

Année 2022

N° 3807

**MIH : QUELLES PRISES EN CHARGE THÉRAPEUTIQUES EN
2021 ? REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par :

LESHAF Radia

Le 31 mai 2022 devant le jury ci-dessous

Présidente : Madame le Professeur Fabienne PEREZ

Assesseur : Madame le Docteur Sylvie DAJEAN - TRUTAUD

Assesseur : Madame le Docteur Fabienne JORDANA

Membre invité : Monsieur le Docteur Zakariae IBN ATTYA ANDALOUSSI

Directrice de thèse : Madame le Professeur Serena LOPEZ

 Nantes Université	Présidente - Pr BERNAULT Carine
 Pôle Santé UFR Odontologie	Doyen - Pr SOUEIDAN Assem
	Asseseurs Dr GAUDIN Alexis Pr LE GUEHENNEC Laurent Pr LESCLOUS Philippe

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	
Mme ALLIOT-LICHT Brigitte	Mme LOPEZ Serena
M AMOURIQ Yves	Mme PEREZ Fabienne
Mme CHAUX Anne-Gaëlle	M. WEISS Pierre
M. LABOUX Olivier	

Professeur des Universités
M. BOULER Jean-Michel

Maitre de conférence des Universités
Mme VINATIER Claire

Professeur Emérite
M. GIUMELLI Bernard

Enseignants Associés	
M. GUIHARD Pierre (Professeur Associé)	M. BANDIAKY Octave (Assistant Associé)
Mme LOLAH Aoula (Assistant Associé)	

Maitres de conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D
M. AMADOR DEL VALLE Gilles	M. ALLIOT Charles
Mme ARMENGOL Valérie	Mme CLOUET Roselyne
Mme BLERY Pauline	M. EVRARD Lucas
M. BODIC François	M. GUIAS Charles
Mme CLOITRE Alexandra	M. GUILLEMIN Maxime
Mme DAJEAN-TRUDAUD Sylvie	Mme HASCOET Emilie
M. DENIS Frédéric	Mme HEMMING Cécile
Mme ENKEL Bénédicte	M. HIBON Charles
M. HOORNAERT Alain	M. KERIBIN Pierre
Mme HOUCHMAND-CUNY Madline	Mme OYALLON Mathilde
Mme JORDANA Fabienne	Mme QUINSAT Victoire Eugenie
M. LE BARS Pierre	M. REMAUD Matthieu
M. NIVET Marc-Henri	M. RETHORE Gildas
M. PRUD'HOMME Tony	M. SERISIER Samuel
Mme RENARD Emmanuelle	Mme TISSERAND Lise
M. RENAUDIN Stéphane	
M. STRUILLOU Xavier	
M. VERNER Christian	

Praticiens Hospitaliers	
Mme DUPAS Cécile	Mme HYON Isabelle

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Remerciements

A Madame le Professeur Fabienne PEREZ

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Toulouse

Habilitée à Diriger les Recherches

Chef du département d'Odontologie Conservatrice - Endodontie

Chef du Service d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique

- Nantes -

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury,

Pour la qualité de vos enseignements et de votre accompagnement clinique,

Pour votre rigueur, votre pédagogie, le partage de vos connaissances et la qualité de vos conseils cliniques,

Ça a été un réel honneur pour moi de vous assister lors de ma 4^{ème} année, être à vos côtés m'a donné envie de toujours aller chercher l'excellence et de donner le meilleur de moi-même,

Veillez trouver ici mes plus sincères remerciements, mon admiration et ma reconnaissance.

A Madame le Professeur Serena LOPEZ

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilitée à Diriger les Recherches

Chef du Département d'Odontologie Pédiatrique

- Nantes -

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse,

Pour votre aide précieuse, votre implication et votre disponibilité,

Pour la qualité et la rapidité de vos corrections,

Pour la qualité de vos enseignements et de votre accompagnement clinique,

Veillez trouver ici mes plus sincères remerciements ainsi que le témoignage de mon respect et de ma gratitude.

A Madame le Docteur Sylvie DAJEAN-TRUTAUD

Maître de Conférences des Universités

Praticien hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département d'odontologie pédiatrique

- Nantes -

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury.

Pour la qualité de vos enseignements théoriques et cliniques dispensés au cours de mes études.

Pour votre bienveillance, votre écoute et votre sensibilité.

Veillez trouver ici mes plus sincères remerciements et le témoignage de mon respect.

A Madame le Docteur Fabienne JORDANA

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Bordeaux

Habilité à Diriger les Recherches

Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie

- Nantes -

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury.

Pour la qualité de vos enseignements théoriques et cliniques dispensés au cours de mes études.

Pour votre disponibilité et votre gentillesse auprès des étudiants.

Veillez trouver ici mes plus sincères remerciements et le témoignage de mon respect.

A Monsieur le Docteur Zakariae IBN ATTYA ANDALOUSSI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Attaché hospitalier au sein du département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

Exercice libéral

- Nantes -

Mon ami, mon frère de cœur et mon plus fidèle camarade de promotion,

C'est un honneur et une grande fierté de pouvoir te compter parmi le jury de ma thèse,

Tu as été un soutien infailible depuis le premier jour, je ne te remercierai jamais assez pour ta bienveillance, ta compassion, ta gentillesse et ta dévotion amicale.

Merci de constamment vouloir me tirer vers le haut,

Veilles trouver ici l'expression de ma gratitude, de mon profond respect et de ma sincère amitié.

Table des matières

<i>Introduction</i>	11
I. Généralités	12
1. Prévalence	12
2. Critères diagnostiques et caractéristiques cliniques	14
3. Classifications	15
4. Conséquences	18
5. Diagnostics différentiels	20
a. <i>Amélogenèse imparfaite</i>	20
b. <i>Fluorose</i>	20
c. <i>Hypominéralisation traumatique</i>	21
d. <i>White spots</i>	21
6. Hypothèses étiologiques	22
a. <i>Facteurs systémiques</i>	22
b. <i>Facteurs environnementaux</i>	23
c. Possible prédisposition génétique	24
II. Analyse de la littérature	25
1. Objectifs	25
2. Matériels et méthodes	25
a. <i>Critères d'inclusion</i>	25
b. <i>Stratégie de recherche</i>	25
3. Résultats	26
a. <i>Prévention</i>	26
b. <i>Gestion de la douleur et anesthésie</i>	30
c. <i>Restaurations des molaires MIH</i>	31
d. <i>Extractions</i>	34
e. <i>Revue systématique de la littérature</i>	35
4. Discussion	37
<i>Conclusion</i>	40
<i>Bibliographie</i>	41
<i>Index des figures</i>	46
<i>Index des tableaux</i>	46

Introduction

La gestion des anomalies de développement dentaire constitue une part non négligeable de l'exercice omnipratique d'aujourd'hui. La connaissance de leurs étiologies et de leurs modalités de traitement sont alors indispensables au praticien pour prodiguer des soins adaptés.

Ces anomalies – pouvant prendre plusieurs formes et toucher plusieurs substrats – ont été le sujet de nombreuses études. Parmi celle-ci, une en particulier ne cesse de susciter de l'intérêt par sa prévalence et ses manifestations multiples. Anciennement décrite comme opacité idiopathique de l'émail puis définie sous plusieurs noms selon les auteurs, c'est finalement le terme de MIH (Molar Incisor Hypomineralisation) ou HMI en français (hypominéralisation des molaires et des incisives) qui lui fut choisi en 2001 par l'EAPD. La MIH est définie alors comme un défaut qualitatif de minéralisation de l'émail d'origine systémique atteignant au moins une première molaire permanente, associée ou non à une atteinte des incisives permanentes. (1)

Malgré les nombreuses études réalisées ces vingt dernières années, la gestion de ce défaut reste un réel challenge diagnostique et thérapeutique pour les praticiens qui se trouvent en difficulté face à des patients dont la prise en charge est complexe par la fragilité de l'émail et l'inflammation pulpaire chronique.

L'objectif de ce travail consistera donc dans un premier temps en une présentation de l'état actuel des connaissances autour de la MIH, pour ensuite passer en revue la littérature contemporaine traitant des différentes prises en charge de cette pathologie.

I. Généralités

1. Prévalence

La prévalence de la MIH varie selon les études mais il est difficile de comparer les études entre elles. En effet, elles ne considèrent pas toutes les mêmes critères d'inclusion, la même population, ou les mêmes critères diagnostiques bien qu'ils aient été définis par l'EAPD en 2001. (2)

Néanmoins, 2 grandes méta-analyses récentes ont donné une prévalence mondiale moyenne variant de 13 à 14%.

La méta analyse de *Zhao et al* publiée en 2018 repose sur une sélection de 70 articles cumulant un total de 89520 personnes. Parmi les conclusions de cette méta-analyse, on note : (3)

- Une prévalence mondiale moyenne de 14,2%
- Des variations entre les pays pouvant être expliquées par des variations ethniques et génétiques, des différences environnementales, des échantillons de tailles différentes, et enfin l'utilisation de critères diagnostiques différents
- Aucune différence significative entre hommes et femmes

Schwendicke et al ont réalisé en 2018 une méta-analyse basée sur le modèle du « Global Burden of Disease » (GBD: *organisme indépendant dont l'objectif est de trouver l'épidémiologie de différentes maladies*). Ils avaient pour objectif d'analyser l'incidence et la prévalence de la maladie au sein d'espaces géographiques définis par le GBD comme des « super-régions » et « régions » du monde où les conditions socio-économiques et environnementales sont similaires, permettant ainsi d'estimer une prévalence dans les pays où aucune étude n'a été menée, où il n'y pas d'informations épidémiologiques.

De cette méta-analyse découle une prévalence moyenne de 13,1% avec une différence significative entre les différentes super-régions (30% en Amérique du Nord, 15% en Europe occidentale, 11% en Afrique subsaharienne). (4)

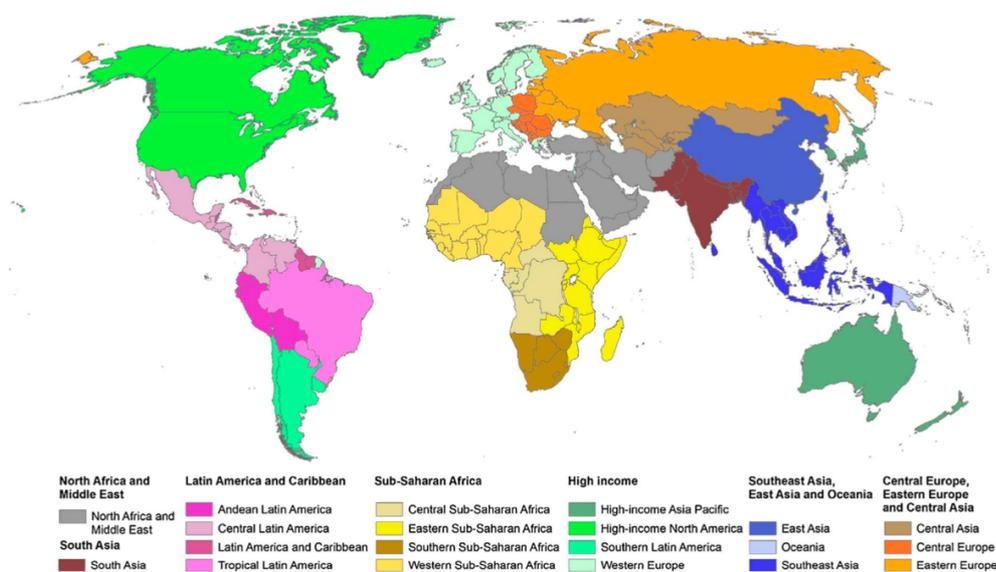


Figure 1 : Répartition des super régions et régions dans les études du GBD (4)

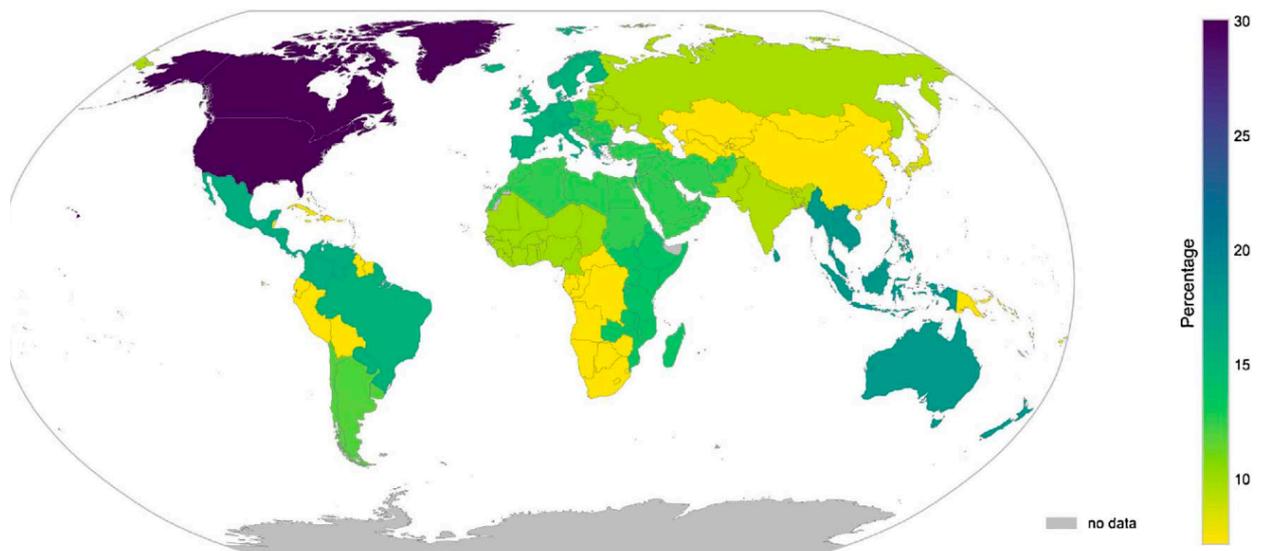


Figure 2 : Prévalence de la MIH à l'échelle des régions (4)

En France, une seule étude épidémiologique datant de 2018 a été réalisée dans le Sud-Ouest de la France auprès d'un échantillon de 856 enfants. Une prévalence de 18,5% a été mise en évidence. (5)

2. Critères diagnostiques et caractéristiques cliniques

Dans le but de faciliter le diagnostic et de pouvoir standardiser les études, l'EAPD a défini en 2003 des critères diagnostiques. Ces critères sont valables pour un examen sur dent propre et humide, chez un patient de 8 ans idéalement (âge où les premières molaires permanentes et incisives sont en bouche). (1) Quatre critères majeurs ont été énoncés :

<p>Présence d'opacités</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Email localement opaque, avec une nette démarcation avec l'émail sain - Lésions asymétriques - Couleur variable : blanc/crémeux/jaune/brun - Email d'épaisseur normale mais non translucide (défaut qualitatif et non quantitatif à la base) - Opacités localisées sur au moins une des 4 molaires, +/- incisives permanentes <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Figure 3 : Opacités amélares allant du blanc (à droite) au jaune brun (à gauche) (6)</i></p>
<p>Pertes de substances post-éruptives</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dues au clivage de l'émail du fait des forces de mastication - Fréquemment associées à des opacités amélares préexistantes <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Figure 4 : Illustration de pertes de substances post éruptives (6)</i></p>
<p>Restaurations coronaires atypiques</p>	<p>Traduisant une lésion antérieure. On note souvent une extension de la restauration sur les faces palatines ou vestibulaires</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Figure 5 : Illustrations de restaurations atypiques (6)</i></p>
<p>Extractions des molaires permanentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Molaire permanente absente avec présence d'une opacité amélaire sur la molaire controlatérale - Si extraction d'une molaire permanente alors que les autres sont saines, on peut rechercher la présence d'opacités sur les incisives

Tableau 1 : Critères diagnostiques de la MIH énoncés par l'EAPD (1)

3. Classifications

Historiquement, des index et classifications concernant les défauts de développement amélaire avaient été proposés et utilisés dans certaines études sur la MIH :

- **DDE index** (Developmental defects of enamel index): proposée en 1982, cette classification se base sur plusieurs critères pour différencier les défauts de développement amélaire. Cependant, étant complexe et difficile à appliquer cliniquement, elle n'est pas adaptée à la MIH. (7)
- **mDDE index** (modified DDE index): introduite en 1989, c'est une version modifiée du DDE. Cette classification reste assez vaste et n'est toujours pas idéale pour la MIH étant donné qu'elle prend en compte tous les défauts amélaire, qu'elle ne se limite pas aux défauts des incisives et des molaires et surtout qu'elle ne prend pas en compte la perte de substance amélaire post-éruptive. (8)
- **EDI enamel defects index** (Brooks 2001): classification qui prend en compte les pertes de substances post-éruptives mais qui n'est toujours pas adaptée à la classification des lésions MIH car elle ne fait pas la différence entre les opacités amélaire diffuses et circonscrites – alors que c'est une des différences majeures entre MIH et fluorose ; et exclue les dents cariées ou celles sur lesquelles on trouve de large restaurations alors qu'il existe une très forte corrélation entre MIH, carie et restaurations atypiques. (9)

Suite à la détermination des critères diagnostiques par l'EAPD en 2003, des nouvelles classifications spécifiques à la MIH ont vu le jour ; elles se basent sur la sévérité de l'atteinte :

- Ogden et *al* en 2008 ont été les premiers à préciser le degré de sévérité de la MIH en distinguant 3 degrés : (10)
 - o Atteinte légère : défaut présent sur moins de 30% de la surface dentaire
 - o Atteinte modérée : défaut présent sur 30 à 50% de la surface dentaire
 - o Atteinte sévère : défaut présent sur plus de 50% de la surface dentaire
- Lygidakis et *al* en 2010 proposent une classification à 2 groupes selon différents critères : (11)

	Atteinte légère	Atteinte sévère
Opacité	Opacité bien démarquée et non associée à une perte de substance post-éruptive	Opacité bien délimitée associée à une perte de structure ou une lésion carieuse
Sensibilité	Sensibilités occasionnelles liées à des stimuli thermiques uniquement (absence de douleurs au brossage)	Hypersensibilité compliquant le brossage ou l'alimentation
Préjudice esthétique	Coloration des incisives n'induisant pas de préjudice esthétique pour le patient	Colorations des incisives ayant un impact socio-psychologique pour le patient

Tableau 2 : Index de sévérité de Lygidakis (11)

Puis sont apparus des index permettant de guider la thérapeutique selon le degré de sévérité :

- **Index de sévérité** de Wright proposé en 2015 : index spécifique à la MIH qui détermine 3 degrés de sévérité pouvant varier d'une dent à l'autre chez un même patient. De cet index découle une prise en charge particulière selon le degré de sévérité. (12)
Il prend en compte plusieurs critères :

	Atteinte légère	Atteinte modérée	Atteinte sévère
Aspect coronaire	Opacités circonscrites ne touchant pas des zones de contraintes occlusales	Opacités circonscrites touchant le 1/3 occlusal ou incisal	Atteinte coronaire de grande étendue, possible atteinte pulpaire, restaurations atypiques
Fracture amélaire post-éruptive	Pas de fracture amélaire associées	Pas de perte de substance amélaire quand la dent est en cours d'éruption mais possible perte de substance plus tard, sans implication cuspidienne	Fracture amélaire post-éruptive souvent lors de l'éruption
Caries	Pas de carie associée	Possible carie associée	Caries de grandes étendues avec localisation atypiques (P, V)
Hypersensibilité	Sensibilité normale	Sensibilité +/- normale, brossage non douloureux	Hypersensibilité chaud/froid, brossage difficile
Conséquence esthétique	Atteintes incisives légères voire quasi inexistantes	Parents souvent préoccupés par apparence esthétique des incisives	Préjudice esthétique important

Tableau 3 : Index de sévérité de Wright (12)

- **MIH-TNI** (MIH treatment need index) crée par Steffen et al en 2017, basé sur l'exemple du CPITN (community periodontal index of treatment needs). L'objectif de cet index est quadruple : (13)
 - o Développer un gradient thérapeutique basé sur l'index
 - o Pouvoir appliquer l'index de façon individuelle à chaque patient
 - o Prendre en compte à la fois l'étendue du défaut et les problèmes d'hypersensibilité
 - o Permettre un diagnostic uniforme en recherche clinique rendant son utilisation pertinente

Index	Définition		
Index 0	Pas de MIH		
Index 1	Lésion caractéristique MIH mais <ul style="list-style-type: none"> - sans hypersensibilité - sans fracture amélaire post-éruptive 		
Index 2	Lésion caractéristique MIH <ul style="list-style-type: none"> - sans hypersensibilité - avec fracture amélaire post-éruptive 	2a	Perte émail < 1/3 du défaut
		2b	1/3 < perte émail < 2/3 du défaut
		2c	Perte émail > 2/3 du défaut +/- atteinte pulpaire +/- extraction +/- restauration atypique
Index 3	Lésion caractéristique MIH <ul style="list-style-type: none"> - avec hypersensibilité - sans fracture amélaire post-éruptive 		
Index 4	Lésion caractéristique MIH <ul style="list-style-type: none"> - avec hypersensibilité - avec fracture amélaire post-éruptive 	4a	Perte émail < 1/3 du défaut
		4b	1/3 < perte émail < 2/3 du défaut
		4c	Perte émail > 2/3 du défaut +/- atteinte pulpaire +/- extraction +/- restauration atypique

Tableau 4 : MIH TNI index (13)

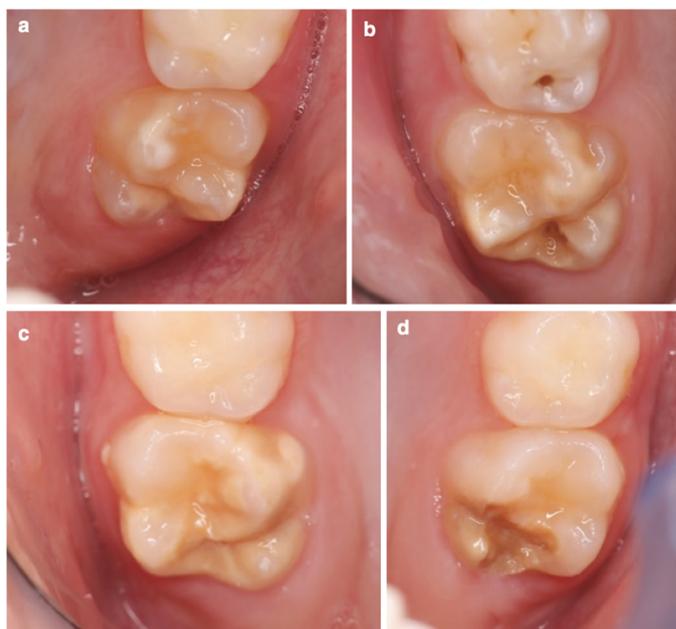


Figure 6 : Illustrations des index MIH TNI: a) Index 1 b) Index 2 c) Index 3 d) Index 4 (6)

4. Conséquences

Les conséquences de la MIH sont nombreuses et peuvent avoir un impact sur la qualité de vie du patient. Outre le préjudice esthétique qui peut nuire au développement psychologique de l'enfant, on peut aussi avoir un risque carieux augmenté, ou de l'hypersensibilité. (14)

Hypersensibilité	<ul style="list-style-type: none">- Présente d'emblée ou peut aussi apparaître suite à la perte de substance post-éruptive (15)- Principalement due aux variations thermiques (air, eau) ou aux stimuli mécaniques (brossage) appliqués sur une dentine exposée ou sur un émail poreux (15)- Peut induire une inflammation pulpaire chronique (15)- Peut induire une baisse ou un arrêt complet du brossage (16)- Peut induire une douleur chronique qui crée de l'anxiété ou une baisse de coopération chez le dentiste (16)
Risque carieux augmenté	Conséquence d'un émail mou et poreux ainsi que d'un mauvais brossage (conséquence de l'hyperesthésie). Selon les études les enfants atteints de MIH ont 2 à 4 fois plus de chances d'avoir des caries. (11,17)
Esthétique	Dépend du degré de sévérité de l'atteinte des incisives, mais peut porter préjudice au développement psychologique de l'adolescent. Ce sont souvent les parents qui font la demande d'une réhabilitation esthétique, l'enfant étant trop jeune pour s'en soucier. (18)
Anxiété	Les patients avec une MIH sont souvent difficiles à anesthésier. Cette difficulté d'anesthésie, combinée à la nécessité de réintervenir souvent pour remplacer des restaurations imparfaites, conduit à une anxiété majorée chez le patient compliquant ainsi la prise en charge. (14,19)

Tableau 5 : Conséquences de la MIH

Les conséquences multiples de la MIH entraînent ce que Rouas appelle la **Spirale du délabrement dentaire**. En effet, l'hyperesthésie et l'exposition dentinaire conduisent l'enfant à se brosser les dents moins souvent et plus rapidement, ce qui complique le contrôle de plaque et rend nécessaire un contrôle régulier chez le dentiste pour palier au risque carieux élevé. Les difficultés d'anesthésie augmentant l'anxiété de l'enfant, ce dernier refuse de se laisser soigner conduisant à un délabrement majoré de dents initialement fragiles. (14)

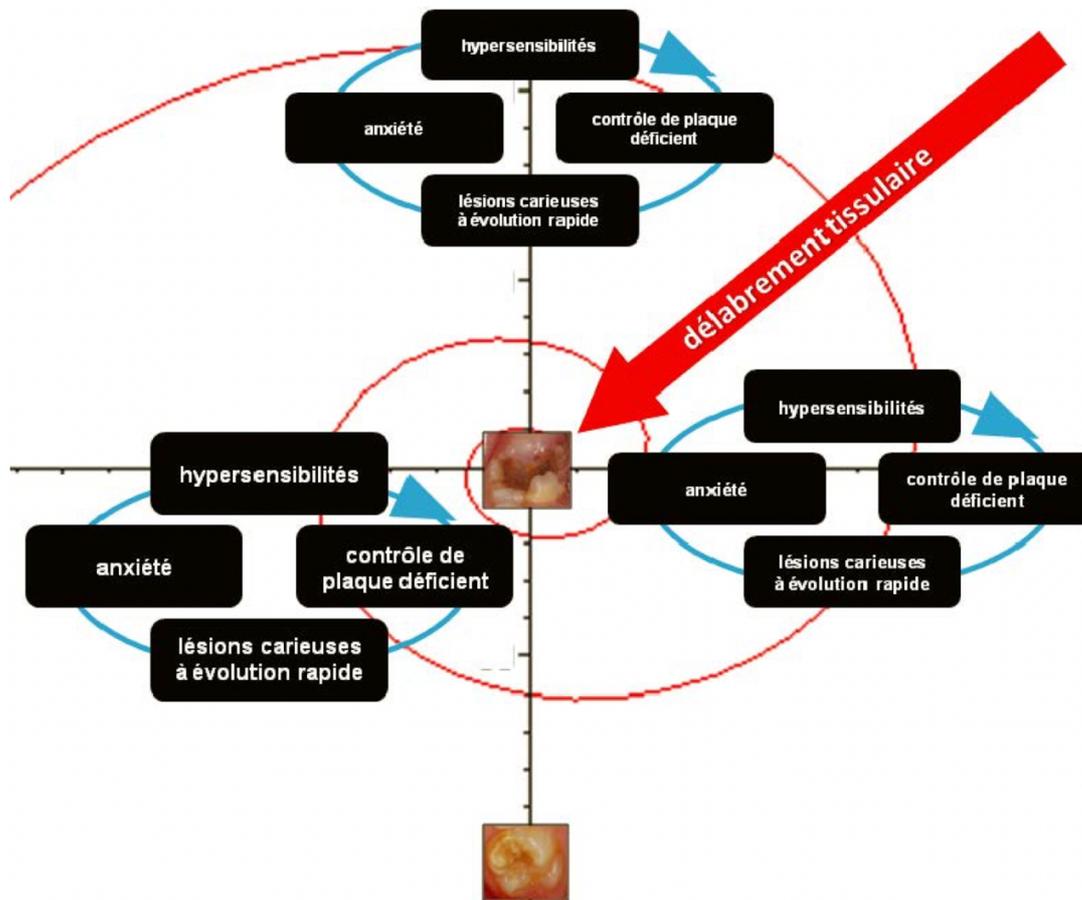


Figure 7 : Spirale du délabrement dentaire de Rouas (14)

5. Diagnostics différentiels

Les signes cliniques de la MIH peuvent être similaires à ceux d'autres pathologies fréquentes. Parmi ces diagnostics différentiels, on retrouve :

a. Amélogénèse imparfaite

Prévalence	de 1/700 à 1/14000 selon la population étudiée (20)
Définition	Il s'agit d'une anomalie de l'émail d'origine génétique se traduisant par un défaut qualitatif et/ou quantitatif de l'émail selon le type d'amélogénèse. On distingue 3 types principaux d'amélogénèse imparfaite : (20) <u>L'amélogénèse hypoplasique</u> : défaut quantitatif, émail dur et translucide mais d'épaisseur anormal +/- piqueté), <u>L'amélogénèse hypominéralisée</u> : défaut qualitatif sévère, émail friable poreux <u>L'amélogénèse hypomature</u> : défaut qualitatif, coloration amélaire allant du blanc au brun avec un émail mat et relativement dur
Différence avec MIH	Contrairement à la MIH, l'amélogénèse imparfaite se caractérise par la présence d'opacités diffuses et symétriques, avec atteinte de plusieurs dents. Elle touche les deux dentitions, et est héréditaire (atteinte fréquente des autres membres de la famille). Elle peut être repérable radiologiquement avant même l'éruption des dents (parfois taurodontisme associé, faible différence de radio-opacité entre l'émail et la dentine avec une épaisseur d'émail plus faible). (21,22)

Tableau 6 : Points clé de l'amélogénèse imparfaite

b. Fluorose

Prévalence	2,8% des enfants en France (23)
Définition	C'est une hypominéralisation de l'émail résultant d'un apport excessif en fluor au cours des premières années de vie (pendant la formation des dents permanentes). De forme clinique variable, les manifestations cliniques peuvent aller de stries blanchâtres à la surface de l'émail en cas de fluorose légère, à des zones d'émail poreux et hypominéralisé en cas de fluorose sévère. (23)
Différence avec MIH	La fluorose se manifeste par une atteinte symétrique d'un groupe de dents et de même sévérité (liée à la prise de fluor en excès pendant la période de minéralisation des dents concernées). La présence de fluor en excès au sein de la structure minérale des dents permet une meilleure résistance à la carie tandis que les dents atteintes de MIH sont plus fragiles vis à vis de l'atteinte carieuse. (14,22)

Tableau 7 : Points clé de la fluorose

c. Hypominéralisation traumatique

Prévalence	Peu de données épidémiologiques, estimé à 5,2% dans la population suisse (24,25)
Définition	C'est une séquelle sporadique consécutive à un traumatisme du parodonte des dents temporaires, quelle que soit la gravité du traumatisme. (26) De manière générale, c'est la perturbation du stade de maturation amélaire lors de l'amélogénèse des dents permanentes (par une inflammation par exemple du péri apex de la dent temporaire) qui entraîne une hypominéralisation traumatique. De formes cliniques et de tailles variables, cette hypominéralisation traumatique se manifeste généralement par une atteinte ponctiforme sur le tiers incisal des couronnes. Toutefois, cette atteinte est asymétrique par rapport aux dents adjacentes ou controlatérales. (24)
Différence avec MIH	C'est l'entretien clinique (antécédents de traumatismes) qui permet de faire la différence entre une hypominéralisation traumatique et une MIH, en l'absence de lésions sur les molaires. (24)

Tableau 8 : Points clé des hypominéralisations traumatiques

d. White spots

Prévalence	24% pour la population générale mais peut s'élever jusqu'à 49,6% suite à un traitement orthodontique multi-attaches. (27,28)
Définition	C'est une atteinte post-éruptive de l'émail correspondant à une lésion carieuse initiale active, non cavitaire et retrouvée préférentiellement sur les sites de dépôts de plaque bactérienne (tiers cervical vestibulaire ou autour des attaches orthodontiques). Les white spots se traduisent cliniquement par une zone d'émail blanc, crayeux, non cavitaire, de taille et de forme variable avec des contours diffus. (24)
Différence avec MIH	Le White spot est une atteinte post-éruptive alors que la MIH est une atteinte pré-éruptive. De plus, les lésions dues à la MIH touchent généralement le 1/3 incisal des incisives tandis que les white spots sont plutôt en cervical. (24)

Tableau 9 : Points clé des white spots

6. Hypothèses étiologiques

a. Facteurs systémiques

L'influence de facteurs systémiques sur l'apparition de la MIH est encore débattue aujourd'hui. Les différentes études ont avancé des causes étiologiques possibles mais il n'y a pas encore de certitude à l'heure d'aujourd'hui. On distingue 3 périodes différentes : la période anténatale, périnatale, et post natale. (29)

• *Période anténatale*

Plusieurs études ont été réalisées, notamment des études rétrospectives donc à fort risque de biais. Il a été rapporté que les mères ayant eu des enfants atteints de la MIH avaient souffert de plus de problèmes durant leur grossesse que les autres mais aucun lien significatif n'a été établi. Parmi les maladies susceptibles d'être liées à la MIH, on retrouve la pyrexie maternelle, le diabète maternel, ainsi que des vomissements maternels répétés. (11,30,31)

• *Période périnatale*

Bien qu'il n'y ait pas de consensus établi, il semble cependant y avoir une association entre la MIH et l'hypoxie et la MIH et l'hypocalcémie. Ces dernières peuvent apparaître suite à une prématurité, un travail prolongé, une naissance par césarienne, une naissance gémellaire ou un stress respiratoire à la naissance. (32–34)

- Hypoxie : Les améloblastes sont très sensibles au manque d'oxygène. Dès que ce dernier vient à manquer, on assiste à une modification du pH du milieu qui va perturber l'activité des améloblastes. (35,36)
- Hypocalcémie : le taux de Calcium présent dans les dents atteintes de MIH est plus faible que celui des dents saines. Il a donc été proposé que l'hypocalcémie – pouvant être associée à plusieurs pathologies prénatales (diabète maternel, carence en vitD) ou périnatales (prématurité) – perturbe le métabolisme calcique des améloblastes, entraînant une hypominéralisation de l'émail. (33,35,36)

• *Période postnatale*

De nombreuses études ont suggéré un lien entre la MIH et les maladies de la petite enfance (otite, asthme, infection respiratoire). (34)

Le point commun de ces maladies étant la fièvre, une étude expérimentale sur des incisives de rats menée par Tung a confirmé qu'une molécule pyrogène exogène – la turpentine – pouvait être à l'origine d'hypominéralisation de l'émail. En effet, l'injection de cette molécule chez un groupe test de rats a induit un état fébrile avec modification du développement amélaire. (30,37)

Il faut cependant nuancer ces résultats car on ignore si le facteur étiologique est seulement la fièvre, les maladies causant la fièvre, ou les traitements pris pour lutter contre ces maladies. (30,33,38)

b. Facteurs environnementaux

• Dioxine/ Dioxine par lait maternel

Les composés aromatiques tricycliques chlorés – plus généralement appelées dioxines- regroupent les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF). Ils constituent une famille de 75 membres comprenant entre autre le 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD) aussi appelé «dioxine» et connu pour être le plus toxique. Ce sont des polluants rejetés dans l’atmosphère suite aux processus de combustion dans le monde industriel (incinération d’ordures ménagères, métallurgie) ou suite à des évènements naturels (éruptions volcaniques). Les effets toxiques de ces molécules s’exercent durant le développement embryonnaire et la croissance du nouveau-né. (39)

D’après *GAO et al*, le TCDD agirait sur la minéralisation de l’émail en perturbant l’élimination des protéines de la matrice amélaire des molaires de rats exposés au TCDD via le lait de leur mère. (40)

Chez l’enfant, la contamination aux dioxines commence au cours de la gestation par transfert placentaire et se poursuit en post-natal via la lactation exposant ainsi très fortement les premières molaires permanentes et les incisives étant donné que ça coïncide avec leur développement. (39)

Aucun lien direct n’a cependant été mis en évidence entre l’apparition de la MIH et le taux de dioxines dans le lait maternel. (41)

• Bisphenol A

Le bisphénol A (BPA) est un perturbateur endocrinien utilisé dans la production de matière plastique, notamment dans les biberons vendus en France avant 2010.

Suite à plusieurs études expérimentales effectuées par Jedeon et Al, il a été démontré qu’une exposition des rats au BPA pendant la phase gestationnelle et les premiers jours de vie provoquerait des lésions de l’émail des incisives similaires à celle retrouvées chez l’homme dans les cas de MIH avec un taux d’énaméline augmenté et une diminution de l’expression de *KLK-4*, enzyme indispensable à l’élimination de la matrice organique de l’émail et à la minéralisation de celle-ci. (42,43)

Ces résultats sont néanmoins à nuancer étant donné qu’ils n’ont pas été vérifiés chez l’homme.

• Médicaments

De nombreuses études ont été réalisées mais toutes n’allait pas dans le même sens. Certaines imputaient aux antibiotiques un lien de causalité avec la MIH tandis que d’autres ne relevaient pas de résultats significatifs. (29,33,44)

Plus récemment, une revue systématique a été réalisée analysant des études portant sur les effets de plusieurs médicaments dont les antibiotiques (amoxicilline, erythromycine), les médicaments contre l’asthme, ou encore les antiépileptiques. Celle-ci concluait qu’aucun d’entre eux ne pouvait être identifié comme facteur étiologique de la MIH, le principal biais étant qu’on ne peut imputer la cause au médicament lui-même étant donné qu’on ne peut distinguer les effets de la maladie de ceux induits par la prise de médicaments. (45)

c. Possible prédisposition génétique

Des études évoquent l'influence de certains gènes sur le développement de la MIH. Il existerait notamment un lien entre le polymorphisme nucléotidique (variations génétiques mineures) de quelques gènes codant pour des protéines de l'émail (ENAM) et la MIH. (46–50)

Par ailleurs, des interactions gène-gène seraient impliquées dans l'apparition du MIH notamment celles des gènes impliqués dans l'amélogénèse et la réponse immunitaire. (50,51)

La sécrétion des cytokines inflammatoires régulerait la sécrétion de KLK4 et MMP20, enzymes nécessaires à la minéralisation de l'émail. (51)

Une étude plus récente réalisée sur 167 paires de jumeaux conclue qu'il existe une concordance de cas de MIH plus grande parmi les jumeaux monozygotes comparés aux jumeaux dizygotes confortant l'hypothèse génétique. (52)

II. Analyse de la littérature

1. Objectifs

Le but de cette analyse est de passer en revue la littérature concernant les thérapeutiques de prise en charge de la MIH chez les enfants de 6 à 18 ans afin d'aider à la prise en charge thérapeutique.

2. Matériels et méthodes

a. Critères d'inclusion

Ont été inclus dans cette analyse les articles :

- Concernant les enfants entre 6 et 18 ans
- Abordant la prise en charge de la MIH
- Se basant sur des études *in vivo* respectant le modèle suivant : étude clinique, étude prospective, étude rétrospective, revue systématique de la littérature
- Publiées entre 2010 et 2021

Ont été exclus de cette analyse les articles :

- Rédigés dans une autre langue que l'anglais ou le français
- Portant sur des enquêtes réalisées auprès des praticiens
- Respectant le modèle suivant : case report, overview de la littérature, études *in vitro*

b. Stratégie de recherche

Afin de sélectionner les articles, une équation de recherche a été déterminée à partir de la terminologie médicale utilisée pour décrire la MIH : MIH, molar incisor hypomineralisation ainsi que des termes faisant référence à la prise en charge : treatment, management, clinical practice guidance.

L'équation suivante a alors été obtenue et entrée dans Pubmed :

```
((« MIH » OR « Molar incisor hypominéralisation ») AND (« Treatment » OR « Management » OR « Clinical practice guidance »))
```

Une limite temporelle de 11 ans été appliquée ainsi que les filtres « rédigé en anglais » et « rédigé en français ».

238 résultats ont été obtenus. Après lecture des titres et des résumés, 117 articles ont été retenus pour une analyse plus détaillée. Une lecture plus approfondie a ensuite été réalisée permettant de sélectionner au final que 16 articles vérifiant les critères d'inclusion. Une recherche ascendante a également été réalisée à partir de ces 16 articles. Finalement, 23 articles ont été retenus.

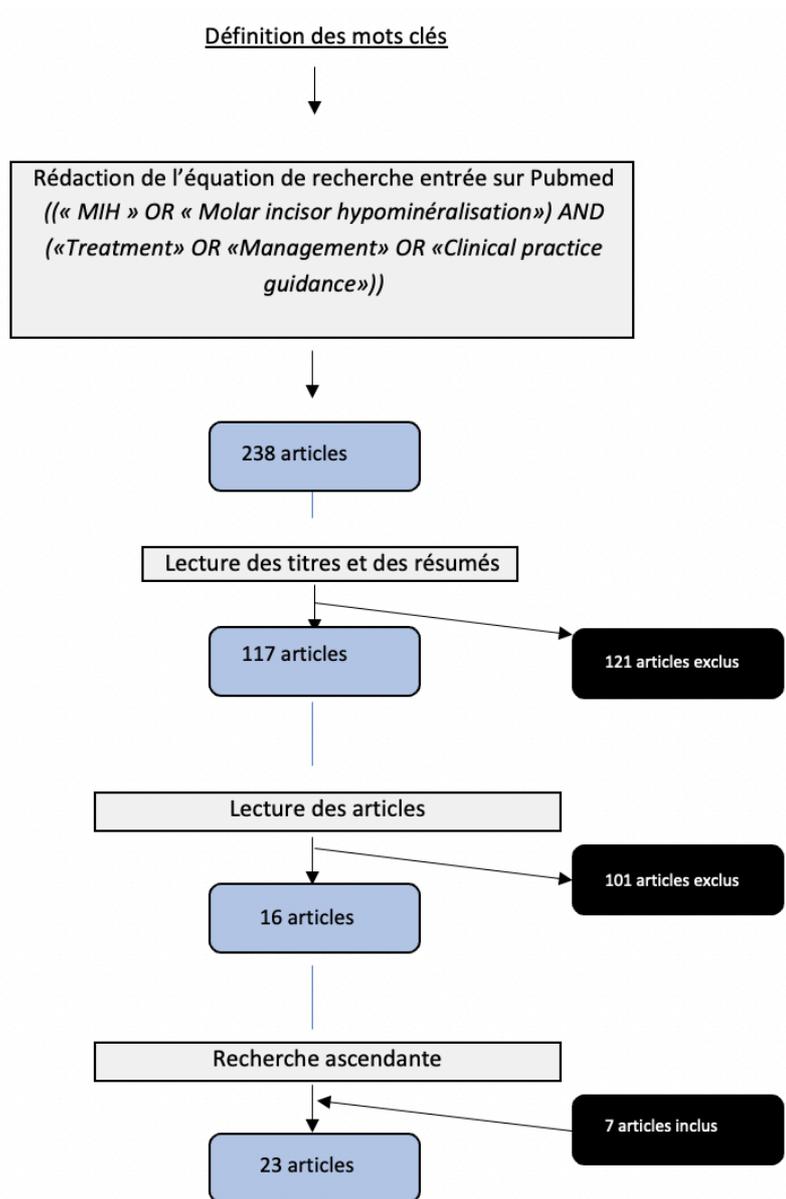


Figure 8 : « Flow chart » de l'analyse de la littérature

3. Résultats

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux en considérant l'année de publication, le type d'étude, le nombre de patients inclus, les méthodes employées pour réaliser l'étude, les dents concernées et certains points de discussion.

a. Prévention

8 articles évaluant l'efficacité de techniques préventives ont été retenus. (Tableau 10)

On distingue principalement 3 approches préventives : l'utilisation d'agent désensibilisant, l'utilisation d'agent reminéralisant et le scellement de sillons des molaires MIH. (53–60)

Titre, auteurs et date de publication	Type d'étude	Nb de patients	Objectif de l'étude	Méthodes	Dents concernées	Résultats	Autres
<i>Clinical evaluation of desensitizing treatment for incisor teeth affected by MIH</i> (53) Ozgul et al 2013	Essai clinique randomisé	42 enfants de 7 à 12 ans, 120 incisives	Évaluer et comparer l'effet désensibilisant sur dent MIH d'un vernis fluoré, d'une pâte CCP-ACP et d'une pâte CCP-ACPF avec et sans l'ajout d'ozone	Groupe 1a : Vernis fluoré Groupe 1b : Vernis fluoré + ozone Groupe 2a : CCP-ACP Groupe 2b : CCP-ACP + ozone Groupe 3a : CCP-ACPF Groupe 3b : CCP-ACPF + ozone Mesure de l'hypersensibilité au froid à l'aide d'une échelle visuelle analogique avant le traitement, immédiatement après et à 1, 4 et 12 semaines	Incisives	Meilleure efficacité significative de CCP-ACP, CCP-ACP+ozone et CCP-ACPF à 1 et 4 semaines comparé au vernis fluoré ou vernis fluoré + ozone Pas de différence significative entre les groupes à 3 mois, tous ont été jugés efficaces suggérant donc qu'il n'est pas forcément utile d'utiliser l'ozone.	Motivation à l'hygiène et utilisation biquotidienne d'un dentifrice fluoré 1450ppm
<i>Effect of fluoride varnish on enamel remineralization in anterior teeth with MIH</i> (54) Restrepo et al 2016	Essai clinique randomisé	51 enfants de 9 à 12 ans	Évaluer l'effet reminéralisant des vernis fluoré sur les incisives atteintes de MIH à l'aide d'un dispositif de fluorescence	Groupe 1 (n=26) : application au fauteuil hebdomadaire de vernis fluoré pendant 1 mois Groupe 2 (n=25) : contrôle, application hebdomadaire au fauteuil de dentifrice fluoré Mesure du taux de minéralisation par fluorescence à T0, 1, 2, 3 et 4 semaines	Incisives avec opacités supérieures à 2mm de diamètre	Pas de différence significative du taux de minéralisation de l'émail entre les 2 groupes	Utilisation de dentifrice fluoré (1450ppm) durant toute la durée de l'étude
<i>Efficacy of desensitizing products containing 8% arginine and calcium carbonate for hypersensitivity relief in MIH affected molars: an 8 week clinical study</i> (55) Bekes et al 2017	Essai clinique non randomisé	19 patients de 6 à 14 ans, 56 dents	Évaluer l'efficacité d'une pâte contenant 8% d'arginine et du carbonate de calcium pour lutter contre l'hypersensibilité	Tous les participants ont reçu le même traitement : 1. Application au cabinet d'elmex sensitive pro pâte désensibilisante 2. Utilisation 2 fois par jour au domicile pendant 8 semaines de toute la gamme elmex sensitive pro (dentifrice, brosse à dents, bain de bouche) Mesure de l'hypersensibilité à l'air et au contact à T0, 1, 2, 4 et 8 semaines	Molaires MIH avec hypersensibilité sans inflammation pulpaire	Diminution significative de la sensibilité en post-opératoire immédiat, à 1, 2, 4 et 8 semaines	

<p>Comparison of mineral density in MIH applying fluoride varnishes and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (56) Biondi et al 2017</p>	<p>Essai clinique randomisé</p>	<p>55 patients de 6 à 17 ans</p>	<p>Évaluer et comparer la variation de densité minérale après application de vernis fluoré, de pâte CCP-ACP et de vernis fluoré enrichi en TCP</p>	<p>Groupe 1 : n=29, 3 application de vernis fluoré (Duraphat) Groupe 2 : n=16 application de pâte CCP ACP (MI paste) Groupe 3 : n=10 application de vernis fluoré enrichi en TCP (Clinpro) Mesure du taux de minéralisation par DIAGNOdent à T0, 15, 30 et 45 jours</p>	<p>Molaires et incisives</p>	<p>En cas d'atteinte légère : Clinpro est significativement meilleur En cas d'atteinte modérée : Duraphat est significativement meilleur</p>	<p>Réalisation d'une motivation à l'hygiène Lésions carieuses cavitaires obturées à l'IRM le temps de l'étude</p>
<p>The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on MIH: a pilot study (57) Bakkal et al 2017</p>	<p>Essai clinique non randomisé</p>	<p>38 patients de 7 à 12 ans, 38 dents</p>	<p>Comparer l'efficacité de CCP-ACP et de CCP-ACFP sur la reminéralisation des lésions MIH</p>	<p>Groupe 1 : n=15, CCP-ACP (tooth mousse) Groupe 2: n= 23, CCP-ACFP (MI paste plus) Application matin et soir pendant 30 jours d'une petite quantité au doigt sur la dent sans rincer ni manger pendant 30 min Mesure du taux de minéralisation par DIAGNOdent à T0 et à 30 jours</p>	<p>Molaires et incisives</p>	<p>Efficacité significative des deux pâtes sur 30 jours sans que l'une soit meilleure que l'autre (pas de différence significative entre les deux)</p>	
<p>Survival of sealants in molars affected by MIH 18 month follow up (58) Fragelli et al 2017</p>	<p>Étude clinique prospective</p>	<p>21 enfants de 6 à 8 ans 41 dents</p>	<p>Évaluer le taux de survie des scellements de sillons à 18 mois</p>	<p>Motivation à l'hygiène puis application hebdomadaire de vernis fluoré pendant 1 mois Groupe 1 (contrôle) : 16 molaires non MIH Groupe 2 : 25 molaires MIH Protocole : Mordançage sous digue de 30s (ac.orthophosphorique 37%) puis application de la résine à scellement de sillon et photopolymérisation Evaluation des restaurations (rétention, carie secondaire, adaptation marginale) à 1, 6, 12 et 18 mois</p>	<p>Molaires MIH et molaires saines</p>	<p>Pas de différence significative du taux de survie entre les 2 groupes suggérant que le scellement de sillon peut être envisagé en tant qu'acte préventif chez les patients atteints de MIH (1 :72%, 2 : 62%)</p>	

<p>MIH treatment with casein phosphopeptide and amorphous calcium phosphate in children (59) Pasini et al 2018</p>	<p>Essai clinique contrôlé randomisé</p>	<p>40 enfants de 8 à 13 ans</p>	<p>Évaluer l'effet désensibilisant sur dent MIH de pâte CCP-ACP</p>	<p>Groupe contrôle (n=20) : dentifrice fluoré Groupe test (n=20) : CCP-ACP Mesure de la sensibilité dentinaire suite à des stimuli mécanique et thermique à T0 et à 4 mois</p>	<p>Molaires et incisives</p>	<p>Baisse significative de la sensibilité dans le groupe test suggérant l'efficacité des pâtes CCP-ACP en tant que désensibilisant</p>	<p>Motivation à l'hygiène et utilisation biquotidienne d'un dentifrice fluoré 1450ppm</p>
<p>Efficacy of low-level laser therapy (LLLT) associated with fluoride therapy for the desensitisation of molar-incisor hypomineralisation: Randomised clinical trial (60) Muniz et al 2020</p>	<p>Essai clinique randomisé</p>	<p>66 enfants de 6 à 12 ans, 214 dents</p>	<p>Évaluer l'efficacité de l'effet désensibilisant du laser diode à basse puissance (LLLT) combiné à l'utilisation d'un vernis fluoré sur dents MIH</p>	<p>Groupe 1 (L) : application laser diode pendant 10s, renouvellement de l'application à 48h Groupe 2 (VF) : application hebdomadaire de vernis fluoré pendant 1 mois Groupe 3 (L+VF) : application laser diode pendant 10s, suivi de vernis fluoré puis renouvellement du laser à 48h et renouvellement du vernis fluoré à 1,2, 3 et 4 semaines Mesure de l'hypersensibilité à l'aide d'une échelle visuelle analogique à 48h et 1 mois</p>	<p>Molaires et incisives</p>	<p>Efficacité prouvée des 3 traitements sans différence significative entre les 3 au bout d'un mois. En revanche, le laser à basse puissance (LLLT) a un effet immédiat tandis qu'il faut plusieurs applications espacées dans le temps de vernis fluoré pour voir une action efficace.</p>	<p>Mécanisme supposé du LLLT : blocage de la transmission nerveuse en agissant sur les fibres C</p>

Tableau 10 : Études incluses comparant les techniques de prévention

b. Gestion de la douleur et anesthésie

3 articles évaluant l'efficacité de l'anesthésie intraosseuse ont été retenus. (Tableau 11)
Leurs résultats concordent et s'accordent sur le fait que l'anesthésie intraosseuse est une technique efficace pour la gestion de la douleur sur les molaires MIH mandibulaires. (61–63)

Titre, auteurs et date de publication	Type d'étude	Nb de patients	Objectif de l'étude	Méthodes	Dents concernées	Résultats	Discussion
Apport de l'anesthésie intraosseuse pour les patients atteints de MIH (61) Trentesaux et al 2014	Essai clinique non randomisé	22 enfants de 6 à 13 ans	Évaluer l'efficacité d'un système d'anesthésie à injection électronique contrôlée dans la prise en charge du MIH	Tous les participants ont reçu le même traitement : anesthésie ostéocentrale à la mandibule (quicksleeper) 4% articaïne 1/200 000 ou 1/100 000 épinéphrine	Molaires mandibulaires MIH	Taux de succès à 91% (20 succès sur 22)	Patients inclus si échec préalable d'une anesthésie autre qu'intraosseuse MEOPA associée à l'anesthésie ostéocentrale chez 11 patients
Computer-assisted intraosseous anesthesia for molar and incisor hypomineralisation teeth: a preliminary study (62) Cabasse et al 2015	Étude rétrospective	39 patients, âge moyen de 9,2 ans	Évaluer l'efficacité de l'anesthésie intra- osseuse assistée par ordinateur sur des molaires MIH	Tous les participants ont reçu le même traitement : anesthésie intraosseuse (quicksleeper) 4% articaïne, 1/200 000 épinéphrine	Molaires MIH mandibulaires	Taux de succès de 91,3% Dans 2,2% des cas, une anesthésie complémentaire a été nécessaire pour finir le traitement	
Efficacy of intraosseous local anesthesia for restorative procedures in MIH affected teeth in children (63) Dixit, Joshi 2018	Essai clinique randomisé contrôlé	29 patients de 8 à 14 ans, 54 dents	Comparer l'efficacité de l'anesthésie ostéocentrale à celle de l'anesthésie para-apicale	Groupe 1 : contrôle n=27 anesthésie para-apicale 4% articaïne, 1/100 000 épinéphrine Groupe 2 : test n=27 Xtip IO system Dentsply 4% articaïne, 1/100 000 épinéphrine	Molaires MIH sans signe d'inflammation pulpaire irréversible	Taux de succès de 88,9% Temps de mise en place plus long mais prise significativement plus rapide et risque d'échec significativement plus faible (donc gain de temps au final), Injection significativement moins douloureuse	N'ont pas différencié les résultats entre les dents maxillaires et mandibulaires or os mandibulaire + dense

Tableau 11 : Études incluses évaluant les techniques d'anesthésie

c. Restaurations des molaires MIH

8 articles évaluant le taux de survie des techniques de restaurations des molaires MIH ont été retenus. (Tableau 12). Ont été étudiées les techniques suivantes : restaurations des molaires en technique directe (composite ou CVI) avec ou sans curetage sélectif du tissu carieux, et/ou avec ou sans exérèse complète de l'émail hypominéralisé. (64–71)

Titre, auteurs et date de publication	Type d'étude	Nb de patients	Objectif de l'étude	Méthode	Dents concernées	Résultats	Discussion
MIH: conservative treatment management to restore affected teeth (64) <i>Fragelli et al</i> 2015	Étude de cohorte prospective	21 enfants De 6 à 9 ans, 48 dents	Évaluer le taux de succès et de survie de restaurations au CVI sur dent MIH	Motivation à l'hygiène puis application hebdomadaire de vernis fluoré pendant 1 mois Application de CVIhv sous digue après curetage carieux si nécessaire. Préservation de l'émail hypominéralisé non cariée Évaluation du taux succès par observation clinique, photographies et empreintes à 6 et 12 mois	Molaires MIH avec degré de sévérité variable	Taux de succès de 78,8 % à 12 mois Les restaurations au CVIhv sont une bonne alternative en temporisation tant que l'enfant n'est pas coopérant ou que la dent n'a pas fini son éruption	
Eighteen month clinical performance of composite resin restorations with two different adhesive systems for molars affected by MIH (65) <i>De Souza et al</i> 2017	Essai clinique randomisé	18 patients de 6 à 8 ans, 41 dents	Comparer le taux de survie de restaurations directes en composite avec 2 systèmes adhésifs différents	Au préalable : Application hebdomadaire de vernis fluoré pendant 1 mois et temporisation au CVI pendant 2 mois puis : Groupe contrôle (n=22) : adhésif MR3 (adper scotchbond multipurpose) + composite Groupe test (n=19) : adhésif SAM 2 (clearfil SE bond) + composite Évaluation de la survie selon les critères de jugement suivants : forme anatomique, adaptation marginale, coloration marginale, rétention, reprise carieuse à 6, 12 et 18 mois	Molaires MIH	Pas de différence significative entre les deux systèmes (succès de 68% pour SAM2 vs 54% pour MR3)	Taux de succès plus faible comparé à d'autres études suggérant qu'il est préférable de coller sur de l'émail sain (après exérèse de l'émail hypominéralisé)

<p>A clinical evaluation of deproteinization and different cavity design on resin restoration performance in MIH affected molars: two years results (66) Sonmez et al 2017</p>	<p>Essai clinique randomisé</p>	<p>42 enfants de 8 à 12 ans, 126 dents dont 95 dents MIH</p>	<p>Évaluer le taux de succès de restaurations en composite sur dent MIH selon deux design cavitaires différents et la déprotéinisation ou non de l'émail</p>	<p>Groupe 1 : 32 dents MIH, exérèse émail hypominéralisé, restauration composite classique Groupe 2 : 31 dents MIH, traitement minimalement invasif, préservation de l'émail hypominéralisé non carié, restauration composite classique Groupe 3 : 32 dents MIH, traitement minimalement invasif, application NaOCL 5% pendant 60s après le mordantage puis restauration composite classique Groupe 4 : groupe contrôle, 31 molaires cariées mais non MIH, curetage et restauration composite classique</p> <p>Évaluation des restaurations à 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 et 24 mois</p>	<p>Molaires MIH cariées et molaires non MIH cariées</p>	<p>Taux de succès à 24m : Groupe 1 : 81,3% Groupe 2 : 58,1% Groupe 3 : 78,1% Groupe 4 : 87,1%</p> <p>Différence significative entre le groupe 1 et 2 et entre le groupe 2 et 3 suggérant qu'il vaudrait mieux déprotéiniser l'émail hypominéralisé en cas de traitement minimalement invasif pour potentialiser le collage</p>	
<p>Glass hybrid restorations as an alternative for restoring hypomineralized molars in ART model (67) Grossi et al 2018</p>	<p>Essai clinique non randomisé</p>	<p>44 patients de 7 à 13 ans 60 dents</p>	<p>Évaluer le taux de succès des restaurations au CVI dans le cadre d'une technique ART sur dent MIH</p> <p><i>ART : technique de restauration atraumatique</i></p>	<p>Tous les participants ont reçu le même traitement : curetage ART puis conditionner + EQUIA + top coat</p> <p>Évaluation des restaurations selon les critères ART à 6 et 12 mois</p>	<p>Molaires MIH avec perte de substance post éruptive et exposition dentinaire sans signe d'inflammation pulpaire ni d'infection</p>	<p>Sur 6 mois : 98,33% succès 1 échec (1 dent atteinte sévère) Sur 12 mois : Pas de nouvel échec, succès tjrs à 98,3%</p>	
<p>A clinical and radiographic investigation comparing the efficacy of cast metal and indirect resin onlays in rehabilitation of permanent first molars affected with severe MIH: a 36 randomised controlled clinical trial (68) Dhareula et al 2018</p>	<p>Essai clinique randomisé groupes parallèles</p>	<p>30 patients de 8 à 13 ans, 42 dents</p>	<p>Comparer l'efficacité clinique et radiographique des onlays métalliques et des onlays composites sur 36 mois</p>	<p>Groupe 1 (n=21) : onlay métallique Groupe 2 (n=21) : onlay composite</p> <p>Évaluation des restaurations selon : le descellement, l'adaptation marginale, la forme anatomique, reprise carieuse, le point de contact et la stabilité colorimétrique à 9, 18 et 36 mois</p>	<p>Molaires avec MIH sévère : atteinte au minimum de 2 cuspides sans signe d'infection péri apicale</p>	<p>Taux de rétention de 95% sur 3 ans Pas de différence significative entre les 2 techniques</p>	<p>Le fort taux de succès peut être expliqué par le fait que le collage ait été fait sur de l'émail sain, tout l'émail hypominéralisé a été enlevé</p>

<p>Minimally interventive restorative care of teeth with MIH and open apex – a 24 month longitudinal study (69) Gaton et al 2020</p>	Étude longitudinale	281 enfants de 6 à 8 ans, 281 dents	Évaluer cliniquement et radiologiquement l'efficacité de traitement minimalement invasif sur molaire immature	Isolation, curetage sélectif en regard de la pulpe, nettoyage de la cavité avec une boule de coton imbibée d'hypochlorite de sodium 3% puis temporisation au CVI et restauration finale 6 mois après au composite Évaluation du succès selon la fermeture apicale, la vitalité pulpaire, l'intégrité de la dent et de la restauration à 6, 12, 18 et 24 mois	Molaires MIH avec atteinte sévère, apex ouvert et carie ICDAS 5 ou 6	Taux de succès de 96,8% avec fermeture apicale suggérant que les traitements minimalement invasifs sont une bonne alternative au curetage carieux complet, évitant ainsi d'exposer la pulpe et le risque de devoir dévitaliser les dents	Motivation à l'hygiène, conseils nutritionnels, application de vernis fluoré et pâte CCP-ACP à chaque visite
<p>Comparison of four different treatment strategies in teeth with MIH-related enamel breakdown – a retrospective cohort study(70) Linner et al 2020</p>	Étude de cohort retrospective	52 patients de 6 à 18 ans	Analyse du taux de survie de 4 traitements différents : 2 non invasifs et 2 invasifs	Groupe 1 : patients non-coopérants avec perte de substance petite à moyenne : traitement non invasif sans préparation cavitaire (CVI conventionnel ou compo) Groupe 2 : patients coopérants avec perte de substance petite à moyenne : composite traditionnel Groupe 3 : patients coopérants avec grosse perte de substance : onlay CAD/CAM en céramique Évaluer de la survie des restaurations à 36 mois	Molaires avec degré de sévérité MIH variable	Taux de survie significativement meilleur pour les onlay CAD/CAM (100%) suivie par les composites traditionnels (76,2%). Les restaurations non invasives n'ont pas un bon taux de survie (29 et 7% respectivement pour les composites et les CVIc) et ne semble donc pas être indiquées	Bon résultat pour CAD/CAM et composites traditionnels à condition d'avoir un enfant coopérant, de bien cureter la cavité et d'avoir un maximum de contact avec de l'émail sain
<p>Two-Year Survival of High-Viscosity Glass Ionomer in Molar Incisor Hipomineralized-molars Durmus et al(71) 2021</p>	Étude prospective à un seul groupe	58 enfants de 8 à 11 ans, 134 dents	Évaluer le taux de survie de restaurations au CVI après un curetage sélectif sur molaires MIH	Tous les participants ont reçu le même traitement : curetage sélectif en regard de la pulpe puis application de CVI à haute viscosité (EQUIA Forte) Évaluation de la survie des restaurations à 24 mois	Molaires MIH	Taux de survie à 24 mois de 87,5%	

Tableau 11 : Études incluses évaluant les techniques de restauration des dents MIH

d. Extractions

Seule une étude traitant de l'extraction des molaires MIH respectant les critères d'inclusion a été retenue. (Tableau 13) Le but de celle-ci est de déterminer une fenêtre thérapeutique idéale d'extraction des molaires MIH où les conséquences fonctionnelles seraient minimales. (72)

Titre, auteurs et date de publication	Type d'étude	Nb de patients	Objectif de l'étude	Méthode	Dents concernées	Suivi	Résultats
<i>The timing of extraction of non restorable first permanent molars: a systematic review</i> (72) Eichenberger et al 2015	Revue systématique de la littérature		Déterminer une fenêtre temporelle idéale pour l'extraction des molaires MIH	6 études, 38 molaires MIH maxillaires, 489 molaires MIH mandibulaires Extractions chez des patients d'âge différents, regroupés par tranche d'âge Groupe 1 : patients de moins de 8 ans Groupe 2 : patients de 8 à 10,5 ans Groupe 3 : patients de 10,5 à 11,5 ans Groupe 4 : patients de plus de 11,5 ans	Molaires	De 8m à 7a	Évolution favorable si extraction avant l'éruption de la deuxième molaire permanente : au maxillaire entre 8 et 10,5 ans et à la mandibule entre 8 et 11,5 ans A n'envisager de préférence qu'avec la collaboration de l'orthodontiste

Tableau 13 : Étude incluant l'extraction des dents MIH

e. Revue systématique de la littérature

3 revues systématiques de la littérature analysant les différentes prises en charge des dents MIH ont été retenues. (Tableau 14)

Parmi celles-ci, deux revues avaient pour but d'évaluer l'efficacité des différents moyens thérapeutiques – allant de la prévention à la restauration, tandis que celle de Lagarde et al avait pour objectif de déterminer des méthodes améliorant le collage sur dent MIH. (73–75)

Titre, auteurs et date de publication	Type d'étude	Nb de patients	Objectif de l'étude	Méthode	Dents concernées	Résultats
Managing MIH : a systematic review (74) Elhennawy et al 2016	Revue systématique de la littérature	381 patients de 6 à 18 ans, 720 molaires	Déterminer quels traitements ont été étudiés pour traiter les lésions MIH et conclure sur leur taux de succès	Patients des différentes études regroupés selon la thérapeutique appliquée : Groupe A : (n =30) CCP-ACP Groupe B : (n=129) scellement de sillons Groupe C : (n=132) composite Groupe D : (n=107) CVI Groupe E : (n=50) amalgame Groupe F : (n=19) couronne pédiatrique préformée CPP Groupe G : (n=130) restaurations indirectes Groupe H : (n=70) extraction	Molaires MIH	CCP-ACP : efficace pour reminéraliser et désensibiliser Taux d'échec des scellements de sillons élevé mais peut être amélioré si utilisation d'un système adhésif de 5 ^{ème} génération Si besoin de restauration directe alors le matériau de choix reste le composite. L'utilisation des CVI est plutôt indiquée en temporisation Amalgame non indiqué car taux d'échec trop élevé Meilleur taux de succès pour les CPP et restaurations indirectes Extraction indiquée en cas d'atteinte sévère pendant une fenêtre thérapeutique
		139 patients de 6 à 18 ans, 274 incisives		Groupe I : (n=92) CCP-ACP Groupe J : (n=40) micro-abrasion Groupe K : (n=52) facette composite	Incisives MIH	CCP-ACP efficace pour désensibiliser Bon taux de succès pour la micro-abrasion (efficace pour diminuer la démarcation des opacités) Bon taux de succès des facettes composite mais à n'envisager qu'à la fin de l'adolescence
Dental hypomineralization treatment: a systematic review (75)	Revue systématique		Évaluer l'efficacité des différents traitements des différentes	Analyse de 12 articles portant sur le traitement des molaires atteintes de MIH	Molaires et incisives MIH	Efficacité prouvée de : - pâte à base d'arginine ou de vernis fluoré pour soulager l'hypersensibilité

<i>Da Cunha et al</i> 2018	de la littérature		formes d'hypominéralisation : MIH, AI and DF			<ul style="list-style-type: none"> - scellement de sillon en préventif - CVI en temporisation ou si pas d'étanchéité - Composite directe (meilleur taux de succès si collage sur émail sain) <p>Plus d'études nécessaires pour justifier : l'utilisation de CCP-ACP en tant qu'agent désensibilisant et reminéralisant, l'utilisation d'un système adhésif avant les scellements de sillons, application d'hypochlorite de sodium 5% sur l'émail hypominéralisé pour potentialiser le collage</p>
<i>Strategies to optimize bonding of adhesive materials to MIH affected enamel: a systematic review</i> (73) <i>Lagarde et al</i> 2020	Revue systématique de la littérature		Revue systématique de la littérature en vue d'identifier les méthodes permettant d'optimiser le collage sur l'émail MIH	10 articles sélectionnés Critères évalués : Valeur d'adhésion selon : le type de substrat (émail hypominéralisé ou non), le système adhésif, la déprotéinisation préalable ou non de l'émail	Molaires MIH	<p>Les valeurs d'adhésion sur de l'émail MIH sont significativement plus faible que celle sur de l'émail sain</p> <p>L'utilisation de NaOCl après le mordantage permettrait de diminuer la part organique de l'émail hypominéralisé et donc de potentialiser le collage</p> <p>Pas de différence significative entre l'utilisation d'un système adhésif auto-mordant vis-à-vis d'un système adhésif mordantage-rinçage bien que certaines études tendent à suggérer qu'il est préférable d'utiliser un système auto-mordant en cas d'émail hypominéralisé</p>

Tableau 12 : Revues systématiques incluses comparant les différentes options thérapeutiques des dents MIH

4. Discussion

- **Prévention**

Bekes et *al* ont été les seuls à tester l'efficacité d'une pâte à base d'arginine (8%) et de carbonate de potassium en tant qu'agent désensibilisant sur molaires MIH et rapportent une baisse significative de l'hypersensibilité à 8 semaines. (55)

D'autres agents désensibilisants ont été testés en particulier les vernis fluorés (NaF5%), les pâtes CCP-ACP (phosphopeptide de caseine – phosphate de calcium amorphe) ou CCP-ACPF (phosphate de fluorure de calcium amorphe de caséine). Les auteurs s'accordent autour de leur efficacité dans la diminution des sensibilités dentaires, mais aucun ne montre de supériorité de l'un ou l'autre de ces agents. (Tableau 11) (53,59,60)

Par ailleurs, Ozugul et *al* et Muniz et *al* se sont intéressés à l'effet de compléments – respectivement l'ozone et le laser à basse fréquence – qui permettraient de potentialiser l'effet désensibilisant des différents topiques, sans montrer d'amélioration significative sur le moyen terme (3 mois). (53,60)

D'autre part, d'autres auteurs ont mesurés l'effet reminéralisant de ces mêmes agents par mesure de la densité minérale par fluorescence. (54,56,57)

Bakkal et *al* ont montré une efficacité significative sur 30 jours de l'utilisation de CCP-ACP et de CCP-ACPF sur dents MIH sans que l'une soit meilleure que l'autre. (57)

Biondi et *al* recommandent plutôt l'utilisation de vernis fluoré ou de vernis fluoré enrichi en TCP contre l'utilisation de pâte ACP-CCP, contrairement à Restrepo et *al* qui n'ont pas trouvé d'effet significatif du vernis fluoré sur la reminéralisation de lésion MIH à 1 mois. (54,56)

Ces résultats sont néanmoins à nuancer parce qu'ils sont obtenus suite à une application hebdomadaire de topique avec un contrôle de l'hygiène dentaire à chaque rendez-vous de suivi, ce qui est difficile à appliquer dans une pratique quotidienne libérale.

Enfin, seule une étude concernant les scellements de sillons des molaires MIH a été retenue. Celle-ci ne relève pas de différence significative entre le taux de survie du scellement de sillons du groupe test (molaires MIH) et du groupe contrôle (molaires saines) suggérant que cette thérapeutique peut être envisagée en tant qu'acte préventif chez les patients atteints de MIH. (58)

Pour améliorer le taux de survie des scellements de sillons, il a été relevé par 2 revues systématiques de la littérature qu'il était possible d'appliquer au préalable un système adhésif mais pas de résultats significativement meilleurs n'ont été décrits. (74,75)

- **Prise en charge de la douleur**

La prise en charge des patients atteints de MIH nécessite une gestion plus complexe de l'anxiété et de la douleur étant donné les conséquences cliniques de la MIH. (76)

Une des difficultés majeures est d'obtenir une anesthésie locale efficace compte tenu de l'inflammation pulpaire chronique. C'est une étape clé et indispensable pour obtenir la coopération et la confiance de l'enfant. (76)

Dans cette revue, seuls des articles évaluant l'efficacité de l'anesthésie intraosseuse respectaient les critères d'inclusion. Une étude seulement a comparé cette technique à une infiltration para-apicale et a conclu que l'anesthésie intraosseuse était préférable, tant sur un plan pratique – moins de douleur à l'injection et temps de prise plus rapide, que sur un plan clinique – moins de risque d'échec. (63)

Dans la littérature, il n'existe à ce jour pas d'étude évaluant l'efficacité des techniques d'anesthésie conventionnelles sur patient MIH mais d'autres études ont été faites sur patient non MIH et concluaient globalement sur une efficacité contrastée des infiltrations muqueuses à la mandibule en cas d'inflammation aiguë, avec un risque important de morsure et une importante douleur à l'injection. (77–79)

D'autres auteurs ont également proposé l'adjonction d'une sédation au MEOPA ou d'une prémédication sédative pour optimiser la gestion de la douleur et de l'anxiété. (76,80,81)

- **Restaurations des molaires MIH**

11 articles évaluant le taux de survie des techniques de restaurations des molaires MIH ont été retenus (8 études cliniques et 3 revues systématiques de la littérature). (Tableau 12)

Il en ressort que les restaurations au CVI ont un taux de survie plus faible que celles au composite. (70) Les CVI peuvent toutefois être utilisés en temporisation tant que l'enfant n'est pas coopérant ou que la dent n'a pas complètement fait son éruption. En effet, Fragelli et al, Grossi et al et Durmus et al relèvent un taux de survie sur 12 mois à 78,8%, 98,3% et 87,5%. (58,67,71)

Seul Linner et al relèvent un taux de survie de restaurations au CVI à 7%. Ceci peut être expliqué par le protocole de traitement qui consistait à apposer du CVI conventionnel sur une cavité non préparée, contrairement à Fragelli et al qui effectuaient un curetage complet ou Durmus et al qui proposaient un curetage périphérique complet et sélectif en regard de la pulpe avec utilisation de CVI à haute viscosité. (64,70,71)

Gaton et al ont évalué l'efficacité de traitement minimalement invasif (curetage sélectif en regard de la pulpe avec finition de la cavité à l'excavateur, temporisation au CVI et restauration au composite) sur la vitalité pulpaire et la fermeture apicale de molaires MIH immatures et ont observé un taux de succès de 96,8% à 24 mois. (69)

Linner et al ont observés un meilleur taux de survie sur 36 mois des restaurations conventionnelles (100% pour les onlay composite CAD/CAM, 76,2% pour les composites directes) en comparaison aux restaurations non invasives (29% si pas de préparation cavitaire + composite, 7% si pas de préparation cavitaire + CVI). (70)

Par ailleurs, Dhareula et al n'ont pas relevé de différence significative entre l'efficacité et le taux de rétention sur 36 mois d'onlay métalliques en comparaison aux onlay composites. (68)

Concernant le collage, Lagarde et al expliquent, suite à une analyse de la littérature, que les valeurs d'adhésion sur de l'émail MIH sont significativement plus faible que sur de l'émail sain et qu'il serait utile d'utiliser du NaOCl après le mordantage pour diminuer la part organique de l'émail hypominéralisé et potentialiser le collage. (73) Les résultats sont confortés par l'étude de Sonmez et al, qui rapporte un meilleur taux de survie de restauration composite quand une déprotéinisation de l'émail au NaOCl est réalisée s'il reste de l'émail hypominéralisé (78,1% contre 58,1%). De cette étude, on retient aussi que l'élimination totale de l'émail hypominéralisé permet d'avoir un meilleur taux de survie des restaurations au composite (81,3% contre 58,1%). (66)

Ces résultats sont étayés par ceux d'études *in vitro* qui note une amélioration significative du collage après pré-traitement de l'émail au NaOCl à 5% de concentration. (82-84)

De Souza et al et Lagarde et al n'ont pas relevé de différence significative sur 18 mois quant à l'utilisation d'un système adhésif mordantage rinçage en 3 étapes (MR3) ou d'un système automordant en 2 étapes (SAM2). (65,73) Néanmoins, il est apparu dans la littérature que l'utilisation d'adhésif universel avec mordantage diminuerait les sensibilités plus rapidement comparé à un adhésif universel avec mordantage sans toutefois de différence significative dans l'état des restaurations. (85)

Une autre option thérapeutique, abordée seulement dans la revue de la littérature de Elhennawy et al peut s'avérer intéressante en cas d'atteinte moyenne à sévère sans compliance de l'enfant. Il s'agit des couronnes pédiatriques préformées. Elles constituent une solution de transition rapide et peu coûteuse pour le patient permettant de protéger la dent jusqu'à l'âge adulte. (74,86)

- **Extractions**

Face à des lésions MIH sévères, il est nécessaire de tenir compte du risque d'échec à moyen et long terme des éventuelles restaurations et il est parfois plus judicieux d'extraire les molaires atteintes. Cette décision dépend du degré de sévérité, de la coopération de l'enfant, du stade d'édification radiculaire de la deuxième molaire permanente et de la présence ou non des germes des dents de sagesse. (86)

Eichenberger et *al* ont noté une évolution favorable si l'extraction était réalisée avant l'éruption de la deuxième molaire permanente à savoir, entre 8 et 10,5 ans au maxillaire et entre 8 et 11,5 ans à la mandibule – avec la collaboration de l'orthodontiste. La présence du germe des dents de sagesse est indispensable et la deuxième molaire permanente ne doit pas idéalement pas avoir dépassé le 1/3 de son édification radiculaire (72)

- **Restaurations des incisives et gestion esthétique**

Aucune étude respectant les critères d'inclusion et traitant exclusivement de la prise en charge esthétique et de la restauration des incisives n'a été incluse.

Seuls Elhennawy et *al* ont abordés dans leur revue systématique de la littérature la prise en charge esthétique des incisives observant une amélioration esthétique dans 81% si un protocole de micro-abrasion est réalisé et de 86% si des facettes en composites étaient posées. (74)

Conclusion

La MIH demeure encore aujourd'hui sous diagnostiquée malgré le nombre croissant d'études. Son diagnostic précoce permettrait la mise en place de mesures préventives efficaces réduisant ainsi les risques de fractures post-éruptives de l'émail, l'inflammation pulpaire et l'hypersensibilité. Ces mesures peuvent se traduire par l'application topique d'agents reminéralisants et/ou désensibilisants comme le vernis fluoré ou les pâtes CCP-ACP mais aussi par le scellement des sillons des molaires ayant une atteinte légère sans perte de substance.

Une fois le diagnostic posé, il semble nécessaire d'informer le patient et les parents des conséquences cliniques de la pathologie ainsi que du risque carieux associé pour faciliter la mise en place d'un suivi régulier et motiver le patient à une bonne hygiène orale.

Les atteintes plus étendues et sévères impliquant une exposition dentinaire requièrent une approche restauratrice directe ou indirecte afin de rétablir la fonction et prévenir des pertes de substances plus importantes.

En cas de manque de coopération il semble néanmoins plus judicieux de temporiser au CVI haute viscosité ou de mettre en place des couronnes pédiatriques préformées.

L'extraction des molaires sévèrement atteintes est aussi une thérapeutique de choix quand les lésions sont interceptées dans la bonne fenêtre thérapeutique et qu'une coopération avec l'orthodontiste est possible.

Toutefois, d'autres études sont nécessaires afin de préciser les protocoles et apporter un niveau de preuve plus élevé. Les études nouvellement menées devraient tendre à suivre un nombre de patients suffisamment élevé pendant des durées suffisamment longues pour augmenter la sensibilité et la significativité de leurs résultats, définir des critères de jugements pertinents et privilégier autant que possible les essais contrôlés randomisés en simple aveugle.

Bibliographie

1. Weerheijm KL, 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* 2003 Sep;4(3):110-3.
2. Hernandez M. Do we really know the prevalence of MIH? *J Clin Pediatr Dent* 2016;40
3. Zhao D, Dong B, Yu D, Ren Q, Sun Y. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent*. 2018 Mar ;28(2):170–9.
4. Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S, Bekes K, Manton DJ, Krois J. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J Dent* 2018;68:10-8
5. Fahd CD. Prévalence des hypominéralisations molaires-incisives parmi un groupe d'enfants du Sud-Ouest de la France. [Thèse d'exercice]. [France] : Université de Bordeaux. UFR des sciences odontologiques. [Internet]. Available from: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01934899>
6. Bekes KWK. Diagnosis, classifications and treatment strategies of MIH-affected teeth. In: *MIH – a clinical guide to diagnosis and treatment*. Springer; 2020:47–58.
7. Commission on Oral Health, Research and Epidemiology. An epidemiological index of developmental defects of dental enamel (DDE Index). *Int Dent J* 1982 Jun;32(2):159-67.
8. Clarkson J, O'Mullane D. A modified DDE index for use in epidemiological studies of enamel defects. *J Dent Res* 1989;68(3):445-450.
9. Brook AH, Elcock C, Hallonsten AL, Poulsen S, Andreasen J, Koch G, Yeung CA, Dosanjh T. The development of a new index to measure enamel defects. In: Brook AH, ed. *Dental Morphology*. Sheffield: Academic Press, 2001: 59–66.
10. Ogden AR, Pinhasi R, White WJ. Nothing new under the heavens: MIH in the past? *Eur Arch Paediatr Dent*. 2008 Dec;9(4):166-71.
11. Lygidakis. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting MIH.
12. Wright JT. 2 Diagnosis and treatment of molar-incisor hypomineralization [Internet]. 2015. Available from: www.wiley.com/go/soxman/handbook
13. Steffen R, Krämer N, Bekes K. The Würzburg MIH concept: the MIH treatment need index (MIH TNI): a new index to assess and plan treatment in patients with molar incisor hypomineralisation (MIH). *Eur Arch Paediatr Dent* 2017 Oct 1;18(5):355–61.
14. Rouas P, Bandon D, Vaysse F. Les hypominéralisations molaires-incisives : diagnostic et prise en charge adaptée. *Inf Dent*. 2010 ; 92(9):13-19.
15. Leppäniemi A, Lukinmaa PL, Alaluusua S. Nonfluoride hypomineralizations in the permanent first molars and their impact on the treatment need. *Caries Res*. 2001 Jan-Feb;35(1):36-40.
16. Jung S, Huckert M, Clauss F, Manière MC. Traitements conservateurs des dents atteintes d'Hypominéralisations Molaires-Incisives (MIH). *Réal Clin*. 2012;23(4):271–80.
17. Americano GCA, Jacobsen PE, Soviero VM, Haubek D. A systematic review on the association between molar incisor hypomineralization and dental caries. *Int J Paediatr Dent* 2017;27(n°?): 11-21.
18. Clarence P. Tam; David J. Manton. Aesthetic management of molar incisor hypomineralization: staged strategies for affected incisors. In: Bekes K. *MIH – a clinical guide to diagnosis and treatment*. Springer; 2020: 167–86.
19. Jälevik B, Klingberg GA. Dental treatment, dental fear and behaviour management problems in children with severe enamel hypomineralization of their permanent first molars. *Int J Paediatr Dent*. 2002 Jan;12(1):24-32.
20. Prud'homme Z, Fournier BP, De La Dure-Molla M. Les amélogénèses et dentinogénèses imparfaites : classifications clinico-moléculaires, aspects histologiques, cliniques et radiologiques. *Réal Clin* 2019;30(2):105–10.

21. Crawford PJM, Aldred M, Bloch-Zupan A. Amelogenesis imperfecta. Vol. 2, Orphanet 2007
22. Weerheijm KL. Molar incisor hypomineralization (MIH): clinical presentation, aetiology and management. *Dent Update* 2004 Jan-Feb;31(1):9-12.
23. Arbab Chirani R, Foray H. Fluorose dentaire: diagnostic étiologique. *Arch Pediatr* 2005;12(3):284-7.
24. Maud Denis. White defects on enamel: diagnosis and anatomopathology: two essential factors for proper treatment (part 1). *Int Orthod*. 2013;11(2):139-65.
25. Sleiter R, von Arx T. Posttraumatische Entwicklungsstörungen bleibender Zähne nach Milchzahntrauma: eine retrospektive Studie [Developmental disorders of permanent teeth after injuries of their primary predecessors. A retrospective study]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2002;112(3):214-9.
26. von Arx T. Developmental disturbances of permanent teeth following trauma to the primary dentition. *Aust Dent J*. 1993 Feb;38(1):1-10.
27. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod*. 1982 Feb;81(2):93-8.
28. Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W. Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011 May;139(5):657-64.
29. Vieira AR, Kup E. On the etiology of molar-incisor hypomineralization. *Caries Res* 2016 May 1;50(2):166-9.
30. Fatturi AL, Wambier LM, Chibinski AC, Assunção LR da S, Brancher JA, Reis A, et al. A systematic review and meta-analysis of systemic exposure associated with molar incisor hypomineralization. *Community Dent Oral Epidemiol* 2019 Oct 1;47(5):407-15.
31. Whatling R, Fearn JM. Molar incisor hypomineralization: a study of aetiological factors in a group of UK children. *Int J Paediatr Dent* 2008 May;18(3):155-62.
32. Garot E, Manton D, Rouas P. Peripartum events and molar-incisor hypomineralisation (MIH) amongst young patients in southwest France. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2016 Aug;17(4):245-50.
33. Alaluusua S. Aetiology of molar-incisor hypomineralisation: a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2010 Apr;11(2):53-8.
34. 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*. 2021 Jun 24.. [Epub ahead of print.]
35. Jälevik B, Norén JG. Enamel hypomineralization of permanent first molars: a morphological study and survey of possible aetiological factors. *Int J Paediatr Dent*. 2000 Dec;10(4):278-89.
36. Lygidakis NA, Dimou G, Marinou D. Molar-incisor-hypomineralisation (MIH). A retrospective clinical study in Greek children. II. Possible medical aetiological factors. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2008 Dec;9(4):207-17.
37. Tung K, Fujita H, Yamashita Y, Takagi Y. Effect of turpentine-induced fever during the enamel formation of rat incisor. *Arch Oral Biol* 2006 Jun;51(6):464-70.
38. Silva MJ, Scurrah KJ, Craig JM, Manton DJ, Kilpatrick N. Etiology of molar incisor hypomineralization - A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016;44: 342-353.
39. J.C. Maurin FBHM. Conséquences cliniques des effets des dioxines sur le développement dentaire, *Archives de Pédiatrie*. *Arch Pédiatr* 2005;12(11):1636-40.
40. Gao Y, Sahlberg C, Kiukkonen A, Alaluusua S, Pohjanvirta R, Tuomisto J, Lukinmaa PL. Lactational exposure of Han/Wistar rats to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin interferes with enamel maturation and retards dentin mineralization. *J Dent Res*. 2004 Feb;83(2):139-44.
41. Laisi S, Kiviranta H, Lukinmaa PL, Vartiainen T, Alaluusua S. Molar-incisor-hypomineralisation and dioxins: new findings. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2008 Dec;9(4):224-7.
42. Jedeon K, Houari S, Loiodice S, Thuy TT, Le Normand M, Berdal A, Babajko S. Chronic exposure to Bisphenol A exacerbates dental fluorosis in growing rats. *J Bone Miner Res*. 2016 Nov;31(11):1955-1966.
43. Jedeon K, De la Dure-Molla M, Brookes SJ, Loiodice S, Marciano C, Kirkham J, Canivenc-Lavier MC, Boudalia S, Bergès R, Harada H, Berdal A, Babajko S. Enamel defects reflect perinatal exposure to bisphenol A. *Am J Pathol*. 2013 Jul;183(1):108-18
44. Bussaneli DG, Vieira AR, Santos-Pinto L, Restrepo M. Molar-incisor hypomineralisation: an updated view for aetiology 20 years later. *Eur Arch Paediatr Dent* 2021;

45. Serna C, Vicente A, Finke C, Ortiz AJ. Drugs related to the etiology of molar incisor hypomineralization. A systematic review. *J Am Dent Assoc* 2016;147:120-130.
46. Jeremias F, Koruyucu M, K uchler EC, Bayram M, Tuna EB, Deeley K, Pierri RA, Souza JF, Fragelli CM, Paschoal MA, Gencay K, Seymen F, Caminaga RM, dos Santos-Pinto L, Vieira AR. Genes expressed in dental enamel development are associated with molar-incisor hypomineralization. *Arch Oral Biol.* 2013 Oct;58(10):1434-42.
47. Jeremias F, Pierri RA, Souza JF, Fragelli CM, Restrepo M, Finoti LS, Bussaneli DG, Cordeiro RC, Secolin R, Maurer-Morelli CV, Scarel-Caminaga RM, Santos-Pinto L. Family-based genetic association for molar-incisor hypomineralization. *Caries Res.* 2016;50(3):310-8
48. Ho cevar L, Kova  J, Podkraj sek KT, Battelino S, Pavli  A. The possible influence of genetic aetiological factors on molar-incisor hypomineralisation. *Arch Oral Biol.* 2020 Oct;118:104848.
49. Pang L, Li X, Wang K, Tao Y, Cui T, Xu Q, Lin H. Interactions with the aquaporin 5 gene increase the susceptibility to molar-incisor hypomineralization. *Arch Oral Biol.* 2020 Mar;111:104637.
50. Bezamat M, Souza JF, Silva FMF, Corr ea EG, Fatturi AL, et al. (2021) Gene-environment interaction in molar-incisor hypomineralization. *PLOS ONE* 16(1): e0241898. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241898>
51. Bussaneli DG, Restrepo M, Fragelli CMB, Santos-Pinto L, Jeremias F, Cordeiro RCL, Bezamat M, Vieira AR, Scarel-Caminaga RM. Genes regulating immune response and amelogenesis interact in increasing the susceptibility to molar-Incisor hypomineralization. *Caries Res.* 2019;53(2):217-227.
52. Teixeira RJPB, Andrade NS, Queiroz LCC, Mendes FM, Moura MS, Moura LFAD, Lima MDM. Exploring the association between genetic and environmental factors and molar incisor hypomineralization: evidence from a twin study. *Int J Paediatr Dent.* 2018 Mar;28(2):198-206.
53. Memi  O zg l B, Saat S, Hayriye S nmez /, Firdevs /,  z T. Clinical evaluation of desensitizing treatment for incisor clinical evaluation of desensitizing treatment for incisor teeth affected by molar-incisor hypomineralization. *J Clin Pediatr Dent* 2013;38
54. Restrepo M, Jeremias F, Santos-Pinto L, Cordeiro RC, Zuanon AC, Rcl C, et al. Effect of fluoride varnish on enamel remineralization effect of fluoride varnish on enamel remineralization in anterior teeth with molar incisor hypomineralization. *J Clin Pediatr Dent* 2016;40(n ):p ?
55. Bekes K, Heinzelmann K, Lettner S, Schaller HG. Efficacy of desensitizing products containing 8% arginine and calcium carbonate for hypersensitivity relief in MIH-affected molars: an 8-week clinical study. *Clin Oral Investig* 2017 Sep;21(7):2311–7.
56. 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.* 2017 Dec;30(3):118-123.
57. Bakkal M, Abbasoglu Z, Kargul B. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on molar-incisor hypomineralisation: a pilot study. *Oral Health & Preventive Dentistry [Internet].* 15(2):163–7.
58. Fragelli CMB, Souza JF, Bussaneli DG, Jeremias F, Santos-Pinto LD, Cordeiro RCL. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Braz Oral Res.* 2017 Apr 27;31:e30.
59. Pasini M, Giuca MR, Scatena M, Gatto R, Caruso S. Molar incisor hypomineralization treatment with casein phosphopeptide and amorphous calcium phosphate in children. *Minerva Stomatol.* 2018 Feb;67(1):20-25.
60. 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* 2020 May 1;30(3):323–33.
61. Borowski M, Dehaynin E, Delfosse C, et al. Apport de l’anesth sie intraosseuse pour les patients atteints de MIH . Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/analyse/etudes/apport-de-l-anesthesie-intraosseuse-pour-les-patients-atteints-de-mih/>.
62. Cabasse C, Marie-Cousin A, Huet A, Sixou JL. Computer-assisted intraosseous anaesthesia for molar and incisor hypomineralisation teeth. A preliminary study. *Odontostomatol Trop.* 2015 Mar;38(149):5-9.

63. Dixit UB, Joshi A v. Efficacy of intraosseous local anesthesia for restorative procedures in molar incisor hypomineralization-affected teeth in children. *Contemp Clin Dent* 2018 Sep 1;9(6):S272–7.
64. Fragelli CMB, de Souza JF, Jeremias F, de Cássia Loiola Cordeiro R, Santos-Pinto L. Molar incisor hypomineralization (MIH): conservative treatment management to restore affected teeth. *Brazilian Oral Research*. 2015;29(1):1–7.
65. de Souza JF, Fragelli CB, Jeremias F, Paschoal MAB, Santos-Pinto L, de Cássia Loiola Cordeiro R. Eighteen-month clinical performance of composite resin restorations with two different adhesive systems for molars affected by molar incisor hypomineralization. *Clinical Oral Investigations*. 2017 Jun 1;21(5):1725–33.
66. Sönmez H, Saat S. A clinical evaluation of deproteinization and different cavity designs : a clinical evaluation of deproteinization and different cavity designs on resin restoration performance in MIH-affected molars: two-year results. *J Clin Pediatr Dent* 2017;41
67. Grossi J de A, Cabral RN, Ribeiro APD, Leal SC. Glass hybrid restorations as an alternative for restoring hypomineralized molars in the ART model. *BMC Oral Health*. 2018 Apr 18;18(1)
68. Dhareula A, Goyal A, Gauba K, Bhatia SK, Kapur A, Bhandari S. A clinical and radiographic investigation comparing the efficacy of cast metal and indirect resin onlays in rehabilitation of permanent first molars affected with severe molar incisor hypomineralisation (MIH): a 36-month randomised controlled clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent* 2019 Oct ;20(5):489–500.
69. Gatón-Hernández P, Serrano CR, da Silva LAB, de Castañeda ER, da Silva RAB, Pucinelli CM, et al. Minimally interventive restorative care of teeth with molar incisor hypomineralization and open apex—A 24-month longitudinal study. *Int J Paediatr Dent* 2020 Jan 1;30(1):4–10.
70. Linner T, Khazaei Y, Bücher K, Pfisterer J, Hickel R, Kühnisch J. Comparison of four different treatment strategies in teeth with molar-incisor hypomineralization-related enamel breakdown—A retrospective cohort study. *Int J Paediatr Dent* 2020 Sep 1;30(5):597–606.
71. Durmus B, Sezer B, Tugcu N, Caliskan C, Bekiroglu N, Kargul B, et al. Two-year survival of high-viscosity glass ionomer in molar-incisor hypomineralized molars.
72. Zwahlen M, Schätzle M, Eichenberger M, Erb J. The timing of extraction of non-restorable first permanent molars: a systematic review. Meta-analysis of studies with rare events view project Eosinophilic Esophagitis Activity Index (EEsAI) View project The timing of extraction of non-restorable first permanent molars: a systematic review [Internet]. Vol. 16, Article in *European Journal of Paediatric Dentistry*. 2015. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/318265108>
73. Lagarde M, Vennat E, Attal JP, Dursun E. Strategies to optimize bonding of adhesive materials to molar-incisor hypomineralization-affected enamel: a systematic review. *Int Journal of Paediatr Dent*. 2020 Jul 1;30(4):405–20.
74. Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: a systematic review. *J Dent* 2016;55:16-24..
75. da Cunha Coelho ASE, Mata PCM, Lino CA, Macho VMP, Areias CMFGP, Norton APMAP, et al. Dental hypomineralization treatment: a systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2019;31(n°):26-39.
76. Leverd C, Marquillier T, Delfosse C, Trentesaux T. MIH, entre anxiété et difficultés anesthésiques: comment traiter efficacement nos patients ? *Rev Fr Odontol Pediatr* 2021;16(4):165–9.
77. Özer S, Yaltirik M, Kirli I, Yargic I. A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012 Nov;114(5 Suppl):S132-9.
78. Berrendero S, Hriptulova O, Salido MP, Martínez-Rus F, Pradíes G. “Comparative study of conventional anesthesia technique versus computerized system anesthesia: a randomized clinical trial”. *Clin Oral Investig*. 2021 Apr;25(4):2307-2315.
79. Kanaa MD, Whitworth JM, Meechan JG. A prospective randomized trial of different supplementary local anesthetic techniques after failure of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis in mandibular teeth. *J Endod*. 2012 Apr;38(4):421-5.

80. Collado V, Hennequin M, Faulks D, Mazille MN, Nicolas E, Koscielny S, Onody P. Modification of behavior with 50% nitrous oxide/oxygen conscious sedation over repeated visits for dental treatment a 3-year prospective study. *J Clin Psychopharmacol*. 2006 Oct;26(5):474-81.
81. Vanhee T, Dragan A, Bottenberg P, Loeb I, vanden Abbele a. Anxiété dentaire en dentisterie pédiatrique: analyse du choix thérapeutique en fonction de l'indication. *Rev Fr Odontol Pédiatr* 2021;16(2):90–6.
82. Yang QN, Rosa V, Hong CHL, Tan HXM, Hu S. Sodium hypochlorite treatment post-etching improves the bond strength of resin-based sealant to hypomineralized enamel by removing surface organic content. *Pediatr Dent*. 2020 Sep 15;42(5):392-398.
83. Chay PL, Manton DJ, Palamara JE. The effect of resin infiltration and oxidative pre-treatment on microshear bond strength of resin composite to hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent*. 2014 Jul;24(4):252-67.
84. Krämer N, Bui Khac NN, Lückner S, Stachniss V, Frankenberger R. Bonding strategies for MIH-affected enamel and dentin. *Dent Mater*. 2018 Feb;34(2):331-340.
85. Rolim TZC, da Costa TRF, Wambier LM, Chibinski AC, Wambier DS, da Silva Assunção LR, de Menezes JVBN, Feltrin-Souza J. Adhesive restoration of molars affected by molar incisor hypomineralization: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2021 Mar;25(3):1513-1524.
86. Gelle M, Maillet C, Siu-Parades F. Hypomineralisation molaire-incisive sévère: prise en charge des premières molaires permanentes immatures. *Rev Fr Odontol Pédiatr* 2021;16(4):174–80

Index des figures

Figure 1 : Répartition des super régions et régions dans les études du GBD (4)	13
Figure 2 : Prévalence de la MIH à l'échelle des régions (4)	14
Figure 3 : Opacités amélares allant du blanc (à droite) au jaune brun (à gauche) (6)	15
Figure 4 : Illustrations de pertes de substances post éruptives (6)	15
Figure 5 : Illustrations de restaurations atypiques (6)	15
Figure 6 : Illustrations des index MIH TNI : a) Index 1 b) Index 2 c) Index 3 d) Index 4 (6)	18
Figure 7 : Spirale du délabrement dentaire de Rouas (14)	20
Figure 8 : « Flow chart » de l'analyse de la littérature	27

Index des tableaux

Tableau 1 : Critères diagnostiques de la MIH énoncés par l'EAPD (1)	15
Tableau 2 : Index de sévérité de Lygidakis (11)	16
Tableau 3 : Index de sévérité de Wright (12)	17
Tableau 4 : MIH TNI index (13)	18
Tableau 5 : Conséquences de la MIH	19
Tableau 6 : Points clé de l'amélogénèse imparfaite	23
Tableau 7 : Points clé de la fluorose	23
Tableau 8 : Points clé des hypominéralisations traumatiques	24
Tableau 9 : Points clé des whites sports	24
Tableau 10 : Études incluses comparant les techniques de prévention	32
Tableau 11 : Études incluses évaluant les techniques d'anesthésie	33
Tableau 12 : Études incluses évaluant les techniques de restauration des dents MIH	34
Tableau 13 : Étude incluse traitant de l'extraction des dents MIH	35
Tableau 14 : Revues systématiques incluses comparant les différentes options thérapeutiques des dents MIH	36

UNIVERSITÉ DE NANTES

UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE -----

Vu le Président du Jury,

Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,

Pr Assem SOUEIDAN

LESHAF (Radia). - MIH : quelles options thérapeutiques en 2021 ? Revue systématique de la littérature. – 48 pages ; ill. 8 ; tabl. 14 ; 86 ref ; 30cm. (Thèse : Chir.Dent ; Nantes 2022)

RÉSUMÉ

La MIH est une anomalie dentaire fréquemment rencontrée par les chirurgiens dentistes et représente un défi thérapeutique. Sa détection précoce puis sa prise en charge rapide sont nécessaires à la longévité des dents atteintes sur l'arcade. Cette prise en charge repose sur un suivi régulier et dépend du degré de sévérité de l'atteinte et des conséquences cliniques qu'elle implique. Les choix thérapeutiques sont vastes allant de protocole de reminéralisation à l'avulsion des dents sévèrement lésées, en passant par des restaurations directes ou indirectes en fonction des capacités techniques du clinicien et si la coopération du patient le permet.

Il est toutefois important et nécessaire de mener de nouvelles études avec de puissantes validités externe et interne.

Le but de ce travail est de donner les éléments nécessaires pour un diagnostic précoce de la MIH et de présenter les différents traitements proposés aujourd'hui dans la littérature, leurs indications, et leur pronostic.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Pédodontie

MOTS CLÉS MESH

Déminéralisation dentaire – Tooth demineralization

Hypoplasie de l'émail dentaire – Dental enamel hypoplasia

Thérapeutique – Therapeutics

Hypominéralisation molaire et incisive – Molar incisal hypomineralisation

JURY

Présidente : Madame le Professeur Fabienne PEREZ

Directrice de thèse : Madame le Professeur Serena LOPEZ

Assesseur : Madame le Docteur Sylvie DAJEAN-TRUTAUD

Assesseur : Madame le Docteur Fabienne JORDANA

Membre invité : Monsieur le Docteur Zakariae IBN ATTYA ANDALOUSSI