



HAL
open science

Techniques de reminéralisation et MIH : revue systématique de la littérature

Laura Mabire

► **To cite this version:**

Laura Mabire. Techniques de reminéralisation et MIH : revue systématique de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04110056

HAL Id: dumas-04110056

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04110056>

Submitted on 30 May 2023

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

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

THESE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par MABIRE Laura

Née le 20/02/1993 à Paris

Le 17/05/2023

**Techniques de reminéralisation et MIH :
Revue systématique de la littérature**

Sous la direction de : Yves DELBOS

Membres du jury :

Mme BOILEAU Marie-José	Professeur des Universités	Président
M. ROUAS Patrick	Maître de Conférences des Universités	Rapporteur
M. DELBOS, Yves	Maître de Conférences des Universités	Assesseur
Mme RIBEIRO MAGALHES Ana	CCU Assistant hospitalier	Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
01/01/2023

Président M. LEWIS Dean
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

Directrice Mme BERTRAND Caroline 58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie M. DELBOS Yves 56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche M. CATROS Sylvain 57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales M.SEDARAT Cyril 57-01

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	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAJIN	Chirurgie orale	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
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 orale	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUÉ	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
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Hélène	FRON-CHABOÛIS	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01

M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

PRATICIENS HOSPITALIER-UNIVERSITAIRE

M.	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01

AUTRES ENSEIGNANTS

M.	Maxime	BOITEAUD	CDD 2e degré Santé publique	56-02
----	--------	----------	-----------------------------	-------

CCU-AH (Chefs de Clinique Universitaire - Assistant des Hôpitaux)

M.	Adrien	AMELINE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Mathieu	DELOLME	Parodontologie	57-01
M.	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Joran	GARDIN	Parodontologie	57-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
M.	Louis	HUALT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Sarah	KAWCHAGIE	Prothèse Dentaire	58-01
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Xavier	LAGARDE	Chirurgie Orale	57-01
M.	Clément	LEBRET	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Imane	RAMDANI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Ana	RIBEIRO MAGALHES	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

REMERCIEMENTS

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José BOILEAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Section Orthopédie dento-faciale – 56-01

Je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse. Avec tout mon respect, je vous remercie pour votre enseignement passionnant de l'Orthopédie dento-faciale durant mes années d'étude à Bordeaux. Je suis honorée de votre présence pour ce jour si important pour moi.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Yves DELBOS

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Odontologie Pédiatrique – 56-01

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse. Avec tout mon respect, je vous remercie pour votre bienveillance, votre intérêt et vos conseils précieux. Je vous remercie également pour l'ensemble des connaissances que vous m'avez apportées durant ces années d'étude, en odontologie pédiatrique comme en hypnose. Je vous remercie de votre accompagnement au sein du PQR. Au travers de ce travail, je souhaite vous faire part de ma reconnaissance.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Patrick ROUAS

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Odontologie Pédiatrique – 56-01

Je vous remercie d'avoir accepté d'être mon Rapporteur de thèse. Avec tout mon respect, je vous remercie pour votre enseignement durant toutes mes années d'étude, et vos conseils avisés lorsque j'étais en 4^{ème} année, le mercredi, au PQR.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Ana RIBEIRO MAGALHES

Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

Section Odontologie Pédiatrique – 56-01

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Je vous remercie pour votre bienveillance, votre enthousiasme et votre implication qui sont un vrai modèle pour ma pratique à venir.

A mes proches

A ma Mère, à mon Père, qui m'ont tant aidée, tant soutenue depuis ma réorientation. Je les remercie pour leurs encouragements pendant toutes ces années d'études.

A ma sœur, Roxane, toi qui m'as donné envie de travailler dans le milieu de la santé, mais aussi de choisir ce sujet de thèse qui te concerne.

A Pierre, toi qui as tout suivi depuis le début, merci de m'avoir fait rire dans les moments difficiles, merci pour ton soutien inconditionnel, merci pour ta patience.

A Laurence, mon rayon de soleil du Bouscat, toi qui m'a tant aidée durant ces années bordelaises, qui m'a vue évoluer, ces années étaient merveilleuses.

A Pauline, mon binôme, mon amie. Merci pour ces trois belles années de clinique, ces années resteront inoubliables.

A mes amies dentistes, Mathilde, Aude, à mes amis parisiens, merci pour votre soutien, merci de faire partie de ma vie.

A Mariline, merci pour ton accompagnement lors de mes premiers pas de collaboratrice, merci pour ce magnifique exemple que tu m'as donné.

Au Docteur Sitbon, merci d'avoir pris le temps de partager ton expérience avec moi.

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION :	11
II. MATERIEL ET METHODE	12
1. Schéma d'étude	12
2. Stratégie de recherche	12
3. Critères d'éligibilité	13
4. Sélection des études	13
5. Extraction des données de synthèse	14
III. RESULTATS :	15
1. Identification des études (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14).....	15
2. Critères d'identification des lésions traitées	20
2.1. Types de dents	20
2.2. Stade d'éruption.....	20
2.3. Sévérité de l'atteinte.....	20
2.4. Hypersensibilité.....	22
2.5. Critères propres au patient	22
3. Critères de réussite des techniques de reminéralisation	22
3.1. Concernant l'augmentation de la densité minérale	24
3.2. Concernant l'amélioration de l'hypersensibilité	25
3.3. Concernant la prévention contre les caries	26
3.4. Concernant la prévention des fractures post-éruptives	27

4. Protocole d'application des produits reminéralisants	27
4.1. Instructions d'hygiène quotidienne	29
4.2. Préalable : préparation des surfaces dentaires	29
4.3. Application	29
4.4. Restrictions post application.....	30
4.5. Fréquence d'application.....	30
IV. DISCUSSION :	31
V. CONCLUSION :	35
VI. BIBLIOGRAPHIE :	36

TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Algorithme de sélection des articles</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2 : Tableau d'indentification des études</i>	<i>17</i>
<i>Figure 3 : Tableau des sévérités des lésions MIH incluses.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 4 : Tableau de critères de réussite des techniques de reminéralisation.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 5 : Efficacité comparée des techniques de reminéralisation dans l'augmentation de la densité minérale.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 6 : Efficacité comparée des techniques de reminéralisation dans la réduction de l'hypersensibilité.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 7 : Efficacité comparée des techniques de reminéralisation sur l'intégrité structurelle.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 8 : Technique d'application du produit</i>	<i>28</i>

LISTE DES ABREVIATIONS

CaGP : glycérophosphate de calcium

CPP-ACP : phosphopeptide de caséine-phosphate de calcium amorphe

CPP-ACPF : phosphopeptide de caséine-phosphate de calcium amorphe fluoré

DDE : défaut de développement de l'émail

EAPD : Académie européenne de dentisterie pédiatrique

IR : infiltration de résine

LF : fluorescence induite par laser

LLLT : thérapie laser de bas niveau

MEB : microscope électronique à balayage

MIH : hypominéralisation des molaires et incisives permanentes

PEB : fracture post éruptive

QLF : fluorescence quantitative induite par la lumière

TCP : phosphate tricalcique

FV : vernis fluoré

I. INTRODUCTION

Depuis son introduction en 2003 lors d'une conférence organisée par l'EAPD, il existe un intérêt croissant pour l'hypominéralisation des molaires et incisives permanentes (MIH)(15). Celle-ci touche environ 14% de la population mondiale, (16) (17) et se caractérise par des défauts de développement qualitatifs de l'émail d'une ou plusieurs premières molaires permanentes, avec ou sans implication des incisives, avec une gravité variable.

Le défaut est le résultat d'une variété de facteurs systémiques, génétiques et/ou épigénétiques agissant dans la phase de maturation de l'émail, mais son étiologie reste incertaine.(18) (19)

L'émail hypominéralisé présente des opacités délimitées variant du blanc-crème au jaune-brun (20) (21), avec une structure moins régulière que l'émail sain. La teneur en minéraux (calcium, phosphore) est fortement diminuée, alors que la proportion de matière organique (carbone) est augmentée. (22) (23)

Selon la gravité, les signes cliniques peuvent être multiples : problèmes esthétiques, hypersensibilité accrue, rétention limitée des restaurations ou encore fractures post-éruptives (PEB), affectant ainsi la qualité de vie du patient. La fragilité de l'émail MIH entraîne une multiplication par dix de la charge de traitement.

Cette revue systématique de la littérature a pour objet de répondre à l'interrogation suivante : Quels traitements préventifs peut-on aujourd'hui envisager afin de reminéraliser efficacement les dents atteintes de MIH ?

II. MATERIEL ET METHODE

Cette revue a été réalisée sur la base des recommandations PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews).

1. Schéma d'étude

La méthode PICO a été exploitée afin de formuler les éléments essentiels de la recherche documentaire :

- **Population** : garçon ou fille ayant une molaire et/ou incisive atteinte de MIH et acceptant de recourir à une solution thérapeutique préventive
- **Intervention** : application d'un agent reminéralisant
- **Comparateur** : mise en commun des différents résultats cliniques, photographiques, de fluorescence et de spectrométrie entre les études pour permettre de comparer l'efficacité des différents protocoles.
- **Résultats** : les résultats vont être basés sur la mesure de la reminéralisation, de l'amélioration de l'hypersensibilité, du risque carieux et des fractures post éruptives.

2. Stratégie de recherche

Les recherches documentaires ont été effectuées via 2 bases de données scientifiques : Pubmed et DOSS. La recherche bibliographique a été effectuée sur la période de 1er janvier 2022 au 30 juillet 2022.

Afin d'obtenir une sélection d'articles qui traitent du sujet ou ayant un chapitre susceptible de traiter du sujet, une équation de recherche a été utilisée. La combinaison de mots-clés suivante a été utilisée sur les différentes bases de données électroniques : « MIH », « REMINERALIZATION », « SEALANT », « HYPERSENSITIVITY ».

Les résultats obtenus ont été additionnés et les doublons ont été soustraits. Ces recherches ont été complétées par une recherche manuelle à partir de la bibliographie des articles sélectionnés.

3. Critères d'éligibilité

Les articles ont été sélectionnés selon les critères suivants.

Critères d'inclusion :

- Études cliniques prospectives, essais cliniques randomisés en langue anglaise
- Sujets humains présentant la présence d'une incisive et/ou molaire atteinte de MIH avec ou sans hypersensibilité associée, et acceptant de recevoir un traitement préventif de reminéralisation
- Études avec un suivi supérieur ou égal à 1 mois

Critères d'exclusion :

- Cas cliniques, études rétrospectives, observationnelles, revues systématiques de la littérature, thèses
- Etudes en langue non anglaise, articles non disponibles
- Études réalisées sur des dents déminéralisées in vitro ou sur d'autres DDE
- Etudes réalisées sur des dents MIH atteintes de caries ICDAS >2, traitements restaurateurs, prothétiques ou avec des extractions
- Etudes réalisées avec des traitements autres que reminéralisants

4. Sélection des études

Pour appréhender au mieux la masse de données médicales et sélectionner les articles de manière organisée et efficace, un organigramme précis a été utilisé. A partir de mots-clés, un certain nombre d'articles ont été trouvés sur chaque base de données. Une sélection par la lecture des titres et du résumé a été effectuée. L'ensemble des articles dégagés par la recherche ont été regroupés afin d'éliminer les

doublons. En dernier lieu, la lecture complète de l'article a été réalisée avant de pouvoir l'intégrer dans le corpus de la revue systématique de la littérature.

5. Extraction des données de synthèse

L'extraction de données a été réalisée à partir des articles retenus. Une grille d'extraction de données a été construite en ce sens.

Les données extraites sont les suivantes :

- Le titre de l'article, les auteurs et l'année de publication
- L'objectif de l'étude
- Le type de l'étude
- Les méthodes soit la taille de l'échantillon, les caractéristiques du patient, la technique de reminéralisation utilisée
- Les résultats soit le devenir de l'hypominéralisation, de l'hypersensibilité, du risque carieux et du risque de fracture post éruptive.

III. RESULTATS

1. Identification des études

À partir des recherches PubMed et DOSS, 167 publications ont été identifiées. Après suppression des 17 doublons, et lecture du titre et du résumé, seulement 30 études ont été retenues. À la suite de l'application initiale des critères d'éligibilité (voir II. Matériel et méthode), 13 articles ont été obtenus. Après ajout d'une publication trouvée dans la bibliographie d'une des études, 14 éléments ont été retenus pour l'examen. Toutes les procédures de sélection sont décrites dans l'organigramme suivant.

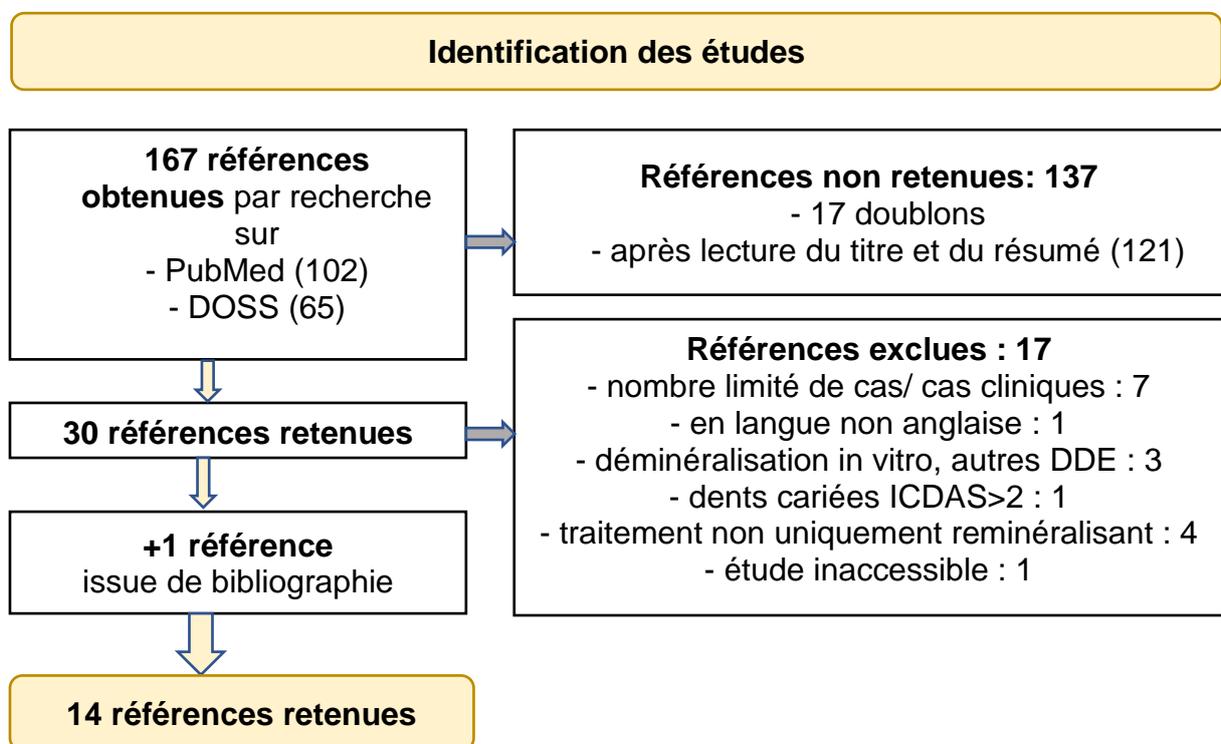


Figure 1 : Algorithme de sélection des articles

Les 14 études qui remplissaient les critères d'inclusion/exclusion sont présentées dans le 2^{ème} schéma. Toutes les études ont été publiées entre 2011 et 2022.

Au total, trois des études étaient des études prospectives non randomisées [1,3,5] les autres étant des essais cliniques randomisés.

Les patients ont été traités en milieu universitaire [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] et dans un cabinet privé (14).

Sur tous patients étudiés, il y a 16 perdus de vue.

Nous totalisons le traitement reminéralisant de 1841 lésions au total selon les articles sélectionnés.

	Etude	Objectifs	Type	Durée	Matériels
1	Titre : The Effect of CPP-ACP on MIH: A Pilot Study Auteurs : Bakkal, Abbasoglu, & Kargul,(2017)	Evaluer l'effet de CPP-ACP et CPP-ACFP sur les lésions MIH non carieuses à l'aide de DIAGNOdent	Etude prospective	1 mois	38 lésions Enfants 7-12 ans (âge moyen 9,9)
2	Titre : Management of Initial Carious Lesions of Hypomineralized Molars (MIH) with Silver Diamine Fluoride or Silver-Modified Atraumatic Restorative Treatment (SMART): 1-Year Results of a Prospective, Randomized Clinical Trial Auteurs : Ballikaya, Ünverdi, & Cehreli (2022)	Evaluer l'effet du SDF et du SMART sur les lésions carieuses initiales des molaires MIH	Etude randomisée	12 mois	106 lésions 53 enfants 6-13 ans (âge moyen 8,8)
3	Titre : MIH Supplementation Strategies: Prospective Clinical and Laboratory Trial Auteurs : Baroni et Marchionni (2011)	Evaluer l'effet de CPP-ACP sur les caractéristiques morphologiques de surface des molaires MIH à l'aide de la MEB et la spectrométrie	Etude prospective	36 mois	30 lésions 30 enfants 6-9 ans
4	Titre : Hypersensitivity relief of MIH-affected molars using two sealing techniques: a 12-week follow-up Auteurs : Bekes et al. (2022)	Evaluer l'effet de deux types de scellements sur la réduction de l'hypersensibilité des molaires MIH	Etude randomisée	1 mois	38 lésions 38 enfants 6-10 ans (âge moyen 7,5)
5	Titre : Comparison of Mineral Density in MIH Applying Fluoride Varnishes and CPP-ACP Auteurs : Biondi et al.(2017)	Evaluer l'effet du VF, de VF+ TCP, et de CPP-ACP sur la densité minérale de dents MIH à l'aide de LF	Etude prospective	1,5 mois	92 lésions 55 enfants 6-17 ans

6	<p>Titre : An evaluation of remineralised MIH using CPP-ACP and fluoride varnish: An in-situ and in-vitro study</p> <p>Auteurs : Kumar et al. (2022)</p>	<p>Evaluer l'effet du CPP-ACP et du VF sur la reminéralisation des dents atteintes de MIH</p>	<p>Etude randomisée</p>	<p>6 mois</p>	<p>30 lésions 30 enfants 8-16 ans (âge moyen 11,2)</p>
7	<p>Titre : Efficacy of Low-Level Laser Therapy Associated with Fluoride Therapy for the Desensitisation of MIH: Randomised Clinical Trial</p> <p>Auteurs : Muniz et al. (2020)</p>	<p>Evaluer l'effet de la LLLT associée au VF pour la désensibilisation des dents MIH</p>	<p>Etude randomisée</p>	<p>1 mois</p>	<p>214 lésions 66 enfants 6-12 ans (âge moyen 8,89)</p>
8	<p>Titre : Structural Integrity of MIH-Affected Teeth after Treatment with FV or Resin Infiltration: An 18-Month Randomized Clinical Trial</p> <p>Auteurs : Nogueira et al. (2021)</p>	<p>Evaluer l'effet du VF ou de l'IR pour maintenir l'intégrité structurelle des dents MIH</p>	<p>Etude randomisée</p>	<p>18 mois</p>	<p>249 lésions 51 enfants 6-12 ans (âge moyen 8,1)</p>
9	<p>Titre : Effects of Different Remineralization Agents on MIH Defects: A Randomized Clinical Study</p> <p>Auteurs : Olgen, Sonmez, et Bezgin (2022)</p>	<p>Evaluer l'effet à long terme du VF, CPP-ACP et CPP-ACFP dans la reminéralisation des MIH</p>	<p>Etude randomisée</p>	<p>24 mois</p>	<p>120 lésions 67 enfants 6-9 ans (âge moyen 7,2)</p>
10	<p>Titre : Clinical evaluation of desensitizing treatment for incisor teeth affected by MIH</p> <p>Auteurs : Özgül et al. (2013)</p>	<p>Evaluer l'effet du VF, CPP-ACP et CPP-ACPF associés ou non à l'ozone, sur l'hypersensibilité d'incisives MIH</p>	<p>Etude randomisée</p>	<p>3 mois</p>	<p>92 lésions 33 enfants 7-12 ans</p>

11	Titre : Effect of Fluoride Varnish on Enamel Remineralization in Anterior Teeth with MIH Auteurs : Restrepo et al. (2016)	Evaluer l'effet du VF sur la reminéralisation de dents antérieures MIH à l'aide de QLF	Etude randomisée	1 mois	51 lésions 51 enfants 9-12 ans (âge moyen 10,25)
12	Titre : Glass Ionomer Sealants Can Prevent Dental Caries but Cannot Prevent PEB on Molars Affected by MIH: One-Year Results of a Randomized Clinical Trial. Auteurs : Schraeverus et al. (2021)	Évaluer l'effet du CVI contre les caries et le PEB sur les molaires MIH	Etude randomisée	12 mois	213 lésions 71 enfants 5-9 ans (âge moyen 6,81)
13	Titre : Effect of CPP-ACPF and CaGP on Incisors with MIH: A Cross-over, Randomized Clinical Auteurs : Sezer et al. (2022)	Evaluer l'effet de CPP-ACFP et CaGP sur la minéralisation d'incisives MIH (DIAGNOdent)	Etude randomisée	3 mois	167 lésions 22 enfants 8-12 ans (âge moyen 9,23)
14	Titre : Effect of Remineralization Agents on MIH-Affected Incisors: A Randomized Controlled Clinical Trial. Auteurs : Sezer et Kargul (2022)	Evaluer l'effet de CPP-ACFP et CaGP sur la minéralisation d'incisives MIH (DIAGNOdent)	Etude randomisée	3 mois	401 lésions 53 enfants 8-12 ans (âge moyen 9,34)

Figure 2 : Tableau d'identification des études

2. Critères d'identification des lésions traitées

2.1. Types de dents

Différents types de dents ont été sélectionnées dans les études constituant cette méta-analyse.

- une à plusieurs premières molaires permanentes, avec ou sans atteinte des incisives [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 7]
- ou uniquement des incisives [13, 14]

2.2. Stade d'éruption

Le stade d'éruption est le suivant : éruption récente [3], au moins 2/3 d'éruption [12] ou éruption complète [1, 2, 11, 13, 14] ou n'est pas précisé.

2.3. Sévérité de l'atteinte

Le schéma ci-dessous décrit la sévérité des lésions MIH incluses dans chaque étude.

Auteurs, Année [nombre de lésions]	OPACITES			INTEGRITE STRUCTURELLE		
	Blanc-crème	Jaune-marron	Diamètre > ou égal à 2 mm	Absence de caries	Absence de fracture	Absence de restauration
1. Bakkal, Abbasoglu, & Kargul 2017 [38]	X	X	X	X	X	X
2. Ballikaya, Ünverdi, & Cehreli 2022 [106]	X	X	X			X
3. Baroni et Marchionni 2011 [30]	X	X	NR	X		
4. Bekes et al. 2022 [38]	X	X	X	X	X	NR
5. Biondi et al. 2017 [92]	X	X	NR	X	X	X
6. Kumar et al. 2022 [30]	NR	NR	NR	X	X	X
7. Muniz et al. 2020 [214]	X	X	NR	X		NR
8. Nogueira et al. 2021 [249]		X	NR	X	X	X
9. Olgen, Sonmez, et Bezgin 2022 [120]	X	X	X		X	X
10. Özgül et al. 2013 [92]	X	X	NR	NR	NR	NR
11. Restrepo et al. 2016 [51]	X	X	X	X	X	X
12. Schraeverus et al. 2021 [213]	X	X	X	X	X	X
13. Sezer et al. 2022 [167]	X	X	NR	X	X	X
14. Sezer et Kargul 2022 [401]	X	X	NR	X	X	X

Figure 3 : Tableau des sévérités des lésions MIH inclus

La couleur des opacités limitées sont de blanc-crème (BC) à jaune-marron (JM) [1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14], jaune-marron uniquement [8], ou non précisée [6]. Une étude parle de « défauts qualitatifs » en général [3]. Les opacités font au moins 2 mm de diamètre [1, 2, 4, 9, 11, 12], pour les autres ce n'est pas précisé.

Les dents cariées ont été exclues [1, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14], sauf dans deux études [2, 9] incluant des lésions ICDAS 1 et 2. Les autres études ne précisent pas cette information [5, 10].

Les dents fracturées ont été exclues [1, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 14] sauf dans trois études [2, 3, 7]. Les autres études ne précisent pas cette information [5, 10].

Les dents présentant des restaurations ont été exclues [2, 8, 9, 11, 12, 13, 14], sauf dans une étude [3] mais certaines études ne le précisaient pas [1, 4, 5, 7, 10].

Certains auteurs parlent d'un « mur d'émail intact » ce qui laisse présumer l'absence de carie, restauration ou fracture [6].

2.4. Hypersensibilité

Les dents MIH hypersensibles sont incluses [1, 4, 7, 10], ou exclues [10]. Cette information n'a pas été toujours précisée [2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13]

2.5. Critères propres au patient

Le patient ne doit pas avoir d'autre DDE [1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14] ou maladie systémique [4, 9, 13, 14], ni d'allergie au lait [1, 9, 13, 14]. Il doit être coopérant [2, 7, 9, 12, 13, 14] et sans traitement orthodontique en cours [1, 2, 7, 8, 9, 11, 12].

3. Critères de réussite des techniques de reminéralisation

Le tableau ci-dessous détaille les différents critères de réussite utilisés pour objectiver le succès ou l'échec de chaque traitement, pour chaque étude incluse dans cette méta-analyse.

Auteurs, Année [nombre de lésions]	Email lissé (MEB)	Augmentation des minéraux (spectrométrie)	Fluorescence diminuée (QLF, DIAGNOdent)	Réduction de l'hypersensibilité (SCASS, VAS)	Prévention contre les caries (ICDAS)	Prévention contre le PEB
1. Bakkal, Abbasoglu, & Kargul 2017 [38]			Oui			
2. Ballikaya, Ünverdi, & Cehreli 2022 [106]				Oui	Oui	
3. Baroni et Marchionni 2011 [30]	Oui	Oui				
4. Bekes et al. 2022 [38]				Oui		
5. Biondi et al. 2017 [92]			Oui			
6. Kumar et al. 2022 [30]	Oui	Oui				
7. Muniz et al. 2020 [214]				Oui		
8. Nogueira et al. 2021 [249]					ECHEC	ECHEC
9. Olgen, Sonmez, et Bezgin 2022 [120]			Oui			
10. Özgül et al. 2013 [92]				Oui		
11. Restrepo et al. 2016 [51]			ECHEC			
12. Schraeverus et al. 2021 [213]					Oui	ECHEC
13. Sezer et al. 2022 [167]			Oui			
14. Sezer et Kargul 2022 [401]			Oui			

Figure 4 : Tableau des critères de réussite des techniques de reminéralisation des lésions de MIH

Parmi toutes les études sélectionnées, huit d'entre-elles basent leurs critères de succès sur l'amélioration de la densité minérale [1, 3, 5, 6, 9, 11, 13, 14], quatre sur l'amélioration de l'hypersensibilité [2, 4, 7, 10] et trois sur l'amélioration du risque carieux et/ou du risque de fracture [2, 8, 12].

3.1. Concernant l'augmentation de la densité minérale

Les outils utilisés pour objectiver la reminéralisation sont la fluorescence laser [1, 5, 9, 11, 13, 14], la microscopie à balayage [3, 6] et la spectroscopie à dispersion d'énergie [3, 6].

La fluorescence laser se base sur le principe selon lequel l'intensité de la fluorescence est inversement proportionnelle à l'intensité de la déminéralisation. A l'exception d'une seule étude qui conclut à l'échec du VF [11] ; tous les produits testés reminéralisent efficacement l'émail, avec pour précisions que :

- le VF associé au TCP est surtout efficace pour les lésions légères, alors que le VF seul est surtout efficace pour les lésions modérées [5]
- pour autant, pour les défauts JM, l'efficacité du VF est plus tardive que le CPP-ACP/F [9]. Selon un auteur, l'utilisation de VF ne permet pas de reminéraliser l'émail atteint de MIH (=ECHEC) [11]
- le CPP ACP et le CPP ACPF sont aussi efficaces pour reminéraliser l'émail MIH [1]
- le CPP-ACFP est aussi efficace que le CaGP [13, 14], sauf pour les lésions de score >20 où le CaGP est plus efficace que le CPP-ACPF [14]

La figure 5 récapitule ces informations.

Augmentation de la densité minérale : efficacité comparée

Lésions MIH légères

VF + TCP > VF seul [5] sur 1,5 mois
CPP-ACP=CPP-ACPF [1] sur 1 mois
CPP-ACPF = CaGP [13,14] sur 3 mois

Lésions MIH modérées

VF > VF + TCP [5] sur 1,5 mois
VF < CPP-ACP/F [9] sur 24 mois
CPP-ACP=CPP-ACPF [1] sur 1 mois
CPP-ACP < CaGP [14] sur 3 mois

Figure 5 : Efficacité comparée des techniques de reminéralisation sur l'augmentation de la densité minérale

La spectrométrie permet d'observer, en cas de reminéralisation effective, une diminution de C et une augmentation de Ca, P ; ce qui est le cas ici avec le CPP-ACP et le VF [3, 6],

Enfin, un émail plus lisse en MEB est observé en cas de reminéralisation, ce qui est le cas après utilisation de CPP-ACP [3], avec un dépôt minéral plus important avec le FV par rapport au CPP-ACP [6].

3.2. Concernant l'amélioration de l'hypersensibilité

Les outils utilisés pour objectiver la diminution de l'hypersensibilité sont des échelles visuelles de douleur : Visual Analog Scale (VAS) [7,10], le Schiff Score Air Sensitivity Scale (SCASS) [2,4] et le WBFS (Wong Baker Face Scale) [4].

Le succès est effectif pour tous les traitements testés :

- le scellement au CVI permet de réduire l'hypersensibilité de façon identique à un scellement composite, pour des lésions légères à modérées [4]
- le SDF réduit la sensibilité de façon égale au scellement SMART pour des lésions ICDAS 1 et 2 sur dents MIH [2]
- pour une efficacité dès 3 semaines le laser associé au FV est plus efficace que le FV seul [7].
- à 4 semaines le CPP ACP est plus efficace que CPP ACFP ou FV. L'ozone prolonge l'effet désensibilisant. [10]

- en cas de retraitement à 4 semaines, les effets de CPP ACP, CPP ACPF ou FV sont identiques sur la réduction de l'hypersensibilité [10]

La figure 6 récapitule ces informations.

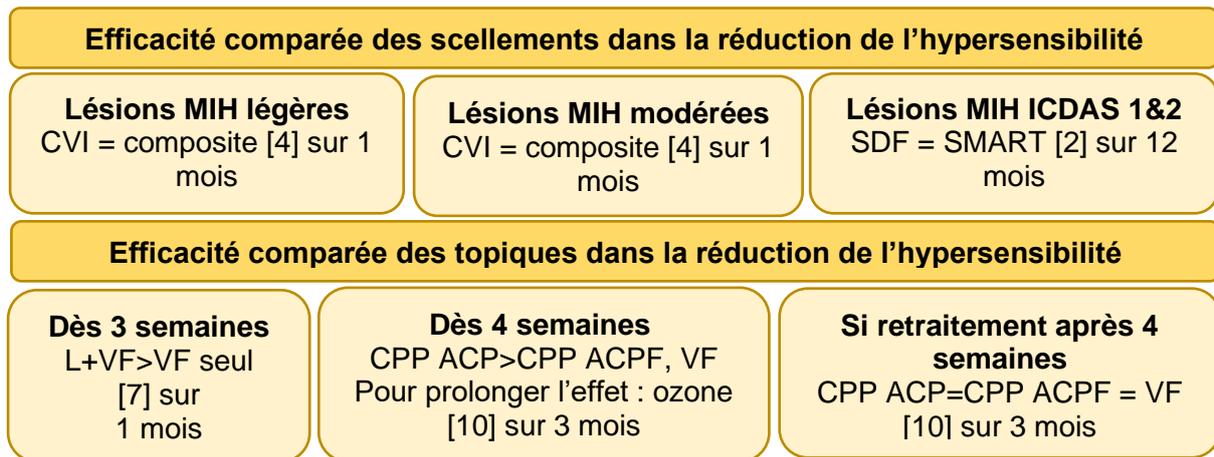


Figure 6 : Efficacité comparée des produits reminéralisants dans la réduction de l'hypersensibilité

3.3. Concernant la prévention contre les caries

L'outil utilisé pour objectiver la carie est la classification ICDAS [2, 8, 12]. Les résultats révèlent que :

- le SDF et SMART permettent de prévenir efficacement les caries à court terme (sur 12 mois) [2]
- le vernis fluoré ne permet pas de prévenir la survenue de caries, contrairement à l'infiltration de résine [8]
- le CVI permet de prévenir les caries, mais est moins efficace sur les lésions jaunes-marron [12]

3.4. Concernant la prévention des fractures post-éruptives

L'outil utilisé pour objectiver la présence de PEB est la photographie [8]. Les résultats sont les suivants :

- le FV ne permet pas de prévenir le PEB contrairement à l'infiltration de résine [8]
- le CVI ne permet pas de prévenir le PEB, d'autant plus si les lésions sont jaunes-marron [12]

La figure 7 récapitule ces informations.

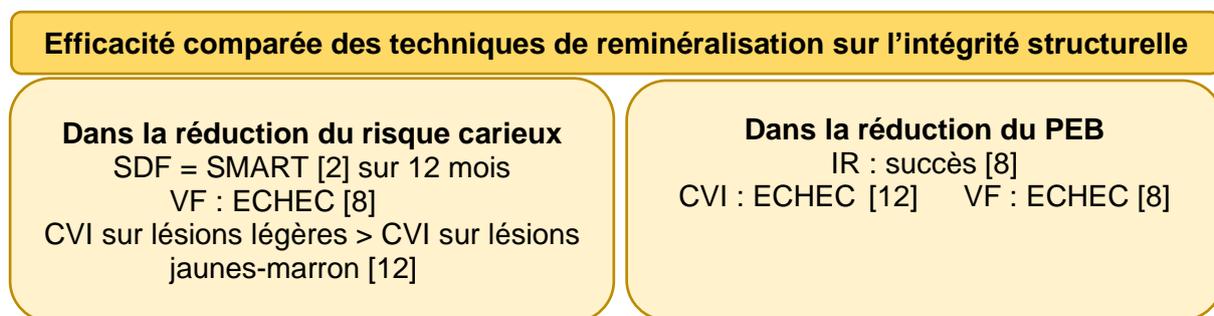


Figure 7 : Efficacité comparée des techniques de reminéralisation sur l'intégrité structurale

4. Protocole d'application des produits reminéralisants

Parmi les études sélectionnées pour cette revue systématique, les produits reminéralisants évalués sont les suivants :

- VF [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] et VF + TCP [5]
- SDF et SMART [2]
- CPP-ACP [1, 3, 5, 6, 9, 10] et CPP-ACPF [1, 9, 10, 13, 14]
- CaGP : [13, 14]
- CVI : [2, 4, 8, 12]

Auteurs, Année [nombre de lésions]	Produit utilisé	Hygiène quotidienne	Nettoyage	Séchage	Isolation	Restrictions	Répéter
1. Bakkal, Abbasoglu, & Kargul 2017 [38]	CPP-ACP	X	X	NR	NR	X	X
2. Ballikaya, Ünverdi, & Cehreli 2022 [106]	SDF / smart	NR	X	X	X	NR	NON
3. Baroni et Marchionni 2011 [30]	TCP	X	NR	NR	NR	NR	X
	CPP ACP	X	X	NR	NR	X	X
4. Bekes et al. 2022 [38]	Scellement	X	X	X	X	NR	NON
5. Biondi et al. 2017 [92]	VF / CPP ACP	X	NR	NR	NR	NR	X
6. Kumar et al. 2022 [30]	VF	X	NR	X	X	X	X
	CPP ACP	X	X	NR	NR	NR	X
7. Muniz et al. 2020 [214]	VF	X	X	X	X	X	X
8. Nogueira et al. 2021 [249]	VF	X	X	X	X	X	X
	Scellement	X	X	X	X	NR	NON
9. Olgen, Sonmez, et Bezgin 2022 [120]	VF	X	NON	X	NR	X	X
	CPP ACP	X	X	NR	NR	X	X
10. Özgül et al. 2013 [92]	VF / CPP ACP	X	X	X	X	NR	X
11. Restrepo et al. 2016 [51]	VF	X	X	X	NR	X	X
12. Schraeverus et al. 2021 [213]	Scellement	X	X	X	X	NR	NON
13. Sezer et al. 2022 [167]	CPP ACP / CaGP	X	X	NR	NR	X	X
14. Sezer et Kargul 2022 [401]	CPP-ACP / CaGP	X	NR	NR	NR	NR	X

Figure 8 : Tableau de protocole d'application des différents produits selon chaque article

4.1. Instructions d'hygiène quotidienne

Tous les patients inclus dans cette revue systématique [sauf étude de Ballikaya, Ünverdi, & Cehreli en 2022] ont reçu des instructions d'hygiène quotidienne : brossage avec un dentifrice fluoré à 950 ppm additionné de phosphate tricalcique [4] ou fluoré à 1000ppm [5,6,12, ou à 1450ppm [8,9,10,11,13,14].

La concentration en fluor du dentifrice n'est parfois pas précisée [1]. Une seule étude préconise aux patients de ne pas utiliser de brosse à dent ni dentifrice mais une compresse avec du fil dentaire [3].

4.2. Préalable : préparation des surfaces dentaires

Tout d'abord il convient de réaliser un nettoyage des surfaces dentaires à la brosse rotative et pâte à polir ou à la brosse à dents avec dentifrice [1,2,6,7,8,9,10,11,13], ou à la compresse et au fil dentaire [3]. Cette étape n'est pas spécifiée dans certaines études [4,5,12,14].

Vient ensuite la gestion de l'humidité par le séchage des surfaces dentaires [2,4,6,7,8,9,10,11,12], parfois non précisé [1,3,5,13,14], et l'isolation avec une digue [2,8], ou des rouleaux de coton [4,7,8,10,12], qui n'est pas non plus toujours précisée [1,3,5,6,9,11,13,14].

4.3. Application

La quantité à appliquer sur la surface dentaire varie 0,5 mL pour le vernis fluoré [6], une cuillère-mesure de 0,3gms pour le CPP-ACP [6], quelques gouttes [10] ou encore quantité équivalente à la taille d'un pois [14] d'une cacahuète [1], ou une quantité pré-dosée dans un plateau jetable [3]. Elle n'est pas renseignée dans les autres études [2,4,5,7,8,9,11,12,13].

La durée d'application varie de 1 [5], 2 [8,10], 5 [13] à 20 minutes [3]. NR [1,2,3,4,6,7,9,11,12,14]

L'outil d'application varie également entre un coton tige ou doigt propre [1,8,14], d'une micro-brosse ou micro-applicateur [2,4, 6,7,8,9,12], une boulette de coton [10]. Il n'est pas précisé pour les autres études [3,5,10,11,13].

Pour les CVI, une étape supplémentaire de polymérisation et de réglage de l'occlusion est nécessaire [2,4,8,12].

4.4. Restrictions post application

Il ne faut pas manger / boire pendant au moins 30 minutes [8], voire 2h [6,9] ou 4h [7, 9,11]. Cela n'est pas précisé pour certaines études [1,2,3,4,5,10,12,13,14].

4.5. Fréquence d'application

La fréquence d'application varie également :

- matin et soir [8,1,9,14],
- le soir avant le coucher [3,6,13],
- 4 applications à une semaine d'intervalle [7,8,9,11],
- 3 applications à deux semaines d'intervalle [5],
- 2 applications à quatre semaines d'intervalle [10],
- tous les trois mois [6].

Une seule application est nécessaire pour les scellements [2,4,8,12]

IV. DISCUSSION

Cette méta-analyse se base essentiellement sur des études cliniques randomisées, qui ont une bonne valeur statistique. Seules trois études prospectives ne sont pas randomisées [1, 3, 5]. Pour la plupart des études, il n'y a pas de groupe contrôle [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 8, 9, 10, 12, 13]. Le nombre de cas est parfois limité [1, 3, 4, 6, 11] et la taille d'échantillon prévue n'a pas toujours été atteinte [4,7]. Sur les 1841 lésions incluses dans cette méta-analyse, la moitié ont été suivies pendant une courte période : un mois voire un mois et demi pour 24% d'entre-elles, 3 mois pour 36% d'entre-elles.

Concernant la représentativité MIH de certains échantillons, on peut considérer que les résultats ne peuvent être comparables selon l'âge du patient : en effet, lors de l'éruption de la première molaire et incisive permanente, l'émail reste immature quelques temps : cela ouvre une fenêtre thérapeutique importante qui n'est alors plus la même lorsque l'on applique le même traitement sur des lésions MIH d'un enfant de 9 ans [6, 11, 13, 14]. De plus, il existe une variabilité structurelle intrinsèque de chaque lésion MIH. À ce jour, le diagnostic de MIH est effectué sur la base de l'aspect clinique des lésions, méthode subjective et peu fiable. La sensibilité, la spécificité et l'efficacité d'appareils comme DIAGNOdent justifieraient de les utiliser dès l'étape de sélection des lésions à inclure dans une étude.(24)

D'autre part, nous avons sélectionné quelques études qui incluait des dents présentant une fracture post éruptive [2,3, 7] ou encore des lésions ICDAS 1 et 2 [2, 9]. Pour autant, au vu des résultats unanimes d'efficacité des outils thérapeutiques, quelle que soit la fenêtre d'intervention (dès 6 ans ou plus tard) et quelle que soit la sévérité de la lésion, il semble que cela représente plutôt une force dans notre étude plutôt qu'une limite.

Certains biais ont pu affecter la validité des résultats. Pour ce qui est de l'évaluation de l'hypersensibilité, c'est une donnée qui peut être considérée comme subjective [2, 4, 7, 10]. Lorsqu'on aborde la sensibilité autodéclarée, on peut s'attendre à une réponse limitée de la part des enfants de six ans. Aussi, il est impossible de contrôler, pour les études concernées, la bonne utilisation des produits à domicile (CPP-ACP(F), CaGP) [1, 3, 6, 9, 13, 14]. Enfin, toutes les études ont imposé aux

participants une hygiène dentaire quotidienne avec utilisation de dentifrice fluoré, entre 1000 et 1450 ppm, ce qui peut influencer l'augmentation observée des minéraux.

Bien que les études sur la MIH sensibilisent de plus en plus les dentistes, aucun traitement standardisé n'existe actuellement. Les modalités de traitement varient considérablement en fonction de la gravité du défaut et des connaissances du chirurgien-dentiste (25), allant de la mise en place de mesures préventives à la réhabilitation voire à l'extraction, avec ou sans traitement orthodontique (26) (27).

Il convient de commencer un programme préventif dès l'apparition d'une dent atteinte de MIH (28). L'approche préventive va permettre de reminéraliser l'émail et ainsi améliorer les propriétés mécaniques, prévenir l'apparition de caries, et diminuer les sensibilités. Elle va permettre aussi de patienter jusqu'à ce que les enfants deviennent suffisamment matures pour comprendre et coopérer avec des procédures de traitement plus complexes.

Après plus de 50 ans de succès clinique, le fluorure est l'agent reminéralisant de référence. Lorsque le fluorure est appliqué sur les dents, il y a précipitation de minéraux, (29) inhibant ainsi la déminéralisation mais aussi l'hypersensibilité en raison du blocage de l'entrée des tubules dentinaires par les ions fluorure de sodium (30).

Le fluorure de diamine d'argent (SDF) est un agent efficace pour stabiliser les lésions carieuses actives grâce à l'effet reminéralisant du fluorure et aux propriétés antibactériennes de l'argent. Le SDF est utilisé seul ou en combinaison avec du CVI (technique SMART) (31) (32).

Le CPP-ACP agit comme un réservoir de phosphate de calcium qui tamponne les activités des ions calcium et phosphate libres (et des ions fluorure dans le CPP-ACFP). Il maintient un état de sursaturation par rapport à l'émail dentaire qui diminue la déminéralisation de l'émail et améliore la reminéralisation. (33) (34). Il présente également un intérêt esthétique, dans le masquage des lésions blanches de l'émail.(35) (36) avec une efficacité de CPP-ACFP meilleure que celle d'ICON. (37)

Le CaGP, est un phosphate organique qui a une affinité pour l'émail. Son mécanisme est basé sur la libération d'ions calcium et phosphate, la capacité tampon et à la réduction de la masse des biofilms. Il peut donc être utilisé dans le traitement des hypominéralisations et déminéralisations (38) (39).

Le scellement des sillons est une des procédures les plus largement utilisées en prévention des caries sur les surfaces occlusales (40). Sa procédure simplifiée est appréciable en dentisterie pédiatrique. À l'inverse du scellement à base de résine, le CVI est plus facile à appliquer et moins vulnérable à l'humidité(41), et se révèle indiqué lorsque la dent n'a pas complètement émergé et qu'un contrôle idéal de l'humidité est impossible (42). On note quand même une hypersensibilité plus élevée à la suite du scellement par rapport au vernis. (43)

Par cette méta-analyse, on sait que dans le cas de lésions légères de MIH, toutes les techniques reminéralisantes testées sont efficaces en termes de reminéralisation pure : VF, CPP-ACP, CPP-ACPF, CaGP. On peut même optimiser l'efficacité du VF en ajoutant du TCP pour ces lésions légères. Cela est vrai sur du court terme à 1 mois de traitement mais aussi sur du plus long terme, jusqu'à 24 mois.

En revanche, des différences d'efficacité se creusent dans le temps concernant les lésions modérées. Il semblerait alors qu'il serait plus judicieux de favoriser l'application de produits contenant du phosphate plutôt que du VF, et idéalement du CaGP plutôt que du CPP-ACP.

D'autres études seraient nécessaires pour pouvoir évaluer la densité minérale à la suite d'un scellement de sillons au CVI ou au SMART.

Concernant la réduction de l'hypersensibilité, qui est une conséquence de l'hypominéralisation, l'efficacité des techniques est indifférente à la sévérité de la lésion (légère ou modérée). La différence réside dans la rapidité d'action : il sera plus rapide d'obtenir une réduction de l'hypersensibilité par la mise en place d'un scellement de sillons (CVI, SMART) puisque cette technique ne nécessite pas plusieurs applications. Si on souhaite rester dans les topiques dentaires (VF, CPP-ACP/F) - puisqu'on sait qu'ils augmentent la densité minérale (contrairement aux scellements qui ne présentent aucune étude sur ce sujet) – et si on veut une efficacité dès un mois, on préférera l'application de CPP-ACP. On pourra utiliser l'ozone pour prolonger l'effet désensibilisant. Plusieurs études ont montré que l'ozone augmente le diamètre des tubules dentinaires, ce qui pourrait faciliter la pénétration de minéraux. (44) (45). Si on peut attendre un peu plus d'un mois de traitement, on pourra utiliser n'importe quel topique parmi le CPP-ACP, CPP-ACPF et VF qui auront alors la même efficacité.

Il serait intéressant réaliser une étude comparant l'utilisation du CVI et celle du SMART dans la réduction de l'hypersensibilité. Mais surtout, une étude pour évaluer la capacité du CaGP à réduire l'hypersensibilité dans le cadre de la MIH serait extrêmement intéressante afin de confirmer que cet outil si efficace dans l'augmentation de la densité minérale des lésions légères et modérées serait tout aussi efficace dans la réduction de l'hypersensibilité.

Peu d'informations sont apportées par cette revue systématique concernant l'intégrité structurelle. Le VF est inefficace dans la réduction du risque carieux et du PEB. Mais cette affirmation doit être nuancée par le fait que la prise en charge s'est faite trop tard (seulement à partir de 9 ans et sur des lésions jaune-marrons pour l'étude sur le VF). Le CVI, le SMART et SDF sont efficaces dans la réduction du risque carieux.

Le CVI ne protège pas du PEB. Cela avait déjà été affirmé dans d'autres études. Seule l'infiltration de résine a permis de prévenir le PEB. Pour autant, aucune étude n'a évalué l'efficacité des topiques CPP-ACP, CPP-ACPF ou CaGP sur la prévention des caries ou du PEB des dents atteintes de MIH. Des études seraient intéressantes à ce sujet, mais également d'autres études évaluant la capacité reminéralisante de l'infiltration de résine sur les dents atteintes de MIH.

V. CONCLUSION

Les techniques de reminéralisation ont montré d'excellents résultats. La clé du succès de la reminéralisation est sa mise en place le plus rapidement possible, dès l'éruption des dents de six ans. La coopération participe également à la réussite du traitement et le patient ne doit pas avoir de contre-indication à la reminéralisation (allergie aux protéines du lait par exemple pour CPP-ACP). Une rigueur de suivi doit être mise en place ce qui nécessite un réel sérieux de la part du patient. Lorsque un traitement invasif semble indésirable, la reminéralisation se révèle être la méthode de choix : elle permet de renforcer l'émail, de réduire l'hypersensibilité et de prévenir l'apparition de caries. Quelle que soit la durée de survie de la dent ayant été traitée par reminéralisation, la mise en place secondaire d'un traitement plus invasif pourra toujours être considéré. En retardant l'échéance d'une restauration, on fait ainsi gagner du temps au patient.

Pour les jeunes patients avec des atteintes légères à modérées, les traitements reminéralisants ne sont pas seulement l'option de traitement la plus conservatrice, elles sont sans doute la meilleure. Les chirurgiens-dentistes qui traitent des enfants en pleine croissance doivent donc prioriser cette solution dès l'éruption de la première molaire et de l'incisive permanente.

A l'heure actuelle, les techniques de reminéralisation pour les jeunes patients atteints de MIH ne sont pas toujours proposées, ou proposées trop tard. Les produits disponibles et leur efficacité sont encore trop peu utilisés. Pourtant, leur taux de réussite élevé doit amener les chercheurs à continuer les recherches sur ce sujet. D'autres études, sur une plus longue période, et incluant davantage de patients, pourraient confirmer les résultats ci-dessus, cela pourrait impliquer que la reminéralisation d'une dent atteinte de MIH, devienne systématique.

VI. BIBLIOGRAPHIE

1. Bakkal M, Abbasoglu Z, Kargul B. The Effect of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate on Molar-Incisor Hypomineralisation: ^[L]_[SEP]A Pilot Study. *Oral Health Prev Dent.* 2017;15(2):163-7.
2. Ballikaya E, Ünverdi GE, Cehreli ZC. Management of initial carious lesions of hypomineralized molars (MIH) with silver diamine fluoride or silver-modified atraumatic restorative treatment (SMART): 1-year results of a prospective, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* févr 2022;26(2):2197-205.
3. Baroni C, Marchionni S. MIH Supplementation Strategies: Prospective Clinical and Laboratory Trial. *J Dent Res.* mars 2011;90(3):371-6.
4. Bekes K, Amend S, Priller J, Zamek C, Stamm T, Krämer N. Hypersensitivity relief of MIH-affected molars using two sealing techniques: a 12-week follow-up. *Clin Oral Investig.* févr 2022;26(2):1879-88.
5. Biondi AM, Cortese SG, Babino L, Fridman DE. Comparison of Mineral Density in Molar Incisor Hypomineralization applying fluoride varnishes and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Acta Odontol Latinoam AOL.* déc 2017;30(3):118-23.
6. Kumar A, Goyal A, Gauba K, Kapur A, Singh SK, Mehta SK. An evaluation of remineralised MIH using CPP-ACP and fluoride varnish: An in-situ and in-vitro study. *Eur Arch Paediatr Dent Springer Sci Bus Media BV.* févr 2022;23(1):79-87.
7. Muniz RSC, Carvalho CN, Aranha ACC, Dias FMCS, Ferreira MC. Efficacy of low-level laser therapy associated with fluoride therapy for the desensitisation of molar-incisor hypomineralisation: Randomised clinical trial. *Int J Paediatr Dent.* mai 2020;30(3):323-33.
8. Nogueira VKC, Mendes Soares IP, Fragelli CMB, Boldieri T, Manton DJ, Bussaneli DG, et al. Structural integrity of MIH-affected teeth after treatment with fluoride varnish or resin infiltration: An 18-Month randomized clinical trial. *J Dent.* févr 2021;105:103570.

9. Olgen IC, Sonmez H, Bezgin T. Effects of different remineralization agents on MIH defects: a randomized clinical study. *Clin Oral Investig*. mars 2022;26(3):3227-38.
10. Özgül BM, Saat S, Sönmez H, Öz FT. Clinical evaluation of desensitizing treatment for incisor teeth affected by molar-incisor hypomineralization. *J Clin Pediatr Dent*. déc 2013;38(2):101-5.
11. Restrepo M, Jeremias F, Santos-Pinto L, Cordeiro RC, Zuanon AC. Effect of Fluoride Varnish on Enamel Remineralization in Anterior Teeth with Molar Incisor Hypomineralization. *J Clin Pediatr Dent*. 2016;40(3):207-10.
12. Schraeverus MS, Olegário IC, Bonifácio CC, González APR, Pedroza M, Hesse D. Glass Ionomer Sealants Can Prevent Dental Caries but Cannot Prevent Post-eruptive Breakdown on Molars Affected by Molar Incisor Hypomineralization: One-Year Results of a Randomized Clinical Trial. *Caries Res*. 2021;55(4):301-9.
13. Sezer B, Tuğcu N, Çalışkan C, Durmuş B, Kupets T, Bekiroğlu N, et al. Effect of casein phosphopeptide amorphous calcium fluoride phosphate and calcium glycerophosphate on incisors with molar-incisor hypomineralization: A cross-over, randomized clinical trial. *Biomed Mater Eng*. 2022;33(4):325-35.
14. Sezer B, Kargul B. Effect of Remineralization Agents on Molar-Incisor Hypomineralization-Affected Incisors: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Clin Pediatr Dent*. 1 mai 2022;46(3):192-8.
15. Weerheijm KL, Duggal M, Mejare I, Papagiannoulis L, Koch G, Martens LC, et al. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003. *Eur J Paediatr Dent*. sept 2003;4(3):110-3.
16. Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S, Bekes K, Manton DJ, Krois J. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J Dent*. janv 2018;68:10-8.
17. Zhao D, Dong B, Yu D, Ren Q, Sun Y. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent*. mars 2018;28(2):170-9.

18. Alaluusua S. Aetiology of Molar-Incisor Hypomineralisation: A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent*. 1 avr 2010;11(2):53-8.
19. Garot E, Rouas P, Somani C, Taylor GD, Wong F, Lygidakis NA. An update of the aetiological factors involved in molar incisor hypomineralisation (MIH): a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent*. févr 2022;23(1):23-38.
20. Elhennawy K, Jost-Brinkmann PG, Manton DJ, Crombie F, Zaslansky P, Schwendicke F, et al. Structural, mechanical and chemical evaluation of molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review. *Arch Oral Biol*. nov 2017;83:272-81.
21. Jälevik B, Norén JG. Enamel hypomineralization of permanent first molars: a morphological study and survey of possible aetiological factors. *Int J Paediatr Dent*. 1 déc 2000;10(4):278-89.
22. Fagrell TG, Dietz W, Jälevik B, Norén JG. Chemical, mechanical and morphological properties of hypomineralized enamel of permanent first molars. *Acta Odontol Scand*. 1 juill 2010;68(4):215-22.
23. Jälevik B, Odelius H, Dietz W, Norén J. Secondary ion mass spectrometry and X-ray microanalysis of hypomineralized enamel in human permanent first molars. *Arch Oral Biol*. mars 2001;46(3):239-47.
24. Sheehy EC, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D, Zoitopoulos L. Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for in vivo diagnosis of occlusal caries. *Caries Res*. déc 2001;35(6):421-6.
25. J. C, P. R, T. C, D. J. M, M. J. B, E. G, et al. Knowledge and Management of First Permanent Molars with Enamel Hypomineralization among Dentists and Orthodontists. *J Clin Pediatr Dent*. janv 2020;44(1):20-7.
26. Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: A systematic review. *J Dent*. déc 2016;55:16-24.

27. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, Espelid I. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* avr 2010;11(2):75-81.
28. Ghanim A, Silva MJ, Elfrink MEC, Lygidakis NA, Mariño RJ, Weerheijm KL, et al. Molar incisor hypomineralisation (MIH) training manual for clinical field surveys and practice. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* août 2017;18(4):225-42.
29. Tenuta LMA, Cury JA. Fluoride: its role in dentistry. *Braz Oral Res.* 2010;24 Suppl 1:9-17.
30. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *J Can Dent Assoc.* avr 2003;69(4):221-6.
31. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *Int Dent J.* 1 avr 2018;68(2):67-76.
32. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *J Calif Dent Assoc.* janv 2016;44(1):16-28.
33. Li J, Xie X, Wang Y, Yin W, Antoun JS, Farella M, et al. Long-term remineralizing effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) on early caries lesions in vivo: a systematic review. *J Dent.* juill 2014;42(7):769-77.
34. Reynolds E. Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? *Aust Dent J.* 1 sept 2008;53(3):268-73.
35. Mastroberardino S, Campus G, Strohmenger L, Villa A, Cagetti MG. An Innovative Approach to Treat Incisors Hypomineralization (MIH): A Combined Use of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Hydrogen Peroxide-A Case Report. *Case Rep Dent.* 2012;2012:379593.

36. Bhandari R, Thakur S, Singhal P, Chauhan D, Jayam C, Jain T. In vivo Comparative Evaluation of Esthetics after Microabrasion and Microabrasion followed by Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Fluoride Phosphate on Molar Incisor Hypomineralization-Affected Incisors. *Contemp Clin Dent*. mars 2019;10(1):9-15.
37. Baafif HA, Alibrahim IF, Alotaibi SH, Alharbi HG, Shubaily MN, Elkatehy WMA. The Efficacy of Resin Infiltrant and Casein Phosphopeptide-amorphous Calcium Fluoride Phosphate in Treatment of White Spot Lesions (Comparative Study). *J Int Soc Prev Community Dent*. août 2020;10(4):438-44.
38. Santos SS, Delbem ACB, Moraes JCS, Souza JAS, Oliveira LQC, Pedrini D. Resin-modified glass ionomer containing calcium glycerophosphate: physico-mechanical properties and enamel demineralization. *J Appl Oral Sci Rev FOB*. 21 févr 2019;27:e20180188.
39. Wegehaupt FJ, Schleich J, Hamza B, Wiedemeier D, Attin T. Performance of a newly developed mineral gel system on erosive and erosive/abrasive enamel loss. An in vitro study. *Swiss Dent J*. 15 oct 2018;128(10):790-7.
40. Beiruti N, Frencken JE, van 't Hof MA, van Palenstein Helderma WH. Caries-preventive effect of resin-based and glass ionomer sealants over time: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*. déc 2006;34(6):403-9.
41. Cvikl B, Moritz A, Bekes K. Pit and Fissure Sealants-A Comprehensive Review. *Dent J*. 12 juin 2018;6(2).
42. Kopperud SE, Pedersen CG, Espelid I. Treatment decisions on Molar-Incisor Hypomineralization (MIH) by Norwegian dentists - a questionnaire study. *BMC Oral Health*. 4 juill 2016;17(1):3.
43. Fütterer J, Ebel M, Bekes K, Klode C, Hirsch C. Influence of customized therapy for molar incisor hypomineralization on children's oral hygiene and quality of life. *Clin Exp Dent Res*. févr 2020;6(1):33-43.
44. Steier L. *Ozone: The Revolution in Dentistry*. 2004.

45. Raafat Abdelaziz R, Mosallam RS, Yousry MM. Tubular occlusion of simulated hypersensitive dentin by the combined use of ozone and desensitizing agents. *Acta Odontol Scand.* nov 2011;69(6):395-400.

Titre : Techniques de reminéralisation et MIH : revue systématique de la littérature

Résumé :

Introduction : L'hypominéralisation des molaires et incisives permanentes (MIH) se caractérise par un défaut de minéralisation de l'émail des premières molaires et incisives permanentes, engendrant une hypersensibilité, un risque accru d'apparition de lésions carieuses et des fractures secondaires. Dans une vision toujours plus conservatrice et préventive, il conviendrait de prendre en charge le plus tôt possible ces lésions afin de les reminéraliser. Cette revue de la littérature a pour objectif d'évaluer la documentation sur ce sujet. **Matériels :** 14 articles sur les techniques de reminéralisation des dents atteintes de MIH ont été sélectionnés pour cette revue de la littérature. Les mots clés « Molar incisor hypomineralization » « remineralization » « hypersensitivity » « sealant » ont été appliqués dans différentes bases de données. Ces articles sont des essais comparatifs randomisés et non randomisés. **Résultats :** Les techniques de reminéralisation permettent efficacement de reminéraliser l'émail, réduire l'hypersensibilité et le risque carieux. **Discussion :** Le succès des techniques de reminéralisation trouve ses limites dans le cas de lésions plus sévères, pour lesquelles elles ne permettent pas de lutter contre le PEB. **Conclusion :** Les techniques de reminéralisation semblent être un moyen efficace de renforcer l'émail dentaire des dents hypominéralisées, d'en réduire la sensibilité et de prévenir les caries. Elles permettent de reporter des techniques de soin plus invasives. Cependant des études sur une plus longue période sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Mots clés :

« Molar incisor hypomineralization » « remineralization » « hypersensitivity »
« sealant »

Title: Remineralization techniques and MIH: systematic literature review

Summary :

Introduction: Hypomineralization of permanent molars and incisors (MIH) is characterized by a lack of mineralization of the enamel of the first permanent molars and incisors, resulting in hypersensitivity, an increased risk of carious lesions and secondary fractures. In an increasingly conservative and preventive vision, it would be advisable to manage these lesions as early as possible in order to remineralize them. The purpose of this literature review is to evaluate the literature on this subject.

Materials: 14 articles on remineralization techniques for teeth with MIH were selected for this literature review. The keywords "Molar incisor hypomineralization" "remineralization" "hypersensitivity" "sealant" were applied in different databases. These articles were randomized and non-randomized controlled trials. **Results:** Remineralization techniques are effective in remineralizing enamel, reducing hypersensitivity and caries risk. **Discussion:** The success of remineralization techniques is limited in the case of more severe lesions, for which they do not allow to fight against the PEB. **Conclusion:** Remineralization techniques seem to be an effective way to strengthen the tooth enamel of hypomineralized teeth, to reduce their sensitivity and to prevent caries. They allow postponing more invasive treatment techniques. However, studies over a longer period of time are needed to confirm these results.

Key words :

"Molar incisor hypomineralization" "remineralization" "hypersensitivity" "sealant"

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 :

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

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.

