

5.4.2. Anomalie de structure secondaire de l'émail

L'anomalie de structure secondaire de l'émail apparaît suite à un événement qui provoque un défaut de minéralisation.

Pendant la période pré-natale ; une vaccination, un médicament ou encore une pathologie peuvent être à l'origine d'une hypominéralisation de l'émail des dents temporaires.

Pendant la période post-natale ; une naissance prématurée, une pathologie (type varicelle, rougeole, scarlatine), une carence (en vitamines A,D,C,E), la prise de médicaments ou un traumatisme peuvent être à l'origine d'une hypominéralisation des dents permanentes (figure 23). En fonction des dents atteintes, il est possible de dater le défaut de minéralisation. Les améloblastes sont sensibles au manque d'oxygène ; c'est pourquoi il existe un lien entre hypominéralisation et hypoxie à la naissance ou un problème respiratoire durant la petite enfance. [54]



Figure 23: Hypominéralisation localisée sur l'incisive centrale gauche permanente, la 21, suite à l'expulsion de la dent temporaire, 61, à l'âge de 3 ans [54]

5.4.3. La MIH (Molar Incisor Hypomineralization)

La MIH (Molar Incisor Hypomineralization) est un défaut de structure de l'émail de la dent, une hypominéralisation **d'origine systémique**, touchant au minimum une des quatre premières molaires permanentes avec une possible atteinte des incisives permanentes. La prévalence varie de 3 à 25% selon les études. Cependant, les anomalies structurelles sont souvent sous-diagnostiquées. [7] [54]

Un diagnostic précoce doit être à la portée de tous les cliniciens (chirurgiens-dentistes ou non) et est essentiel pour améliorer les résultats du traitement et la qualité de vie des patients atteints de MIH. L'émail ne résiste pas aux forces de mastication et aux attaques acides, c'est pourquoi il est important de prendre en charge précocement les patients. Les premières molaires permanentes sont à surveiller dès l'apparition de leur première cuspide en bouche pour envisager un traitement le plus rapidement possible.

Une hypominéralisation de la deuxième molaire temporaire (DMH), également appelée HSPM (hypomineralised primary second molaire) est un signe d'alerte à la MIH car les périodes de minéralisation des deuxièmes molaires temporaires et des premières molaires permanentes se chevauchent. Ainsi la présence de tâches hypominéralisées de l'émail sur les deuxièmes molaires temporaires est un signe prédictif d'un risque accru de développer une MIH (figure 24). Une canine temporaire touchée doit également interpeler le praticien. [54]


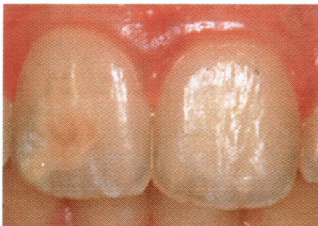
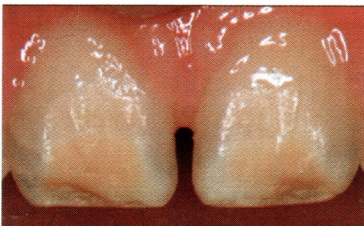
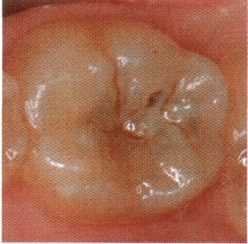




Figure 24: Hypominéralisation d'une deuxième molaire temporaire (DMH) [54]

Cette identification précoce des HSPM ou DMH permet de prévenir et de limiter les lésions tissulaires et les sensibilités causées par la MIH. [32]

Trois catégories permettent de traduire la sévérité du MIH (tableau 5) : MIH légère, MIH modérée, MIH sévère. Une MIH légère se traduit par des opacités isolées de couleur blanc/crème sans perte d'émail. L'émail prend un aspect plus crayeux et jaunâtre lors d'atteintes modérées. Une MIH sévère s'accompagne de perte d'émail et de sensibilités plus marquées. [55] [54]

Tableau 5 : Classification des MIH [54]

| Faible | Modérée | Sévère |
|---|--|--|
| Incisives Risque d'hypominéralisation d'autant plus élevé qu'il y a un grand nombre de molaires atteintes | | |
|  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Atteintes légères de petite étendue | <ul style="list-style-type: none"> - Opacités démarquées dans le tiers incisal | <ul style="list-style-type: none"> - Opacités plus marquées disgracieuses, hypoplasies |
| Molaires | | |
|  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Opacités isolées situées dans les zones de faibles contraintes fonctionnelles - Pas de perte d'émail - Pas d'hypersensibilité - Pas de lésions carieuses associées à l'émail atteint | <ul style="list-style-type: none"> - Opacités sur la face occlusale - Fracture postéruptive de l'émail limitée à 1 ou 2 faces (sans atteinte cuspidienne) - Restaurations atypiques - Sensibilité dentaire normale | <ul style="list-style-type: none"> - Fracture postéruptive étendue de l'émail - Sensibilité dentaire sévère - Lésion carieuse associée à l'émail hypominéralisé - Destruction coronaire importante incluant les cuspides et pouvant impliquer la pulpe - Présence de restaurations atypiques défectueuses |

5.4.4. Conséquences buccales d'un émail hypominéralisé

Les conséquences d'un émail hypominéralisé sont à la fois **esthétiques et mécaniques**. L'émail peut être translucide ou opaque, de morphologie normale ou irrégulière, avec une simple variation de teinte ou de nombreuses colorations allant du blanc crème au jaune brun. Chaque cas est unique.

Il existe un risque important de fractures car l'émail est fragilisé à cause des nombreuses lacunes au niveau des cristaux d'hydroxyapatite. [46]

5.4.5. Rôles du phosphate de caséine

Le phosphate de caséine a pour but de **renforcer l'émail en le reminéralisant**. La dent est ainsi moins fragile et l'aspect de surface est plus lisse. Le phosphate de caséine permet de reminéraliser les faibles plages d'émail déminéralisées. La reminéralisation de l'émail peut faire disparaître les colorations légères à modérées. De plus, l'application de CPP-ACP **diminue les sensibilités** éventuelles.

Dans le cas d'une **hypominéralisation**, il est important d'associer le fluor au complexe CPP-ACP. Nous obtenons alors les ions calciums, phosphates et fluors sous forme amorphe. Le complexe CPP-ACP se maintient à la surface de la dent et libère lentement ces trois ions, ce qui favorise une reminéralisation profonde de la lésion.

En cas de défaut qualitatif sévère, l'application de CPP-ACP n'est plus efficace. Le chirurgien-dentiste doit avoir recours à des thérapeutiques plus invasives (résine (composite), verre ionomère ou coiffe pédiatrique préformée par exemple). [54]

Dans le cas d'une **amélogenèse imparfaite** ou d'une **MIH** avérée, le chirurgien-dentiste applique un vernis contenant du phosphate de caséine et du fluor (Mi Varnish®) dès l'apparition des premières cuspides. L'émail est protégé des phénomènes de déminéralisation et des attaques acides (il faut renouveler l'application deux fois par an). Pour limiter les sensibilités le patient utilise une crème à base de CPP-ACP deux fois par jour, après le brossage. [50] [4] [59] [38]

Dans le cas d'une **lésion carieuse initiale**, des tâches blanches d'hypominéralisation peuvent être visibles (figure 25). Dans cet exemple, le patient a appliqué le phosphate de caséine Recaldent™ enrichi en fluor (Mi Paste Plus®) une première fois au cabinet dentaire. Il a poursuivi le traitement en ambulatoire sur une durée de 6 mois. Le résultat est satisfaisant au niveau esthétique (figure 26). [8]

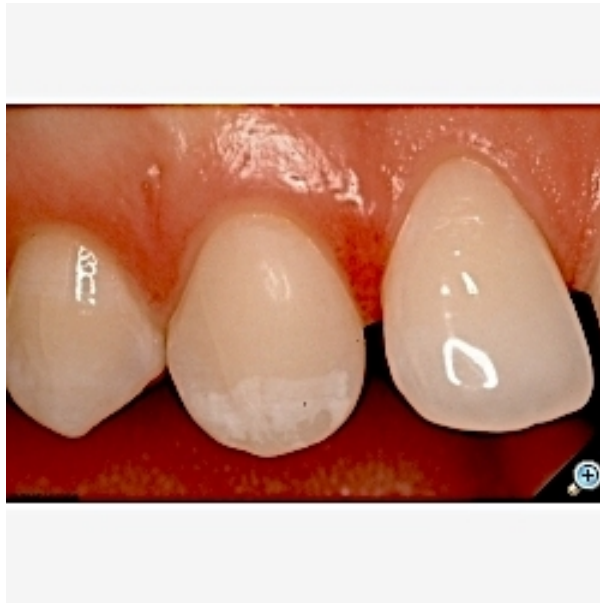


Figure 25: Photographie intra-buccale d'une lésion blanche située sur une canine maxillaire droite, 13 (Cas du Dr Basso M) [8]



Figure 26: Photographie intra-buccale de la même canine après traitement par CPP-ACP et fluor (Mi Paste Plus®), l'aspect craquelé a pratiquement disparu (Cas du Dr Basso M) [8]

Le praticien choisit une thérapeutique adaptée à la pathologie que présente le patient. Le choix du topique pour appliquer le phosphate de caséine (crème ou vernis) et la durée du traitement dépendent du degré d'hypominéralisation (tableau 6).

Tableau 6 : Utilisation du CPP-ACP en cas d'hypominéralisation de l'émail [68] [62] [7] [75] [50] [38]

| Hypominéralisation | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|---------------------------|--|--|
| Amélogénèse imparfaite | Renforcer l'émail | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse • Mi Paste Plus® (en fonction de l'âge et du RCI) <p><u>En ambulatoire</u> : 2x/jour après brossage, laisser agir 5 minutes ou utilisation nocturne (1x/jour) Cure de 1 semaine tous les mois. Utiliser pendant 2 semaines consécutives en cas de sensibilité.</p> |
| MIH et HSPM | Diminuer les sensibilités Reminéraliser l'émail | <ul style="list-style-type: none"> • Mi Varnish® pour une protection prolongée. <p>Application au cabinet dentaire par le praticien, 2 fois par an.</p> |
| Lésion carieuse initiale | Reminéralisation | <ul style="list-style-type: none"> • Mi Paste Plus® (préférable) • Tooth Mousse® (si moins de 6ans) <p><u>En ambulatoire</u> : 2x/jour après le brossage, laisser agir 5 minutes. Jusqu'à reminéralisation de la lésion carieuse initiale (6 mois à 1an)</p> |

Afin de traiter l'aspect inesthétique de la MIH, le patient peut avoir recours à l'**éclaircissement externe**. Le produit couramment utilisé est le peroxyde de carbamide 10 ou 16 % qui contient 3 ou 6 % de peroxyde d'hydrogène. [71]

L'agent éclaircissant (peroxyde d'hydrogène) oxyde l'émail afin de l'éclaircir. Cette méthode seule est néfaste sur un émail hypominéralisé (fragilisé). En effet celui-ci est rugueux, poreux, crayeux, ainsi il y a un risque de perte des ions calcium et phosphate qui composent l'émail. Un complément en CPP-ACP ou en fluor doit donc accompagner le traitement d'éclaircissement.

Il est primordial que le patient soit motivé car il s'agit de traitements longs et fastidieux. En effet, le patient doit appliquer deux heures par jour du CPP-ACP pendant trois mois à l'aide d'une gouttière pour renforcer l'émail.

Une fois l'émail renforcé, il peut commencer l'éclaircissement pour une durée de deux mois en appliquant un mélange de CPP-ACP et de peroxyde d'hydrogène une heure par jour pendant deux jours puis CPP-ACP seul, deux heures par jour pendant cinq jours (tableau 7). [52]

Tableau 7: Cas particulier de l'éclaircissement externe combiné à l'utilisation de phosphate de caséine chez les patients souffrants de MIH ou d'hypominéralisation sévère [1] [52]

| Eclaircissement et MIH | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|---|--|---|
| Avant le traitement d'éclaircissement externe | Renforcer l'émail | Appliquer du Mi Paste Plus [®] 2 heures par jour pendant 3 mois. |
| Pendant le traitement avec peroxyde d'hydrogène | Eviter les déminéralisations et les sensibilités | Appliquer un mélange de peroxyde d'hydrogène et Tooth Mousse [®] 1 heure par jour pendant 2 jours . Appliquer du Tooth Mousse [®] seul pendant 5 jours , 2 heures par jour. Renouveler pendant 2 à 3 mois. |

5.4.6. Tâche d'hypominéralisation dans le cas d'un traitement orthodontique et rôle du phosphate de caséine

Le traitement orthodontique s'accompagne souvent de collages de brackets ou de bagues directement sur l'émail dentaire. Le port d'un appareil dentaire peut parfois entraver l'hygiène bucco-dentaire du patient (zones difficiles d'accès, patient peu consciencieux pendant l'adolescence). Afin d'éviter l'apparition de tâches de déminéralisation, le praticien peut conseiller au patient d'appliquer du phosphate de caséine avant de commencer le traitement orthodontique.

Le traitement par CPP-ACP rend l'émail plus résistant aux attaques acides et ne compromet pas la force de collage des brackets. Ainsi, l'application de phosphate de caséine peut être utilisée en toute sécurité, en prévention, avant le collage d'un support orthodontique avec un adhésif. En plus d'une protection pendant le traitement orthodontique, l'application de CPP-ACP a un effet préventif de la carie dentaire sur le long terme. Le chirurgien-dentiste peut conseiller chez certains patients, sujets aux déminéralisations et aux caries, d'appliquer une crème contenant du CPP-ACP pendant 5 minutes deux fois par jour pendant toute la durée du port de l'appareil dentaire. Ces applications répétées sont contraignantes pour le patient, mais efficaces. [76] [33]

Après un traitement orthodontique, en retirant l'appareil, des tâches d'hypominéralisation sont parfois observables au niveau de la surface de l'émail (white spot). Afin de retirer ces petites tâches blanchâtres et crayeuses, le praticien demande au patient d'appliquer du CPP-ACP jusqu'à disparition des zones hypominéralisées (tableau 8). [73]

Tableau 8 : Utilisation du CPP-ACP lors d'un traitement orthodontique (en pré, per et post traitement) [33] [73]

| Traitement orthodontique | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|---------------------------------|--|--|
| Avant le traitement | Éviter les tâches blanches de déminéralisation (white spot) et prévenir les caries dentaires | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® (RCI faible ou < 6 ans) • Mi Paste Plus® (RCI modéré ou élevée et > 6 ans) <p>Application au fauteuil par le praticien, laisser agir 10 minutes. Continuer en ambulatoire 2x/jour après le brossage et laisser agir 5 minutes pendant 1 semaine.</p> |
| Pendant le traitement | Éviter les tâches blanches de déminéralisation (white spot) et prévenir les caries dentaires | <p>Tooth Mousse® ou Mi Paste Plus® 2x/jour en ambulatoire avec ou sans gouttière à appliquer après le brossage, laisser agir 5 minutes.</p> <p>Pendant toute la durée du traitement d'orthodontie.</p> |
| Après le traitement | Reminéraliser l'émail et éliminer les tâches blanches (white spot) plus ou moins importantes | <ul style="list-style-type: none"> • Tooth Mousse® (RCI faible, < 6ans) • Mi Paste Plus® (RCI modéré ou élevé, > 6ans) <p><u>En ambulatoire</u>: 2x/jour après le brossage, laisser agir 5 minutes. Jusqu'à disparition de la tâche de déminéralisation (3 à 6 mois).</p> <p><i>En cas de demande esthétique importante :</i> Au cabinet dentaire, le praticien réalise un mordançage de l'émail avant d'appliquer du Mi Paste Plus®, il laisse agir 10 minutes. Renouveler les séances toutes les 2 semaines, pendant 3 à 4 mois.</p> <p>Le patient peut également appliquer du Tooth Mousse® ou du Mi Paste Plus® (en fonction de l'âge) en ambulatoire 2x/jour pendant 5 minutes en inter-séances.</p> |

RCI : risque carieux individuel.

5.5. En cas de Fluorose

La fluorose est une maladie reconnue depuis les années 1990. Auparavant elle était considérée comme « un effet secondaire » causant un défaut esthétique sur les dents. Cette maladie est due à un excès de fluorures ingérés durant les périodes de sécrétions et de maturations de l'émail. [2]

5.5.1. Le Fluor

Le fluor est connu pour son **action cario-protectrice**. Il a fait baisser la prévalence de la carie dans le monde.

Il peut être administré par **voie systémique**. En effet, le fluor se trouve naturellement dans l'alimentation et dans l'eau ; certaines eaux comme celles du Maghreb sont d'ailleurs très fluorées. La teneur en fluor dans l'eau du robinet est aujourd'hui réglementée afin d'éviter les risques de fluorose. Les eaux fluorées et les sels fluorés sont interdits dans les préparations industrielles. Les sels fluorés sont autorisés à la vente cependant la mention « sels fluorés » doit figurer. Des suppléments fluorés sous forme de pastilles, de comprimés, de gouttes peuvent également être administrés. Cependant, il est nécessaire de réaliser un **bilan fluoré** avant toute supplémentation afin de ne pas dépasser la dose maximale quotidienne qui est de **1mg** pour limiter le risque de fluorose. [17] [44]

L'apport de fluor peut également se faire par **voie topique** par le biais des dentifrices, des bains de bouches, des chewing-gums, des vernis et autres modes d'applications topiques de fluorures. [17]

5.5.2. Définition de la fluorose

La fluorose est une maladie dentaire qui affecte 3% des français selon l'afssa en 2009 [11]. Une **classification de Dean** établit 10 degrés de fluorose dont les scores vont de 0, où l'émail blanc crème luisant n'est visible qu'après le séchage de la dent, à 9, où la majeure partie de l'émail est perdue avec une modification de la forme de la dent. [3]

Au cours de l'enfance, lors de la période de la formation des dents, les prises de fluor excessives pendant plusieurs mois ou années peuvent entraîner une fluorose plus ou moins importante :

- une **fluorose légère** se caractérise par la présence de stries blanches au niveau de la surface de l'émail (figures 27 et 28) ;

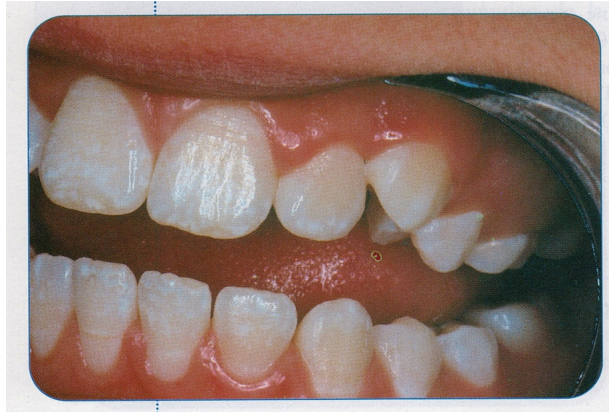


Figure 27: Photographie d'une fluorose légère [21]



Figure 28: Photographie d'une fluorose de stade 3 (stries blanches et début d'hypominéralisation) [21]

- une **fluorose modérée** est caractérisée par un état de surface de l'émail poreux et par la présence de stries blanches ou brunes (figure 29). [12]



Figure 29: Photographie d'une fluorose modérée avec des zones d'hypominéralisation [15]

- une **fluorose sévère** est caractérisée par un défaut de structure important (figure 30). [23]



Figure 30: Photographie d'une fluorose sévère [16]

Les amélogénines, les améloblastines et les énamalines sont les protéines de la matrice extra-cellulaire (MEC) de l'émail. En l'absence de pathologie elles sont hydrolysées par des enzymes ; les protéases matricielles. Ce phénomène permet une diminution de ces protéines et une organisation du réseau cristallin de l'émail en cristaux d'hydroxyapatite.

L'incorporation de fluorures lors de la sécrétion de l'émail entraîne une modification de la MEC. Les fluorures augmentent la liaison entre les protéines de la MEC de l'émail (*en particulier les amélogénines*) et les cristaux d'hydroxyapatite. Cette liaison retarde l'hydrolyse réalisée par les protéases matricielles. Il y a donc une augmentation des protéines et une inhibition de la croissance des cristaux d'hydroxyapatite. Lors de la phase de maturation de l'émail, les protéines sont conservées dans l'émail ce qui décale donc la minéralisation de ces cristaux et entraîne des zones d'hypominéralisation. Le développement incomplet des cristaux de l'émail tend vers la formation d'un émail fluorotique poreux qui se caractérise par une succession de couches d'émail hypominéralisées et hyperminéralisées, d'où la présence de stries. Ce phénomène est proportionnel aux doses de fluor ingérées. [29]

5.5.3. Traitement de la fluorose et rôle du phosphate de caséine

Les chirurgiens-dentistes ont différentes options de traitement. Les dents striées et colorées par la fluorose peuvent être traitées par blanchiment, microabrasion, résines ou restaurations prothétiques. Le choix entre ces traitements dépend de la gravité de la maladie. Aujourd'hui, les chirurgiens-dentistes cherchent à respecter le gradient thérapeutique et se tournent dans un premier temps vers les techniques conservatrices les moins invasives.

Si la fluorose est très légère, une application classique de **CPP-ACP** permet d'éliminer les stries blanches de déminéralisation.

En cas de fluorose modérée, le patient laisse agir le **CPP-ACP** toute la nuit jusqu'à amélioration de l'état de surface (figure 31). Si la demande esthétique est importante le patient peut effectuer un éclaircissement externe par la suite. [23]



Figure 31: Exemple photographique d'un traitement avec du phosphate de caséine, du Tooth Mousse[®], sur une durée de 6 semaines dans le cas d'une fluorose modérée. [23]

Lorsque la fluorose est plus importante et que la structure de l'émail est modifiée, le traitement de choix se tourne vers la **microabrasion** accompagnée d'une application de **CPP-ACP** et suivie plus ou moins d'une phase de traitement d'éclaircissement en ambulatoire à l'aide de gouttières pour un meilleur rendu esthétique. Dans ce cas, la microabrasion est effectuée dans un premier temps sous digue, avec une pâte abrasive qui contient des microparticules de carbure de silicium solubles dans l'eau et d'acide chlorhydrique à 6,6% . Cette pâte est appliquée sur les dents concernées avec une cupule en caoutchouc spécifique fixée sur un contre-angle à vitesse réduite. La surface de la dent est microabrasée avec une légère pression pendant 5 secondes maximum par lésion. Chaque fois que nécessaire, une petite goutte d'eau peut être ajoutée et l'abrasion peut être répétée. Plusieurs applications peuvent être nécessaires pour obtenir un aspect de structure le plus naturel possible. Une lésion peut être traitée 5 fois pendant 5 secondes maximum par séance. Cette méthode fonctionne mieux sur les tâches brunes que sur les tâches blanches.

Le phosphate de caséine est ensuite déposé sur les dents pendant 10 minutes afin de reminéraliser l'émail en profondeur. Il est retiré à l'aide de l'aspiration mais n'est pas rincé. Le patient ne doit rien boire et ne rien manger pendant 2 heures. Cette deuxième étape réduit le risque de sensibilité post-traitement et protège les dents contre une éventuelle déminéralisation externe. En inter-séance, le patient remplace son dentifrice habituel par une pâte de CPP-ACP. Durant un an, le patient devra appliquer du Tooth Mousse® pendant 5 minutes, le soir après le brossage (tableau 9). [3] [60]

En cas de fluorose trop importante, la thérapeutique se tournera vers des traitements plus invasifs comme l'érosion-infiltration ou les résines composite par exemple.

Tableau 9 : Utilisation du CPP-ACP en cas de fluorose [60]

| Fluorose | Action souhaitée | Utilisation du CPP-ACP Phosphate de caséine |
|-----------------|---|---|
| légère | Reminéraliser et améliorer l'aspect esthétique | Tooth Mousse® 2x/jour (5 minutes après brossage) pendant 3 à 6 mois. |
| modérée | Reminéraliser et améliorer l'aspect esthétique | Tooth Mousse® application nocturne pendant 2 à 6 mois. |
| sévère | Reminéraliser en profondeur l'émail <u>après traitement par microabrasion</u> | <p><i>Pour les tâches blanches :</i> microabrasion + Tooth Mousse® à appliquer au cabinet dentaire : laisser agir 10 minutes. Retirer les excès avec l'aspiration. Ne pas rincer.</p> <p>3 phases de traitement pendant 1 mois.</p> <p>Tooth Mousse® utilisé en dentifrice en inter-séances. Tooth Mousse® le soir, 5 minutes après le brossage pendant un an.</p> <p><i>Pour les tâches brunes :</i> éclaircissement externe avec du peroxyde d'hydrogène 1 heure par jour pendant 2 mois.</p> |

6. Contre-indications du phosphate de caséine

Les principales contre-indications à l'utilisation des produits contenant du phosphate de caséine (Tooth Mousse[®], Mi Paste Plus[®] et Mi Varnish[®]) sont dues à leurs composants.

Le CPP-ACP étant un dérivé de la caséine de lait, les patients **allergiques** à la caséine du lait de vache ne doivent pas l'utiliser. De plus, les conservateurs utilisés dans le Tooth Mousse[®], le Mi Paste Plus[®] et le vernis Mi Varnish[®] sont des conservateurs benzoate. En cas d'allergie ces traitements sont proscrits. [69]

Le produit Mi Paste Plus[®] contient du fluor (900 ppm) et son application peut se faire en ambulatoire. Il ne convient donc pas aux enfants de moins de 6 ans et 12 ans en cas d'utilisation nocturne. Ce produit ne doit pas être utilisé le même jour que l'application d'un vernis fluoré ou de tout autre médicament fluoré. [35] [20]

Le vernis Mi Varnish[®] ne doit pas être appliqué chez les patients souffrant de gingivite ulcéreuse ou de stomatite. Après une pause de vernis contenant du CPP-ACP, le patient doit attendre 4 heures avant de pouvoir utiliser un autre produit contenant du CPP-ACP. Mi Varnish[®] est riche en fluor, ainsi, le patient ne doit pas appliquer, utiliser ou ingérer des produits fluorés. [36]

Conclusion

Un nombre important de pathologies et de traitements, médicamenteux ou non, ont un impact sur la santé bucco-dentaire. Dans la population générale, nombreux sont les patients qui se plaignent de sensibilités dentaires sans en identifier la cause ou alors en lien avec le début d'un traitement ou d'une pathologie. Notre rôle en tant que professionnel de santé consiste à prévenir et à empêcher ce type de douleur.

Le phosphate de caséine, en pénétrant en profondeur dans l'émail dentaire, empêche une exposition des tubulis dentinaires à l'origine d'une majorité des sensibilités.

L'esthétique prend une place de plus en plus importante dans notre société et dans la pratique de l'art dentaire. Le sourire, notamment les dents, ont un rôle important : la teinte, la morphologie, mais également la structure de la dent. En effet, l'aspect rugueux d'un émail déminéralisé est un défaut inesthétique qui peut se corriger en reminéralisant en profondeur l'émail grâce à l'apport de CPP-ACP.

La maladie bucco-dentaire la plus importante reste la carie dentaire. Or, l'application de phosphate de caséine permet d'éviter en partie son apparition s'il est utilisé en complément d'une hygiène orale adaptée et d'une alimentation équilibrée. Le CPP-ACP protège l'émail des attaques acides.

Le phosphate de caséine trouve de nombreuses indications dans la pratique courante du chirurgien-dentiste et devrait être mis en application plus souvent pour prévenir, soulager, et même guérir les patients, et ce dès leur plus jeune âge.

Index des illustrations

| | |
|---|----|
| <i>Figure 1: Photographies issues d'un microscope électronique à balayage. (a) organisation des bâtonnets dans la couche prismatique de l'émail. (b) relation entre les bâtonnets et l'émail inter-prismatique (EIP) [39].</i> | 14 |
| <i>Figure 2: Photographies issues d'un microscope électronique à balayage. (a) : émail principalement prismatique. (b) : zoom sur la couche externe aprismatique et la couche principale prismatique. (c) : zoom sur la couche interne aprismatique en regard de la jonction amélo-dentinaire [39].</i> | 15 |
| <i>Figure 3: Schéma représentant le rôle de la plaque bactérienne dans le processus de déminéralisation. (schéma personnel).</i> | 16 |
| <i>Figure 4: : Zoom sur les cristaux d'hydroxyapatites qui perdent des phosphates de calcium suite aux attaques acides (schéma personnel).</i> | 17 |
| <i>Figure 5: Photographie de la surface dentaire où la zone de déminéralisation est mise en évidence grâce à la lumière bleue. Après apports réguliers de fluor, la lésion contient 10 à 20mg de fluor [21].</i> | 18 |
| <i>Figure 6: Schéma représentant la courbe de Stephen [55].</i> | 19 |
| <i>Figure 7: Schéma de Keyes [27].</i> | 20 |
| <i>Figure 8: Explication des phénomènes dynamiques qui entrent en jeu lors de la lésion carieuse [45].</i> | 22 |
| <i>Figure 9: Schéma représentant une micelle – complexe CPP-ACP (schéma personnel).</i> | 23 |
| <i>Figure 10: Schéma explicatif de l'obtention du CPP à partir d'un lait écrémé (schéma personnel).</i> | 24 |
| <i>Figure 11: Photographie de gouttières thermoformées à partir d'un modèle en plâtre (photographie personnelle).</i> | 27 |
| <i>Figure 12 : Photographies des gouttières chargées en produit contenant du CPP-ACP (Tooth Mousse®) avant d'être mises en bouche et portées (photographies personnelles).</i> | 27 |
| <i>Figure 13 : Application de CPP-ACP (Tooth Mousse®) sans support (photographie personnelle).</i> | 28 |
| <i>Figure 14: Photographie d'un tube de Tooth Mousse® saveur fraise [69].</i> | 30 |
| <i>Figure 15: Photographie d'un tube de Mi Paste Plus® saveur vanille [35].</i> | 31 |
| <i>Figure 16: Photographie présentant le Mi Varnish® saveur menthe et fraise [36].</i> | 32 |
| <i>Figure 17: Schéma de l'organe dentaire en coupe transversale, dans son alvéole [70].</i> | 34 |
| <i>Figure 18: Photographies d'érosions dentaires situées au niveau des faces vestibulaires [14].</i> | 46 |
| <i>Figure 19: Photographie intra-buccale d'une érosion dentaire formant une cupule au niveau de la face occlusale d'une molaire [79].</i> | 46 |
| <i>Figure 20: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type I [54].</i> | 48 |
| <i>Figure 21: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type II [54].</i> | 48 |
| <i>Figure 22: Photographie intra-buccale d'une amélogénèse imparfaite de type III [53].</i> | 49 |
| <i>Figure 23: Hypominéralisation localisée sur l'incisive centrale gauche permanente, la 21, suite à l'expulsion de la dent temporaire, 61, à l'âge de 3 ans [54].</i> | 49 |
| <i>Figure 24: Hypominéralisation d'une deuxième molaire temporaire (DMH) [54].</i> | 50 |
| <i>Figure 25: Photographie intra-buccale d'une lésion blanche située sur une canine maxillaire droite, 13 (Cas du Dr Basso M) [8].</i> | 53 |
| <i>Figure 26: Photographie intra-buccale de la même canine après traitement par CPP-ACP et fluor (Mi Paste Plus®), l'aspect crayeux a pratiquement disparu (Cas du Dr Basso M) [8].</i> | 53 |

| | |
|--|------------|
| <i>Figure 27: Photographie d'une fluorose légère [21].....</i> | <i>59</i> |
| <i>Figure 28: Phototographie d'une fluorose de stade 3 (stries blanches et début d'hypominéralisation) [21].....</i> | <i>59</i> |
| <i>Figure 29: Photographie d'une fluorose modérée avec des zones d'hypominéralisation [15].....</i> | <i>60</i> |
| <i>Figure 30: Photographie d'une fluorose sévère [16].....</i> | <i>60</i> |
| <i>Figure 31: Exemple photographique d'un traitement avec du phosphate de caséine, du Tooth Mousse®, sur une durée de 6 semaines dans le cas d'une fluorose modérée. [23].</i> | <i>.61</i> |

Index des tableaux

| | |
|--|-----------|
| <i>Tableau 1 : Utilisation du CPP-ACP dans le cas d'hypersensibilité dentinaire [63].....</i> | <i>38</i> |
| <i>Tableau 2 : Utilisation du CPP-ACP en cas de traitement par éclaircissement externe [33].....</i> | <i>39</i> |
| <i>Tableau 3 : Utilisation du CPP-ACP chez les patients atteints de xérostomie : sécheresse buccale [6] [40].....</i> | <i>43</i> |
| <i>Tableau 4 : Utilisation du CPP-ACP en cas d'érosion dentaire [36] [14].....</i> | <i>47</i> |
| <i>Tableau 5 : Classification des MIH [54].....</i> | <i>51</i> |
| <i>Tableau 6 : Utilisation du CPP-ACP en cas d'hypominéralisation de l'émail [68] [62] [7] [75] [50] [38].....</i> | <i>54</i> |
| <i>Tableau 7 : Cas particulier de l'éclaircissement externe combiné à l'utilisation de phosphate de caséine chez les patients souffrants de MIH ou d'hypominéralisation sévère [1] [52].....</i> | <i>55</i> |
| <i>Tableau 8 : Utilisation du CPP-ACP lors d'un traitement orthodontique (en pré, per et post traitement) [33] [73].....</i> | <i>57</i> |
| <i>Tableau 9 : Utilisation du CPP-ACP en cas de fluorose [60].....</i> | <i>63</i> |

Références bibliographiques

1. Ahrari F, Hasanzadeh N, Rajabi O, Forouzannejad Z. Effectiveness of sodium bicarbonate combined with hydrogen peroxide and CPP-ACPF in whitening and microhardness of enamel. *J Clin Exp Dent*. 1 mars 2017;9(3):344-50.
2. Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med Off Publ Am Assoc Oral Biol*. 2002;13(2):155-70.
3. Ardu S, Stavridakis M, Krejci I. A minimally invasive treatment of severe dental fluorosis. *Quintessence Int*. 2007;38(6):455-8.
4. Bakkal M, Abbasoglu Z, Kargul B. The Effect of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate on Molar-Incisor Hypomineralisation: A Pilot Study. *Oral Health Prev Dent*. 2017;15(2):163-7.
5. Balakrishnan M, Simmonds RS, Tagg JR. Dental caries is a preventable infectious disease. *Aust Dent J*. 1 déc 2000;45(4):235-45.
6. Banava S, Houshyari M, Safaie T. The effect of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate fluoride paste (CPP-ACPF) on oral and salivary conditions of patients undergoing chemotherapy: A randomized controlled clinical trial. *Electron Physician*. 20 nov 2015;7(7):1535-41.
7. Baroni C, Marchionni S. MIH supplementation strategies: prospective clinical and laboratory trial. *J Dent Res*. mars 2011;90(3):371-6.
8. Basso M. La reminéralisation induite. *dentoscope* [Internet]. 1 janv 2014; Disponible sur: <https://www.edp-dentaire.fr/clinique/esthetique/961-la-remineralisation-induite>
9. Basso M. L'émail dentaire est un tissu fortement minéralisé. Cependant, quelles sont les solutions actuelles pour obtenir une reminéralisation sans avoir recours à une procédure invasive ? Éléments de réponse. [Internet]. [consulté le 26 oct 2017]. Disponible sur: <http://www.edp-dentaire.fr/clinique/esthetique/961-la-remineralisation-induite>
10. Bloom B. What do we know about gastroesophageal reflux disease? *Am J Gastroenterol*. août 2001;96(8):S1-6.
11. Briand P. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des teneurs en vitamines et minéraux des denrées enrichies et des compléments alimentaires : fluor. Maison-alfort: Afssa; 2009 janv p. 3. Report No.: 2007-SA-0315.
12. Bronckers ALJJ, Lyaruu DM, DenBesten PK. The impact of fluoride on ameloblasts and the mechanisms of enamel fluorosis. *J Dent Res*. oct 2009;88(10):877-93.
13. Buczkowska-Radlińska J, Łagocka R, Kaczmarek W, Górski M, Nowicka A. Prevalence of dental erosion in adolescent competitive swimmers exposed to gas-

- chlorinated swimming pool water. *Clin Oral Investig.* mars 2013;17(2):579-83.
14. Buxeraud J. Le conseil du pharmacien face à l'érosion dentaire. *Actual Pharm.* févr 2011;50(503):45-8.
 15. Calabrese A, Gibby C, Meinke B, Fialkowski Revilla MK, Titchenal A. Fluoride's Functional Role [Internet]. *Medicine LibreTexts.* 2018 [consulté le 15 nov 2018]. Disponible sur: [https://med.libretexts.org/LibreTexts/Sacramento_City_College/SCC%3A_Nutri_300_\(Coppola\)/Chapters/8%3A_Water_and_Minerals/8.7%3A_Trace_Minerals/8.04J%3A_Fluoride](https://med.libretexts.org/LibreTexts/Sacramento_City_College/SCC%3A_Nutri_300_(Coppola)/Chapters/8%3A_Water_and_Minerals/8.7%3A_Trace_Minerals/8.04J%3A_Fluoride)
 16. Cameron AC, Widmer RP. *Handbook of Pediatric Dentistry.* 3e éd. Edinburgh: Mosby; 2008. 480 p.
 17. Castot A, Rouleau-Quenette A, Broca O, Rebiere I. ANSM. Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans. 2008 p. 20.
 18. Cayot P, Lorient D. Structures et technofonctions des protéines du lait. *lavoisier*; 363 p.
 19. Ceci M, Mirando M, Beltrami R, Chiesa M, Poggio C. Protective effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel erosion: Atomic force microscopy studies: Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel erosion. *Scanning.* sept 2015;37(5):327-34.
 20. Clark S. Remineralization effectiveness of MI Paste Plus - a clinical pilot study. *Theses Diss [Internet].* 1 mai 2011 [consulté le 26 oct 2017]; Disponible sur: <https://ir.uiowa.edu/etd/939>
 21. Clergeau-Guérithault S, Desfontaine J, Pierson M, Roland E, Triller M, Vreven J. Le point sur le fluor. 2000. 56 p.
 22. Cochrane NJ, Saranathan S, Cai F, Cross KJ, Reynolds EC. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res.* 2008;42(2):88-97.
 23. Cross KJ, Huq NL, Reynolds EC. Casein phosphopeptides in oral health--chemistry and clinical applications. *Curr Pharm Des.* 2007;13(8):793-800.
 24. Davido N, Yasukawa K. *Odontologie conservatrice et Endodontie Odontologie prothétique.* Maloine. 2014. 216 p.
 25. Davido N, Yasukawa K. *Médecine orale et Chirurgie orale Parodontologie.* Maloine; 2014. 313 pages.
 26. Dawes C, Pedersen AML, Villa A, Ekström J, Proctor GB, Vissink A, et al. The functions of human saliva: A review sponsored by the World Workshop on Oral Medicine VI. *Arch Oral Biol.* juin 2015;60(6):863-74.
 27. Delfosse C, Trentesaux T. La carie précoce du jeune enfant : du diagnostic à la prise en charge globale. Rueil-Malmaison : Éd. CdP, impr. 2015, cop. 2015.; 142 p.

28. Delmas A, Rouvière H. Anatomie humaine descriptive topographique et fonctionnelle. MASSON; 2002. 784 p.
29. DenBesten P, Li W. Chronic Fluoride Toxicity: Dental Fluorosis. *Fluoride Oral Environ.* 2011;22:81-96.
30. Dirix P, Nuyts S, Van den Bogaert W. Radiation-induced xerostomia in patients with head and neck cancer: a literature review. *Cancer.* 1 déc 2006;107(11):2525-34.
31. GACD. Catalogue général GACD [Internet]. calameo.com. [consulté le 26 nov 2018]. Disponible sur: <https://www.calameo.com/read/00553485395e6296ade6a>
32. Garot E, Denis A, Delbos Y, Manton D, Silva M, Rouas P. Are hypomineralised lesions on second primary molars (HSPM) a predictive sign of molar incisor hypomineralisation (MIH)? A systematic review and a meta-analysis. *J Dent.* mai 2018;72:8-13.
33. GC. Tooth mousse Portfolio [Internet]. GC EUROPE Tooth mousse Portfolio. [consulté le 26 nov 2018]. Disponible sur: https://cdn.gceurope.com/v1/PID/toothmousse/leaflet/LFL_Tooth_Mousse_Portfolio_fr.pdf
34. GC europe. Nouveautés Produits [Internet]. GC europe. [consulté le 17 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.gceurope.com/news/product/?section=archive>
35. GC europe. MI Paste Plus - Calcium et phosphate biodisponibles avec fluor [Internet]. GC europe. [consulté le 24 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.gceurope.com/products/mipastepius/>
36. GC europe. MI Varnish - Traitement au vernis fluoré amélioré avec du calcium et du phosphate biodisponibles [Internet]. GC europe. [consulté le 24 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.gceurope.com/products/mivarnish/>
37. GC europe. Saliva-Check Buffer - Test d'évaluation de la qualité de la salive [Internet]. GC europe. [consulté le 20 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.gceurope.com/products/salivacheckbuffer/>
38. GC europe. Tooth Mousse - Solution de traitements pour MIH [Internet]. GC EUROPE. [consulté le 27 janv 2019]. Disponible sur: https://cdn.gceurope.com/v1/PID/toothmousse/leaflet/LFL_Treatment_Solutions_for_MIH_fr-FR.pdf
39. Goldberg M, Piette E. La dent normale et pathologique. De Boeck Université. 2001. 392 p.
40. Hay KD, Thomson WM. A clinical trial of the anticaries efficacy of casein derivatives complexed with calcium phosphate in patients with salivary gland dysfunction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* mars 2002;93(3):271-5.
41. Holbrook WP. Dental erosion: from diagnosis to therapy. *Community Dent Oral Epidemiol.* oct 2006;34(5):398-9.

42. Hung YH, Lee YH, Chen PP, Lin YZ, Lin CH, Yen JH. Role of Salivary Immune Parameters in Patients With Primary Sjögren's Syndrome. *Ann Lab Med.* janv 2019;39(1):76-80.
43. Larousse P. Le petit Larousse. In: Le petit larousse [Internet]. 2018 [consulté le 8 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/bibliographie/26696>
44. Lasfargues jean-jacques. Concepts cliniques en odontologie conservatrice. SNPMD. Paris; 2001. 175 p.
45. Lasfargues J-J, and al. Concepts cliniques en dentisterie préventive. SNPMD, Paris. 2001. 172 p.
46. Lasfargues J-J, Colon P. Odontologie conservatrice et restauratrice. Tome1: Une approche médicale globale. Cdp. 2009. 480 p.
47. Laskaris G. Atlas des maladies buccales. 2e édition revue et augmentée. Flammarion Médecine-Sciences; 1997. 370 p.
48. Leblanc A. Système Nerveux Encéphalo-Périphérique: Vascularisation Anatomie Imagerie. Springer Science & Business Media; 2001. 458 p.
49. Lussi A, Megert B, Peter Shellis R, Wang X. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nutr.* janv 2012;107(02):252-62.
50. Markovic D, Petrovic B, Peric T. Case series: clinical findings and oral rehabilitation of patients with amelogenesis imperfecta. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* août 2010;11(4):201-8.
51. Martínez-Mier EA. Fluoride Its Metabolism, Toxicity, and Role in Dental Health. 29 sept 2011;17:28-32.
52. Mastroberardino S, Campus G, Strohmenger L, Villa A, Cagetti MG. An Innovative Approach to Treat Incisors Hypomineralization (MIH): A Combined Use of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Hydrogen Peroxide—A Case Report [Internet]. *Case Reports in Dentistry.* 2012 [consulté le 13 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/crid/2012/379593/>
53. Millet C, Duprez J-P, Morgon L. Restauration d'un cas complexe d'amélogenèse imparfaite. mars 2017;(177).
54. Muller-Bolla M. Fiches pratiques d'odontologie pédiatrique - Editions Cdp. Initiatives Sante; 2015. 518 p.
55. Muller-Bolla M, Courson F, Dridi S-M, Viargues P. L'odontologie préventive au quotidien : maladies carieuse et parodontales, malocclusions. Paris, Berlin, Chicago : Quintessence international, DL 2013, cop. 2013;
56. Netter FH. Atlas d'Anatomie humaine. 5e éd. elsevier masson; 2011. 532 p.
57. OMS. OMS | Santé bucco-dentaire [Internet]. WHO. [consulté le 17 janv 2019].

Disponible sur: <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/fr/>

58. Ono T, Ohotawa T, Takagi Y, Ito T. Preparation of casein phosphopeptides from casein micelles by ultrafiltration. *Biosci Biotechnol Biochem.* mars 1995;59(3):510-1.
59. Paglia L. Molar Incisor Hypomineralization: paediatricians should be involved as well! *Eur J Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* sept 2018;19(3):173.
60. Peneva M. treatment of dental fluorosis. *J IMAB - Annu Proceeding Sci Pap 2008 Book 2.* :4.
61. Pierre A, Maubois J, Piot, M, Fauquant J, Le Graet Y. Preparation de phosphocaseinate natif par microfiltration sur membrane. In: *Le Lait.* INRA Editions. 1992. p. 72.
62. Pitts NB. Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res.* juin 2004;38(3):294-304.
63. Poitevin A, Peumans M, De Munck J, Braem M, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of a CPP-ACP crème for tooth hypersensitivity treatment. 2004.
64. Rubira CMF, Devides NJ, Úbeda LT, Jr B, Geraldo A, Lauris JR, et al. Evaluation of some oral postradiotherapy sequelae in patients treated for head and neck tumors. *Braz Oral Res.* sept 2007;21(3):272-7.
65. Santhosh BP, Jethmalani P, Shashibhushan KK, Reddy VS. Effect of casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate containing chewing gum on salivary concentration of calcium and phosphorus: An in-vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 4 janv 2012;30(2):146.
66. Shira RB. Pathology of dental hard tissues. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* juill 1972;34(1):175.
67. Sim CPC, Wee J, Xu Y, Cheung Y-B, Soong Y-L, Manton DJ. Anti-caries effect of CPP-ACP in irradiated nasopharyngeal carcinoma patients. *Clin Oral Investig.* juin 2015;19(5):1005-11.
68. Singh S, Singh SP, Goyal A, Utreja AK, Jena AK. Effects of various remineralizing agents on the outcome of post-orthodontic white spot lesions (WSLs): a clinical trial. *Prog Orthod [Internet].* 2 août 2016 [consulté le 3 déc 2018];17. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4969265/>
69. tooth-mousse.fr. GC Tooth Mousse : crème au calcium et phosphate bio-disponibles pour application topique [Internet]. [consulté le 10 oct 2017]. Disponible sur: https://www.tooth-mousse.fr/F_frame.html?https://www.tooth-mousse.fr/GC_Tooth_Mousse_1_F_art_143.html
70. Tortora GJ, Grabowski B. Principes d'anatomie et de physiologie. 9^e édition. Bruxelles: De Boeck Université; 2001. 1121 p.
71. Ultradent Products. Opalescence systèmes de blanchiment dentaire [Internet]. [consulté le 16 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.opalescence.com/fr>

72. Vidailhet B, Robin O, Polo A, Bravetti P, Mahler P. Salivation. 2008 [consulté le 20 sept 2018]; Disponible sur: <http://emvmsa1a.jouve-hdi.com/article/1097892/docleg>
73. Wang J, Yan Y, Wang X. Clinical evaluation of remineralization potential of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate nanocomplexes for enamel decalcification in orthodontics. *Chin Med J (Engl)*. nov 2012;125(22):4018-21.
74. Wiegand A, Attin T. Occupational dental erosion from exposure to acids--a review. *Occup Med*. 16 janv 2007;57(3):169-76.
75. William V, Messer LB, Burrow MF. Molar incisor hypomineralization: review and recommendations for clinical management. *Pediatr Dent*. juin 2006;28(3):224-32.
76. Xiaojun D, Jing L, Xuehua G, Hong R, Youcheng Y, Zhangyu G, et al. Effects of CPP-ACP Paste on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. *Angle Orthod*. sept 2009;79(5):945-50.
77. Yu H, Jiang N, Ye X, Zheng H, Attin T, Cheng H. In situ effect of Tooth Mousse containing CPP-ACP on human enamel subjected to in vivo acid attacks. *J Dent*. sept 2018;76:40-5.
78. Zunzarren R. L'érosion dentaire, un processus fréquent chez le sportif. *Actual Pharm*. nov 2012;51(520):41-3.
79. Zunzarren R. Guide clinique d'odontologie. 2e édition. Elsevier Masson; 2014. 313 p.

Annexe : Les 5 étapes détaillées du test salivaire Saliva-Check Buffer® de la marque GC

Les 5 étapes détaillées du test salivaire **Saliva-Check Buffer®** de la marque GC :

- 1) La première étape consiste à observer la lèvre inférieure du patient. Le chirurgien-dentiste l'écarte et la sèche avec une compresse. Si les glandes salivaires accessoires secrètent de la salive en moins d'une minute, le flux salivaire du patient est considéré comme normal. Au delà d'une minute, le **flux salivaire** est considéré comme faible.
- 2) Dans un second temps, le praticien observe l'aspect visuel de la salive initialement présente dans la cavité buccale. Une salive de **qualité** avec une viscosité normale est claire et liquide. La présence de bulles ou de résidus de salive gluante signifie que la viscosité est augmentée.
- 3) Ensuite, le patient dépose de la salive dans une coupelle. Le praticien met une bandelette fournie dans le kit au contact de la salive pendant dix secondes pour en mesurer le **pH**. Grâce à un code couleur il est facile d'estimer le pH de la salive du patient. La norme se situe entre 6,8 et 7,8.
- 4) La quatrième étape permet de déterminer la **quantité** salivaire. Le patient doit mâcher une cire pendant trente secondes et cracher dans une coupelle graduée. L'expérience est répétée pendant cinq minutes. Un recueil de 5mL de salive est le signe d'une quantité salivaire normale.
- 5) Enfin, le **pouvoir tampon** est évalué. Le chirurgien-dentiste prélève à l'aide d'une pipette de la salive issue de la coupelle. Il dépose la salive sur une bandelette comprenant trois tests tampons. Après deux minutes, les tests tampons ont changé de couleur, chaque couleur correspondant à des points. Un score final allant de 0 à 12 est obtenu. La capacité tampon de la salive est dite normale si le score est compris entre 10 et 12. [37]

Le phosphate de caséine : quelles indications en odontologie ?

KNOBLOCH Charline.- p. (75) : ill. (31) ; réf. (79).

Domaines : Odontologie Pédiatrique ; Prévention.

Mots clés Rameau: Prophylaxie dentaire ; Phosphoprotéines ; Protéines du lait ; Caséine ; Phosphates de calcium ; Hypersensibilité dentinaire.

Mots clés FMeSH: Phosphoprotein Phosphatases ; Caséines ; Prophylaxie dentaire ; Protéines de lait ; Déminéralisation dentaire ; Reminéralisation des dents.

Un bon état de santé bucco-dentaire est maintenant une préoccupation majeure dans notre société. Les actes de prévention font partie de la pratique courante du chirurgien-dentiste. L'hygiène orale passe par un brossage bi-quotidien avec une brosse à dents et un dentifrice fluoré. Le professionnel de santé peut compléter ces pratiques quotidiennes, en cas de nécessité, avec des cures de topiques contenant du phosphate de caséine.

En prévention, le phosphate de caséine permet de protéger l'émail dentaire contre les agressions acides et renforce l'émail sain ou partiellement déminéralisé afin de limiter l'apparition de caries. Le phosphate de calcium est essentiellement utilisé pour prévenir ou réduire les sensibilités.

Cette thèse met en avant les différentes indications de l'utilisation du complexe CPP-ACP.

JURY :

Président : Pr PENEL Guillaume

Asseseurs : Dr DELFOSSE Caroline
Dr BLAIZOT Alessandra
Dr LAUMAILLE Mathilde