



**HAL**  
open science

## Intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions d'usures érosives : une revue systématique

Blandine Marie Isabelle Daubricourt

### ► To cite this version:

Blandine Marie Isabelle Daubricourt. Intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions d'usures érosives : une revue systématique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02292081

**HAL Id: dumas-02292081**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02292081>**

Submitted on 19 Sep 2019

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

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

**U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année 2019

Thèse n° 68

THESE POUR L'OBTENTION DU

**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE  
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par DAUBRICOURT, Blandine Marie Isabelle  
Né(e) le 1<sup>er</sup> juin 1994 à Villeurbanne (69), France  
Le 10 / 09 / 2019

**INTERET DU CPP-ACP DANS LA REMINERALISATION DES  
LESIONS D'USURES EROSIVES : UNE REVUE  
SYSTEMATIQUE**

Directeur de thèse  
Mme Elsa GAROT

Membres du Jury

Mme BERTRAND Caroline, Présidente de thèse, Professeur des Universités

Mme GAROT Elsa, Directrice de thèse, Maître de Conférences des Universités

M. D'INCAU Emmanuel, Rapporteur de thèse, Maître de Conférences des Universités

M. DELBOS Yves, Examineur de thèse, Maître de Conférences des Universités

M. DECAUP Pierre-Hadrien, Examineur de thèse, Assistant Hospitalo-Universitaire

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 01/03/2019

*Président* M. TUNON DE LARA Manuel  
*Directeur de Collège des Sciences de la Santé* M. PELLEGRIN Jean-Luc

## COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

*Directrice* Mme BERTRAND Caroline 58-01  
*Directeur Adjoint à la Pédagogie* Mr DELBOS Yves 56-01  
*Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche* M. CATROS Sylvain 57-01  
*Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales* M. LASSERRE Jean-François 58-01

### ENSEIGNANTS DE L'UFR

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Odontologie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-François	PELI	Odontologie restauratrice – Endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

**AUTRES ENSEIGNANTS**

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01

**ASSISTANTS**

Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M,	Jean-Baptiste	CULOT	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
Mme	Severine	DESCAZEUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
M	Mickaël	HYVERNAUD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Emmanuel	MASSON REGNAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Antoine	PEPELUT	Parodontologie	57-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Raven	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

## **Remerciements**

### **A notre Présidente de thèse**

Madame le Professeur Caroline BERTRAND  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Directrice de l’UFR des Sciences Odontologiques  
Département de Prothèse 58-02

*Vous nous avez fait l’honneur d’accepter la présidence de cette thèse.*

*Nous nous souviendrons de la qualité de votre enseignement et de la qualité de votre travail. Nous vous témoignons notre profond respect et nous vous adressons nos remerciements les plus sincères.*

### **A notre Directrice de thèse**

Madame le Docteur Elsa GAROT  
Assistant Hospitalo-Universitaire  
Département d’Odontologie Pédiatrique – 56-01

*Je vous remercie sincèrement de m’avoir fait l’honneur de bien vouloir diriger cette thèse.*

*Je vous exprime toute ma gratitude et ma reconnaissance pour votre implication, votre disponibilité, vos conseils avisés et votre bonne humeur. Merci pour votre persévérance dans les relectures de ma thèse. Soyez assurée de ma sincère admiration et de mon profond respect.*

## A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Emmanuel D'INCAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Département de Prothèse dentaire 58-01

*Nous vous remercions d'avoir accepté de participer à notre jury de thèse ainsi que de l'intérêt que vous y avez porté. Je vous remercie pour votre participation à la relecture et à l'évaluation de ce travail. Merci pour votre disponibilité. Nous vous prions d'accepter nos considérations les plus distinguées.*

## A notre Assesseur

Monsieur le Docteur DELBOS Yves

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Département d'Odontologie Pédiatrique – 56-01

*Je vous remercie pour votre participation à l'évaluation de ce travail. Merci pour votre enseignement tout au long de mes études et particulièrement lors de ma cinquième année pour le CSCT. Merci pour vos conseils de rédaction très précieux. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde sympathie.*

## A notre Assesseur

Monsieur le Docteur DECAUP Pierre-Hadrien

Assistant Hospitalo-Universitaire

Département de la Fonctions/Dysfonctions, imageries, biomatériaux- 58-01

*Je vous remercie pour votre participation à l'évaluation de ce travail.*

La réalisation de cette thèse a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

À ma mère, merci pour ton soutien constant pendant toutes ces années et tes encouragements. Merci de m'avoir soutenue pendant les moments difficiles et d'avoir été là pour moi.

Au reste de ma famille, merci d'avoir cru en moi.

A Joel, merci de m'avoir écouté et aidé pendant la rédaction de cette thèse.

A Julien, merci de m'avoir aidé pour la traduction en anglais qui est tu le sais pour moi difficile.

A Gaspard, avec qui je partage ma vie.

A Jeanne, tu es ma meilleure amie mais aussi une sœur. Tu as été là pour moi à chaque moment important depuis la D1.

A mes amis, Kildine, Alexis, Laure, Mathilde, Johanna, Fanny, Anne-sophie, Thibault et tous les autres que je n'ai pu citer.

À mes professeurs, merci pour vos enseignements et votre accompagnement pendant toutes ces années d'étude.



## **INTERET DU CPP-ACP DANS LA REMINERALISATION DES LESIONS D'USURES EROSIVES : UNE REVUE SYSTEMATIQUE.**

L'érosion est la forme d'usure la plus fréquente chez les enfants et les adolescents. Les chirurgiens-dentistes sont concernés par le dépistage, l'évaluation du risque et la prévention de cette pathologie. L'érosion dentaire est définie comme étant une perte de substance dentaire solide superficielle ayant pour cause un processus chimique, sans participation bactérienne. Pour lutter contre cette déminéralisation il existe des agents reminéralisants tels que : le fluor (le plus utilisé à l'heure actuelle) et le phosphopeptide de caséine et phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP). Ils permettent une reminéralisation de la surface de l'émail ainsi qu'une inhibition de la déminéralisation et une stabilisation du pH salivaire autour des valeurs physiologiques. De nombreuses études ont montré l'intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions carieuses débutantes mais à ce jour aucune revue systématique de la littérature n'a recensé les articles portant sur le CPP-ACP et les lésions érosives. Notre travail, par l'intermédiaire d'une revue systématique de la littérature, avait pour objectif d'évaluer l'efficacité du CPP-ACP seul et du fluor + CPP-ACP sur les lésions érosives. Après interrogations des trois bases de données : *Pubmed*, *Cochrane* et *Scopus* et en suivant les critères PRISMA, 44 publications ont été retenues. Au total, il y'a 24 études où le CPP-ACP a un effet positif sur l'érosion, 3 études montrent que le CPP-ACP a un effet supérieur par rapport au fluor et 5 études montrent que la combinaison CPP-ACP + F a un effet supérieur au CPP-ACP seul. Seulement 7 études montrent que le CCP-ACP n'aurait aucun effet bénéfique sur la reminéralisation des lésions érosives et 5 études montrent que le CPP-ACP + F ne présente aucun effet bénéfique sur l'érosion.

Mots-clés : érosion, caséine, reminéralisation, fluor, efficacité.

## **POINT OF CPP-ACP IN THE REMINERALIZATION OF EROSION WEAR INJURIES: A SYSTEMATIC REVIEW**

Erosion is the most frequent type of wear within children and teenagers. Dentists are concerned with the screening, risk-assessment and prevention of this pathology. Dental erosion is defined by a loss of a superficial solid dental substance caused by a chemical process, without bacterial involvement. To challenge this demineralization, there exist remineralizing agents such as: fluor (the most commonly used at this time) and casein phosphopeptide combined with amorphous calcium phosphate (CPP-ACP). They allow a remineralization of the surface of tooth enamel as well as an inhibition of the demineralization and salivary pH stabilisation around physiological values. Number of studies have shown the interest of CPP-ACP in the remineralization of beginning carious lesions, but at this time, no existing systematic literature review has identified the articles dealing with CPP-ACP and erosive wear injuries. Our work, through a systematic literature review, aimed to evaluate the efficiency of CPP-ACP only and of fluorine + CPP-ACP on erosive wear lesions. After screening three databases: *Pubmed*, *Cochrane* and *Scopus*, and, following the PRISMA criteria, 44 publications were selected. In total, there are 24 studies for which CPP-ACP has a positive effect on erosion, 3 studies show that CPP-ACP has a more effect than fluorine, and 5 studies demonstrate that the combination CPP-ACP + F has a greater effect than CPP-ACP on its own. Only 7 studies show that CPP-ACP would not have any beneficial effect on the remineralization of erosive wear injuries and 5 studies point that CPP-ACP + F does not present positive effect on erosion.

Key words: erosion, casein, remineralization, fluorine, efficiency.

## **Table des matières**

<b>Remerciements</b> .....	5
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	11
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	11
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	11
<b>LISTES DES ABREVIATIONS</b> .....	12
<b>Introduction</b> .....	13
<b>1- Notions sur les lésions érosives et les agents de prévention</b> .....	15
1.1. L'usure chimique : l'érosion.....	15
1.1.1. Définitions .....	15
1.1.2. Les étiologies.....	15
1.1.3. Mécanisme de l'érosion.....	16
1.1.4. Prévalence .....	18
1.1.5. Diagnostic et diagnostics différentiels .....	18
1.1.6. Traitement .....	24
1.2. Processus de reminéralisation et de déminéralisation .....	25
1.3. Les agents de prévention contre l'érosion bucco-dentaire .....	25
1.3.1. Le fluor.....	25
1.3.2. Les Fluorures .....	26
1.3.3. Le CPP-ACP.....	27
1.3.4. Le CPP-ACP + Fluor.....	28
<b>2- Matériel et méthodes</b> .....	29
2.1. Schéma d'étude .....	29
2.2. Stratégie de recherche.....	29
2.3. Critères d'inclusion et d'exclusion .....	29
2.4. Sélection des études.....	30
2.5. Les données sélectionnées .....	30
<b>3- Résultats</b> .....	31
3.1. Recherche et description des études .....	31
3.2. Les études incluses .....	33
3.3. Analyse des résultats .....	34
<b>4- Discussion</b> .....	37
4.1. La méthodologie utilisée pour les agents reminéralisants .....	37
4.1.1. Durée d'exposition entre l'agent reminéralisant et les surfaces dentaires .....	37
4.1.2 La fréquence d'applications.....	37
4.1.3 Les différents modes d'applications .....	38

4.1.4. Le CPP-ACP combiné au fluorure.....	38
4.1.5. La concentration de l'agent reminéralisant .....	39
4.2. La méthodologie utilisée pour l'attaque acide .....	39
4.2.1. Le temps d'exposition .....	39
4.2.3. Le pH.....	40
4.2.4. La température.....	40
4.2.5. La connaissance sur l'agent déminéralisant .....	41
4.3. Le type d'échantillon utilisé .....	41
4.3.1. Echantillons humains ou animaux .....	41
4.3.2. Dents temporaires versus dents permanentes.....	42
4.3.3. Les préparations des échantillons .....	42
4.4. Les lieux de conservations.....	43
4.5. La formation de la couche de CaF <sub>2</sub> -.....	43
4.6. Etude <i>in vivo</i> versus <i>in vitro</i> .....	44
<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>48</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Résumé des conséquences d'une attaque acide

Tableau 2 : Valeurs BEWE pour le diagnostic de lésions d'érosion

Tableau 3 : Diagnostic comparatif entre l'érosion et la carie

Tableau 4 : Etudes incluses dans la revue de littérature ordonnée par critères pertinents

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Les différentes usures dentaires

Figure 2 : Comparatif entre une dent saine (à gauche) et une dent érodée (à droite)

Figure 3 : Les différents signes des lésions d'érosions plus avancées

Figure 4 : Stade ultérieur de l'érosion

Figure 5 : Protocole de recherche PRISMA appliqué sur la revue systématique portant sur le CPP-ACP

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Grille de lecture des articles sélectionnés pour lecture complète (disponible sur demande en ligne)

## **LISTES DES ABREVIATIONS**

AFM = Microscopie par force atomique

ACP = Phosphate de calcium amorphe

Ca = Calcium

CaF<sub>2</sub> = Fluorure de calcium

CAS = Caséine

CPP = Phosphopeptide de caséine

CPP-ACP = Caséine phosphopeptide et phosphate de calcium amorphe

CPP-ACPF = Caséine phosphopeptide et phosphate de calcium amorphe et fluor

ELM = Elmex érosion®, Colgate

F = Fluor

HCl = Acide chlorhydrique

HMP = Hexamétaphosphate de sodium

QLF = Fluorescence quantitative induite par la lumière

MEB = Microscopie électronique à balayage

MET = Microscope électronique à transmission

NaF = Fluorure de sodium

OMS = Organisation mondiale de la santé

P = Phosphate

Ra = Rugosité de surface linéaire

SnF<sub>2</sub> = Fluorure stanneux

SMH = Microdureté de surface de base

Sa = Rugosité de surface volumétrique

TA = Acidité titrable

TiF<sub>4</sub> = Tétrafluorure de titane

## **Introduction**

Le mode de vie et les habitudes alimentaires de la société moderne ont contribué au développement de nouveaux troubles distincts de la maladie carieuse telle que l'érosion dentaire (1). Ces dernières années, bien que la prévalence des caries ait diminué il faut faire face à un nouveau problème de santé publique : l'érosion. L'érosion des tissus dentaires durs semble être de plus en plus répandue, en particulier chez les enfants et les jeunes notamment à cause de la consommation grandissante de boissons énergétisantes. (2)

L'érosion dentaire est définie comme étant une perte de substance dentaire solide superficielle ayant pour cause une attaque acide, sans participation bactérienne. Lors d'une attaque acide, les ions  $H^+$  sont libérés de l'acide et adhèrent aux différents sites à la surface des tissus durs dentaires. Les ions phosphates et hydroxydes se dissolvent ensuite afin de maintenir l'équilibre de la solution au voisinage de la surface. Par conséquent, ces processus dépendent non seulement de la solubilité des cristaux qui constituent la surface de la dent, mais aussi du fluide qui entoure la dent. Les aliments et les boissons ayant un potentiel érosif ne contiennent pas ou très peu de calcium ou de phosphate. Ils sont donc sous-saturés et vont dissoudre le tissu minéral dentaire. Il en résulte une perte minérale de l'émail pouvant engendrer des modifications de la dureté, de la forme, de la fonction, des qualités esthétiques, une hypersensibilité et même une perte complète des dents. De tels attaques acides peuvent se produire par exemple chez les personnes consommant régulièrement et fréquemment des boissons acides comme les boissons gazeuses ou les jus de fruit, ou chez les patients souffrant d'un trouble de l'alimentation en association avec des vomissements ou souffrant de reflux gastro-œsophagien.

Les mesures de prévention des lésions érosives passent par la promulgation de conseils alimentaires et d'hygiène bucco-dentaire ainsi que par l'application de produits minimisant la déminéralisation et favorisant la reminéralisation des tissus dentaires. Le principe des thérapeutiques relatives à l'érosion dentaire est de modifier la surface de la dent en augmentant sa résistance aux attaques acides (1).

C'est pourquoi, pour lutter contre cette déminéralisation il existe des agents reminéralisants tels que : le fluor (le plus utilisé à l'heure actuelle) et le phosphopeptide de caséine et phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP). Ils permettent une reminéralisation de la surface de l'émail ainsi qu'une inhibition de la déminéralisation et une stabilisation du pH salivaire autour des valeurs physiologiques. De nombreuses études ont montré l'intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions carieuses débutantes mais à ce jour aucune revue systématique de la littérature n'a recensé les articles portant sur le CPP-ACP et les lésions érosives.

L'objectif de cette revue systématique de la littérature est d'évaluer s'il y a un intérêt à utiliser du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions d'érosions affectant l'émail en s'appuyant sur une analyse des données basée sur les preuves.

Nous exposerons tout d'abord les notions nécessaires à la compréhension des lésions d'érosions et de leurs agents préventifs utilisés à l'heure actuelle en nous intéressant particulièrement au CPP-ACP. Dans un second temps, nous évaluerons grâce à une revue systématique de la littérature l'efficacité du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions érosives. Nous ferons dans un troisième temps l'analyse de nos résultats afin de savoir si l'utilisation du CPP-ACP dans les lésions érosives permet d'inhiber la déminéralisation et de favoriser la reminéralisation de l'émail. Puis dans un quatrième temps nous établirons une discussion autour de ce sujet pour aboutir finalement à une conclusion en tenant compte des différents biais inhérents à ce type d'étude.

# **1- Notions sur les lésions érosives et les agents de prévention**

L'usure dentaire est la destruction graduelle et irréversible des tissus dentaires durs par des mécanismes autres que la carie. Il existe des usures mécaniques telles que l'abrasion, l'abfraction et l'attrition. Mais aussi des usures chimiques que l'on nomme l'érosion que nous allons aborder plus explicitement dans cette première partie.

## **1.1. L'usure chimique : l'érosion**

### **1.1.1. Définitions**

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), « l'érosion dentaire (également connue sous le nom d'usure dentaire érosive) est la perte progressive et irréversible de tissus durs qui sont chimiquement gravés à la surface des dents par des acides extrinsèques et / ou intrinsèques diététiques. C'est un processus qui n'implique pas de bactéries » (3).

L'érosion dentaire est la dissolution des minéraux de surfaces des tissus dentaires durs (émail, dentine, cément) par des acides sans implication des micro-organismes. L'usure chimique entraîne une structure rugueuse et la perte de tissu qui peut apparaître comme un défaut visible sur la surface dentaire (4).

### **1.1.2. Les étiologies**

Les érosions peuvent résulter de l'action de facteurs tant exogènes qu'endogènes.

#### **1.1.2.1 Facteurs extrinsèques**

Parmi les causes exogènes, il convient de mentionner :

- L'alimentation et boissons contenant des acides (jus de fruits, sodas, boissons gazeuses) entraînent l'érosion en ramollissant l'émail, le rendant ainsi susceptible à l'érosion dentaire (facteur chimique).
- L'exposition professionnelle aux acides (nageur, œnologue) (5).
- L'utilisation de médicaments acides (sirops) ou de produits d'hygiène acides (4).
- La toxicomanie (drogues).
- L'alcoolisme chronique.
- Et les facteurs environnementaux (6).



### 1.1.2.2 Facteurs intrinsèques

La principale origine endogène est le reflux gastro-œsophagien pathologique (RGOP) tel que :

- Les troubles du comportement alimentaire (l'anorexie mentale, la boulimie) accompagnées de fréquents vomissements et régurgitations (6).
- Les affections gastriques chroniques (5).
- La xérostomie.

### 1.1.3. Mécanisme de l'érosion

Le processus érosif se divise en deux étapes :

- Dans la première étape, on constate, à la suite d'une déminéralisation partielle, un ramollissement de la surface dentaire. Au cours de ce stade, une reminéralisation est possible, puisque les restes d'émail qui subsistent peuvent servir de support sur lequel les minéraux (ions calcium et phosphate) peuvent se fixer.
- Au cours d'une seconde étape, plus avancée, les structures des couches superficielles de l'émail sont complètement détruites et une reminéralisation de ces parties de l'émail n'est par conséquent plus possible. Il est toutefois possible de parvenir à une reminéralisation des parties non encore détruites du tissu dentaire situées plus en profondeur.

En règle générale, il existe dans la cavité buccale un équilibre entre les processus de déminéralisation et reminéralisation. Dans le cas où l'action de l'acide prédomine par rapport aux procédures de réparation, il en résulte des manifestations cliniques d'érosion dentaire. La perte de tissu dentaire dur est accélérée si des mécanismes abrasifs viennent s'ajouter. Un tissu dentaire dur modifié par l'érosion sera plus fortement affecté par les mécanismes d'abrasion et d'attrition que l'émail sain (5).

Différents facteurs d'interaction régissent le développement des lésions d'érosion. Il peut s'agir de facteurs de promotion ou d'inhibition qui peuvent être classés en trois groupes : les facteurs chimiques, biologiques et comportementaux.

#### ➤ Facteurs favorisant l'érosion dentaire :

- Les aliments et boissons acides entraînent l'érosion en ramollissant l'émail, le rendant ainsi susceptible à l'érosion dentaire (facteur chimique).

- Les habitudes comportementales, comme le brossage des dents et des facteurs biologiques individuels, tels que le flux salivaire, jouent également un rôle déterminant.

- Le risque d'érosion augmentera avec un environnement dentaire acide (facteur chimique), une faible concentration en minéraux dans la salive (facteur biologique) ou l'utilisation de techniques d'hygiène bucco-dentaire inadaptées (facteur comportemental).

➤ Facteurs inhibant l'érosion dentaire :

Le maintien d'un environnement dentaire neutre ayant une composition salivaire favorable et l'adoption d'habitudes adaptées en matière d'hygiène bucco-dentaire peuvent réduire le risque et favoriser la reminéralisation et le durcissement de l'émail ramolli.

L'érosion chimique se produit de deux manières :

- Soit par l'attaque d'ions Hydrogène dérivés d'acides forts ou faibles,
- Soit par des anions capables de se lier pour former des complexes avec le calcium, ces derniers étant des agents chélateurs.

La présence d'acide fort type acide chlorhydrique (HCL) en bouche étant rare, nous sommes plutôt préoccupés par des acides faibles. Ces derniers sont particulièrement agressifs pour les surfaces dentaires car ils conjuguent une double action potentiellement délétère : libération combinée d'ions H<sup>+</sup> et d'agents chélateurs. De plus la valeur du pH, les concentrations en calcium, phosphate et fluorure d'une boisson ou d'un aliment vont jouer un rôle dans l'érosion dentaire en déterminant le degré de saturation par rapport au minéral de la dent (7).

Ainsi, les solutions sur-saturées par rapport à l'émail causent une déminéralisation initiale de surface, qui sera suivie par une augmentation du pH local et des concentrations en minéraux dans la solution afin de rétablir l'équilibre perturbé par la présence de l'acide. La solution deviendra alors saturée par rapport à l'émail et ne causera pas de déminéralisation plus importante. A ce moment les dépôts de calcium et de phosphate salivaires peuvent induire la reminéralisation de l'émail initialement ramolli par l'acide.

Si le défi érosif est trop important, la déminéralisation conduit à une perte de substance dentaire irréversibles (8). Le tableau 1 résume les conséquences d'une attaque acide.

<b>Dent exposée à un environnement neutre</b>	En présence d'un environnement neutre, la quantité de minéraux de l'émail dissout est identique à celle intégrée (état d'équilibre).
<b>Milieu buccal en présence d'un agent acide</b>	<p>L'environnement dentaire neutre est mis à l'épreuve par une attaque acide intrinsèque ou extrinsèque :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le pH est abaissé (plus d'ions H<sup>+</sup> en solutions)</li> <li>- Les H<sup>+</sup> se lient aux anions dissous</li> <li>- L'équilibre de la solution s'en trouve perturbé</li> <li>- D'avantage de minéraux passent en solution pour rétablir l'équilibre de la solution (neutraliser l'acide)</li> <li>- Ceci conduit à la dissolution superficielle de l'émail</li> </ul> <p>Ce processus de neutralisation est aidé par la salive et éventuellement par d'autres agents donneurs d'ions, tels que le lait ou les solutions dentaires.</p>
<b>Milieu buccal en présence d'attaques acides répétées</b>	Si le défi érosif est trop important, la déminéralisation conduit à une perte de substance dentaire irréversible.

**Tableau 1 : Résumé des conséquences d'une attaque acide.**

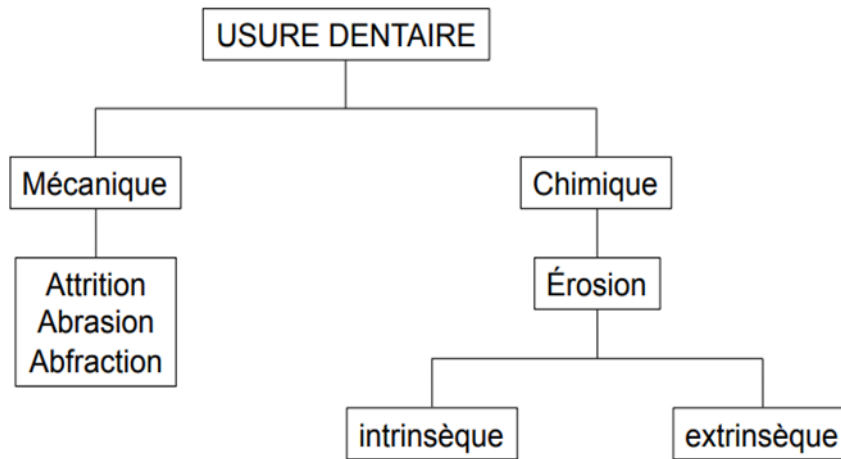
#### 1.1.4. Prévalence

L'érosion dentaire est un problème de santé bucco-dentaire important qui est devenue plus répandue au cours des dernières années en raison de la popularité des régimes alimentaires à teneur élevée en acide, l'utilisation accrue des médicaments qui réduisent le flux salivaire et les conditions systémiques telles que le reflux gastro-œsophagien (RGO) et la boulimie (3).

Avec le changement de mode de vie, de plus en plus de personnes, y compris les nourrissons et les enfants, courent le risque de subir une érosion dentaire en raison de la consommation de grandes quantités de boissons acides ou de produits alimentaires. Il a été rapporté que la prévalence de l'érosion dentaire chez les enfants variait de 10% à plus de 80% (9). D'après Jaeggi et Lussi (2006), la prévalence chez les adultes varie de 4 à 82%. (61).

#### 1.1.5. Diagnostic et diagnostics différentiels

Selon les mécanismes responsables, l'usure dentaire peut être classée en quatre catégories : Attrition, abrasion, abfraction et érosion (figure 1).



**Figure 1 : Les différentes usures dentaires.**

Les signes cliniques de l'érosion étant subtils, le diagnostic n'est pas facile à porter au cours des stades précoces de son développement (10).

#### 1.1.5.1 Diagnostic de l'érosion

Pour établir un diagnostic d'érosion, les professionnels dentaires doivent prendre en considération les facteurs suivants :

1. Anamnèse
2. Apparence clinique
3. Evaluation du flux salivaire et du pouvoir tampon
4. La quantification de la gravité des lésions érosives

Le diagnostic visuel des lésions érosives peut parfois être difficile. La précision du diagnostic d'érosion a récemment fait l'objet d'un test : les lésions d'érosion se limitant à l'émail étaient détectées dans 88 % des échantillons ; les lésions avec exposition de la dentine n'étaient détectées que dans 65 % des cas et les lésions d'érosion globales étaient diagnostiquées dans 67 % des cas, comparé aux résultats d'une évaluation histologique de suivi (11).

#### Anamnèse

Antécédents du patient en matière de : santé générale, de régime alimentaire et de facteurs comportementaux, qui permettront de différencier l'érosion d'autres processus d'usure dentaire. Elle doit mettre en évidence la consommation éventuelle de certains médicaments, les habitudes de brossage dentaire, les habitudes alimentaires, les éventuels troubles gastriques et/ou comportementaux (6).

## Apparence clinique

L'examen clinique doit ensuite chercher à mettre en évidence et à distinguer les différents types de lésions non carieuses (érosion, attrition, abrasion, abfraction) (figures 2, 3 et 4):

➤ Les premiers signes visibles de l'érosion :

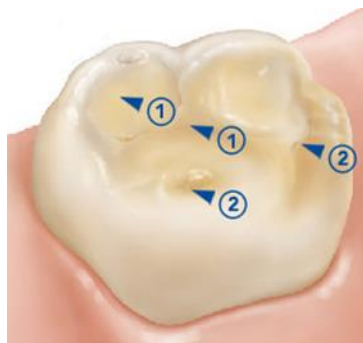


**Figure 2 : Comparatif entre une dent saine (à gauche) et une dent érodée (à droite) (10).**

([http://elearningerosion.com/fr/elearning\\_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-2.html](http://elearningerosion.com/fr/elearning_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-2.html))

1. Disparition initiale du relief de surface (périkymaties)
2. Aspect localement soyeux et brillant des surfaces dentaires
3. Surfaces dentaires parfois ternes
4. Formation de dépressions concaves

➤ Lésions d'érosions plus avancées :



**Figure 3 : les différents signes des lésions d'érosions plus avancées (10).**

([http://elearningerosion.com/fr/elearning\\_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-3.html](http://elearningerosion.com/fr/elearning_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-3.html))

Les lésions sont nettes avec une destruction des tissus durs impliquant moins de 50 % de la surface dentaire :

1. Décoloration jaunâtre, exposition de la dentine
  2. Arrondissement des cuspides et des sillons sur les molaires et les bords incisifs
- Eventuelle apparence nacré ou transparente des dents amincies

- Apparition fréquente d'émail cervical intact sur les surfaces faciales le long de la marge gingivale. Cette crête résulte de la protection par le fluide gingival et la plaque. Il est fréquent que la dentine soit déjà impliquée à ce stade.

➤ Stade ultérieur de l'usure dentaire par érosion :



**Figure 4 : Stade ultérieur de l'érosion (10).**

([http://elearningerosion.com/fr/elearning\\_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-3.html](http://elearningerosion.com/fr/elearning_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms/step-3.html))

Aux stades ultérieurs de l'usure dentaire par érosion (lésions nettes, destruction du tissu dur impliquant 50% ou plus de la surface dentaire), la dentine est typiquement affectée :

- Exposition des parties plus profondes de la dentine
- Les patients peuvent souffrir d'hypersensibilité

#### Evaluation du flux salivaire et du pouvoir tampon

Certains tests, simples à réaliser, peuvent être effectués afin d'analyser trois paramètres salivaires fondamentaux : le débit du flux salivaire, le pH salivaire et le pouvoir tampon salivaire. Celui-ci peut être estimée à l'aide de bandelettes tests (CRT buffer® d'Ivoclar Vivadent; Saliva-Check buffer® de GC ; Dentobuff® de Orion Diagnostica) (6).

#### La quantification de la gravité des lésions érosives

Le besoin d'harmonisation des outils et indices de diagnostic a débouché sur la définition du système d'évaluation BEWE (tableau 2).

Objectifs :

- Le BEWE (Basic Erosive Wear Examination) est un système d'évaluation simple et partiel qui évalue la gravité de l'érosion et guide le praticien dans la prise en charge.

- Le système d'évaluation BEWE évalue les lésions sur toutes les dents et toutes les surfaces dentaires. Toutes les dents d'un sextant, à l'exclusion des dents de sagesse, sont examinées, mais seule la surface avec la plus mauvaise valeur (la plus élevée) du sextant est enregistrée.
- La somme des valeurs des six sextants donne la valeur BEWE totale.
- L'index BEWE permet également une analyse supplémentaire et la classification des études, permettant des comparaisons croisées et aidant à la prise de décision dans la prise en charge de l'érosion (12).

<b>Valeur : 0</b>	Aucune érosion
<b>Valeur : 1</b>	Début de disparition du relief de surface
<b>Valeur : 2</b>	Lésion nette, destruction des tissus durs impliquant moins de 50 % de la surface
<b>Valeur : 3</b>	Lésion nette, destruction des tissus durs impliquant plus de 50 % de la surface

**Tableau 2 : Valeurs BEWE pour le diagnostic de lésions d'érosion (12).**

#### 1.1.5.2 Diagnostic différentiel

La dentisterie clinique est de plus en plus consciente de la nécessité de mieux comprendre l'étiologie et la prise en charge de l'usure des dents, car un nombre croissant de patients âgés conservent leurs dents naturelles à un stade où ils présentent une usure importante.

Il est donc essentiel de savoir faire un diagnostic différentiel entre ces usures dentaires mécaniques et chimique mais aussi savoir faire la différence entre une lésion érosive et une lésion carieuse.

#### ➤ Carie versus érosion

Les caries, tout comme l'érosion, sont le fruit de processus au moins partiellement régis par les acides. Leurs causes, leurs signes cliniques et histologiques ainsi que leurs symptômes peuvent toutefois être clairement différenciés, ce qui explique des approches préventives et thérapeutiques différentes (10) (tableau 3).

	<b>Erosion</b>	<b>Caries</b>
<b>Causes</b>	Acides produits à l'extérieur de la cavité buccale (extrinsèques et intrinsèques)	Acides produits par des bactéries à l'intérieur de la cavité buccale
<b>Mécanismes</b>	<p>Environnement dentaire (contact direct) :</p> <p>a) Sous-saturé en hydroxyapatite,</p> <p>b) Sous-saturé en fluorohydroxyapatite et fluorapatite,</p> <p>c) pH inférieur à 4,0-4,5.</p> <p>Conduisant à :</p> <p>La disparition complète des couches extérieures de la surface dentaire en deux étapes :</p> <p>- ramollissement de la surface dentaire dû à une déminéralisation partielle de la surface,</p> <p>- destruction de la surface dentaire et des tissus.</p>	<p>Environnement dentaire (fluide de la plaque) :</p> <p>a) Sous-saturé en hydroxyapatite,</p> <p>b) Sursaturé en fluorohydroxyapatite et fluorapatite,</p> <p>c) pH inférieur à 5,5.</p> <p>Conduisant à :</p> <p>La déminéralisation en dessous de la surface dentaire intacte.</p> <p>Ceci est dû à la formation de fluorohydroxyapatite et de fluorapatite sur la surface dentaire.</p>
<b>Apparence clinique et histologique</b>	<p>Disparition du relief de surface (périkyaties), aspect soyeux et brillant localisé, résultant d'une déminéralisation de la surface dentaire.</p> <p>Lésions arrondies et disparition ultérieure de la morphologie de la dent (implication de la dentine).</p>	<p>Tache(s) blanche(s) provoquée(s) par des lésions localisées accompagnée(s) d'une déminéralisation débutante en dessous de la surface dentaire.</p> <p>Surface dentaire initialement intacte, mais apparition ultérieure de lésions grossières.</p>
<b>Réversibilité</b>	La perte de substance est irréversible	La perte de substance est réversible (jusqu'à l'apparition d'une cavitation)

**Tableau 3 : Diagnostic comparatif entre l'érosion et la carie** ([http://elearningerosion.com/fr/elearning\\_erosion/scientific-background/tooth-wear/differentiation-of-erosion.html](http://elearningerosion.com/fr/elearning_erosion/scientific-background/tooth-wear/differentiation-of-erosion.html)) (10).

➤ Usures mécaniques *versus* érosion

- *Attrition* : c'est une usure mécanique à 2 corps. Elle présente des surfaces planes, lisses, en miroir et brillantes. Elle décrit la perte de tissus dentaires par des contacts dento-dentaires répétés sans l'intervention d'aucune autre substance. Elle est physiologique lorsque la fonction manducatrice est normale mais pathologique si elle est associée à des parafunctions, des malpositions dentaires ou du bruxisme (13)

- *Abfraction* : anciennement appelés « myolyses ». Elle décrit des défauts en forme de coin au niveau de la jonction émail-cément d'une dent. Elle présente des surfaces cunéiformes, avec des sillons profonds au-dessus de la limite des couronnes. (14)

- *Abrasion* : c'est une usure de 3 corps. Elle est utilisée pour décrire l'usure des tissus durs dentaires à travers des procédés mécaniques impliquant des objets étrangers ou des substances



introduites à plusieurs reprises dans la bouche et mises au contact des dents. Elle est peut-être physiologique, lorsqu'il s'agit de l'action du bol alimentaire interposé entre les tables occlusales qui, par son pouvoir abrasif engendre une destruction progressive de l'émail. Néanmoins, elle peut être considérée comme pathologique, localisée ou diffuse avec pour facteur étiologique principal les habitudes d'hygiène pouvant être patient-dépendantes ou matériel-dépendantes. Elle présente des surfaces émoussées, satinées ayant des limites à contours arrondis (14).

Les dentistes en exercice doivent comprendre leur rôle dans le diagnostic de l'usure des dents érosives, ainsi que l'intervention et le conseil des patients afin de minimiser l'impact de l'érosion acide à un stade précoce. L'usure des dents érosives peut causer des dommages importants aux dents, compromettant ainsi l'esthétique et la fonction des dents, et peut toucher tous les groupes d'âge. L'usure des dents érosives devient un problème de santé bucco-dentaire important lorsqu'elle compromet l'esthétique et la fonction des dents naturelles (3).

De plus en plus de jeunes patients présentent une usure des dents temporaires et permanentes. Il a été suggéré que la gestion clinique de l'usure des dents devrait se concentrer sur la détection précoce et la prévention avant d'envisager une approche réparatrice (15).

#### 1.1.6. Traitement

Devant une augmentation importante du nombre des érosions au cours des dernières années, leur prévention, mais également la reconstruction des dents lésées sont devenues des objets de préoccupation importants de l'odontologie (5).

Les chirurgiens-dentistes ont la responsabilité d'identifier les individus à risque d'érosion et d'offrir des mesures préventives appropriées. Les recommandations professionnelles pour la prévention de l'érosion comprennent l'utilisation de produits fluorés, la modification des habitudes de brossage des dents et l'application de restaurations sur les dents atteintes plus sévèrement (16).

Pour prévenir l'érosion dentaire, des ressources pour des recommandations diététiques peuvent être utilisées, ainsi que l'application de produits minimisant la déminéralisation et favorisant la reminéralisation de la structure dentaire tels que :

- Les agents fluorés
- Le phosphate de calcium amorphe phospho-peptide-caséine (CPP-ACP) (17).

## 1.2. Processus de reminéralisation et de déminéralisation

Le processus de déminéralisation de l'émail commence lorsque la surface de l'émail entre en contact avec des acides dont le pH est inférieur au pH critique de l'émail (pH <5,5). Ces acides entraînent la perte de calcium et de phosphates de la surface et de la sub-surface de l'émail, créant une lésion de tache blanche. Le processus de déminéralisation est réversible à condition que l'environnement acidogène du milieu buccal soit neutralisé.

La reminéralisation est la réparation des lésions non-cavitaires reposant sur les ions calcium et phosphate aidés par le fluor pour reconstruire une nouvelle surface sur les restes de cristaux existants dans les lésions de subsurface. Une fois que le pH revient à un niveau supérieur du point critique, la déminéralisation est arrêtée et les minéraux peuvent être ajoutés aux cristallites d'émail partiellement dissous. Ces cristaux reminéralisés sont moins solubles dans l'acide que le minéral d'origine.

Au cours de la dernière décennie, il y a eu une véritable explosion d'intérêt pour la reminéralisation de l'émail et de la dentine, ou pour la désensibilisation de la dentine exposée affectée par l'érosion dentaire (17).

## 1.3. Les agents de prévention contre l'érosion bucco-dentaire

Réduire l'érosion dentaire implique d'éliminer la cause et les facteurs qui l'aggravent. Les facteurs préventifs comprennent l'augmentation de la résistance aux acides et la reminéralisation des dents, qui nécessitent du calcium, du phosphate et du fluorure (18).

De nombreuses stratégies ont été développées pour la prévention et le traitement de l'érosion et le fluor est le principal agent utilisé pour améliorer la reminéralisation de l'émail (19). Mais depuis peu une nouvelle molécule a été étudiée le CPP-ACP.

### 1.3.1. Le fluor

Le fluor est le plus électronégatif des éléments et a un petit diamètre ionique. La densité de charge élevée qui en résulte lui confère une grande capacité à former de fortes liaisons ioniques et hydrogène. Cela donne à l'ion fluor un potentiel d'interaction avec les phases minérales et les macromolécules organiques. Le fluor entre dans la structure des os et des dents, lié à du calcium et du phosphate sous forme de cristaux appelés fluoroapatites. Il contribue ainsi à la solidité du squelette et à la prévention des caries dentaires en renforçant l'émail (20).

### 1.3.2. Les Fluorures

Plusieurs études ont rapporté l'efficacité du fluorure topique en tant qu'agent cariostatique dans l'amélioration de la reminéralisation de l'émail et une capacité anti-érosive similaire de différents fluorures topiques a été testée (17). Le fluorure est un composé de fluor et d'un autre élément.

L'effet des fluorures est principalement lié à la formation d'un précipité de couche semblable au fluorure de calcium ( $\text{CaF}_2$ ) sur la surface de l'émail, qui agit principalement comme un réservoir minéral conduisant ainsi à un tampon ou un épuisement des ions hydrogènes de l'acide et qui peut se comporter comme une barrière physique en évitant le contact entre l'acide et l'émail sous-jacent (17). Le fluorure catalyse la diffusion du calcium et du phosphate à la surface de la dent, qui à son tour reminéralise la structure cristalline dans les cavités dentaires. Les surfaces dentaires reminéralisées contiennent de l'hydroxyapatite fluorée et de la fluorapatite, qui résistent mieux aux attaques acides que les dents saines (20).

L'agent reminéralisant le plus largement utilisé est le fluorure de sodium ( $\text{NaF}$ ) présent dans les dentifrices, les bains de bouche, les gels et les vernis. Les ions fluorures sont en partie adsorbés sur la surface cristalline de l'émail. Cette adsorption conduit à une conversion partielle de la surface cristalline en fluoro(hydroxy)apatite, plus résistant à l'attaque acide que l'hydroxyapatite, réduisant donc la solubilité de surface. Ainsi, l'adsorption du fluor sur les cristaux offre une protection directe contre la déminéralisation. Les ions calcium, importants pour la formation de fluorure de calcium ( $\text{CaF}_2$ ), proviennent soit de la salive, soit en partie de la dent lorsque des solutions de fluorure légèrement acides sont appliquées. Afin de protéger complètement la surface des dents, la couche de type  $\text{CaF}_2$  doit être suffisamment dense pour constituer une barrière physique qui protège l'émail sous-jacent des impacts acides, et suffisamment stable contre la dissolution érosive. Ce processus de reminéralisation est limité aux couches très superficielles de l'émail et se limite à la couche d'émail ramollie (déminéralisée) (1).

#### 1.3.2.1 Le fluorure d'amine ( $\text{AmF}$ )

Le fluorure d'amine ( $\text{AmF}$ ) semble plus efficace que le fluorure de sodium pour protéger l'émail de l'érosion. Une des explications possibles pourrait être la nature cationique du  $\text{AmF}$ , ce qui pourrait conduire à une meilleure adhérence des précipités de fluorure sur la surface de la pellicule acquise. Le faible pH de la solution pourrait favoriser l'ionisation du  $\text{AmF}$  et, par conséquent, l'interaction de ce composé avec les protéines présentes à surface de la pellicule acquise (1).

### 1.3.2.2 Les autres Fluorures

Le fluorure d'étain ( $\text{SnF}_2$ ) ou le fluorure d'amine associé au fluorure d'étain se sont révélés être beaucoup plus efficaces que le fluorure de sodium ou le fluorure d'amine associé au fluorure de sodium. Les ions métalliques (étain et titane) semblent également intéressants dans la prévention des lésions d'érosion. L'étain forme une couche protectrice sur la surface amélaire permettant de renforcer l'hydroxyapatite. Le mécanisme de protection contre l'érosion par l'étain est dû aux produits de réaction qui émergent de l'interaction entre l'hydroxyapatite et le fluorure d'étain.

Le fluorure de titane ( $\text{TiF}_4$ ) serait également significativement plus efficace que le fluorure de sodium. Les solutions à faible pH protègent davantage, en partie grâce à la formation accrue de fluorures de calcium et à une meilleure incorporation des ions métalliques dans l'émail.

D'autres composés contenant des ions métalliques polyvalents tels que le tétrafluorure de titane et le fluorure stanneux sont également impliqués dans la lutte contre les hypersensibilités liées à l'érosion (1).

### 1.3.3. Le CPP-ACP

Pendant des années, l'application d'agents fluorés sous diverses formes a été la méthode la plus efficace et fréquemment utilisée pour prévenir l'érosion de l'émail. Ces dernières années, une nouvelle molécule « les dérivées de la caséine de lait » ont beaucoup apporté à la reminéralisation des structures dentaires dans les lésions d'érosions.

Ces produits ont pour propriété de sursaturer le milieu dentaire à l'aide de concentrations élevées de calcium et de phosphate, de sorte que ces éléments chimiques puissent pénétrer à l'intérieur de la dent et s'y déposer / précipiter en suivant le processus normal d'osmose. Les principaux composants des dents étant le calcium et le phosphate, le résultat final sera en somme une reminéralisation des structures, y compris de celles déjà endommagées.

Il a la capacité de délivrer des quantités élevées d'ions phosphate et calcium sur la surface de la dent. Une fois appliqué, le CPP-ACP interagit avec les ions hydrogène pour former un composé calcium-hydrogène-phosphate électro chimiquement neutre, qui peut être incorporé par l'émail lors de sa reminéralisation. Le CPP-ACP augmente le nombre de sites potentiels de liaison du calcium, diminuant ainsi la constante de diffusion du calcium. La caséine protéique du lait réduirait la déminéralisation de la structure de la dent et améliorerait la reminéralisation.

La caséine peut s'adapter à l'environnement acido-basique. Les phosphopeptides de la caséine dérivée de l'hydrolyse enzymatique sont appelés phosphopeptides de caséine (CPP). Ceux-ci lient les ions calcium et phosphate par leurs multiples résidus phosphorylés sous une forme amorphe et

biodisponible. Les complexes résultants sont connus sous le nom de phosphate de calcium amorphe (CPP – ACP) de la caséine phosphopeptide.

En milieu acide, les ACP (phosphate calcium amorphe) se sépareront du CPP (phosphopeptide de caséine), augmentant ainsi les niveaux de calcium et de phosphate salivaires. De plus, le CPP peut stabiliser le niveau de ACP dans la salive en empêchant la précipitation de calcium et de phosphate et en stabilisant le niveau de calcium. L'ACP est biologiquement actif et peut libérer du calcium et du phosphate pour maintenir la saturation au sein de la phase fluide entourant les structures dentaires, améliorant ainsi le processus de reminéralisation, tandis que le CPP est capable de stabiliser le phosphate de calcium en solution et d'augmenter substantiellement le niveau de phosphate de calcium ainsi que des ions fluorures, sur la surface de la dent en se liant à la pellicule et à la plaque (21,18).

Cet effet se produit parce que la caséine peut s'ajuster aux environnements acides. Le CPP contenant la séquence active (-Ser (P) Ser (P) -Ser (P) -Glu-Glu-) a une capacité remarquable à stabiliser le calcium et le phosphate sous forme de nano-amas d'ions dans une solution métastable. Grâce à la séquence active, le CPP se lie à des nano-composants d'ions calcium et phosphate pour former des nano-complexes d'environ 1,5 nm de rayon, empêchant la croissance des nano-composants à la taille critique requise pour la nucléation et la transformation de phase (18).

#### 1.3.4. Le CPP-ACP + Fluor

Les complexes contenant du fluorure sont connus sous le nom de phosphate de fluorure de calcium amorphe de caséine (phosphopeptide) (CPP – ACFP).

Des études ont montré qu'il existait un effet synergique du CPP-ACP et du fluorure qui peut être dû à la capacité du CPP-ACP à interagir avec des ions fluorures pour former une phase phosphate de fluorure de calcium amorphe stabilisée (22).

## **2- Matériel et méthodes**

### **2.1. Schéma d'étude**

Nous avons réalisé une revue systématique de la littérature scientifique, menée selon les lignes directrices établies par le modèle PRISMA-P (62).

### **2.2. Stratégie de recherche**

Les recherches systématiques d'articles ont été effectuées dans les bases de données électroniques : PubMed, Scopus et Cochrane Library. Nous avons sélectionné 137 articles sur Scopus, 103 articles sur Pubmed et 13 articles sur Cochrane en ayant pour phrase clé : « eros\* AND (casein OR CPP-ACP) ». Nous avons ensuite défini des critères d'inclusion et d'exclusion pour centrer notre recherche.

### **2.3. Critères d'inclusion et d'exclusion**

Les critères d'inclusions sont :

- Aucune restriction d'âge,
- Homme et femme,
- Lésions érosives,
- Les études portant à la fois sur le CPP-ACP et le fluor,
- Modèles animal et humain

Les critères d'exclusions sont :

- Les case report,
- Langue non anglaise ou française,
- Etude sur les déminéralisations d'origine carieuses et les anomalies de structure
- Etude portant uniquement sur la dentine
- Les revues de la littérature

## 2.4. Sélection des études

Les titres, les mots clés et les résumés des articles obtenus ont été lus et analysés. Les articles redondants ont été éliminés et si l'incorporation d'un article semblait possible, le texte intégral était lu. Nous avons complété la recherche électronique par une recherche manuelle s'appuyant sur la bibliographie d'articles initialement sélectionnés.

## 2.5. Les données sélectionnées

Les informations relevées de manière systématique dans chaque article sont les suivantes :

- Titre de l'article
- Auteurs
- Année de publication
- N (effectif) échantillon testé
- Nature de l'échantillon
- Type d'étude
- Groupe d'intervention (testé) et détails du type d'intervention
- Groupe Témoin
- Détails des résultats évalués
- Méthodes d'évaluation
- Durée de suivi
- Résultat statistiquement significatif
- But de l'étude
- Résultat de l'étude

## **3- Résultats**

### **3.1. Recherche et description des études**

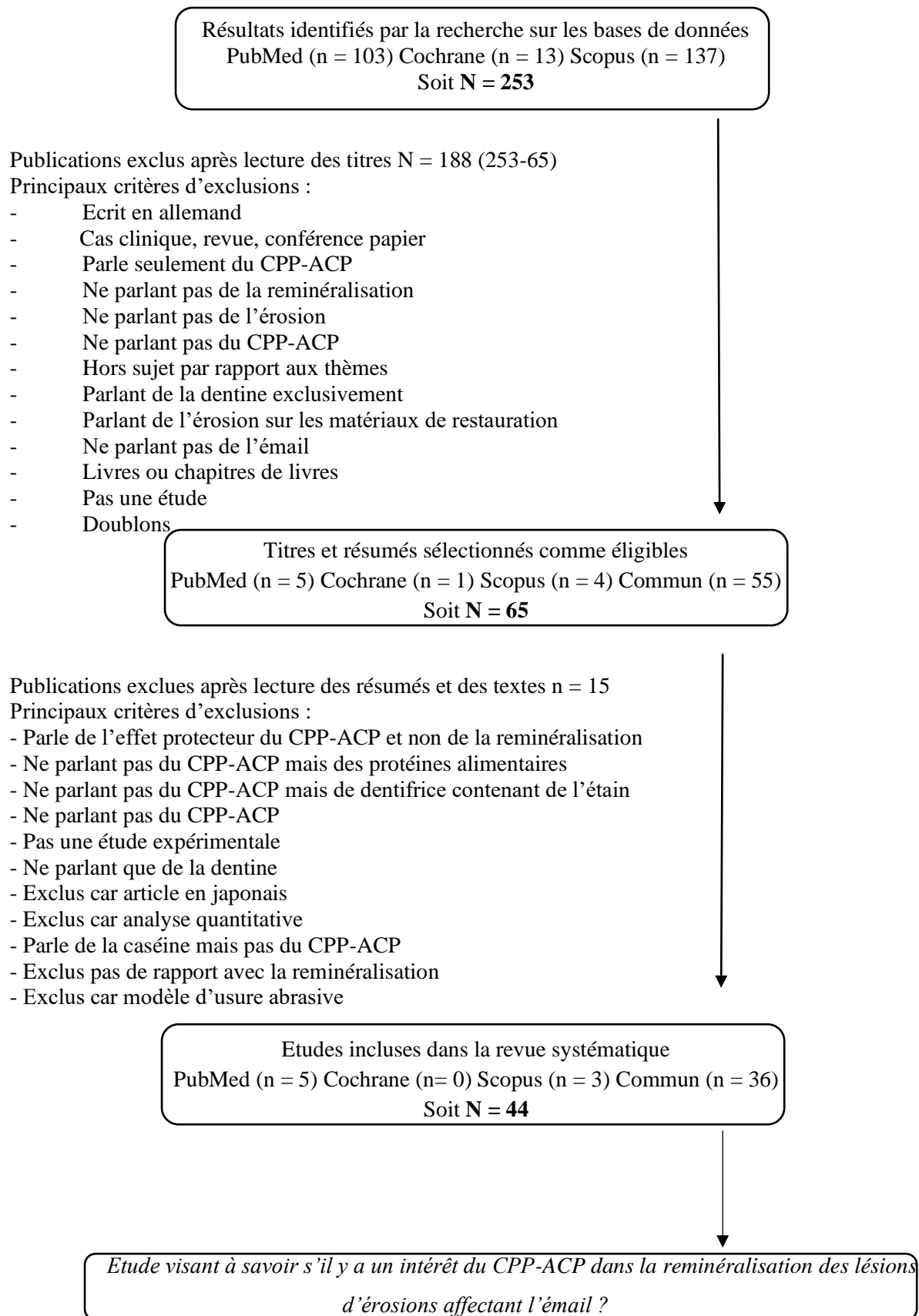
L'examen des articles et l'extraction des données ont été effectués conformément au modèle PRISMA-P.

La recherche électronique initiale sur les bases de données a identifié un total de 103 références pour Pubmed, 13 références pour Cochrane et 137 pour la Scopus. Cela fait donc un total de 253 références en incluant toutes les bases de données.

Après la sélection des titres des articles, 65 articles potentiellement pertinents ont été identifiés, dont 55 présents à la fois dans Scopus et Pubmed, 5 articles provenant seulement de Pubmed, 1 article appartenant spécifiquement à Cochrane et 4 articles provenant spécifiquement de Scopus.

La lecture intégrale des textes avec l'application des critères d'inclusion et d'exclusion a permis de retenir 44 articles. Le résultat de la procédure de recherche est présenté dans la figure 5.





**Figure 5 : Protocole de recherche PRISMA appliqué sur la revue systématique portant sur le CPP-ACP.**

### 3.2. Les études incluses

Les raisons pour exclure les études après évaluation des titres étaient les suivantes :

- Ecrit en allemand
- Cas clinique, revue, conférence papier
- Utilisation uniquement du CPP-ACP
- Pas de rapport avec la reminéralisation
- Pas de rapport avec l'érosion
- Pas de rapport avec le CPP-ACP
- Hors sujet par rapport aux thèmes
- Parlant de la dentine exclusivement
- Parlant de l'érosion sur les matériaux de restaurations
- Ne parlant pas de l'émail
- Livres ou chapitres de livres
- Pas une étude
- Doublons

Les raisons pour exclure les études après évaluation des résumés étaient les suivantes :

- Parle de l'effet protecteur du CPP-ACP et non de la reminéralisation
- Ne parlant pas du CPP-ACP mais des protéines alimentaires
- Ne parlant pas du CPP-ACP mais de dentifrice contenant de l'étain
- Ne parlant pas du CPP-ACP
- Pas une étude expérimentale
- Ne parlant que de la dentine
- Exclut car article en japonais
- Exclut car analyse quantitative
- Parle de la caséine mais pas du CPP-ACP
- Ne parlant pas sur la reminéralisation

- Mélangeant un modèle d'usure abrasive et érosive

### 3.3. Analyse des résultats

Lors de cette recherche bibliographique, nous avons pu observer que l'utilisation du CPP-ACP est récente. Les années de publication de ces articles vont de 2006 à 2017.

L'érosion est une perte de tissus dentaire solide superficielle ayant pour cause un processus chimique, sans participation bactérienne. Pour lutter contre cette déminéralisation, il existe des agents reminéralisants tel que le fluor (le plus utilisé à l'heure actuelle) et le phosphopeptide de caséine et phosphate de calcium amorphe (CCP-ACP).

L'objectif de cette revue était d'évaluer l'efficacité du CPP-ACP seul et du CPP-ACP+F sur les lésions érosives. Elle visait à savoir s'il y a un intérêt à l'utilisation du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions érosives affectant l'émail.

Les résultats obtenus sont décrits sur le tableau 4 ci-dessous.

<b>Critères</b>	<b>Articles</b>	<b>Nombres d'articles</b>
<b>Modèle humain</b>	25.16.36.7.49.29.36.23.42.3.44.19.18.45.46.31.37.22.2 7.48.41.33.15.2.50.38.53.28.58.54.24.55.	32
<b>Modèle animal</b>	4.17.30.26.40.43.47.21.20.51.35.57.56.52	14
<b>Dents temporaires</b>	16.36.7.36.44.18	6
<b>Dents permanentes</b>	25.36.7.34.23.29.42.3.44.19.45.46.31.57.22.27.48.41.3 3.15.2.50.38.53.28.58.54.24.55.	29
<b>Etude in vitro</b>	2.17.25.16.36.34.30.26.29.36.23.3.44.19.18.45.46.31.3 7.22.47.20.27.48.33.15.2.50.38.51.35.34.54.24.55.56.5 2	37
<b>Etude in vivo</b>	7.40.43.21.41.57.28	7
<b>CPP-ACP seul</b>	25.16.36.7.30.26.40.36.23.43.3.44.18.45.31.37.22.47.2 1.27.48.41.42.15.2.50.38.35.55.57.28.54.24.55.56.52	36
<b>CPP-ACP + Fluor</b>	4.17.34.29.42.3.19.18.38.22.47.27.41	13
<b>CPP-ACP + CP (caséine phosphate)</b>	52	1
<b>Salive artificielle</b>	4.17.16.30.26.29.42.3.19.18.46.37.47.27.33.50.51.35.5 4.24.56.52	22
<b>Salive naturelle</b>	7.30.40.43.31.21.27.41.57.28.	10
<b>Pas de conservation salivaire</b>	25.36.34.36.44.45.22.20.48.15.2.38.53.55	14
<b>Reminéralisation avant érosion</b>	4.17.7.26.40.22.27.38.35.55.56.52	12

<b>Reminéralisation après érosion</b>	25.16.36.49.30.29.36.23.42.43.3.44.19.18.45.46.31.47.21.20.27.41.33.15.2.50.51.53.57.28.54.24.55	33
<b>Reminéralisation par ajout dans une boisson</b>	48.59.	2
<b>Cycle continu (acide)</b>	25.36.49.26.29.3.45.37.48.33.2.38.57.52	14
<b>Cycle cyclique (acide)</b>	4.17.16.7.30.40.36.23.42.43.44.19.18.46.22.47.21.27.41.15.50.51.35.53.28.24.55.56.52	29
<b>Application unique</b>	4.17.25.16.36.34.30.20.40.29.43.3.18.45.46.31.37.22.21.48.2.38.	22
<b>Applications répétées</b>	7.36.23.44.19.31.47.20.27.41.33.15.50.51.35.53.57.28.54.24.55.56	22
<b>Applications par vernis</b>	4.17.20	3
<b>Applications par pâte = mousse = dentifrice</b>	25.16.7.34.26.29.36.23.42.43.3.44.19.18.45.46.31.37.22.47.21.20.27.41.33.15.2.50.38.51.35.53.54.24.55.52.	36
<b>Application bain de bouche</b>	30.21.	2
<b>Application par immersion dans une solution</b>	36.31.	2
<b>Ajout dans une boisson</b>	48.59.60.	3
<b>Application dans un chewing-gum</b>	40.57.24	3
<b>Effets positifs du CPP-ACP</b>	2.16.36.7.23.44.45.46.37.47.48.33.15.2.50.38.35.55.57.54.24.55.56.52	24
<b>Effets positifs du Fluor</b>	4.7.34.31.37	5
<b>Effet positif F + CPP-ACP</b>	4.17.37.47	4
<b>Effet F &gt; CPP-ACP</b>	16.26.20	3
<b>Effet CPP-ACP &gt; F</b>	7.36.44	3
<b>Effet CPP-ACP + F &gt; CPP-ACP</b>	29.3.18.22.41	5
<b>Effet F &gt; CPP-ACP + F</b>	47	1
<b>Aucun effet du CPP-ACP : protecteur, reminéralisant</b>	30.40.43.21.27.51.28	7
<b>Aucun effet du F</b>	21.51	2
<b>Aucun effet du CPP-ACP + F</b>	42.19.46.27.51	5
<b>Surface préparée</b>	4.17.25.16.36.7.34.30.26.40.28.36.23.42.43.3.44.19.18.45.31.37.22.47.21.20.27.48.41.15.2.50.38.35.53.28.54.24.56.52	43
<b>Surface sans préparation</b>	57	1

**Tableau 4 : Etudes incluses dans la revue de littérature ordonnée par critères pertinents.**

Parmi les 44 articles retenus, nous pouvons observer qu'il y a 37 articles qui sont des études in vitro et seulement 7 des études in vivo. C'est-à-dire qu'il y en a seulement 7 qui se rapprochent le plus du modèle de l'environnement buccal avec des meilleures conditions cliniques réalisable. Les

protocoles in vitro présentent plus de limites, en particulier liées à leurs incapacités à simuler adéquatement le complexe biologique du processus d'érosion dentaire.

Le type d'échantillon le plus utilisé a été l'émail humain (humain : 32/ animal : 14) mais cela ne porte pas de préjudice aux résultats car il a été conclu par toutes ces études que l'utilisation d'échantillons humains ou animaux ne présente aucun biais pour les résultats des études car les deux types de dents partagent en ce qui concerne les propriétés chimiques et physiques des similitudes, telles que la composition et la dureté. Ce qui pose problème est plus le fait d'utiliser des dents temporaires ou permanentes dans les études qui pourraient fausser les résultats (7). Nous remarquons que seulement 6 études ont utilisés des dents temporaires dans leurs expérimentations.

Un tiers des articles étudiant l'association du CPP-ACP au fluor ont mis en évidence l'intérêt de cette association dans la reminéralisation des lésions érosives.

Nous pouvons remarquer que la principale application se fait par dentifrice ou mousse dentaire probablement par le fait que son utilisation paraît la plus simple et la plus réalisable pour un patient souffrant d'érosion.

Tous les échantillons ont subi une préparation de surface sauf dans le cas d'une étude. La préparation de la surface de chaque échantillon consiste à nettoyer, désinfecter, sectionner transversalement dans la région cervicale pour séparer la couronne de la racine et trancher longitudinalement pour la partie vestibulaire. Ils sont ensuite placés dans un moule, noyés dans une résine acrylique. La surface labiale de chaque échantillon d'émail a été polie à l'aide de papiers au carbure de silicium avec des grades consécutifs sous irrigation à l'eau pour éliminer 50 à 100 µm afin de produire une surface plane. Tous ceci permet de standardiser les études et ainsi d'éviter les biais de confusion (33).

Dans le cas d'une érosion, 33 études réalisent la reminéralisation après ce traitement et seulement 12 avant.

Enfin, les résultats montrent qu'il y'a 24 études où le CPP-ACP a un effet positif sur l'érosion, 3 études montrent que le CPP-ACP a un effet supérieur par rapport au fluor et 5 études montrent que la combinaison CPP-ACP + F a un effet supérieur au CPP-ACP seul. Seulement 7 études montrent que le CCP-ACP n'aurait aucun effet bénéfique sur la reminéralisation des lésions érosives et 5 études montrent que le CPP-ACP + F ne présente aucun effet bénéfique sur l'érosion. Il existe donc un effet bénéfique du CPP-ACP sur les lésions érosives car nous trouvons beaucoup plus de résultats positifs que négatif par contre il est difficile de porter un jugement sur le CPP-ACP + F car il y autant d'études positives que négatives.

## **4- Discussion**

Les limites de ces études qui font que nous obtenons des résultats contradictoires sont principalement dues aux conditions cliniques établies, c'est-à-dire qu'il y a dans certaines études des conditions cliniques qui se rapprochent plus de l'expérimentation que d'une réalité clinique de l'environnement oral. Il est donc important de standardiser les conditions expérimentales pour se rapprocher le plus possible des conditions cliniques réelles. Il faut donc faire attention à :

- La méthodologie utilisée pour les agents reminéralisants
- La méthodologie utilisée pour l'attaque acide
- Le type d'échantillon utilisé
- Les milieux de conservation
- La formation de la couche CaF<sub>2</sub>-

### 4.1. La méthodologie utilisée pour les agents reminéralisants

#### 4.1.1. Durée d'exposition entre l'agent reminéralisant et les surfaces dentaires

Un temps d'exposition aux matériaux de reminéralisation long peut être cliniquement difficile à réaliser pour le patient ce qui pourrait fausser les résultats par une mauvaise gestion de la durée d'exposition entre l'agent reminéralisant et les surfaces dentaires (25).

Dans certaines études, par exemple, le produit a été appliqué pendant 3 min. L'absence d'effet du CPP-ACP a été liée au temps d'exposition court (26).

#### 4.1.2 La fréquence d'applications

Plusieurs études ont réalisé une seule application du produit de reminéralisation. On a trouvé dans certaines de ces études aucun effet du CPP-ACP. Ces résultats sont probablement dus au nombre d'applications réduit. De multiples applications simulant l'application quotidienne du produit aurait pu produire un effet plus similaire au vernis au fluorure (26).

### 4.1.3 Les différents modes d'applications

Il existe différents modes d'applications des agents reminéralisants tels que : le vernis, le dentifrice, la mousse dentaire, les gels, les bains de bouches, les chewing-gums et l'ajout dans les produits alimentaires d'agents reminéralisants. Les plus utilisés sont pour le fluor : le vernis et pour le CPP-ACP : la pâte ou mousse dentaire.

Le mode d'application en vernis pour les fluorures est peut-être plus efficace car il procure de longues périodes de contact entre les tissus dentaires et l'agent fluorure, ce qui entraîne une forte absorption de fluor et la formation de dépôts de  $\text{CaF}_2$  (4). De plus, grâce à leur utilisation clinique fréquente, leur forte teneur en fluor et la libération lente de leurs composants, les vernis pourraient constituer un produit idéal pour prévenir l'érosion dentaire (17).

Le mode d'application pour les pâtes dentaires montre que dans la bouche, l'augmentation du flux salivaire par une variété de stimuli liés à l'alimentation, ainsi que le mouvement des tissus mous, nettoie probablement les pâtes des surfaces dentaires sans site de rétention (27). Elles présentent le désavantage d'être moins rétentive et donc d'avoir un temps d'action plus court que les vernis.

Dans quelques études, il a été supposé que l'effet protecteur du chewing-gum était dû à une stimulation salivaire mécanique et gustative qui élève les concentrations de calcium dans la salive, favorisant ainsi le dépôt de minéraux sur la lésion érodée, réduisant ainsi la perte d'émail lors d'attaques acides ultérieures (28).

### 4.1.4. Le CPP-ACP combiné au fluorure

Comme nous l'avons vu dans les résultats précédents, les résultats concernant l'association du CPP-ACP aux fluorures sont contradictoires.

Les études expliquent quand le résultat est positif que le vernis CPP-ACP / NaF par exemple, réduit la perte de structure dentaire et les altérations de rugosité de l'émail après les défis érosifs, probablement parce que les ions calcium et phosphate présents dans le vernis CPP-ACP / NaF pénètrent dans l'émail et provoquent une sursaturation ionique. En plus de l'action de  $\text{CaF}_2$ , le groupe ACP de CPP-ACP se lie à  $\text{F}^-$  de NaF pour produire la phase ACFP qui est instable et se transforme rapidement en fluorohydroxyapatite. De plus, la caséine de ce vernis pourrait modifier certaines propriétés mécaniques de l'émail, ce qui le rend moins vulnérable aux pertes minérales et réduit le processus érosif. (17,29)

#### 4.1.5. La concentration de l'agent reminéralisant

Grâce à ces études, nous avons pu remarquer que la concentration du produit joue un rôle principal pour l'efficacité de l'agent reminéralisant (20).

- ⇒ On peut conclure que certaines études ont démontré les effets anti-érosifs de la caséine, alors que dans d'autre étude, aucune réduction significative de l'érosion de l'émail n'a été observée avec l'ajout de cette protéine au bain de bouche. Ces résultats contradictoires peuvent être liés au mécanisme d'adsorption de la caséine à la surface de la dent qui dépend de la concentration et de la durée de l'application. Le temps requis pour l'adsorption et le réarrangement de la couche protéique peut être élevé lorsque la concentration de caséine est faible et réciproquement. On peut supposer qu'une augmentation des temps d'applications serait nécessaire pour une protection significative (30).

#### 4.2. La méthodologie utilisée pour l'attaque acide

##### 4.2.1. Le temps d'exposition

Les stades d'érosion légers permettent une mesure plus précise que le stade d'érosion sévère (25). Si le temps d'exposition est trop long on se rapprochera des cas d'érosions sévères où la prévention n'a plus de rôle majeur et nous parlerons plutôt de traitements de comblement ou de restaurations de l'émail dentaire par des résines, ciments ou encore par de la prothèse. Des durées plus longues sont difficiles pour les patients et créeraient un effet expérimental scénario qui s'écarte des critères cliniques.

Il est donc important avant chaque étude de bien estimer le temps d'expositions en se rapprochant le plus possible de la réalité clinique.

Il est dit pour les études in vitro que le temps de déminéralisation doit être pris en compte lors de l'interprétation des résultats. Un traitement bref (pendant quelques minutes) avec une solution érosive ne conduit qu'à la rugosité des surfaces d'émail poli, alors qu'une exposition prolongée créera de profonds défauts présentant ainsi les structures de surface typiques de l'émail érodé (4).



#### 4.2.2. Le moment de l'application

Il est difficile d'imaginer la pertinence clinique d'une étude où les échantillons dentaires sont traités avec une solution ou une pâte pendant des heures ou même des jours (approche continue) avant l'attaque érosive (31).

D'autres études utilisent une approche cyclique où : le traitement et / ou l'érosion / l'usure et / ou l'exposition à la salive sont alternés avec l'intention d'imiter l'environnement buccal changeant sur une période de plusieurs heures ou jours. Ainsi, bien que, dans certains cas, la durée totale d'exposition à l'agent de traitement puisse être relativement longue, elle est entrecoupée d'expositions à l'acide et à la salive et représente ainsi un modèle d'érosion accéléré.

Dans d'autres cas, le traitement ne peut être appliqué qu'une seule fois, puis un certain nombre de cycles de déminéralisation et de reminéralisation sont appliqués, en partie pour que la perte d'émail soit détectable par des techniques de laboratoire.

Tant que chaque exposition est d'une durée cliniquement pertinente, ces études sont beaucoup plus justifiables et, bien qu'elles puissent surestimer la quantité d'usure qui serait observée cliniquement, elles sont très utiles pour évaluer des stratégies de protection (31).

Par exemple, d'après l'étude de Wegehaupt et Attin : « une perfusion de HCl, 6 fois par jour pendant 20 s, a été utilisée pour simuler la situation buccale lors de la régurgitation du contenu stomacal lorsque le suc gastrique atteint la cavité buccale » (32). Dans une autre étude de Willershausena, Schulz-Dobrickb et Gleissnera : « un processus d'érosion a été effectué trois fois à six heures d'intervalle pour représenter trois repas » (2).

#### 4.2.3. Le pH

L'acide citrique est habituellement utilisé pour simuler « un acide de boisson gazeuse » dans les études d'érosion dentaire et il peut fournir un fort défi érosif dans certaines conditions (4). Il faut prendre en compte qu'avec un acide à pH bas, on s'éloigne souvent de la réalité clinique.

On peut suggérer qu'un défi érosif trop agressif peut dissoudre davantage la surface de l'émail, qui nécessitera un traitement plus invasif.

#### 4.2.4. La température

Les études ont montré un lien entre l'érosion et la température des boissons (33, 24). Par exemple, le pH de toutes les boissons augmentait considérablement lorsque la température était abaissée de 37 ° C à 4 ° C. Lorsque la température diminue, le pH augmente donc l'alcalinité de la boisson augmente et inversement lorsque la température augmente, le pH diminue donc on augmente l'acidité

d'une boisson. Il existe un potentiel de dissociation des protons liés à l'augmentation de la température (27).

#### 4.2.5. La connaissance sur l'agent déminéralisant

Dans de nombreuses études, les boissons acides ont été évaluées sous l'angle du facteur causal de l'érosion de l'émail. L'utilisation d'une boisson non alcoolisée courante représente la situation in situ normale (21). Cependant, les mêmes boissons produites dans différents pays ont montré quelques différences dans leur érosivité (34). Il est donc important de connaître le potentiel érosif d'une boisson lors de la réalisation d'une étude expérimentale pour pouvoir gérer une attaque acide ni trop forte ni trop faible.

Le potentiel érosif des boissons gazeuses est prédit par certaines propriétés chimiques déterminées par les acides qu'elles contiennent comme : le pH initial, la capacité tampon, l'acidité titrable ainsi que les concentrations de calcium et de phosphate. Ils peuvent modifier l'attaque érosive sur les tissus dentaires durs, comme la détermination du degré de saturation en référence aux minéraux dentaires, qui est une force entraînant la dissolution des minéraux dentaires.

Le potentiel érosif des boissons gazeuses doit être vérifié en ce qui concerne les spécimens de tissus dentaires durs humains ou bovins ou d'hydroxyapatite. Cependant, il a été supposé que le potentiel érosif dépend principalement du pH initial et de l'acidité titrable de l'agent érosif (34).

### 4.3. Le type d'échantillon utilisé

#### 4.3.1. Echantillons humains ou animaux

Les dents de bovins ont longtemps été utilisées dans les expériences comme un substitut pour les dents humaines en raison de leurs similitudes. Les deux types de dents partagent les mêmes propriétés chimiques et physiques, telles que la composition et la dureté. De plus, étant donné que la composition des dents de bovins présente moins de variation que celle des dents humaines, l'utilisation de dents de bovins entraîne des conditions d'essai plus normalisées. La structure chimique de l'émail bovin et sa réaction à l'attaque érosive sont également comparables à celles de l'émail humain, et la taille de l'émail bovin est suffisante (4,21,35).

En outre, l'un des avantages des dents de bovins est la possibilité d'obtenir plus d'un échantillon par dent, ce qui permet de réduire les différences de propriétés de base des échantillons (21,32).

### 4.3.2. Dents temporaires versus dents permanentes

Les études comportent plusieurs limites qui doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats. Les résultats de certaines études pourraient refléter la différence dans la susceptibilité à l'érosion entre l'émail des dents permanentes et l'émail des dents temporaires.

Les observations ont suggéré qu'il y avait une différence significative dans la susceptibilité à l'érosion entre l'émail des dents permanentes et celui des dents temporaires. L'émail des dents temporaires a une plus faible résistance à l'acide comparativement à l'émail des dents permanentes. En comparaison avec l'émail des dents permanentes, dans les mêmes conditions d'érosion, la déminéralisation superficielle de l'émail des dents temporaires est plus sévère et ses propriétés nanomécaniques et microtribologiques diminuent plus significativement. Les lésions d'érosion de l'émail temporaire pourraient être réparées dans une certaine mesure par le traitement de reminéralisation du CPP-ACP, mais la réparation est moins efficace que celle de l'émail permanent (36).

On observe une grande variation en réponse aux agents protecteurs des dents temporaires, ce qui est attribué à une teneur plus faible en phosphore et en phosphate de calcium et à des cristaux moins organisés (36).

### 4.3.3. Les préparations des échantillons

Étant donné que la surface de l'émail présente des variations dans chaque échantillon, la plupart des méthodes utilisées pour évaluer l'érosion dentaire nécessitent des surfaces polies pour une évaluation précise des défauts érosifs et la création de surfaces de référence (7). Préparer les surfaces dentaires permet de moins fausser les résultats. Cette procédure produit une zone de contact uniforme pour tous les spécimens et supprime la couche aprismatique, qui est une structure variable à la surface des dents permanentes tendant à faire varier la dureté de l'émail entre les individus (22,41,33).

Afin de standardiser et d'uniformiser les échantillons, les surfaces des dents ont été meulées à plat et polies afin d'éliminer les variations naturelles des surfaces de l'émail qui peut entraîner des réactions différentes à la dissolution acide. Cependant, il convient de noter que les surfaces dentaires naturelles s'érodent plus lentement que les surfaces polies (33,39).

Ainsi, dans les situations cliniques, l'usure de l'émail pourrait être plus faible, mais le schéma de déminéralisation devrait être similaire (7,23).

Il y a une nécessité de préparer les échantillons pour certaines techniques d'évaluation de l'érosion telles que la microscopie électronique à balayage. Ces procédures modifient l'état naturel et / ou une partie de la structure de l'échantillon (24).

#### 4.4. Les lieux de conservations

Afin de simuler les conditions cliniques et de standardiser les conditions expérimentales, les spécimens sont stockés dans la salive artificielle la plupart du temps, tout au long de l'expérience (2). La salive artificielle joue un rôle important dans la reminéralisation et permet de stimuler les conditions orales. La salive est capable de maintenir l'environnement buccal sursaturé en ions calcium et phosphate. Cela conduit à la protection des cristaux d'hydroxyapatite et augmente le pouvoir de réparation de la structure de l'émail des dents. (4)

La pellicule salivaire joue un rôle protecteur important contre l'érosion dentaire. Elle a été décrite comme une membrane semi-perméable riche en protéines et en lipides, qui peuvent interagir avec la surface de l'émail et servir de barrière contre les acides érosifs. Par conséquent, dans ces études, l'exposition des échantillons à la salive humaine est la meilleure situation clinique. Il est à noter que les cycles ont été réalisés soit avec de la salive humaine ou avec de la salive artificielle. Comme il est connu que la salive artificielle a un plus grand potentiel de reminéralisation que la salive humaine, il faut être prudent lors du transport des résultats de cette étude vers le scénario clinique (17,22,36).

#### 4.5. La formation de la couche de CaF<sub>2</sub>-

La littérature explique les résultats positifs des vernis fluorés grâce à la formation d'une barrière protectrice de couche semblable à CaF<sub>2</sub>- sur le tissu dentaire qui empêche le contact de l'acide avec l'émail et aide également le processus de reminéralisation (3).

La formation d'une couche semblable à CaF<sub>2</sub>- sur la surface de la dent, qui agit comme un réservoir de fluorure, semble être la raison de l'effet protecteur du fluorure. Lors d'une attaque acide, le fluorure libéré par le dépôt de CaF<sub>2</sub>- peut être incorporé dans le minéral en formant de la fluoroapatite ou de la fluorohydroxyapatite, ce qui réduit la susceptibilité à une dissolution plus poussée. Un mode d'action similaire est supposé pour la capacité anti-érosive des fluorures. De plus, la couche de CaF<sub>2</sub>- pourrait agir comme une barrière mécanique empêchant le contact de l'acide avec l'émail sous-jacent ou comme un réservoir minéral, attaqué par l'attaque érosive, conduisant ainsi à un tampon ou un épuisement des ions hydrogène de l'acide.

L'efficacité clinique des vernis au fluorure varie en fonction de la quantité de précipité semblable au CaF<sub>2</sub>-, sa formation dépend du pH et de la concentration de l'agent fluorure, de la présence d'ions minéraux (Ca et P) dans la salive et de la durée d'application. Comme des agents fluorés hautement concentrés ou un temps d'application prolongé peuvent conduire à un précipité de CaF<sub>2</sub>- plus épais et plus stable, une fluoration intensive est nécessaire (7).

#### 4.6. Etude *in vivo* versus *in vitro*

Le modèle d'érosion *in situ* est adapté à l'évaluation du potentiel de protection de divers agents contre l'érosion dentaire. Il permet de surveiller l'ensemble du processus d'érosion dans un environnement naturel : de flux salivaire, de développement de pellicule et de soins bucco-dentaires de routine (7).

Dans un environnement buccal, de nombreux facteurs peuvent favoriser ou empêcher la déminéralisation, tels que la concentration en minéraux, la formation de pellicule et de plaque et les facteurs salivaires (débit et capacité tampon) qui sont absents dans les études *in vitro* (24).

➔ Des tests utilisant des modèles imitant les conditions orales sont nécessaires dans les études. On trouve donc dans la littérature des résultats contradictoires allant d'une protection nulle à une protection quasi complète du fluor topique ou du CPP-ACP contre l'érosion dentaire. Il peut y avoir différents facteurs tels que des différences dans la conception de l'étude, notamment sur le type de substrat dentaire, la fréquence d'application, le pH et la concentration des différentes substances fluorées utilisées, conduisant à de telles conclusions.

Il est donc très important d'analyser soigneusement le plan expérimental et les variables de réponse utilisées dans les différentes études avant de tirer des conclusions sur leurs effets cliniques potentiels.

La conduite d'études *in vivo* constitue le meilleur moyen de tester l'érosivité de produits individuels ou de tester des méthodes possibles (7).

Les études réalisées en l'absence d'un environnement microbien oral ou d'accumulation de plaque sur les surfaces des dents, pourrait être à l'origine d'une diminution de l'adhérence du CPP-ACP aux surfaces dentaires. Ainsi, lors des nouvelles recherches utilisant le CPP-ACP et le CPP-ACPF des pâtes avec des approches différentes en tant que traitements préventifs utilisant un modèle simulant les conditions buccales avec de la salive naturelle et de la plaque dentaire comme modèle *in situ* sont nécessaires (29).

Des études ont montré qu'il est plausible que les effets protecteurs putatifs du CPP-ACP dépendent du temps, un effet significatif ne devenant apparent qu'avec des expositions longues et / ou répétées (31).

Les principaux paramètres expérimentaux à prendre en compte sont les caractéristiques des sujets, la conception physique du modèle, le type de substrat en tissu dur et la méthode d'évaluation de l'état minéral, ainsi que la conception de l'étude. Chaque paramètre doit être examiné avec soin par rapport aux objectifs de la recherche. Il faut être prudent lorsque l'on tire des conclusions des données car de nombreux facteurs affectent les résultats obtenus *in vitro* (35).

## **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Un nouveau trouble distinct de la maladie carieuse, « l'érosion dentaire » a fait son apparition depuis ces dernières années. On estime que la prévalence de l'érosion augmente (16), reflétant la popularité des régimes alimentaires à teneur élevée en acide, l'utilisation accrue des médicaments qui réduisent le flux salivaire et les conditions systémiques telles que la maladie de reflux gastro-œsophagien (RGO) et la boulimie (3).

De nombreuses stratégies sont utilisées pour prévenir l'érosion dentaire, incluant des conseils d'hygiène alimentaire et l'utilisation de produits de reminéralisation des tissus dentaires. L'utilisation d'agents fluorés dans la prévention de l'érosion dentaire est plus répandue que celle des agents contenant du CPP-ACP car ces derniers sont relativement nouveaux sur le marché national. Les études portant sur l'efficacité du CPP-ACP sur l'érosion dentaire sont moins nombreuses que celles portant sur les fluorures (1). Notre objectif dans cette thèse était d'évaluer l'intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions érosives affectant l'émail.

Le processus de reminéralisation des lésions érodées par le CPP-ACP reste malgré tout assez flou, cependant, il implique probablement un processus de réparation par dépôt de minéraux dans la zone poreuse plutôt que d'impliquer une régénération des cristaux. On suppose que le CPP-ACP reminéralise l'émail érodé et les cristaux de dentine en plus de prévenir la déminéralisation érosive. Cette hypothèse est soutenue par l'observation que des structures granulaires superficielles, représentant probablement des cristaux d'émail reminéralisés, se sont formées sur la surface de l'émail après le traitement avec une boisson pour sportifs contenant du CPP-ACP par exemple (16). Les auteurs ont conclu que les traitements des surfaces dentaires avec la pâte CPP-ACP a provoqué la formation d'une couche qui remplit les cavités interprétatives et recouvre partiellement les prismes pendant une longue période, évitant ainsi l'érosion lors d'une exposition ultérieure à l'acide. Les vernis au fluorure restent considérés comme le plus efficace pour la prévention de la perte de l'émail érosif (16).

L'absence de consensus sur les propriétés anti-érosives du CPP-ACP peut être attribuée à la variabilité de la méthodologie des études (20). Il est donc très important d'analyser soigneusement le plan expérimental et les variables de réponse utilisées dans les différentes études avant de tirer des conclusions sur leurs effets cliniques potentiels. Il faut bien définir la conception de l'étude (37).

Actuellement, il n'existe aucun protocole standard pour l'investigation des agents anti-érosifs. Il est commun d'appliquer l'agent déminéralisant pendant une période de temps irréaliste (par exemple, 30 min) ou pour utiliser des valeurs de pH qui sont au-delà de la gamme de la plupart des agents érosifs. (27). Il paraîtrait donc intéressant d'essayer d'établir une étude avec des conditions cliniques réalisable et se rapprochant le plus possible de l'environnement oral quand nous sommes dans le cas d'une étude in vitro. Dans l'environnement oral, de nombreux facteurs peuvent améliorer ou empêcher la

déminéralisation, tels que la concentration en minéraux, la formation de pellicule acquise et de plaque dentaire, les facteurs salivaires (débit et capacité tampon) qui pourrait modifier les résultats obtenus lors des études.

Bien que les résultats de ces études in vitro soient encourageants, ils doivent également être interprétés avec une certaine prudence. Il convient de mentionner certaines limites dans ces études.

- Premièrement, on peut se demander dans quelle mesure les études in vitro reflètent les conditions in vivo. Bien que le plan expérimental et certains paramètres tels que : la durée, le type de défi érosif et le moment où la déminéralisation et la reminéralisation ont lieu peuvent être variés, d'autres facteurs tels que les bactéries de la pellicule et de la plaque acquises pouvant exercer des effets protecteurs ne pouvant pas être incorporés de manière suffisante dans un modèle in vitro.
- Deuxièmement, les études in vitro sont dépourvues des facteurs de protection contre l'érosion trouvés dans la bouche, des facteurs biologiques in vivo pouvant réduire le potentiel érosif des boissons acides. Ces facteurs incluent : type de consommation de boissons (siroter lentement, avaler avec retard, boire avec une paille) ; débits salivaires ; capacité tampon salivaire ; formation de la pellicule ; composition chimique de la surface de la dent ; effets de la musculature oro-faciale sur la promotion de la circulation du liquide dans la bouche (24).
- Troisièmement, le modèle in vitro ne prend pas en compte les effets protecteurs de la salive sur la réduction de l'effet d'un liquide érosif sur les tissus dentaires durs. Plusieurs auteurs ont souligné que l'évaluation in vitro de l'érosion pourrait surestimer le facteur d'érosion d'un facteur 10, en raison de l'érosion de l'émail due aux facteurs de protection mentionnés ci-dessus (38).
- Une autre limite de la plupart des études in vitro est l'utilisation d'échantillons d'émail poli, dans lesquels la couche supérieure d'émail, plus minéralisée que l'émail sous-jacent, est complètement éliminée par le processus de polissage. En outre, la surface plane résultante sous cette forme ne se trouve pas dans la cavité buccale. La réduction de la microdureté résultant de l'érosion et l'augmentation de la microdureté résultant de la reminéralisation de l'émail poli peut être différent de ceux obtenus dans l'émail non coupé. L'enlèvement de la couche externe d'émail - la couche hyperminéralisée qui contient souvent de la fluorapatite - rend l'émail plus susceptible de ramollir. Cette différence peut être due au fait que la couche d'émail externe a une teneur en minéraux plus élevée et, par conséquent, une meilleure résistance à l'érosion. Par conséquent, on considère que l'émail poli est plus susceptible à l'érosion que l'émail naturel.

Bien que des études de déminéralisation in situ aient été décrites, aucune étude sur la reminéralisation des surfaces en émail naturel n'a été menée à ce jour (2,39).

Un essai clinique prospectif randomisé est manifestement nécessaire pour étudier les effets bénéfiques potentiels des produits CPP – ACP sur l'érosion dentaire dans un contexte in vivo pour tester l'effet thérapeutique ou préventif du dentifrice contenant du CPP – ACP sur l'érosion dentaire.

Les variables nécessitant une standardisation incluent des facteurs qui affectent la dissolution en surface, tels que :

1. la source d'émail utilisée (émail humain ou bovin, dents temporaires ou permanentes)
2. les conditions expérimentales (température, pH, durée d'exposition, concentration des solutions d'essai)
3. les méthodes de visualisation et d'évaluation de la surface.

Très récemment développé, un produit combinant l'utilisation de silicate de calcium, de sels de phosphate de sodium, phosphosilicate de sodium et de calcium (CSP) et de fluorure s'avérerait également être très prometteur dans la prévention des lésions érosives (1, 55). Des études s'avèrent nécessaires pour évaluer l'efficacité de ce nouveau produit.



## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Garot E, Manton DJ, Rouas P. Reminéralisation des lésions érosives : intérêts des complexes phospho-calciques. Juin 2018 ; Vol. 29, n° 2 : pp. 111-116.
2. Willershausena B, Schulz-Dobrickb B, Gleissnera C. In vitro evaluation of enamel remineralisation by a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste. Oral Health Prev Dent. 2009 ; 7 (1) : 13-21.
3. Dehghan M, Stanley P.J, Tantbirojn D, Versluis A. Investigation of treatment options to minimize the effects of acid erosion on enamel. Gen Dent. Janvier 2014 ; 62 (4) : e30-33.
4. Alexandria AK, Valença AMG, Cabral LM, Maia LC. Fluoride varnishes against dental erosion caused by soft drink combined with pediatric liquid medicine. Braz Dent J. Août 2017 ; 28 (4) : 482-8.
5. Lussi A, Schaffner M, Jaeggi T, Grüniger A. Erosions Clinique – diagnostic – facteurs de risque – prévention – traitement. Swiss Dent J. Octobre 2005 ; p 336-346.
6. Picos AM, D’Incau E, Bonafos C, Berar A, Chira A, Dumitrascu D. Érosion dentaire d’origine intrinsèque. J. Odontostomat. Février 2014 ; 43:56–67..
7. Larsen MJ. Dissolution of enamel. Scand J Dent Res. 1973 ; 81 : 518- 522.
8. Gedalia I, Dakuar A, Shapira L, Lewinstein I, Goultshin J Rahamim E. Enamel softening with Coca-Cola and rehardening with milk or saliva. Am J Dent. 1991 4 : 120-122
9. Zheng L, Peng J, Zheng J, Liu D, Zhou Z. Surface properties of eroded human primary and permanent enamel and the possible remineralization influence of CPP-ACP. Wear. Avril 2017 ; 376-377 : 251-8.
10. SITE GABA [http://elearningerosion.com/fr/elearning\\_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms.html](http://elearningerosion.com/fr/elearning_erosion/scientific-background/signs-and-symptoms.html)
11. Ganss C, Klimek J, Lussi A. Accuracy and consistency of the visual diagnosis of exposed dentine on worn occlusal/incisal surfaces. Caries Res. 2006 ; 40 (3) : 208-12.
12. Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. Clin Oral Investig. Mars 2008 ; 12 (S1) : 65-8.
13. Harpenau LA, Noble WH, Kao RT. Diagnosis and management dental wear. J Calif Dent Assoc. Avril 2011 ; 39(4) : 225-31.
14. Imfeld T, Dental Erosion. Definition, classifications and links. Eur J Oral Sci. Avril 1996 ; 104(2(Pt2)) : 151-5.
15. Ranjitkar S, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC. The effect of CPP–ACP on enamel wear under severe erosive conditions. Arch Oral Biol. Juin 2009 ; 54 (6) : 527-32.

16. Maden EA, Acar Ö, Altun C, Polat GG. The effect of casein phosphopeptide-amorph calcium phosphate and acidulated phosphate fluoride gel on dental erosion in primary teeth: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* Juin 2017 ; 41 (4) : 275-9.
17. Bayrak S, Tuloglu N, Bicer H, Sen Tunc E. Effect of fluoride varnish containing CPP-ACP on preventing enamel erosion. *Scan.* 2017 ; 2017 : 1-7.
18. Rallan M, Chaudhary S, Goswami M, Sinha A, Arora R, Kishor A. Effect of various remineralising agents on human eroded enamel of primary teeth. *Eur J Paediatr Dent.* Octobre 2013 ; 14 (5) : 313-8.
19. Carvalho FG de, Brasil VLM, Silva Filho TJ da, Carlo HL, Santos RL dos, Lima BASG de. Protective effect of calcium nanophosphate and CPP-ACP agents on enamel erosion. *Braz Dent J.* Décembre 2013 ; 27 (6) : 463-70.
20. Zhou SL, Zhou J, Watanabe S, Watanabe K, Wen LY, Xuan K. In vitro study of the effects of fluoride-releasing dental materials on remineralization in an enamel erosion model. *J Dent. Mars* 2012 ; 40 (3) : 255-63.
21. Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Stillhard A, Schmidlin PR, Attin T. Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontol Scand.* Mai 2012 ; 70 (3) :177-83.
22. Tehrani MH, Ghafournia M, Samimi P, Savabi O, Parisay I, Askari N, Abtahi SH. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and acidulated phosphate fluoride gel on erosive enamel wear. *Dent Res J.* Décembre 2011 ; 8 (Suppl 1) : S64-70.
23. Poggio C, Ceci M, Beltrami R, Lombardini M, Colombo M. Atomic force microscopy study of enamel remineralization. *Ann Stomatol.* Juillet 2014 ; 5 (3) : 98–102.
24. Poggio C, Lombardini M, Vigorelli P, Ceci M. Analysis of dentin/enamel remineralization by a CPP-ACP paste: AFM and SEM study: dentin/enamel remineralization: AFM and SEM study. *Scan.* Novembre 2013 ; 35 (6) : 366-74.
25. Haghgou HR, Haghgoo R, Roholahi MR, Ghorbani Z. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and three calcium phosphate on enamel microhardness. *J Contemp Dent Pract.* Juillet 2017 ; 18 (7) : 583-586.
26. De Oliveira DB, Santin G, Honorio H, Rios D, Gatton P, da Silva LA, et al. Single application of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste-based paste prevents in vitro erosive wear. *European J Gen Dent.* 2016 ; 5 (2) : 69.
27. Wang X, Megert B, Hellwig E, Neuhaus KW, Lussi A. Preventing erosion with novel agents. *J Dent.* Février 2011 ; 39 (2) : 163-70.
28. Alencar CRB de, Oliveira GC de, Magalhães AC, Buzalaf MAR, Machado MA de AM, Honório HM, et al. In situ effect of CPP-ACP chewing gum upon erosive enamel loss. *J Appl Oral Sci.* Juin 2017 ; 25(3) : 258-64.
29. Somani R, Jaidka S, Singh DJ, Arora V. Remineralizing potential of various agents on dental erosion. *J Oral Biol Craniofac Res.* Mai 2014 ; 4 (2) : 104-8.

30. De Oliveira T, Scaramucci T, Nogueira F, Simões A, Sobral MP. Effect of mouthrinses with different active agents in the prevention of initial dental erosion. *Indian J Dent Res.* 2015 ; 26 (5) : 508.
31. Abdullah AZ, Ireland AJ, Sandy JR, Barbour ME. A nanomechanical investigation of three putative anti-erosion agents: remineralisation and protection against demineralisation. *Int J Dent Hyg.* 2012 ; 2012 : 1-7.
32. Wegehaupt FJ, Attin T. The role of fluoride and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate in the prevention of erosive/abrasive wear in an in vitro model using hydrochloric acid. *Caries Res.* 2010 ; 44 (4) : 358-63.
33. Poggio C, Lombardini M, Dagna A, Chiesa M, Bianchi S. Protective effect on enamel demineralization of a CPP–ACP paste: an AFM in vitro study. *J Dent.* déc 2009 ; 37 (12) : 949-54.
34. Fita K, Kaczmarek U. The impact of selected fluoridated toothpastes on dental erosion in profilometric measurement. *Adv Clin Exp Med.* 2016 ; 25 (2) : 327-33.
35. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Moore BK. Effect of CPP–ACP paste on mechanical properties of bovine enamel as determined by an ultrasonic device. *J Dent. Mars* 2006 ; 34 (3) : 230-6.
36. Agrawal N, Shashikiran ND, Singla S, Ravi KS, Kumar Kulkarni V. Effect of remineralizing agents on surface microhardness of primary and permanent teeth after erosion. *J Dent Child.* 2014 ;81(3):117-21.
37. Rirattanapong P1, Vongsavan K, Tepvichaisillapakul M. Effect of five different dental products on surface hardness of enamel exposed to chlorinated water in vitro. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* Septembre 2011 ; 42 (5) :1293-8.
38. Rees J, Loyn T, Chadwick B. Pronamel and tooth mousse: An initial assessment of erosion prevention in vitro. *J Dent.* Avril 2007 ; 35 (4) : 355-7.
39. Ranjitkar S, Rodriguez JM, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, Bartlett DW. The effect of casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate on erosive enamel and dentine wear by toothbrush abrasion. *J Dent.* Avril 2009 ; 37 (4) : 250-4.
40. Abdullah AZ, Ireland AJ, Sandy JR, Barbour ME. A nanomechanical investigation of three putative anti-erosion agents: Remineralisation and protection against demineralisation. *Int J Dent* . 2012 ; 2012 :1-7.
41. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP–ACP and CPP–ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol.* Juillet 2010 ; 55 (7) : 541-4.
42. Amaral C, da Silva NG Miranda ME, Correa D, Silva E. Sodium fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate cream plus sodium fluoride efficacy in

- preventing enamel erosion in a simulated oral environment study model. *Indian J Dent Res.* 2014 ; 25 (4) : 464.
43. Wiegand A, Attin T. Randomised in situ trial on the effect of milk and CPP-ACP on dental erosion. *J Dent.* Septembre 2014 ; 42 (9) :1210-5.
  44. Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, Ravi K, Kulkarni V. Atomic force microscopic comparison of remineralization with casein-phosphopeptide amorphous calcium phosphate paste, acidulated phosphate fluoride gel and iron supplement in primary and permanent teeth: An in-vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2014 ; 5 (1) : 75.
  45. Zheng L, Zheng J, Zhang YF, Qian LM, Zhou ZR. Effect of CPP-ACP on the remineralization of acid-eroded human tooth enamel: nanomechanical properties and microtribological behaviour study. *J Phys D Appl Phys.* Octobre 2013 ; 46 (40) : 404006.
  46. Rirattanapong P, Vongsavan K, Suratit R, Tanaiutchawoot N, Charoenchokdilok V, Jeansuwannagorn S, Yoddee M. Effect of various forms of calcium in dental products on human enamel microhardness in vitro. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* Juillet 2012 ; 43 (4) : 1053-8.
  47. Turssi CP, Maeda FA, Messias DC, Neto FC, Serra MC, Galafassi D. Effect of potential remineralizing agents on acid softened enamel. *Am J Dent.* Juin 2011 ; 24 (3) : 165-8.
  48. Manton D, Cai F, Yuan Y, Walker G, Cochrane N, Reynolds C, et al. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion in vitro: Soft drink erosion and CPP-ACP. *Aust Dent J.* Septembre 2010 ; 55 (3) : 275-9.
  49. Fita K, Kaczmarek U. The impact of selected fluoridated toothpastes on dental erosion in profilometric measurement. *Adv Clin Exp Med ..* 2016 ; 25 (2) : 327-33.
  50. Panich M1, Poolthong S. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. *J Am Dent Assoc.* Avril 2009 ; 140 (4) : 455-60.
  51. Lennon ÁM, Pfeffer M, Buchalla W, Becker K, Lennon S, Attin T. Effect of a casein/calcium phosphate-containing tooth cream and fluoride on enamel erosion in vitro. *Caries Res.* 2006 ; 40 (2) : 154-7.
  52. Vongsawan K, Surarit R, Rirattanapong P. The effect of high calcium milk and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel erosion caused by chlorinated water. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* Novembre 2010 ; 41 (6) :1494-9.
  53. Bertoldi C, Lucchi A, Zaffe D. Effects of soft-drinks and remineralising treatment on teeth assessed by morphological and quantitative X-ray investigations. *Eur J Paediatr Dent.* Décembre 2015 ; 16 (4) : 263-71.
  54. Piekarz C, Ranjitkar S, Hunt D, McIntyre J. An in vitro assessment of the role of Tooth Mousse in preventing wine erosion. *Aust Dent J.* Mars 2008 ; 53 (1) :22-5.
  55. 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. *Scan*. Septembre 2015 ;37(5) :327-34.
56. Wang CP, Huang SB, Liu Y, Li JY, Yu HY. The CPP-ACP relieved enamel erosion from a carbonated soft beverage: An in vitro AFM and XRD study. *Arch Oral Biol.* Mars 2014 ; 59 (3) : 277-82.
  57. Prestes L, Souza BM, Comar LP, Salomão PA, Rios D, Magalhães AC. In situ effect of chewing gum containing CPP–ACP on the mineral precipitation of eroded bovine enamel—A surface hardness analysis. *J Dent*. Août 2013 ; 41 (8) : 747-51.
  58. Barbour ME, Shellis RP, Parker DM, Allen GC, Addy M. Inhibition of hydroxyapatite dissolution by whole casein: the effects of pH, protein concentration, calcium, and ionic strength. *Eur J Oral Sci*. Octobre 2008 ; 116 (5) : 473-8.
  59. Ramalingam L, Messer LB, Reynolds EC. Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. *Pediatr Dent* . Janvier 2005 ; 27 (1) : 61-7.
  60. Hemingway CA, White AJ, Shellis RP, Addy M, Parker DM, Barbour ME. Enamel erosion in dietary acids: inhibition by food proteins in vitro. *Caries Res*. 2010 ; 44 (6) : 525-30.
  61. Shamseer L, Moher D, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 : elaboration and explanation. *BMJ* . 02 2015 ; 350 : g7647.
  62. Jaeggi T1, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci*. 2006 ; 20 : 44-65.

## Collège des Sciences de la Santé

### UFR des Sciences Odontologiques

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

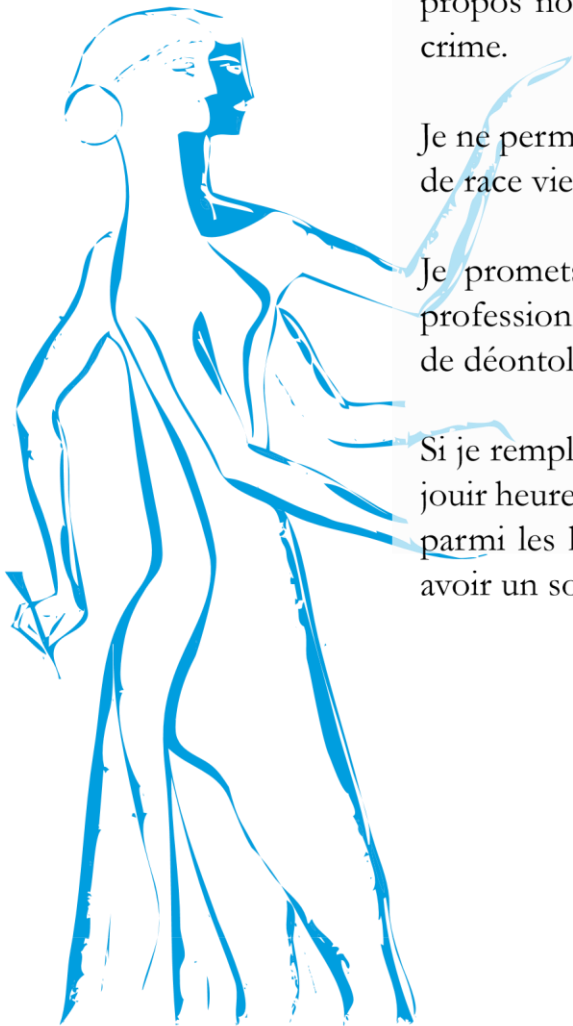
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

DISCIPLINE :

**INTERET DU CPP-ACP DANS LA REMINERALISATION DES LESIONS D'USURES EROSIVES :  
UNE REVUE SYSTEMATIQUE.**

Résumé :

L'érosion est la forme d'usure la plus fréquente chez les enfants et les adolescents. Les chirurgiens-dentistes sont concernés par le dépistage, l'évaluation du risque et la prévention de cette pathologie. L'érosion dentaire est définie comme étant une perte de substance dentaire solide superficielle ayant pour cause un processus chimique, sans participation bactérienne. Pour lutter contre cette déminéralisation il existe des agents reminéralisants tels que : le fluor (le plus utilisé à l'heure actuelle) et le phosphopeptide de caséine et phosphate de calcium amorphe (CPP-ACP). Ils permettent une reminéralisation de la surface de l'émail ainsi qu'une inhibition de la déminéralisation et une stabilisation du pH salivaire autour des valeurs physiologiques. De nombreuses études ont montré l'intérêt du CPP-ACP dans la reminéralisation des lésions carieuses débutantes mais à ce jour aucune revue systématique de la littérature n'a recensé les articles portant sur le CPP-ACP et les lésions érosives. Notre travail, par l'intermédiaire d'une revue systématique de la littérature, avait pour objectif d'évaluer l'efficacité du CPP-ACP seul et du fluor + CPP-ACP sur les lésions érosives. Après interrogations des trois bases de données : Pubmed, Cochrane et Scopus et en suivant les critères PRISMA, 44 publications ont été retenues. Au total, il y'a 24 études où le CPP-ACP a un effet positif sur l'érosion, 3 études montrent que le CPP-ACP a un effet supérieur par rapport au fluor et 5 études montrent que la combinaison CPP-ACP + F a un effet supérieur au CPP-ACP seul. Seulement 7 études montrent que le CCP-ACP n'aurait aucun effet bénéfique sur la reminéralisation des lésions érosives et 5 études montrent que le CPP-ACP + F ne présente aucun effet bénéfique sur l'érosion.

Mots-clés : érosion, caséine, reminéralisation, fluor, efficacité.

**POINT OF CPP-ACP IN THE REMINERALIZATION OF EROSIVE WEAR INJURIES: A  
SYSTEMATIC REVIEW**

Summary :

Erosion is the most frequent type of wear within children and teenagers. Dentists are concerned with the screening, risk-assessment and prevention of this pathology. Dental erosion is defined by a loss of a superficial solid dental substance caused by a chemical process, without bacterial involvement. To challenge this demineralization, there exist remineralizing agents such as: fluor (the most commonly used at this time) and casein phosphopeptide combined with amorphous calcium phosphate (CPP-ACP). They allow a remineralization of the surface of tooth enamel as well as an inhibition of the demineralization and salivary pH stabilisation around physiological values. Number of studies have shown the interest of CPP-ACP in the remineralization of beginning carious lesions, but at this time, no existing systematic literature review has identified the articles dealing with CPP-ACP and erosive wear injuries. Our work, through a systematic literature review, aimed to evaluate the efficiency of CPP-ACP only and of fluorine + CPP-ACP on erosive wear lesions. After screening three databases: Pubmed, Cochrane and Scopus, and, following the PRISMA criteria, 44 publications were selected. In total, there are 24 studies for which CPP-ACP has a positive effect on erosion, 3 studies show that CPP-ACP has a more effect than fluorine, and 5 studies demonstrate that the combination CPP-ACP + F has a greater effect than CPP-ACP on its own. Only 7 studies show that CPP-ACP would not have any beneficial effect on the remineralization of erosive wear injuries and 5 studies point that CPP-ACP + F does not present positive effect on erosion.

Key words: erosion, casein, remineralization, fluorine, efficiency.

Université de Bordeaux – Collège des sciences de la Santé  
UFR des Sciences Odontologiques  
146 rue Léo Saignat  
33076 BORDEAUX



