

**Techniques micro-invasives en Odontologie
Conservatrice.
Indications et analyse critique de la littérature.**

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

Présentée et soutenue publiquement par

Luc BRAMOULLÉ

Née le 15/09/1987

Le 22/05/2015 devant le jury ci-dessous :

Président : Mme le Professeur Fabienne PEREZ

Assesseur : M le Docteur Morgan ROLOT

Assesseur : Mme le Docteur Catherine RICHARD

Directeur de thèse : Mme le Docteur Bénédicte CASTELOT ENKEL

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr AMOURIQ Yves
Assesseurs	Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs Emérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens Hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame BLERY Pauline Madame Isabelle HYON Madame Hélène GOEMAERE GALIERE
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Madame Béatrice GOUGEON Monsieur KOUADIO Kouakou (Assistant associé) Monsieur LANOISELEE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MALTHIERY Eve Madame MELIN Fanny Madame MERAMETDJIAN Laure Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan
Enseignants Associés	A.T.E.R.
Madame BRETECHE Anne (MC Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (PR Associé)	Monsieur COUASNAY Greig

**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.**

A Madame le Professeur Perez :

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Toulouse 3.

Professeur des Universités.

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

Habilitation à Diriger des Recherches.

Chef du service d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique.

Responsable du Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie.

*Je remercie sincèrement le Professeur Perez pour la Présidence de mon jury de thèse.
Ce travail m'a réellement permis d'avancer dans un domaine.*

Respectueusement.

A Madame le Docteur Castelot-Enkel :

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Docteur de l'Université de Nantes.

Ancien Interne en Odontologie.

Maître de Conférences des Universités.

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

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie.

Je souhaite dire et remercier le Docteur Castelot-Enkel pour la direction de ma thèse, ce fut un plaisir de travail sérieux. Je tiens également à noter une année de formation clinique studieuse et riche d'enseignement.

Respectueusement.

A Monsieur le Docteur Rolot :

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Docteur de l'Université de Nantes.

Assistant Hospitalo-Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement
et de Recherche Dentaires.

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie.

*Je tiens à honorer le Docteur Rolot pour sa présence dans la codirection de ma thèse,
qui est restée constructive et productive.*

Respectueusement.

A Madame le Docteur Richard :

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Docteur de l'Université de Nantes.

Assistant Hospitalo-Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement
et de Recherche Dentaires.

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie.

*Madame le Docteur Richard, que je remercie pour son poste d'Assesseur dans mon
jury de thèse et pour une année de formation clinique dynamique.*

Respectueusement.

PLAN

Introduction

I. Généralités

- 1) De l'évolution de l'Odontologie Conservatrice
- 2) Vers la dentisterie micro-invasive
- 3) Intérêt médico-économique de la dentisterie micro-invasive
- 3) L'évaluation du risque carieux
- 4) L'apport des aides optiques

II. Les technologies micro-invasives en odontologie conservatrice aujourd'hui, techniques et indications

- 1) Les fraises de micro dentisterie
- 2) Réparation *versus* remplacement des obturations existantes
 - 2.1 : les restaurations composites
 - 2.2 : les restaurations amalgames
 - 2.3 : les restaurations céramiques
 - 2.4 : les restaurations métalliques
- 3) Techniques chimiques : enzymatiques, photo activation désinfection (PAD), ozone
 - 3.1 : techniques enzymatiques
 - 3.2 : la photo activation désinfection
 - 3.3 : l'ozone
 - 3.4 : les PPC-PCA
- 4) Technique mécano-chimique
 - 4.1 : indication
 - 4.2 : protocole
- 5) ART (Atraumatic Restorative Treatment)
 - 5.1 : instrumentation
 - 5.2 : protocole
 - 5.3 : indications
- 6) Laser Erbium YAG
- 7) Infiltration de résine
 - 7.1 : protocole
 - 7.2 : indications
- 8) Les patches de résine
 - 8.1 : protocole
 - 8.2 : indications

9) Air abrasion

10) La sono-abrasion

10.1 : les instruments

10.1.1 : pièces à mains sonores et ultrasonores

10.1.2 : les inserts diamantés

10.2 : indications cliniques de la sono-abrasion

10.2.1 : les lésions débutantes

10.2.2 : les cavités occlusales

10.2.3 : les cavités proximales

10.2.4 : les cavités cervicales

10.2.5 : les cavités profondes

10.2.6 : autres indications

10.3 : sono-abrasion et collage

III. Analyse critique de la littérature

Conclusion

Introduction :

L'art dentaire connaît des avancées scientifiques et technologiques tous les jours. Les techniques évoluent selon l'avancée des connaissances et de nouvelles pratiques apparaissent.

L'odontologie conservatrice commence véritablement au XVIII^{ème} siècle, en utilisant des fraises pour le curetage et l'aménagement de cavité d'obturation dont Black a exposé les principes en 1908. Elle évolue de nos jours vers la dentisterie micro invasive.

En effet, actuellement, la physiologie de la carie est bien connue, les techniques diagnostiques et thérapeutiques sont sûres et maîtrisées, la tendance est donc de préserver l'organe dentino-pulpaire en sauvegardant le maximum de tissu minéralisé sain ou non infecté. Une fois la mise en forme dite micro-invasive réalisée, la dent est reconstituée avec des matériaux plastiques qui ne feront pas l'objet de ce travail.

Si ces techniques micro invasives sont séduisantes, elles présentent encore un faible recul clinique pour certaines d'entre elles. L'objectif de ce travail est de passer en revue ces différentes techniques de dentisterie micro-invasive en odontologie conservatrice et de voir, à travers la littérature, la qualité de ces techniques, leur fiabilité et leurs indications. Nous allons également tenter de connaître le niveau de preuve scientifique et l'état actuel des connaissances scientifiques sur le sujet.

I. Généralités :

1) De l'évolution de l'Odontologie Conservatrice :

L'odontologie conservatrice, qui représente aujourd'hui 70% de l'activité d'un praticien, recouvre actuellement tous les traitements conservateurs des séquelles de la maladie carieuse.

Le processus carieux entraîne la perte de tissu dentaire par un phénomène de déminéralisation bien connu. L'odontologie conservatrice permet de reconstituer l'organe dentaire au mieux, en respectant les règles physiques, anatomiques et esthétiques de la dent naturelle.

Les caractéristiques des populations atteintes ont évolué depuis la fin du XX^{ème} siècle. Si la prévalence de la maladie carieuse a beaucoup baissé chez les enfants grâce à la prévention et à l'utilisation élargie du fluor, en revanche chez l'adulte, la situation est moins satisfaisante. Dans la dernière décennie, les dents atteintes sont en moyenne de 10,4 pour les adultes de 35 à 44 ans. Les données varient surtout en fonction du contexte socio-économique. Outre leur fréquence, les sites de prédilection des caries sont mieux connus et surtout, la mise en œuvre d'un bilan du risque carieux permet d'engager une prophylaxie individuelle adaptée.

Aujourd'hui nous voyons qu'à chaque stade de l'évolution de la lésion carieuse, la dentisterie conservatrice moderne peut donner une réponse appropriée visant à la préservation maximale de l'organe dentaire. La durée de vie augmente, ainsi que le maintien des arcades dentaires saines et fonctionnelles. C'est en tout cas ce qu'attendent les patients de la dentisterie actuelle.

2) Vers la dentisterie micro-invasive :

Les avancées scientifiques en matière de compréhension de la physiologie carieuse sont nombreuses depuis une trentaine d'années, avec simultanément une grande avancée dans le domaine des matériaux d'obturation, des matériaux de collage et des protocoles opératoires. Il apparaît donc que le modèle thérapeutique basé sur la prévention et la mise en œuvre de traitements les moins mutilants possibles s'impose. Ce concept actuel s'appelle le concept d'intervention minimale dont la dentisterie micro-invasive fait partie. Cette pratique n'est aujourd'hui pas généralisée dans l'exercice libéral en France mais tend à se développer.

Les soins bucco-dentaires traditionnels peuvent malheureusement conduire au sacrifice de tissus sains, à la fois minéralisés et pulpaire, afin de réaliser une reconstitution de la morphologie et de la fonction de la dent. Le patient se retrouve pris dans la spirale des soins restaurateurs avec la perte progressive de tissus dentaires pouvant aller jusqu'à l'avulsion lorsque la reconstitution corono-radulaire ne peut plus être pérennisée.

La dentisterie micro-invasive regroupe toutes les techniques plus économes de tissus dentaires et s'efforce de garder l'organe dentaire le plus longtemps possible en bouche, au prix d'une intervention chirurgicale minimum et d'une prévention maximum et constante auprès des patients.

3) Intérêt médico-économique de la dentisterie micro-invasive :

En France, 70% de l'activité d'un cabinet d'omnipratique est représentée par l'odontologie conservatrice dont les actes sont opposables et peu rentables.

Une étude de Schwendicke *et al.* en 2014 (54) révèle que l'exercice de la micro-dentisterie coûte cher (plateau technique et matériaux onéreux) mais elle est intéressante sur le plan médico-économique à long terme par rapport aux techniques classiques plus invasives en évitant ou retardant des soins endodontiques et prothétiques.

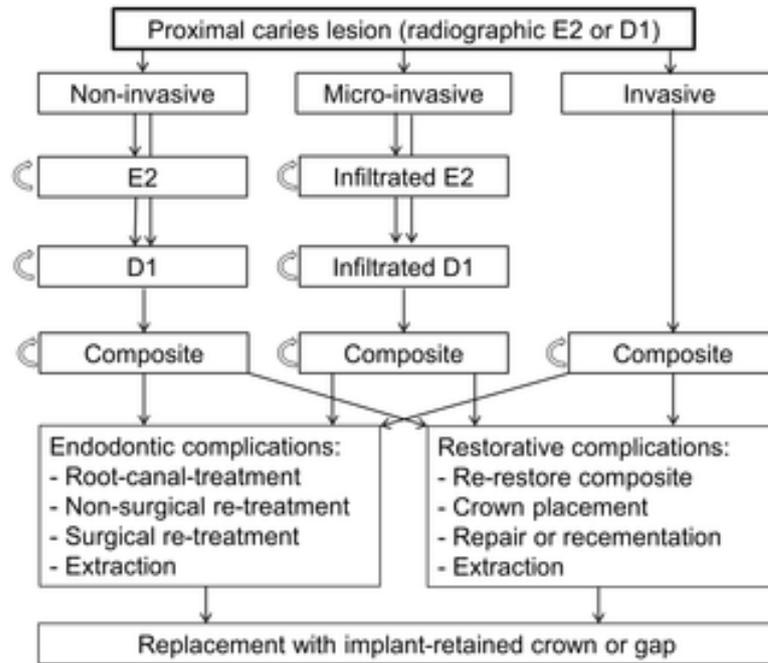


Figure 1 : Coût des différentes alternatives de traitement en dentisterie conservatrice. (E2 : atteinte amélaire, D1 atteinte dentinaire) (1).

La dentisterie micro-invasive vise à retarder cette cascade de soins qui sera responsable de sacrifices tissulaires importants avec perte de la vitalité pulpaire et réalisation de prothèses dentaires dont la prise en charge est onéreuse pour la communauté. Promouvoir la dentisterie micro-invasive permettrait de réduire le poids financier du traitement conservateur par la réduction du volume de soins.

Il est donc important de privilégier une approche biologique fondée sur la connaissance de l'histopathologie du processus carieux et de la préservation maximale des tissus, d'autant plus que nous observons actuellement le développement de matériaux adhésifs de plus en plus performant.

Néanmoins, le succès de ces techniques ultra conservatrices résulte également d'une bonne utilisation des biomatériaux adhésifs. La qualité d'une restauration dépend de l'intégrité de la structure de la phase minérale de la dent, ainsi que de celles de la matrice collagénique et des tubuli dentinaires. D'après une étude de Green DJB en 2011 (26), la

qualité du joint périphérique dépend du phénomène d'hydrolyse physico-chimique et de la dégradation enzymatique potentielle par les métalloprotéinases endogènes de la dentine préparée lors du mordantage acide.

4) L'évaluation du risque carieux :

L'évaluation du risque carieux est indispensable à la pratique de la micro dentisterie. Il est clair qu'un patient avec un état bucco-dentaire nécessitant de nombreux soins et un indice de plaque élevé n'est pas immédiatement candidat à la dentisterie micro invasive. Le praticien cherchera tout d'abord, par un enseignement de techniques prophylactiques et par la prévention, à diminuer le risque de la maladie carieuse chez ce type de patient avant d'entreprendre toute thérapeutique micro-invasive.

Néanmoins, de nombreux facteurs influencent ce processus carieux dont certains sont difficilement contrôlables par le patient.

•Les antécédents carieux :

Le risque carieux est déterminé très fortement par le nombre de lésions actives présentes en bouche. Un examen clinique et radiologique au moyen de radiographies rétro-coronaires sont donc nécessaires pour la détection de caries proximales et le suivi du processus carieux.

Dans l'évaluation du risque carieux, il est important de ne pas noter uniquement les lésions carieuses actives mais également les caries arrêtées. La présence de lésions actives augmente la probabilité que la maladie carieuse se poursuive dans le futur.

Le risque carieux peut évoluer au cours de la vie mais il n'est pas inéluctable, bien que des études épidémiologiques aient montré une corrélation entre les antécédents carieux et le développement de futures lésions carieuses.

•L'indicateur socio-démographique :

Le statut socio-économique est un très bon indicateur chez l'enfant mais également chez l'adulte. Souvent, le risque carieux est plus élevé pour les catégories les plus défavorisées.

Par ailleurs, dans une revue systématique de 2001, Zeno et al. (70) concluent que la fréquence carieuse sur dent permanente chez l'adulte serait liée à l'éducation et le statut marital du patient. Après les antécédents carieux, ces indices viendraient en deuxième position comme facteurs prédictifs du risque carieux et de la santé bucco-dentaire.

•La génétique :

Il est à présent certain qu'il existe une relation entre le patrimoine génétique du patient et sa susceptibilité à la carie. En effet, une revue parue en 2010 par Wright JT (69) explique que des gènes impliqués dans le développement dentaire, la fonction salivaire et le goût ont été identifiés. La compréhension entre la génétique et le risque carieux évolue et une des voies thérapeutiques futures serait d'utiliser des diagnostics salivaires basés sur la génétique, afin d'évaluer au mieux les patients à risque ou de cibler l'axe d'intervention pour améliorer la santé orale.

- La salive :

La salive joue un rôle prépondérant dans la santé des tissus durs et mous dans la cavité orale. Le risque carieux est augmenté en cas de diminution du flux salivaire, qui entraîne une diminution du pouvoir tampon. Plusieurs traitements médicaux réduisent ce flux, majoritairement des psychotropes, et concernent un fort pourcentage de la population en France. 18% des 18-75 ans déclarent avoir consommé au moins un médicament psychotrope au cours de l'année selon l'enquête 2010 du Baromètre Santé (62). De plus, certaines pathologies comme le syndrome Gougerot-Sjögren ou un diabète non équilibré entraînent la diminution du débit salivaire et de son pouvoir tampon et peuvent augmenter le risque carieux du patient.

- Les bactéries :

La carie est une pathologie d'étiologie bactérienne, dont les agents sont des hôtes normaux de la plaque dentaire.

Il serait logique de penser que les patients présentant un taux important de bactéries pathogènes ont un fort potentiel à développer des caries et, de fait, nécessitent d'être traités. Cependant :

- un indice de plaque élevé n'est pas un signe probant de futures caries. La carie dentaire se développe préférentiellement dans les sillons ou dans les espaces inter-dentaires alors que la plaque s'accumule plutôt au niveau des collets. Par ailleurs, les indices de plaque sont élevés dans les maladies parodontales et non lors de la maladie carieuse.

- l'évaluation objective de l'efficacité de brossage mécanique est difficile car il est couramment associé à un dentifrice fluoré.

- des tests salivaires ont existé par le passé. Ils étaient basés sur le fait qu'un taux bactérien salivaire correspondait à un taux bactérien dans le biofilm. La littérature dans ce domaine est partagée quant au rapport entre la présence de streptococcus et de lactobacilles et la prédiction du risque carieux chez l'adulte (NIH Consensus Statement 2001). Plusieurs tests existent actuellement sur le marché, tests qui se basent sur les résultats de mise en cultures. Le problème principal est que ces tests donnent le taux bactérien salivaire et non le taux de bactéries dans la plaque et en général ils ne sont que faiblement corrélés avec le risque carieux réel. Néanmoins, ils peuvent être utilisés pour motiver le patient.

De nouveaux tests ont été mis au point pour mesurer le pH de la plaque sur un site spécifique. D'autres mesurent le taux bactérien en utilisant des anticorps monoclonaux ou la réponse à la bioluminescence de l'ATP et bien que beaucoup utilisés, ils ne sont pas encore validés sur leur réel évaluation du risque carieux. Là encore, leurs rôles comme outil dans l'éducation et la motivation du patient peuvent néanmoins justifier leur emploi.

- L'alimentation :

L'exposition au sucre est un important facteur de risque. Cependant, de par l'utilisation de dentifrice fluoré, il est difficile de montrer précisément l'association entre une forte consommation sucrée et le développement carieux. D'autres paramètres sont à considérer comme la fréquence d'alimentation, la consommation entre les repas, la présence de fluor ou de calcium dans la nourriture et le type de carbohydrates consommés. Par exemple, le sucre consommé sous forme liquide est moins cariogène que celui consommé sous forme solide. De plus, les amidons sont considérés comme moins cariogènes que les

sucres tels que le sucrose, le glucose ou le fructose. Le sucrose est probablement le plus cariogène car il est responsable d'une production de polysaccharides extracellulaires.

5) L'apport des aides optiques :

L'idée d'une nécessité de l'aide visuelle en Odontologie remonte aux années 60 quand les docteurs J. Boussens et J. P. Ducamin de l'Université de Bordeaux II posèrent les bases d'une utilisation en clinique odontologique du microscope opératoire. Cette idée fût redécouverte dans les années 90 par le docteur G. Carr à l'occasion de chirurgies endodontiques. Depuis, les applications cliniques des aides optiques ne cessent de se développer. L'utilité de cet outil sur le plan du diagnostic et afin d'optimiser certaines procédures chirurgicales n'est plus à démontrer. Par ailleurs, les aides optiques sont conseillées dans le domaine de l'ergonomie et la prévention des pathologies professionnelles dorso-cervicales.

La vision normale est une vision binoculaire qui nous donne la sensation de la distance et du relief. Cette sensation est due à la superposition des images rétiniennes et à la fusion des deux perceptions correspondantes. Ces deux images ne sont pas identiques, et elles diffèrent d'autant plus que l'objet est rapproché. Aussi, la sensation de relief diminue au fur et à mesure de l'éloignement de l'objet. Dans la vision normale, le mécanisme de l'accommodation nous permet de voir nettement des objets situés à diverses distances l'un après l'autre, mais non simultanément. Pour la vision microscopique, le mécanisme de l'accommodation n'entre pas en jeu : nous ne percevons qu'un seul plan très mince de l'objet examiné et, pour voir les autres plans, nous devons faire varier la mise au point du système optique.

En micro dentisterie, nous nous intéressons à des structures que l'œil humain ne distingue pas correctement, et autant la phase diagnostique que la phase thérapeutique nécessitent une aide optique pour être optimales.

II. Les technologies micro-invasives en odontologie conservatrice aujourd'hui, techniques et indications :

1) Les fraises de micro dentisterie :



Figure 2 : Fraises de microdentisterie (2).

L'odontologie conservatrice connaît une évolution dans le domaine de l'équipement pour la micro dentisterie. De cette évolution sont nées les fraises de micro dentisterie, outils indispensables à l'application d'un concept novateur et prometteur : l'ultra conservation des tissus sains.

Les fraises traditionnelles, conçues pour ouvrir les cavités sans se préoccuper de garder l'émail non soutenu provoquent en réalité un effet iatrogène non négligeable sur le complexe dentino-pulpaire qui tend à disparaître avec l'utilisation des fraises de micro dentisterie. En effet, le profil de ces fraises a été étudié pour éliminer les petites caries sans enlever excessivement la dentine ou l'émail sain.

Depuis l'ère des fraises de micro dentisterie, de nouvelles approches de l'odontologie conservatrice voient le jour. On parle aujourd'hui de fraise à fissurotomie, qui illustre bien le concept ultraconservateur. Le design de ces fraises, conçus spécifiquement pour les puits et fissures, permet au chirurgien-dentiste de contrôler son geste et de ne pas faire l'exérèse de la dentine saine si cela n'est pas nécessaire. Bien sûr, cette pratique requiert de préférence l'utilisation d'aides optiques pour un travail précis et fiable.

Les formes coniques des parties travaillantes de ces fraises permettent de ne rencontrer que très peu de tubuli dentinaires et minimise ainsi les effets d'échauffements de l'organe dentino-pulpaire.

Le laboratoire SS White a commercialisé la fraise « SmartBurs II » constituée de polymères autolimitants qui ont été développés pour résoudre le problème clinique du point limite d'excavation dont le principe repose sur la dureté de la structure dentaire, et non sur la coloration des tissus. Leur dureté Knoop spécifique permet à la fraise d'éliminer sélectivement la dentine cariée sans toucher à l'intégrité de la dentine saine qui est plus dure.



Figure 3 : Fraises SmartBurs II (3).

Actuellement, de nombreuses firmes faisant commerce de fraises de chirurgie dentaire ont bien évidemment sorti leur gamme et leur design de fraises de micro dentisterie.

2) Réparation versus remplacement des obturations existantes :

Selon les principes de l'odontologie conservatrice, il est admis qu'une obturation présentant une infiltration, une fracture, ou encore des signes de « vieillesse » implique une réfection par sa dépose intégrale. La dent est nettoyée comme s'il s'agissait d'une primo-intervention, puis une nouvelle obturation étanche est mise en place.

D'après une étude *in vitro* de Gordan et al. en 2006 (24), les restaurations réparées se sont montrées plus susceptibles aux caries secondaires que les restaurations remplacées. En revanche, le remplacement d'une restauration se fera toujours par l'élargissement de la cavité. Le choix de la conduite à tenir dépendra en fait du contexte clinique et du rapport bénéfice/risque des différentes procédures envisageables. La réparation peut être intéressante dans certaines situations, notamment pour sa rapidité ou sa facilité de la mise en œuvre chez les enfants et les personnes âgées ; la réduction de l'échauffement pulpaire ou de la pénétration des monomères lors de la réfection d'une restauration proche pulpaire.

Par ailleurs, les amalgames d'argent ont été depuis ces dernières années beaucoup décriés en Europe à cause du mercure présent dans leur composition. Bien que cela ne soit pas préconisé par l'ANSM dans son rapport publié en décembre 2014 (1), leur dépose peut parfois être demandée par les patients afin de les remplacer par un matériau d'obturation de nouvelle génération type composite.

Or, la dépose intégrale d'un soin conservateur implique inévitablement une perte de substance dentaire saine, même avec l'utilisation de fraises de micro dentisterie, quelle que soit la technique utilisée pour la dépose. Le sacrifice de tissu sain lors des réinterventions successives risque à terme d'entraîner la perte de la vitalité pulpaire, voire la perte de la dent si celle-ci ne peut plus être reconstituée. C'est ce que l'on veut à tout prix éviter par l'intervention minimale ultraconservatrice.

2.1 Les restaurations en composite

La clé de voute d'un composite est la qualité du collage. La pérennité d'une réparation par composite ne dépendrait pas du matériau utilisé, et selon l'étude de Mitsaki-Matsou *et al* en 1991 (41), que la réparation soit réalisée ou non avec le même matériau que la reconstitution initiale n'aurait pas d'influence sur sa qualité. Par ailleurs, plusieurs études, et notamment celle de Shahdad *et al* en 1998 (55), ont montré que la force d'adhésion d'une réparation serait de 20% à 99% équivalente à celle d'une restauration non réparée. Les travaux de

Bonstein *et al* en 2005 (12), concluent que l'utilisation du mordantage n'est pas indispensable dans ce cas précis.

Les polissoirs à air-abrasion, en pierre de carborundum, ou encore les fraises à finir diamantées peuvent être utilisés pour un traitement de surface car la force adhésive sera suffisante après un simple prétraitement mécanique des surfaces d'après Kamann *et al.* en 2000 (35). Cependant, l'application d'un silane est souhaitable selon Hisamatsu *et al.* en 2002 (28), sachant que la contamination de la surface dentaire par le silane n'altère en rien la force de collage d'après Hanning *et al.* en 2003 (27).

La procédure de réparation d'un composite est donc la suivante :

- traitement mécanique des surfaces
- conditionnement de la surface dentaire
- silanisation
- application de système adhésif

2.2 Les restaurations en amalgame

Les restaurations à l'amalgame peuvent être réparées à l'amalgame bien qu'il existe un risque de corrosion entre l'ancien et le nouveau matériau, selon Burdairon en 1990 (14), qui explique que la corrosion électrochimique de l'amalgame est responsable de la dégradation de la restauration en profondeur.

L'amalgame est un alliage métallique constitué de métaux différents, qui présente en outre une hétérogénéité de composition et de structure. Plus encore, l'amalgame est destiné à évoluer au sein d'un milieu humide, le milieu buccal, ce qui engendre inévitablement une dégradation plus profonde résultant de la corrosion électrochimique. La salive, représentative d'un milieu électrolytique oxygéné et chloruré, permet le transfert d'électrons inhérent à la réaction électrochimique, ce qui conduit à l'oxydation de l'alliage en fonction de son potentiel de surface

La réparation peut également se faire au composite, et l'absence d'adhésion vraie entre composite et amalgame sera compensée par une préparation rétentive. Il conviendra de silaniser la surface de l'ancienne restauration et d'appliquer un système adhésif classique sur les surfaces dentaires.

2.3 Les restaurations en céramique

Lors de la fracture d'un morceau de céramique faisant partie d'un onlay ou bien encore d'une prothèse fixée, la réparation au composite donne de bon résultat et évite le remplacement intégrale de la pièce céramique.

Afin de conditionner la surface céramique, l'acide fluorhydrique en bouche est discutable du fait de sa toxicité, il est donc possible de conditionner cette surface avec un traitement tribochimique (CoJet) à l'aide de particules d'oxyde d'alumine recouverte de silicium. Ces particules vont fusionner avec la céramique et donner une couche propice au collage. Un opaqueur doit ensuite être appliqué si des armatures métalliques sont exposées afin d'obtenir un bon rendu esthétique, puis le protocole classique d'une restauration composite est mis en place. Il est important de noter que nous n'avons actuellement aucune donnée sur les résultats à long terme de ces procédés.

2.4 Les restaurations métalliques

Une préparation rétentive doit être faite, puis les surfaces métalliques doivent être silanisées. Ensuite un protocole de collage classique est appliqué. L'utilisation d'un opaqueur peut s'avérer utile dans certain cas pour ne pas laisser apparaître les structures métalliques. Ce protocole s'apparente à celui utilisé sur une restauration céramique de par les préoccupations similaires de réparation.

La dentisterie micro invasive propose donc la prise en charge d'une obturation défectueuse en privilégiant sa réparation ponctuelle plutôt que son remplacement intégral. Depuis 2000, il existe un processus décisionnel établi par Tyas MJ *et al.* (64), et ces réparations présentent de bons résultats à courts et moyens termes comme le montrent plusieurs études : Moncada G *et al.* en 2009 (42), Gordan VV *et al.* en 2009 (22), et en 2011 (23).

La difficulté lors d'une réparation intégrale est d'être économe en tissus dentaires sains tout en éliminant entièrement le tissu infecté.

Christensen GJ en 2009 (17), suggère que les réparations des obturations partiellement défectueuses peuvent se faire au CVI, ce qui est utile dans certaines conditions inconfortables (salive, accès, surplombs, etc).

En 2010, le centre Cochrane français réalise une revue systématique afin de faire le point sur le bien fondé de ces alternatives, notamment avec l'utilisation de matériaux composites (16). Les auteurs concluent qu'il n'existe actuellement aucun essai clinique contrôlé randomisé approprié comparant la qualité des restaurations remplacées à celles réparées en composite chez l'adulte. Il est donc nécessaire de réaliser des essais cliniques contrôlés randomisés et dont la méthodologie assure une puissance suffisante. Des recherches complémentaires sont également nécessaires en terme médico-économique et de satisfaction des patients.



Figure 4 : Remplacement intégral des amalgames sur 24, 25 26 et 27. Surtraitement ou préservation soigneuse des tissus dentaires sains ? (4).

3) Techniques chimiques : enzymatiques, photo activation désinfection (PAD),

ozone :

Les techniques chimiques sont à l'étude car elles ne sont pas complètement validées actuellement par la science. Le but de tous ces procédés chimiques est d'obtenir un traitement sélectif vis-à-vis de la dentine affectée, infectée et des tissus dentaires sains.

3.1 Techniques enzymatiques

En 1989 Goldberg *et al.* (21) ont réussi à enlever de la dentine cariée à l'aide de bactéries achromobacters collagénase. Puis, Norbø *et al.*, en 1996 (45), ont utilisé la pronase, une enzyme protéolytique non spécifique provenant de *streptomyces griseus*. Néanmoins à ce stade, des recherches plus poussées *in vitro* et *in vivo* manquent.

La piste des techniques dites enzymatiques est explorée au travers de réactions utilisant la pepsine, la papaïne ou l'hypochlorite. L'idée est de provoquer la rupture du réseau de collagène de la dentine déminéralisée. Très peu d'études existent. En l'absence d'articles donnant des preuves scientifiques validant ces techniques, il est impossible de conclure quant à l'efficacité des techniques dites enzymatiques.

3.2 La photo activation désinfection

Dans le même esprit, la désinfection par photo activation (PAD) consiste à déposer un liquide contenant du bleu de toluidine dans la cavité carieuse ; celui-ci est absorbé par les bactéries présentes. Ensuite, une photo-activation à une longueur d'onde précise provoquant la lyse de ces bactéries permettrait ainsi de stopper le processus carieux bactérioinduit. Aujourd'hui, l'Aseptim Plus (SciCan, Toronto, Canada) est le modèle exploitant les connaissances actuelles.

Une étude publiée en 2014 par Sridhara *et al.* (58) conclue que la désinfection dentinaire par photo-activation donne les mêmes résultats que la désinfection dentinaire par hydroxyde de calcium, dans le cadre d'un coiffage pulpaire indirect.

Cependant, avec ce type de technique, se pose le problème de la dentine infectée laissée *in situ*. Mais d'après Williams *et al.* en 2004 (68), la dentine infectée s'en trouve désinfectée et un agent reminéralisant est alors appliqué sur les surfaces. L'avantage est que les surfaces désinfectées sont beaucoup plus susceptibles de reminéraliser efficacement.

Une obturation plastique classique peut alors être réalisée.

3.3 L'ozone

L'ozone a longtemps été utilisé comme désinfectant de l'eau en raison de sa capacité d'oxydation des impuretés chimiques, organiques et biologiques. Il a été découvert et nommé ainsi par F. Schonbein en 1840. Il est parfait pour réduire la contamination bactérienne de l'eau dans les systèmes de soins dentaires et de dialyse. En utilisation régulière, il peut empêcher la formation de biofilms dans les systèmes de tuyaux et cordons. Les premières utilisations dentaires de l'ozone datent du XIX^{ème} siècle, pour le traitement des caries primaires radiculaires.

La qualité de l'eau dans les cabinets dentaires est en deçà de la limite recommandée pour la concentration de micro-organismes (max. 200 unités formant une colonie / ml d'eau, selon les indications de l'American Dental Association).

Un échantillonnage réalisé portant sur la qualité de l'eau dans les cabinets de chirurgie-dentaire a été réalisé par l'IRSST (Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail) en 2005 (32), et les résultats sont publiés.

La plus grande concentration bactérienne ($3,2 \times 10^6$ bactéries/ml) correspond à l'échantillon d'eau de purge prélevé directement sur l'unité. La concentration bactérienne moyenne retrouvée dans l'eau de purge, après purge et après traitements est respectivement de $1,7 \times 10^6$, $5,4 \times 10^5$ et de $2,0 \times 10^5$ bactéries/ml avec une proportion élevée de bactéries opportunistes comme par exemple, la *Legionella pneumophila*, la *Pseudomonas aeruginosa*, les espèces de mycobactéries et de coliformes.

La concentration moyenne de l'eau de ville est de $1,0 \times 10^5$ bactéries/ml.

Les échantillons d'eau de l'unité dentaire contiennent bien une plus grande quantité de bactéries que ceux de l'eau de ville ($p \leq 0,0002$).

Les bactéries des échantillons d'eau de purge et après purge sont significativement plus viables (perméabilité membranaire) que ceux de l'eau de ville ($p < 0,0001$). De plus, il y a une décroissance significative dans le temps de la viabilité bactérienne présente dans l'eau de l'unité dentaire ($p < 0,003$).

Ce constat est inquiétant, car certains patients traités en cabinet dentaire sont immunodéficients.

En raison de sa puissance comme agent oxydant et de la catalyse rapide sur les ions métalliques, l'ozone est idéal pour la réduction de la contamination bactérienne, endotoxique et biologique dans les systèmes d'approvisionnement en eau.

Ces qualités ont été proposées pour le traitement des lésions carieuses étiologiquement bactériennes mais actuellement l'ozonothérapie est une piste de recherche toujours non validée sur le plan scientifique. Une revue systématique publiée dans Cochrane en 2009 par Rickard *et al.* (51), conclue qu'il n'y a aucune preuve tangible que l'ozone soit capable de renverser ou stopper la progression de la carie, et en l'absence de preuve scientifiquement établie, l'ozone ne devrait pas être considéré comme une alternative aux thérapeutiques courantes en odontologie conservatrice.

3.4 Les PPC-PCA

L'utilisation des phosphopeptides de caséine phosphate de calcium amorphe (PPC-PCA) présenteraient également des avantages dans la prévention et le traitement des lésions carieuses initiales. Une étude de Reynolds *et al.* en 1997 (52) montre que les nanocomplexes de PPC-PCA ont la faculté de promouvoir la reminéralisation et d'inhiber la déminéralisation *in situ*.

En 2001, Shen *et al.* (56) publient une étude montrant que l'adjonction de PPC-PCA à des chewing-gums contenant du sorbitol ou du xylitol induit de façon dose-dépendante la reminéralisation à 152% des lésions carieuses initiales palatines sur des échantillons d'émail humain. Les tests ont été effectués en faisant mâcher des patients pendant 20 minutes avec des appareils amovibles sur lesquels avaient été placés des surfaces d'émail humain déminéralisé, et ce quatre fois par jour pendant 14 jours.

Les zones d'émail reminéralisé par le PPC-PCA deviennent plus résistantes à l'acide que les zones reminéralisées avec d'autres chewing-gums sans PPC-PCA. Cependant, un autre facteur n'est pas pris en compte : l'augmentation du flux salivaire comme Bots *et al.* le soulignent dans une étude en 2004 (13). Selon eux, l'utilisation de chewing-gums PPC-PPA augmenterait le flux salivaire de quatre à dix fois. Il semble donc que l'utilisation de PPC-PCA fasse intervenir un mécanisme d'action supplémentaire : l'augmentation du flux salivaire avec l'augmentation du pouvoir tampon.

4) Technique mécano-chimique :

Une approche micro-invasive de l'éviction carieuse, le gel Carisolv, est apparu dans les années 1990. Il s'agit d'une méthode chimio-mécanique qui permet de ramollir la dentine cariée qui doit ensuite être retirée à l'aide d'excavateur ou avec des instruments spécifique « carisolv ».

Le gel contient trois acides aminés : acide glutamine, lysine et leucine, et une solution de NaCl à 0,5% qui sont mélangés immédiatement avant l'application. Le gel est incolore mais se trouble lors de son action.

4.1 Protocole

Le gel Carisolv a une action uniquement sur la dentine cariée ; l'ouverture de la cavité doit donc se faire de manière classique avec une fraise diamantée.

Une fois la cavité bien ouverte, le gel est préparé en mélangeant suivant les données du fabricant, une poudre contenant les acides aminés la solution de NaCl. Le gel apparaît incolore et légèrement visqueux. Cette viscosité peut nuire à sa mise en place. La préparation est appliquée dans la cavité et doit agir environ 40 secondes. Après avoir agité le gel 10 secondes dans la cavité avec l'instrument spécifique « carisolv », le curetage est réalisé avec la même pression que lors du brossage des dents. Lorsque le gel devient « boueux », la cavité est nettoyée et évaluée. Son caractère incolore évite les dyscolorations secondaires des tissus résiduels avant obturation.

Les acides aminés chlorés dégradent le collagène de la dentine cariée sans avoir d'action sur les trames de collagène de la dentine déminéralisée non cariée. Une des critiques de cette technique est justement que le temps de réalisation est assez long, d'autant que l'accès à la dentine cariée doit se faire à la fraise diamantée classique car ce gel ne présente aucune action sur l'émail. Il ne s'agit que d'une méthode complémentaire de la méthode rotative classique d'exérèse du tissu carieux mais cependant elle présente l'avantage de permettre une excavation sélective des tissus pathologiques.

Son action est essentiellement fondée sur l'action protéolytique du NaCl, et les trois acides aminés potentialiseraient cet effet tout en réduisant son action sur les tissus dentaires sains. Le pH de la solution étant d'environ 11, les groupes chargés positivement et négativement sur les acides aminés deviennent chlorés et clivent les fibrilles de collagène dans la matrice de la dentine cariée qui seront ensuite facilement éliminés avec des excavateurs spécifiques.

La présence de NaCl pose cependant un problème vis-à-vis du risque d'inhibition de la polymérisation des adhésifs et des résines composites. Cependant d'après Veena S Pai *et al.* en 2009 (66), il n'y aurait aucune différence significative entre cette technique et une excavation réalisée à la fraise. Cette étude conclut que la résine de collage pénétrerait jusqu'à 15 microns sur les dents dont la carie a été nettoyée avec le gel Carisolv, alors que sa pénétration ne serait que de 10 microns lorsque les caries ont été curetées de manière conventionnelle à la fraise. Cela nous amène à penser que le gel provoque une meilleure ouverture des tubuli dentinaires, ce qui favoriserait un collage de qualité. D'ailleurs des photos en microscopie ont mis en évidence une surface recouverte de boue sur les dents traitées à la fraise, contrairement à celle préparées avec Carisolv.

Banerjee A *et al.* (9) ont réalisé une étude comparative en 2000 et constatent que le travail avec Carisolv est plus lent mais plus respectueux de la dent comparé aux autres techniques prises en compte dans cette étude, qui peuvent être classées comme mécanique et non mécanique, rotative et non rotative et comprennent: pièces à main dentaires / fraises, curettes manuelles, air-abrasion, de l'air-polissage, ultrasons, sono-abrasion, les méthodes de chimio-mécanique, les lasers et les enzymes. Les avantages et les inconvénients de chaque technique sont discutés.

En 2001, Splieth *et al.* (57) expliquent que l'activité antiseptique de cette technique est importante car elle est plus économe en dentine que le fraisage mais cette différence serait de l'ordre de 50µm et difficile cliniquement à observer. Intellectuellement, le concept permet de conserver encore du tissu dentaire.

Une fois la cavité exempte de tous débris, elle est nettoyée avec un coton humide et contrôlée pour recevoir le protocole de collage qui sera réalisé normalement.

4.2 Indications

La technique d'éviction mécano-chimique est très conservatrice et mini-invasive puisque l'économie tissulaire obtenue est importante. Cependant, elle est surtout adaptée aux lésions réellement cavitaires. Même si l'émail doit être retiré à la fraise, cette technique est davantage atraumatique puisque le curetage potentiellement traumatogène et désagréable voire douloureux pour le patient est réduit.

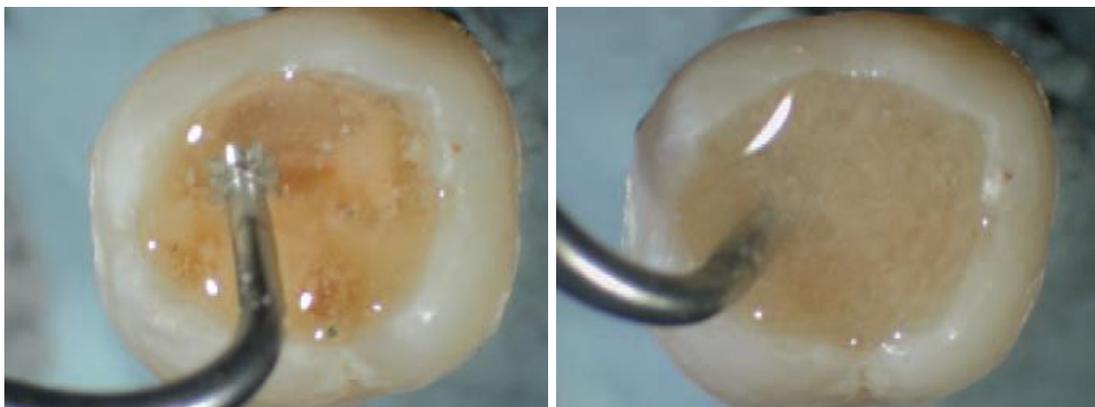


Figure 5 : A gauche juste après l'application du gel Carisolv dans la cavité, à droite après son action. On voit nettement le gel qui se trouble (5).

5) ART (Atraumatic Restorative Treatment) :

Développé dans les années 80 pour répondre au départ à la demande de soins préventifs et restaurateurs des groupes sociaux les plus défavorisées, l'ART ou le traitement restaurateur atraumatique, couple la prévention avec une intervention *a minima*. On considère qu'un simple sondage diagnostique a la possibilité d'entraîner un acte irréversible en effondrant la coque d'émail qui isole un site reminéralisable ; or, ce site perd tout son potentiel de reminéralisation une fois la coque d'émail fracturée par le sondage. D'après Kuhnisch *et al.* en 2007 (38), le sondage manuel semblerait même favoriser la progression des lésions carieuses. L'ART tend à se passer du sondage manuel mais actuellement, aucune des nouvelles techniques diagnostiques n'est fiable à 100% ; des études mesurant leur spécificité ou leur sensibilité permettent de faire des comparaisons et de constater que l'outil idéal ou « gold standard » n'existe pas.

Frencken et van Amerongen en 2008 (20) donnent une définition consensuelle de l'ART :

« ART est une approche la moins invasive possible (*a minima*) pour à la fois prévenir l'apparition des lésions carieuses et arrêter leur progression. Elle comprend deux éléments : la reconstitution des lésions dentinaires cavitaires et le scellement des puits et sillons adjacents à risque. Une restauration ART implique l'élimination du tissu dentaire carié ramolli, complètement déminéralisé, avec des instruments manuels. Cet acte est suivi de la restauration de la cavité avec un matériau dentaire adhésif, scellant simultanément tous les sillons qui restent à risque. La mise en place d'un scellement ART implique l'application d'un ciment verre ionomère (CVI) haute viscosité dans les puits et sillons sous pression digitale. »

Il faut bien considérer que l'acte est entièrement manuel pour ne pas sortir du champ de l'ART. Cet acte reste thérapeutique par son action de prévention mais est adapté aux cas où les déminéralisations restent dans le tiers externe de la dentine. L'ART est la clef de voûte de la dentisterie micro invasive car elle intéresse les lésions carieuses débutantes et peu étendues.

L'ART restant manuel, la différenciation tactile dentine infectée/dentine affectée est aisée et est donc davantage conservateur.

Comme le mettent en lumière les études de Kidd *et al.* en 2004 (36) et de Thompson *et al.* en 2008 (61), l'ART est également indiqué lorsque les atteintes carieuses sont plus importantes car le fait de laisser de la dentine même affectée dans une cavité n'entraîne pas la poursuite du phénomène carieux à condition que le scellement de la restauration soit étanche. Plus encore, selon Massara en 2002 (40) et plus antérieurement selon Jeronimous *et al.* en 1975 (34), les lésions carieuses scellées ne progresseraient pas voire régresseraient car les bactéries cariogènes ne pourraient se multiplier ou vivre dans ces conditions. Cette observation est tout à fait en adéquation avec un principe de scellement préventif.

L'ART suscite beaucoup d'intérêt de la part de la communauté scientifique et entraîne la publication de nombreux articles. Plusieurs méta-analyses ont été réalisées en 2004, 2006 et 2011 (4). La dernière méta-analyse basée sur 29 publications, rapporte que les taux de survie moyen des restaurations ART monofaces des dents permanentes étaient respectivement de 85% et 80% à 3 et 5 ans et de 86% à 1 an pour les restaurations multifaces.

De même, les taux de survie des restaurations ART monofaces et multifaces sur dents temporaires à 2 ans sont respectivement de 93% et 62%.

5.1 Instrumentation

Le plateau technique nécessaire à la pratique de l'ART reste simple puisqu'il se compose essentiellement d'instruments manuels tels que : sonde, miroir, précelle, des ciseaux à émail, des excavateurs (2-3 tailles différentes) et de l' enamel access cutter prévu pour les cavités plus petites.

L'obturation devra impérativement se faire avec un ciment verre ionomère à haute viscosité dont certains ont été validés comme utilisables dans le cadre des ART : Fugix IX (GC), Ketac Molar, Ketac Easymix (3M ESPE), Chemflex (Dentsply).



Figure 6 :

En haut à gauche : ciseau à émail

En haut à droite : excavateurs

En bas à gauche : spatule, pour l'application du CVI

En bas à droite : ciseau à émail particulier (enamel access cutter) qui permet un meilleur accès lorsque le ciseau classique est trop large (6).

5.2 Protocole opératoire pour l'obturation simple dans une démarche de soins ART

Etape 1 : Le plateau de soins doit être préparé intelligemment et chronologiquement pour que la réalisation du soin soit la plus efficace et ergonomique possible. L'ART utilise de nombreuses boulettes de coton qui peuvent être préparées à l'avance.

Etape 2 : Isolation du site opératoire. Comme pour tous les protocoles de collage, il est recommandé de poser un champ isolant les dents concernées.

Etape 3 : la dent est nettoyée à l'aide d'un coton humidifié et séchée avec un second coton. L'examen à la sonde sera précautionneux afin d'éviter d'effondrer les tissus résiduels.

Etape 4 : un accès à la lésion carieuse est réalisé à l'aide d'un ciseau à émail de taille adaptée. Cet acte consiste à fracturer la portion d'émail fragile entourant la cavité. Il est donc créé une cavité iatrogène, ce qui va à l'encontre du principe ART. Ainsi en cas de doute sur la cavité, il est préférable de placer directement un scellement thérapeutique sans aménagement.

Etape 5 : la dentine ramollie est retirée avec les excavateurs. Il n'est pas gênant de laisser de l'émail non soutenu car l'obturation au CVI remplacera la dentine originelle et recréera ce soutien. Attention pour les grosses cavités à ne pas pratiquer d'effraction pulpaire. Il est préférable de laisser un peu de dentine molle que d'exposer une pulpe saine.

La cavité est ensuite lavée et séchée. Un fond de cavité type hydroxyde de calcium peut être mis en place dans le cas d'une cavité profonde.

Etape 6 : le curetage manuel de la dentine va créer une boue dentinaire. Afin de rendre cette interface compatible avec le collage, un conditionneur doit impérativement être utilisé, puis un séchage est effectué. L'application du conditionneur doit respecter les données du fabricant car elles divergent d'un produit à l'autre. De même, le CVI doit être réalisé suivant les conseils du fabricant notamment concernant les rapports poudre/liquide.

Etape 7 : le CVI doit être appliqué rapidement dans la lésion pour ne pas modifier ses capacités de collage. Il est insérable tant que son état de surface est brillant. Remplir la cavité légèrement en excès en commençant par les parois pour éviter les bulles d'air.

Appliquer ensuite la pulpe de l'index préalablement vaselinée pour ne pas coller au CVI, et presser fermement sur la face occlusale. Le CVI est ainsi comprimé dans la lésion et les sillons. Cette technique est nommée « press finger ». Un glissement latéral du doigt enlèvera l'excédent de matériaux.

Etape 8 : l'occlusion est réglée avant la prise totale du matériau et l'obturation est recouverte d'un vernis. Il est conseillé au patient de ne pas manger pendant au moins une heure.

5.3 Indications

Le traitement ART remporte un certain succès auprès des patients notamment car il ne nécessite que très rarement une anesthésie. En effet, la dentine infectée n'est pas innervée et bien souvent le patient ne ressentira aucune douleur pendant le soin. Ces caractéristiques en font une indication de choix chez les enfants, les patients phobiques, ainsi que chez certains adultes anxieux.

D'autre part, le protocole de l'ART ne nécessitant pas obligatoirement d'électricité ou en tout cas de cabinet dentaire à proprement parler, il est réalisable dans des structures telles que les écoles, les hôpitaux psychiatriques ou les maisons de retraite, ce qui a d'ailleurs donné lieu à une étude publiée en 2002 par Honkala S et al. (29). Ces auteurs affirmaient que l'ART est une approche appropriée aux personnes âgées. Cependant, une réflexion devrait être menée pour savoir comment le dépistage pourrait être organisé afin de faire des visites à domicile et améliorer la prise en charge de cette patientèle.

Cette réflexion s'inscrit clairement dans une démarche de prévention et de santé publique en proposant des soins simples chez des patients n'accédant pas aux cabinets dentaires.

6) Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) Erbium YAG :

L'Erbium Er est un élément chimique appartenant au groupe des métaux de terres rares, largement utilisé sous la forme de l'ion Er³⁺ en tant que dopant actif des lasers.

Le YAG est le Yttrium Aluminium Grenat (Y₃Al₅O₁₂)



Figure 7 : Laser Erbium YAG (7).

Le laser Erbium YAG est le plus polyvalent des lasers en dentisterie. Il est utilisé dans de nombreuses disciplines, mais nous nous intéresserons ici à son indication en odontologie conservatrice, *a fortiori* dans les interventions *a minima*. A préciser que son action se fait en présence d'eau.

Un laser Erbium génère un rayonnement à longueur d'onde $\lambda=2940\text{nm}$ très bien absorbée par l'eau. En conséquence, plus le tissu contient d'eau, plus il absorbe le rayonnement. Le rayon fortement absorbé par l'hydroxyapatite pénètre peu en profondeur et chauffe très peu les tissus, ce qui est particulièrement intéressant en micro dentisterie.

Le rayon laser est transmis par l'intermédiaire d'une fibre optique qui se termine par un embout de traitement amovible appelé « tip » permettant un accès opératoire aisé et une visibilité de l'opérateur parfaite. Le phénomène exploité par le laser est une photo-ablation des tissus durs par le transfert d'une haute énergie à l'eau contenue dans ces tissus. Les tissus les plus saturés d'eau sont les tissus pathologiques, notamment la dentine ramollie. L'énergie transmise provoque un léger bruit lié à l'explosion des molécules d'eau.

Un spray continu permet de refroidir et de nettoyer la zone de travail, minimisant également la douleur potentielle de l'intervention, celle-ci se faisant sans anesthésie. Travailler au laser en micro dentisterie signifie travailler vite car la séance peut commencer sans attendre la prise de l'anesthésie, et signifie également travailler avec un patient d'avantage détendu car selon Delmé *et al.* en 2009 (19), le bruit et les douleurs post

opératoires sont minimisées. De même, l'utilisation du laser facilitera le travail avec les enfants : la coopération sera augmentée, et la rapidité de réalisation des soins optimale.

La préparation des cavités avec un laser erbium YAG a été étudiée dans la littérature. Des observations au microscope ont pu montrer l'absence de boue dentinaire, ainsi que la présence de nombreux reliefs, liés au fait que la dentine intertubulaire est détruite plus rapidement que la dentine périrtubulaire. Cette présence de micro filaments de dentine et d'émail résiduels pourraient compromettre la force de l'adhésion et peut nécessiter d'être réduit avec une faible intensité.

D'après un article paru dans l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale en 2005 (10), le traitement acide permet d'obtenir des caractéristiques microscopiques sur les interfaces dentine/composite comparables à celles observées lors de préparations réalisées à la fraise. Les valeurs d'adhérence de la résine composite à la dentine ne sont pas supérieures à celles obtenues sans application d'acide, mais sont équivalentes à celles mesurées lors d'un collage conventionnel. Les restaurations en composite, mises en place dans les cavités préparées avec le laser Erbium YAG puis traitées à l'acide orthophosphorique, se sont révélées être plus étanches au colorant.

D'après Bader *et al.* en 2006 (5), la surface une fois préparée est d'emblée stérile et n'aura pas à faire l'objet d'un mordantage sélectif. Le système adhésif pourra être appliqué directement.



*Figure 8 : Préparation amélaire au laser Er :YAG.
en bas : 300mJ/25Hz
au milieu : 100mJ/35Hz (finition) (8).*

Malgré ces résultats encourageants, une récente revue systématique de la littérature publiée par Jacobsen *et al.* en 2011 (33) a conclu que l'exérèse au laser des tissus cariés n'était pas encore une technique utilisable en omnipratique car les preuves scientifiques d'une efficacité égale à la fraise rotative sont limitées, de même pour les preuves selon lesquelles les adultes préfèrent le traitement au laser contre celui à la fraise. Par ailleurs, aucune conclusion ne peut être tirée quant à des complications biologiques ou techniques, la perception du

traitement au laser ou le rapport coût-efficacité de la méthode avec des enfants. Il y a un manque de recul sur ces applications à l'heure actuelle.

On peut noter que le travail au laser est très praticien dépendant car il se fait sans contrôle tactile, la distance de travail devant être de 2-3 mm dans une cavité pleine de liquide servant au refroidissement.

7) Infiltration de résine :

Il s'agit d'un procédé d'intervention *a minima* et présenté comme une technique simple, rapide, strictement non invasive, permettant de traiter toutes les lésions débutantes, notamment les faces proximales et les faces lisses vestibulaires et linguales. Le concept est basé sur la pénétration de résine sur des tissus déminéralisés et nous vient d'Allemagne où il a été développé *in vitro*. Il est commercialisé par la firme DMG America, Englewood, NJ sous le nom de Icon®.

Le principe de l'infiltration est de pénétrer par capillarité l'émail poreux et de stabiliser ainsi la lésion. L'infiltration résineuse va concerner l'intérieur de la couche d'émail ce qui va engluer puis piéger les bactéries présentes lorsque la résine sera polymérisée.

Il a été démontré en 2006 par Kielbassa *et al.* (44) que les bactéries peuvent traverser physiquement la couche externe d'émail des lésions initiales sans compromettre la stabilisation de la lésion carieuse. Cette observation va étayer l'idée d'utiliser dans les lésions initiales un traitement conservateur plus que restaurateur. C'est pourquoi il est indispensable que l'agent infiltrant ait un pouvoir de pénétration extrêmement élevé afin d'atteindre l'émail en profondeur, pour bloquer la diffusion des nutriments et ainsi stopper la progression carieuse.

Les résultats des recherches de Paris *et al.* en 2009 (37) montrent que l'inhibition de la progression carieuse est optimale par l'action d'un gel d'acide chlorhydrique à 15% appliqué pendant 2 minutes suivi de l'application d'une résine à faible viscosité de type TEGDMA (Tri-Ethylène-Glycol Diméthacrylate), avec un coefficient de pénétration élevé (200cm/s). Les analyses par microscopie laser confocale ont permis de vérifier la profondeur de la lésion et l'absence de progression de celle-ci après infiltration.

7.1 Protocole dans le traitement d'une lésion interproximale

Ce procédé est présenté sous forme d'un kit contenant tout le matériel nécessaire à la réalisation du protocole. Il présente des seringues munies d'embouts spéciaux afin de déposer *in situ* le gel acide et la résine d'infiltration.



Figure 9 : Dispositif Icon® (9).

L'embout spécifique est constitué d'un double film plastique transparent extrafin, perforé sur l'une de ses faces pour la zone de traitement et permettant de manière concomitante de protéger la face de la dent adjacente. Cet embout tourne à 360° ce qui permet une bonne ergonomie lors de la réalisation de l'acte.

Deux seringues à vis permettent de contrôler respectivement l'extrusion du gel acide et l'application de l'infiltrant. La mise en place de coins inter-dentaires est recommandée.

L'indication de l'infiltration résineuse doit être posée à partir d'un cliché retro coronaire objectivant une lésion amélaire (stade 0 en classification SiSta). Les dents sont ensuite nettoyées, isolées puis séchées.

Après avoir posé un coin inter-dentaire, l'embout *ad hoc* est vissé sur la seringue préremplie d'acide chlorhydrique à 15%, puis correctement mis en place dans l'espace inter-dentaire. Ce gel est appliqué et laissé en place 2 minutes afin de rendre la couche d'émail poreuse. L'embout est ensuite retiré, le site rincé pendant 30 secondes et séché. Puis la surface est déshydratée avec de l'éthanol à 99% pour améliorer le séchage, compte tenu du caractère hydrophobe de la résine TEGDMA.

L'embout d'application de la résine peut maintenant être vissé sur la seringue de résine et mis en place. La résine est délivrée en léger excès au contact direct de la zone déminéralisée. Le dispositif est laissé en place 3 minutes pour laisser la résine pénétrer les pores de la lésion par capillarité. L'embout transparent est ensuite retiré, les excès de résine sont éliminés avec du fil dentaire avant de pratiquer la photopolymérisation sous 3 angles (vestibulaire, occlusale et lingual) pendant 40 secondes. Cette procédure est renouvelée mais la seconde couche est appliquée seulement 1 minute.

Les excès sont vérifiés après retrait de l'ensemble du dispositif.

Un suivi radiographique est à réaliser pour contrôler l'évolution du traitement. La résine n'étant pas radio-opaque, la pérennité du traitement ne sera appréciée que sur l'absence de progression de la lésion.



Figure 10 : Application de résine sur une surface lisse, ici en vestibulaire d'une incisive maxillaire (10).

7.2 Indications

L'infiltration des lésions carieuses peut être indiquée pour toutes les catégories d'âge, pour toutes les lésions initiales amélaire voire amélo-dentaires dont la profondeur n'excède pas le tiers dentinaire externe, c'est-à-dire les stades 0 ou 1 dans la classification SiSta. Sont prioritairement visées les lésions concernant les zones proximales débutantes. Cette technique va remplacer le tissu perdu par de la résine sans modifier la forme anatomique de la dent et ainsi la physiologie de la zone proximale.

Par ailleurs, les lésions blanches des surfaces lisses provoquées souvent par les traitements orthodontiques ou par un environnement oral agressif sont des indications de choix, à condition qu'elles soient des lésions non cavitaires. En effet Paris *et al.* en 2011 (50) ont montré que l'infiltration de résine est sensiblement inférieure dans les lésions cavitaires par rapport à celle observée dans les lésions non cavitaires. Ce traitement n'est pas recommandé pour les lésions dites cavitaires.

Le traitement par infiltration donne d'excellents résultats, notamment en matière d'esthétique.

8) Les patchs de résine :

Ce dispositif est peu connu et a peu fait l'objet de recherche clinique. Nous manquons de données cliniques le concernant.

Ce traitement consiste à couvrir la lésion carieuse débutante avec un patch de résine. Le patch est constitué de polyuréthane diméthacrylate. Cette intervention permettrait d'éviter la progression de la déminéralisation, comme le montre Schmidlin *et al.* en 2006 (53) dans une étude *in vitro*. En 2011, Alkilzy *et al.* (2) concluent, après trois ans de recul clinique, que l'étanchéité de ces traitements sur des lésions proximales initiales est correcte et que le processus carieux n'a pas progressé. Ce produit ne semble pas commercialisé par la société qui le développe pour l'instant (Ivoclar Vivadent).

8.1 Protocole

- Nettoyage de la surface
- Isolation d'un champ opératoire sec (digue)
- Application d'un acide phosphorique pendant 60 secondes, polymérisation

- Application du patch de résine, polymérisation
- Elimination des excès de matériaux, polissage
- Fluoration

8.2 Indication

Les patches de résine ne sont pas indiqués pour les faces occlusales. L'utilisation sur les faces proximales demandera la séparation des dents avec des séparateurs orthodontiques par exemple.

Ce système peut également être détourné et utilisé dans le scellement marginal des lésions de Classe III ou encore en tant que couche d'inhibition carieuse dans le cas de pose de brackets. Dans ce cas, le traitement par infiltration préventive doit être fait avant la pose du matériel orthodontique.

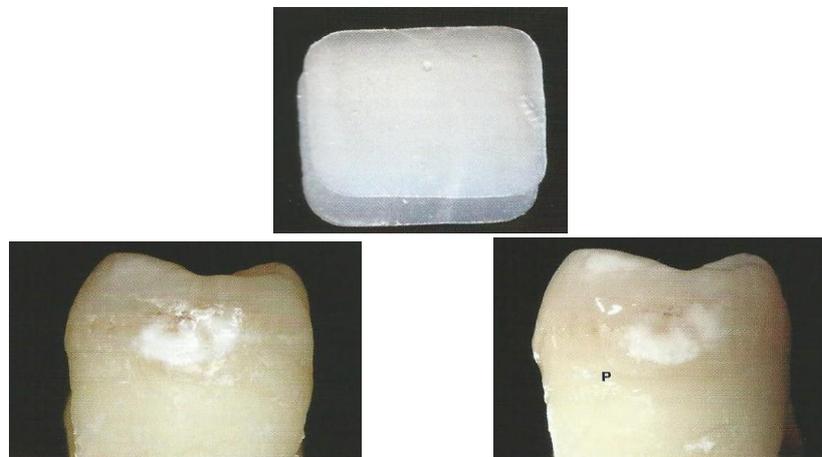


Figure 11 :

En haut : le patch de résine.

*A gauche : situation initiale avec lésion proximale présentant une destruction de surface.
A droite : patch de résine en place après avoir été découpé selon la forme de la lésion. Une finition doit être appliquée aux zones marginales du fait de l'épaisseur du patch (P) (11).*

9) Air abrasion :



Figure 12 :

2 exemples de dispositif voisins : A gauche l'Air Flow développé par EMS et vendu comme appareil d'aero-polissage et l'Aquacutt Quattro de chez Dentistry vendu comme appareil indiqué pour l'air-abrasion (12).

L'air abrasion est une technique de préparation cavitaire qui existe depuis plus d'un demi-siècle comme le révèle une étude de Black datant de 1950 (11). L'air abrasion peut être décrite comme une méthode non-rotative d'exérèse de tissus durs dentaires. Les termes «air micro-abrasion» et «préparation cinétique de la cavité» ont été utilisés indifféremment pour décrire ce procédé.

Cela consiste à projeter une poudre d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) à 27 μm dans un spray air/eau (environ 5 bars) afin de détacher les parties molles. Comme son nom l'indique, l'aéro-abrasion doit abraser la surface et donc éliminer de la matière alors que l'aéro-polissage doit polir et donc être beaucoup moins abrasif. A différencier de l'aéro-polissage, qui se fait avec une poudre constitué de bicarbonate de sodium ($NaHCO_3$) et peut être très utile pour le dégagement visuel d'une lésion potentielle.

Avec la modernisation du procédé, on peut aujourd'hui paramétrer la pression du flux, le taux de poudre, le taux de remplissage du réservoir, l'ouverture de l'embout de travail, la distance de travail, autant de paramètres qui ont un impact direct sur les effets de l'aéro-polissage comme l'ont montré Banerjee *et al.* en 2008 (8) et Paolinelis *et al.* en 2009 (47).

Malheureusement, l'action «*a minima*» de cette technique est extrêmement opérateur-dépendant. Le pouvoir abrasif du spray est tel que les surtraitements sont courants, d'autant plus que la perception tactile de l'opérateur est réduite. En effet, avec les techniques classiques de débridement à la fraise, le praticien ressent de manière assez précise le contact de son instrument avec la dent, ce qui n'est pas possible avec le spray. Lors du traitement d'une lésion carieuse, les rebords de la cavité sont exempts de craquelures amélaire mais présentent en revanche une micro porosité étendue qui s'explique par le fait que le spray aéro-abrasif ne peut travailler sur une zone délimitée avec précision.

En 1988, Strand *et al.* (59) publiaient une étude sur le nettoyage des sillons à l'aide d'un aéro-polisseur et concluaient que l'émail traité par aéro-polissage devenait microscopiquement rugueux et donc mieux adapté au collage, conclusions corroborées par Lupi-Pegurier *et al.* en 2004 (39) et par Antunes *et al.* en 2008 (3). Cependant, Lupi-Pegurier *et al.* en 2004 précisent la nécessité de l'utilisation d'un gel de mordantage car d'après cette étude, l'aéro-abrasion peut être utilisée pour la préparation de l'émail avant un collage mais n'élimine en rien la nécessité du mordantage.

Néanmoins, le caractère non sélectif de l'aéro-abrasion vis-à-vis des différents tissus, sains ou cariés, supplanté par l'absence de contrôle par la main de l'opérateur en font une technique responsable de surtraitement et de mutilation de tissus sains et représentent un obstacle à la généralisation de cette technologie. En 1996, Goto *et al.* (25) préconisaient l'application de trois couches de vernis sur la dent afin de limiter l'effet délétère de la dispersion des particules responsable d'une abrasion de l'émail sain. Certains auteurs recommandent de remplacer les particules d'oxyde d'alumine par des particules de polycarbonates ou d'utiliser un mélange alumine-hydroxyapatite moins dur (Banerjee *et al.*, 2000 (6)).

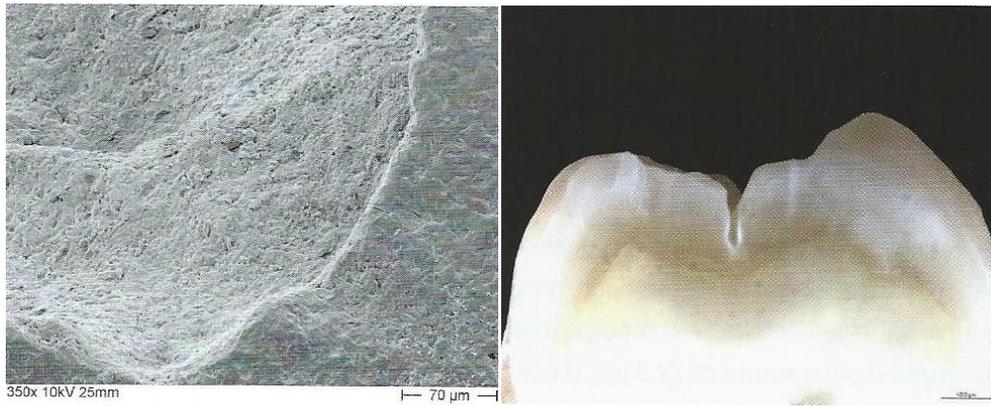


Figure 13 :

A gauche : l'air abrasion à l'aide d'oxyde d'alumine produit une surface rugueuse idéale au collage (vue au microscope électronique à balayage).

A droite : sillon élargi après une préparation à l'oxyde d'alumine (13).

La recherche dans le domaine a permis de mettre au point une poudre abrasive de verres bio-actifs pour l'élimination des colorations extrinsèques, de l'émail déminéralisé et de la dentine affectée. Son action sélective permettrait de préserver les soins conservateurs présents en bouche selon une étude de Banerjee *et al.* (7) publiée en 2011. Son temps de travail est plus long que celui obtenu avec la poudre d'alumine classique. Le caractère auto-limitant des verres bio-actifs pourrait être utilisé pour nettoyer les dents et préparer l'émail carieux dans le cadre de dentisterie micro invasive. Le verre bio-actif et l'oxyde d'alumine présentent cependant une relative toxicité de part leur caractère non résorbable.

Fort de ces évolutions, la technique d'éviction carieuse par air-abrasion se modernise et deviendra dans un avenir plus ou moins proche utilisable en toute sécurité en omnipratique.

La recherche aujourd'hui se concentre sur des poudres dont l'action permettrait l'éviction sélective de la dentine infectée, ce qui donnerait une sécurité d'emploi et de meilleurs résultats cliniques. La conservation de la dentine affectée permettra de rester économe en tissus reminéralisables, et ainsi respecter les principes de dentisterie micro-invasive.

10) La sono abrasion :

Autrement appelée technique oscillatoire diamantée abrasive, la sono abrasion débute dans les années 90.

10.1 Les instruments

10.1.1 Pièces à mains sonores et ultrasonores

► Les pièces à mains sonores utilisées actuellement œuvrent dans des fréquences de 6000Hz avec une amplitude inférieure à 200µm. Les vibrations sont créées par l'air comprimé de l'unit dentaire qui actionne un rotor pneumatique et provoque ainsi une oscillation

circulaire transmise à l'insert selon une trajectoire elliptique tridimensionnelle. Les dernières pièces à mains sonores sont équipées de LED intégrées, d'un spray refroidissant ainsi qu'un raccord multiflex. Elles entraînent une pollution sonore moindre (<70dB).

► Les pièces à mains ultrasonores, quant-à-elles, travaillent à des fréquences beaucoup plus hautes, entre 20000Hz et 40000Hz. Elles sont également équipées de LED et s'utilisent sur des générateurs piézoélectriques avec réglage du spray de refroidissement et de la puissance de vibration de l'insert en fonction de l'utilisation.

Le fonctionnement est basé sur l'effet piézoélectrique inverse, décrit par Pierre et Marie Curie en 1880 : un courant alternatif amplifié par un générateur traverse des pastilles de céramique qui vont changer de forme, créant ainsi une vibration au niveau de l'insert.

10.1.2 Les inserts diamantés

Les inserts diamantés sont connus pour s'user rapidement et leur utilisation fréquente peut être coûteuse. Les nouveaux principes de fabrication se font par dépose chimique d'un film diamanté en phase vapeur. On améliore ainsi la liaison entre le métal et le diamant. De plus, les grains de diamant s'usent par microclivage, la fracture d'un angle travaillant donne alors de nouvelles arrêtes vives et permet ainsi une abrasion constante.

Le design des inserts est très varié et permet un dégagement du champ visuel agréable et un accès facilité de certaines zones. Les aides optiques trouvent ici tout leur intérêt. Les inserts existants sont partiellement ou totalement diamantés, ce qui permet par exemple de travailler en toute sécurité sur une face proximale en respectant la dent adjacente. Opdam *et al.* dans une étude comparative de 2002 (46) ont évalué la qualité d'une finition à la fraise par rapport à l'instrumentation sonore. Ils concluent que 80% des dents sont mutilées dans un travail aux instruments rotatifs classique contre 30% dans le cas de l'utilisation des instruments sonores.

Ces inserts existent sur pièce à main sonores pneumatiques ou pièces à mains ultrasonores piézoélectriques. L'action travaillante de ces inserts se fait par quatre effets différents :

-la vibration : elle est caractérisée par une fréquence et varie selon la puissance délivrée par le générateur, selon l'insert utilisé et selon le réglage du spray.

-l'abrasion : c'est l'effet mécanique associé à la vibration. Plus le tissu est dur plus l'abrasion est forte. Ceci explique son inefficacité dans le curetage de la dentine cariée.

-l'effet thermique : la vibration combinée au temps d'utilisation produit de la chaleur par effet Joule. Il est donc recommandé l'utilisation d'un spray adapté pour éviter l'irritation du complexe dentino-pulpaire.

-la cavitation : c'est l'implosion des microbulles formées par les ondes ultrasonores dans le liquide d'irrigation. On leur attribue un rôle important dans le nettoyage des surfaces et l'élimination des débris.

Le travail par sono-abrasion a d'abord été suspecté d'effets indésirables tels que la création de fêlures amélares ou dentinaires par les vibrations. D'après différentes études, il n'en est rien et bien au contraire, la qualité de surface obtenue est excellente et permet une étanchéité parfaite avec les systèmes de collage actuels (Cardoso *et al.* en 2008 (15)). Ainsi le rendu esthétique est optimal (Weisrock *et al.* en 2011 (67)).

10.2 Indications cliniques de la sono-abrasion

La sono-abrasion est utilisée en chirurgie dentaire dans de multiples situations.

Les indications des techniques oscillatoires diamantées abrasives sont nombreuses et comme nous allons le voir, ce sont des techniques de choix pour toutes les cavités carieuses initiales mais également pour des lésions plus avancées, dès lors que l'objectif est de soigner tout en préservant au mieux la vitalité dentaire.

La sono-abrasion présente un avantage certain dans les traitements superficiels allant du polissage de soins restaurateurs classiques aux traitements des lésions superficielles de l'émail.

10.2.1 Les lésions débutantes (Stade 1 et 2)

Très intéressante pour ce type de lésion, la sono-abrasion permet un comportement ultra conservateur du fait de la petite taille des inserts existants. En général, il n'est pas nécessaire de compléter le curetage par fraisage. Cela peut néanmoins se faire à l'aide de fraises de micro dentisterie.

10.2.2 Les cavités occlusales

Cela concerne les puits et sillons occlusaux ainsi que les lésions des pointes cuspidiennes (érosives ou carieuses).

Dans le cas de la préparation des sillons, le choix d'un insert diamanté pointu à extrémité travaillante est indiqué. Dans le cas d'une lésion légèrement plus importante s'étendant au-delà de la jonction amélo-dentinaire, le choix peut se porter sur un insert boule ou bouchon de champagne. L'élimination du tissu carieux peut se finir si nécessaire à l'aide des fraises céramiques « Cerabur Komet » de tailles adaptées, car ces fraises permettent une moindre surpréparation que les fraises traditionnelles selon Neves *et al.* en 2011 (43).

La sono abrasion permet de part son design, un curetage propre et suffisant de sites peu accessibles comme les fosses ou sillons distaux des molaires maxillaires.

La sono-abrasion est particulièrement indiquée dans le traitement des lésions des pointes cuspidiennes, qu'elles soient carieuses ou érosives, puisqu'il permet, en premier lieu d'éviter de diminuer la pointe cuspidienne et, de prévenir le risque de micro fêlures amélaire dans une zone où les contraintes mécaniques exercées sont importantes.

10.2.3 Les cavités proximales

L'avantage des inserts diamantés dans le traitement des lésions proximales est l'économie tissulaire et le respect de la dent adjacente, notamment grâce à des inserts dits hémi-travaillant. Ces inserts présentent une face diamantée travaillante et une face opposée non diamantée. Il en existe pour le travail sur la face mésiale et d'autre sur la face distale. La question de l'état de surface est étudié dans les travaux de Hugo *et al.* en 2001 (30) qui donnent un pourcentage élevé de « joint parfait » concernant des inserts diamantés hémisphériques du système Sonicsys Kavo appliqués à des composites proximaux.

A cela s'ajoute un confort du praticien par un bon accès visuel, ainsi qu'une précision de réalisation augmentée par le port d'aides optiques.

Que l'on choisisse de conserver ou non la crête marginale, la démarche standard consiste à réaliser un accès amélaire à la fraise boule diamantée puis de compléter et finir la cavité aux moyen des technique sono-abrasives.

La préparation dite « slot » est une préparation proximale verticale. C'est le standard des préparations adhésives interproximales de première intention dans un concept de préparation a minima des lésions SiSta 1.1 et 2.2.

Il est également possible de réaliser une cavité proximale en respectant la crête marginale : par exemple, lorsque la lésion est accessible du fait de l'absence de dent adjacente, ou encore en présence d'une embrassure très triangulaire.



Figure 14 : Préparation d'une lésion proximale « slot ». On peut voir une finition très propre une fois la préparation terminée (14).

10.2.4 Les cavités cervicales

L'utilisation de la sono abrasion en cervical permet de respecter l'espace parodontal et de chanfreiner si nécessaire les limites de la lésion pour obtenir le meilleur rendu esthétique possible. De plus, les composites fluides opaques permettent de masquer les dyschromies amélares ou dentinaires.

Ici encore, la configuration instrumentale permet au praticien de travailler avec un confort dû au dégagement visuel, et ainsi de respecter au mieux les tissus dentaires sains.



Figure 15 : Soins réalisés avec les techniques sono-abrasives sur deux lésions cervicales en miroir (15).

10.2.5 Les cavités profondes (stade 3 et 4)

La micro dentisterie, dans ses principes mêmes, s'applique à tous types de lésions carieuses même si l'on s'accorde à traiter au plus tôt la dent. Sur une carie avancée, les principes ultra conservateurs peuvent s'appliquer, en visant toujours à être le plus économe possible afin de garder la dent vitale le plus longtemps possible et de repousser voire supprimer le traitement endodontique.

10.2.6 Autre indications

Avec la sono abrasion, il est possible d'enlever des micro couches d'émail aisément. Son utilité s'applique donc dans le traitement de surface que l'on retrouve parfois dans les fluoroses, les dysplasies, les MIH (Molar Incisor Hypomineralisation), ainsi que pour supprimer une reminéralisation carieuse disgracieuse (Brown spot).

La sono abrasion peut également être utile pour la finition des limites de préparation en vue d'une reconstitution en composite ou céramique (onlay et couronne). La préparation à la fraise est finie avec des inserts diamantés, ce qui élimine toutes les irrégularités de surfaces liées au fraisage. Par ailleurs, la sono-abrasion évite les lésions gingivales, en cas de contact direct. Un état de surface lisse assure une prise d'empreinte de meilleure qualité, particulièrement en CFAO (Conception Fabrication Assistée par Ordinateur) avec un joint dento-prothétique réduit.

10.3 Sono-abrasion et collage

La sono-abrasion laisse un état de surface plus homogène que les préparations par air-abrasion d'après Colon *et al.* en 1999 (18). En 2007, Tavares de Oliveira *et al.* (60) ont montré que les surfaces dentinaires traitées par sono abrasion sont compatibles avec l'obtention d'une adhérence efficace, et en 2003 Van Meerbeek *et al.* (65) ont mis en évidence que les performances adhésives sur les surfaces sono-abrasées sont équivalentes à celles obtenues par fraisage conventionnel.

Synthèse :

La littérature m'a permis de présenter dix techniques de dentisterie microinvasive. Elles présentent toutes des avantages et des inconvénients que j'ai voulu reprendre globalement dans un tableau afin de pouvoir comparer facilement ces différentes techniques, et d'en voir plus facilement les indications propres en dernière colonne du tableau. On peut voir que toutes les techniques ne sont pas équivalentes et ne sont donc pas interchangeables. Certaines de ces techniques sont à prendre avec précaution car encore au stade expérimental (l'éviction au laser, les techniques chimiques,...). En outre, le choix du traitement d'une lésion carieuse amélaire sera fonction du site de la lésion, et du choix du praticien.

On remarque aussi que les réparations d'obturations défectueuses sont encouragées autant du point de vue tissulaire qu'économique. Dans le même esprit, la philosophie du Atraumatic Restorative Treatment a le vent en poupe. Le procéder de soins doit rester le moins invasif possible tout en étant pérenne. La pérennité d'une restauration ne repose pas sur un curetage de la dentine « molle » mais sur un collage de qualité : hermétique et résistant. Or ce type de collage s'obtient en obtenant un émail circonscrivant la cavité, sain et non déminéralisé, et pas indispensablement en recherchant à tout prix le cri dentinaire (36, 61).

Cette nouvelle ère de traitement se développera considérablement au cours des années futures et demande donc un intérêt certain.

Techniques	Compatibilité avec les techniques de collage	Aisance de réalisation	Conservateur/esthétique	Fiabilité de la technique	Carie amélaire/amérodentinaire	Application en pédodontie	coût	Indications
Fraises de micro-dentisterie	+++	+++	+++	+++	+++	+/-	+/-	-lésions cavitaires -sillons
Réparation versus remplacement	+++	++	+++	++	+++	+	---	-traitement des obturations présentes défectueuses
Techniques chimiques	+/-	+/-	+++	---	+++	+++	+++	-techniques encore à l'étude donc difficile de donner des indications en odontologie conservatrice
Techniques mécano-chimiques	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-lésions cavitaires -lésions profondes sur dents permanentes
ART	++	++	+++	+++	+++	+++	---	-initialement sur les lésions cavitaires importantes mais par extension à tous les soins d'odontologie conservatrice
Laser Er :YAG	++	++	+++	---	+++	+++	+++	- techniques encore à l'étude donc difficile de donner des indications en odontologie conservatrice
Patch de résine	+++	+	+++	++	Amélaire +++	+++	?	-toutes lésions amélaire sauf faces occlusales -en préventif avant un traitement orthodontique -scellement marginal des lésions de Classe II

Infiltration de résine	+++	+/-	+++	++	Amélaire +++	-	+++	-toutes lésions initiales strictement amélaire. -esthétique des surfaces planes
Air abrasion	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-polissage post détartrage -nettoyage des lésions cavitaires
Sono abrasion	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-traitement des lésions cavitaires

Résumé comparatif des différentes techniques étudiées.

III. Analyse critique de la littérature :

J'ai retenu pour ce travail de thèse 70 articles. Ces articles proviennent principalement d'une recherche sur le site internet « Pub med » avec les mots-clés : Preventive dentistry, Specialities, Dental, Tissue preservation, Dental caries, Dental atraumatic restorative treatment.

A partir des articles obtenus, j'ai réalisé une sélection selon les critères suivants :

- critères d'inclusion :

- Etudes retenues parmi les plus récentes parues.
- Etudes pertinentes par leur objectif de recherche et leur échantillon d'étude.
- Inclusion de plusieurs méta-analyses traduisant un haut niveau de preuve scientifique.

- critères d'exclusion :

- études portant sur trop peu de cas.
- études antérieures à 1975, 1988 et 1990 pour respectivement un article, la majeure partie des parutions se situant entre 2005 et 2014.
- études non randomisées.

Le but est de garder exclusivement les articles permettant de faire une analyse critique basée sur des arguments fiables et dont le résultat n'est plus à discuter. Les parutions représentant un volume considérable, le niveau de preuve scientifique d'un article est évaluable selon certains critères donnés par l'HAS. Ces critères correspondent à un type de design et à un grade qui donne la qualité de la preuve scientifique de l'article concerné.

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Grade des recommandations
Niveau 1 : -essais comparatifs randomisés de forte puissance. -méta-analyse d'essais comparatifs randomisés. - Analyse de décision basée sur des études bien menées	Preuve scientifique établie Grade A
Niveau 2 : -essais comparatifs randomisés de faible puissance. -études comparatives non randomisées bien menées -études de cohorte	Présomption scientifique Grade B
Niveau 3 : -études cas-témoins	Faible niveau de preuve Grade C

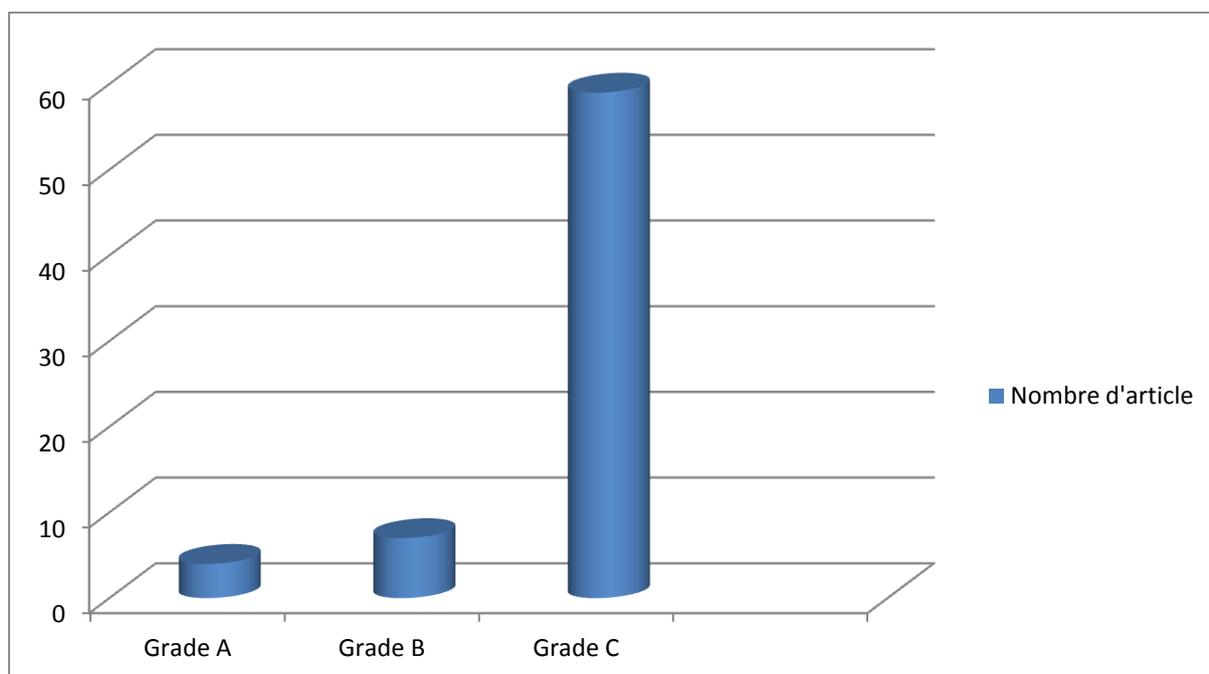
Niveau 4 : -études comparatives comportant des biais importants -études rétrospectives -Séries de cas	
--	--

Tableau 1 : Niveau de preuve scientifique et grades recommandation (HAS) (16).

Cependant, un faible pourcentage d'articles classés « Grade A », soit avec le plus haut niveau de preuve scientifique ont été trouvés pour répondre à notre sujet.

Ainsi les articles retenus dans ce travail se distribuent ainsi :

- 4 articles sont attribuables au Grade A.
- 7 sont au Grade B
- 59 sont attribuables au niveau de Grade C.



Histogramme représentant la part d'article de chaque grade répertorié par la HAS.

Dans le domaine qui nous intéresse, seuls 5,7% des articles étudiés ont un niveau de preuve indiscutable, 10% sont sérieux et 84,3% reposent parfois sur des biais qui peuvent altérer les conclusions obtenues et méritent donc d'être approfondis ou recoupés avec de plus amples travaux. En effet, la majorité des parutions comportent des biais, souvent par leur échantillonnage ou par le peu de rigueur du protocole de recherche ce qui rend l'étude sans intérêt scientifique.

Dans le domaine que j'aborde, il existe des méta-analyses ce qui n'est pas tout le temps le cas. Les méta-analyses recouvrent un nombre important de sujet et donnent une validité scientifique non discutable. Dans le domaine des publications scientifiques, il est

simple de publier mais moins de réaliser un travail randomisé, c'est-à-dire en double aveugle (et de la part du patient et de la part du praticien), sur un échantillonnage aléatoire et de puissance suffisante, ainsi que d'établir une direction de recherche sans biais, et reproductible.

De plus, seul le recul peut valider les hypothèses scientifiques que l'on s'efforce d'étudier. Il est donc bien à avoir en tête que les technologies ou concepts que l'on met à jour aujourd'hui ne seront validés scientifiquement et donc potentiellement recommandés seulement le recul acquis, ce qui demande un laps de temps très important et ce qui fait que finalement une bonne part de l'exercice quotidien de la chirurgie-dentaire est empirique.

Les articles les plus pertinents de ce travail, peu nombreux, mais qui représentent la part solide et fiable sur le plan scientifique me paraissent important à lister. On constate que les articles de grade A sont une revue critique et une revue systématique de la littérature, une analyse de décision basé sur des études bien menées ainsi qu'une méta-analyse. Les articles de présomption scientifique forte - de grade B – reposent sur des échantillonnages parfois un peu faible ou comportent des biais mais donnent une bonne idée de la vérité scientifique.

Le tableau suivant reprend tous les articles de haut niveau de preuve scientifique se limitant cependant aux niveaux A et B, respectivement le niveau de preuve scientifique indiscutable et le niveau de présomption scientifique, intégrés dans ce travail de thèse :

Grade	Type d'étude	Auteur / Référence	Objectif de la parution	N / échantillon
A	Revue systématique	SHARIF MO, CATLEUGH M, MERRY A, TICKLE M, DUNNE SM, BRUNTON P, AGGARWAL VR, YEE CHONG L. Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite. Cochrane oral Health group 2014.		N = 298 études potentiellement admissibles. Après examens de ces études, aucunes ne répondaient aux critères d'inclusion de l'examen.
A	Revue critique de la littérature	THOMPSON V, CRAIG RG, CURRO FA, GREEN WS, SHIP JA. Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. J Am Dent Assoc. 2008;139:705-712.	Evaluer la réalité scientifique du traitement des lésions carieuses profondes supprimant la dentine infectée et affectée. Plusieurs études remettent cette approche en	N = recherche sur 5 bases de données électroniques donnant 1059 articles dont 23 ont été jugé pertinents. 3 articles ont rapporté les

			question.	résultats d'essais contrôlés randomisés.
A	Analyse de décision basé sur des études bien menées	JACOBSEN T, NORLUND A, ENGLUND GS, TRANAËUS S. Application of laser technology for removal of caries: a systematic review of controlled clinical trials. Act Odontol Scan. 2011;69:65-74.	Evaluer les preuves scientifiques concernant la technologie laser pour l'enlèvement de tissu carieux.	N = 23 articles ont été retenus dont 16 portants sur les effets du traitement.
A	Méta-analyse	DE AMORIM RG, LEAL SC, FRENCKEN JE. Survival of atraumatic restoration treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. Clin Oral Investig. 2011;Jan28.	Méta analyse portant sur la pérennité des traitements ART, Atraumatic Restorative Treatment.	N = 66 parutions jusqu'en février 2010 dont 29 sont conservées sur cinq critères d'exclusion.
B	Etude comparative non randomisée bien menée	BANERJEE A, UDDIN MS, PAOLINELIS G, WATSON TF. An in vitro investigation of the effect of powder reservoir volume on the consistency of alumina powder flow rates in dental air-abrasion devices. J Dent 2008;36:224-227.	Comparaison de quatre systèmes d'air-abrasion, en fonction du niveau de remplissage du réservoir de poudre.	Comparaison sur 60 secondes de fonctionnement.
B	Etude comparative non randomisée bien menée	BONSTEIN T, GARLAPO D, DONARUMMO J Jr, BUSH PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. J Adhes Dent. 2005;7:41-49.	Comparer différentes préparations de surface et leurs répercussions sur les forces de cisaillement dans une reconstitution composite.	N = 100 dents.

B	Etude de cohorte	GORDAN VV, GARVAN CW, BLASER PK, MANDRAGON E, MJOR IA. A long-term evaluation of alternative treatments to replacement of resin-based composite restorations: results of a seven-year study. J Am Dent Assoc. 2009;140:1476-1484.	Dans une étude de cohorte prospective sur sept ans, les auteurs ont évalué la longévité d'obturations composite, réparées ou totalement remplacées.	N = 88 restaurations défectueuses sur 37 patients (19 femmes et 18 hommes).
B	Etude de cohorte	GORDAN VV, RILEY JL, 3rd, BLASER PK, MANDRAGON E, GARVAN CW, MAJOR IA. Alternative treatments to replacement of defective amalgam restorations: results of a seven-year clinical study. J Am Dent Assoc. 2011;142(7):842-849.	Etude de cohorte sur 7 ans afin d'étudier l'efficacité des traitements alternatifs pour le remplacement des restaurations à l'amalgame défectueuses.	N = 50 patients âgés de 21 à 77 ans avec 113 restaurations amalgames défectueuses.
B	Etude de cohorte	GORDAN VV, SHEN C, RILEY J 3rd, MJOR IA. Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. J Esthet Restor Dent. 2006;18:144-153.	Etude de cohorte sur 2 ans étudiant les traitements de réparations versus de remplacement des obturations composites.	N = 40 patients âgés de 27 à 77 ans avec 88 restaurations composites non parfaites.
B	Etude comparative non randomisée bien menée	KIELBASSA AM, PARIS S, LUSSI A, MEYER-LUECKEL H. Evaluation of cavitation in proximal caries lesions at various magnification levels in vitro. J Dent. 2006;34(10):817-822.	Le but de cette étude était d'évaluer le taux de cavitation de caries proximales utilisant différentes aides d'agrandissement <i>in vitro</i> .	N = 285 radiographies de dents extraites.
B	Essais	LUPI-PEGURIER L,	Evaluer	N = 90 3 ^{ème}

	comparatifs randomisés de faible puissance	MULLER-BOLLA M, BERTRAND MF, FERRUA G, BOLLA M. Effetc of sono-abrasion in the microleakage of a pit and fissures sealant. Oral Health Prev Dent. 2004;5:313-21.	l'étanchéité d'un scellement de puits ou sillon après avoir utilisé la sono-abrasion, seul ou associée au mordançage.	molaire extraites.
--	---	--	---	-----------------------

Conclusion :

Il est important et recommandé de suivre l'évolution des pratiques dans notre domaine, comme le stipule l'article R4127-233 du code de déontologie des chirurgien-dentistes. Le praticien s'oblige à « A lui assurer des soins éclairés et conformes aux données acquises de la science ». Ainsi, nous ne pouvons ignorer les évolutions importantes que nous apporte la micro dentisterie aujourd'hui, tant sur les techniques que sur les produits utilisés.

Nous avons passé en revue 10 techniques micro-invasives et ultraconservatrices différentes dont certaines, bien que prometteuses, ne sont pas totalement validées scientifiquement. Elles présentent un intérêt non négligeable sur le plan biologique, mais également sur le plan médico-économique à long terme.

Par ailleurs, les interventions *a minima* nécessitant rarement une anesthésie peuvent présenter un sérieux avantage chez l'enfant, les patients adultes anxieux, les patients difficilement soignables en ambulatoire.

Les techniques de micro-dentisterie sont donc l'avenir si l'on considère que la prévalence de la maladie carieuse recule et que notre pratique clinique privilégie de plus en plus les actes de prévention.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGENCE NATIONALE DE SECURITE DU MEDICAMENT ET DES PRODUITS DE SANTE :

Recommandations : rapport amalgames dentaires. Déc 2014.

http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/7cacb0593aa9f8ebd9b176c65ff98890.pdf

2. ALKIZLY M, BERNDT C, SPLIET CH.

Sealing proximal surfaces with polyurethane tape: three-year evaluation.

Clin Oral Invest 2011;15(6):879-884.

3. ANTUNES LA, VIEIRA DOS SANTOS MP, MAIA LC.

Influence of kinetic cavity preparation devices on dental topography: an in vitro study.

J Contemp Dent Pract 2008;9(2):146-154.

4. DE AMORIM RG, LEAL SC, FRENCKEN JE.

Survival of atraumatic restoration treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis.

Clin Oral Invest 2012;16(2):429-41.

5. BADER C, KREJCI I.

Marginal quality in enamel and dentin after preparation and finishing with Er:YAG laser.

Am J Dent 2006;19(6):337-342.

6. BANERJEE A, KIDD EAM, WATSON TF.

In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation.

Caries Res 2000;34(2):144-150.

7. BANERJEE A, THOMPSON ID, WATSON TF.

Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion.

J Dent 2011;39(1):2-7.

8. BANERJEE A, UDDIN MS, PAOLINELIS G et coll.

An in vitro investigation of the effect of powder reservoir volume on the consistency of alumina powder flow rates in dental air-abrasion devices.

J Dent 2008;36(3):224-227.

9. BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EA.

Dentine caries excavation: a review of current clinical technique.

Br Dent J 2000;188(9):179-86.

10. BERTRAND MF, ROCCA JP.

Laser Er:YAG et odontologie restauratrice.

Encycl Med Chir (Paris), médecine buccale, 28-750-V-10, 2005.

11. BLACK RB.

Airabrasion : Some fundamentals.

J Am Dent Assoc. 1950;41(6):701-710.

12. BONSTEIN T, GARLAPO D, DONARUMMO J Jr et coll.

Evaluation of varied repair protocols applied to aget composite resin.

J Adhes Dent 2005;7(1):41-49.

13. BOTS CP, BRAND HS, VEERMAN EC et coll.

Preferences ans saliva stimulation of eight different chewing-gums.

Int Dent J 2004;54(3):143-148.

14. BURDAIRON G.

Abrégé de biomatériaux dentaires. 2^{ème} éd.

Paris : Masson, 1990.

15. CARDOSO MV, COUTINHO E, ERMIS RB et coll.

Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives.

Dent Mater 2008;24(4):492-501.

16. CENTRE FRANCAIS D'EVIDENCE BASED DENSTISTRY

Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite.

Cochrane oral Health group 2014.

17. CHRISTENSEN GJ.

Restorative dentistry for times of economic distress.

J Am Dent Assoc 2009;140(2):239-242.

18. COLON P, LASFARGUES JJ.

Apport de la sono-abrasion en micro-dentisterie adhesive.

Real Clin 1999;**10**:251-270.

19. DELME K, MEIRE M, DE BRUYNE M et coll.

Cavity preparation using an Er:YAG laser in the adult dentition.

Rev Belge Med Dent. 2009;64(2):71-80.

20. FRENCKEN JE, VAN AMERONGEN WE.

The Atraumatic Restorative Treatment approach.

In: Fejerskov O, Kidd E, Bente N. Dental caries: the disease and its clinical management.

2ème ed.

Copenhagen : Blackwell Munksgaard, 2008:427-442.

21. GOLDBERG M, KEIL B.

Action of a bacterial achromobacter collagenase on the soft carious dentine: an in vitro study with the scanning electron microscope.

J Biol Buccale 1989;17(4):269–274.

22. GORDAN VV, GARVAN CW, BLASER PK et coll.

A long-term evaluation of alternative treatments to replacement of resin-based composite restorations: results of a seven-year study.

J Am Dent Assoc 2009;140(12):1476-1484.

23. GORDAN VV, RILEY JL 3rd, BLASER PK et coll.

Alternative treatments to replacement of defective amalgam restorations: results of a seven-year clinical study.

J Am Dent Assoc. 2011;142(7):842-849.

24. GORDAN VV, SHEN C, RILEY J 3rd et coll.

Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations.

J Esthet Rest Dent 2006;18(3):144-153.

25. GOTO G, ZHANG YE.

Kinetic cavity preparation: protection of the cavo-surface enamel.

J Clin Pediatr Dent 1996;21(1):61-5.

26. GREEN DJB, BANERJEE A.

Contemporary adhesive bonding: bridging the gap between research and clinical practice.

Dent Update 2011; in press.

27. HANNING C, HAHN P, THIELE PP et coll.

Influence of different repair procedures on bond strength of adhesive filling materials to etched enamel in vitro.

Oper Dent 2003;28(6):800-807.

28. HISAMATSU N, ATSUTA M, MATSUMURA H.

Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strength of a prosthodontic microfilled composite.

J Oral Rehabil 2002;29(7):644-648.

29. HONKALA S, HONKALA E.

Atraumatic dental treatment among finnish elderly persons.

J Oral Rehabil 2002;29(5):435-440.

30. HUGO B, STASSINAKIS A, HOFMANN N et coll.

In vitro study of marginal quality of small approximal composite fillings.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2001;111(1):19-27.

31. INSTITUT NATIONAL DE LA SANTE ET DE LA RECHERCHE MEDICALE.

Dossier de presse : Médicaments psychotropes : consommations et pharmacodépendances.

Oct 2012.

<http://www.inserm.fr>

32. INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTE ET EN SECURITE DU TRAVAIL

Caractérisation des bioaérosols en cabinets dentaires.Mars 2005.

<http://www.irsst.qc.ca/-publication-irsst-caracterisation-des-bioaerosols-en-cabinets-dentaires-r-407.html>

33. JACOBSEN T, NORLUND A, ENGLUND GS et coll.

Application of laser technology for removal of caries: a systematic review of controlled clinical trials.

Act Odontol Scand 2011;69(2):65-74.

34. JERONIMUS DJ Jr, TILL MJ, SVEEN OB.

Reduced viability of microorganisms under dental sealants.

ASDC J Dent Child. 1975;42(4):275-280.

35. KAMANN WK, GANGLER P.

Filling repair and repair fillings.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000;110(10):1054-1071.

36. KIDD EA.

How “clean” must a cavity be before restoration?

Caries Res 2004;38(3):305-313.

37. KIELBASSA AM, PARIS S, LUSSI A et coll.

Evaluation of cavitation in proximal caries lesions at various magnification levels in vitro.

J Dent 2006;34(10):817-822.

38. KUHNISCH J, DIETZ W, STOSSER L et coll.

Effects of dental probing on occlusal surfaces – a scanning electron microscopy evaluation.

Caries Res 2007;41(1):43-48.

39. LUPI-PEGURIER L, MULLER-BOLLA M, BERTRAND MF et coll.

Effetc of sono-abrasion in the microleakage of a pit and fissures sealant.

Oral Health Prev Dent 2004;2(1):19-26.

40. MASSARA ML, ALOES JB, BRANDAO PR.

Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis.

Caries Res 2002;36(6):430-436.

41. MITSAKI-MATSOU H, KARANIKA-KOUMA A, PAPADOYIANNIS Y et coll.

An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin.

Quintessence Int 1991;22(6):475-481.

42. MONCADA G, MARTIN J, FERNANDEZ E et coll.

Sealing, refurbishment and repair of Class I and Class II defectives restorations: a three-year clinical trial.

J Am Dent Assoc 2009;140(4):425-432.

43. NEVES A, COUTINHO E, DE MUNCK J et coll.

Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation.

J Dent 2011;39(2):154-162.

44. NIH CONSENSUS STATEMENT

Diagnosis and management of dental caries throughout life. 2001.

www.nidcr.nih.gov/atoz/letter/nihconsensus.htm

45. NORBO, BROWN G, TJAN A H L.

Chemical treatment of cavity walls following manual excavation of carious dentin.

Am J Dent 1996;9(2):67-71.

46. OPDAM NJ, ROETERS JJ, VAN BERGHEM E et coll.

Microleakage and damage to adjacent teeth when finishing Class II adhesive preparations using either a sonic device or bur.

Am J Dent 2002;15(5):317-320.

47. PAOLINELIS G, BANERJEE A, WATSON TF.

An in vitro investigation of the effect of variable operative parameters on alumina air-abrasion cutting characteristics.

Oper Dent 2009;34(1):87-92.

48. PAOLINELIS G, WATSON TF, BANERJEE A.

Microhardness as a predictor of sound and carious dentine removal using alumina air-abrasion.

Caries Res 2006;40(4):292-295.

49. PARIS S, BITTER K, RENZ H et coll.

Validation of two dual fluorescence techniques for confocal microscopic visualization of resin penetration into enamel caries lesions.

Microsc Res Tech 2009;72(7):489-494.

50. PARIS S, BITTER H, NAUMANN M et coll.

Resin infiltration of proximal caries lesions differing in ICDAS codes.
Eur J Oral Sci 2011;119(2):182-186.

51. RICKARD GD, RICHARDSON RJ, JOHNSON TM et coll.

Ozone therapy of the treatment of dental caries.
Cochrane database of Systematic review 2009. Issue 1.

52. REYNOLDS EC.

Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions.
J Dent Res 1997;76(9):1587-1595.

53. SCHMIDLIN PR, ZEHNDER M, ZIMMERMANN MA et coll.

Sealing smooth enamel surfaces with a newly devised adhesive patch : a radiochemical in vitro analysis.
Dent Mater 2006;21(6):545-550.

54. SCHWENDICKE F, MEYER-LUECKEL H, STOLPE M et coll.

Costs and Effectiveness of Treatment Alternative for Proximal Caries Lesions.
Plos One 2014 Jan 27;9(1).

55. SHAHDAD SA, KENNEDY JG.

Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study.
J Dent 1998;26(8):685-694.

56. SHEN P, CAI F, NOWICKI A et coll.

Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate.
J Dent Res 2001;80(12):2066-2070.

57. SPIETH C, ROSIN M, GELLISEN B.

Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with carisolv.
Clin Oral Investi 2001;5(4):250-3.

58. SRIDHARA S, LOGANI A, SHAH N.

Comparative efficacy of photo-activated disinfection and calcium hydroxide for disinfection of remaining carious dentine in deep cavities: a clinical study.
Rest Dent Endod 2014;39(3):195-200.

59. STRAND GV, RAADAL M.

The efficiency of cleaning fissures with an air-polishing instrument.

Acta Odontol Scand 1988;46(2):113-117.

60. TAVARES DE OLIVIERA M, MOREIRA DE FREITAS P, DE PAULA EDUARDO C et coll.

Influence of Diamond Sono-Abrasion, Air-Abrasion and Er :YAG Laser Irradiation on Bonding of Different Adhesive Systems to Dentin.

Eur J Dent 2007;1(3):158-166.

61. THOMPSON V, CRAIG RG, CURRO FA et coll.

Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review.

J Am Dent Assoc 2008;139(6):705-712.

62. TNS OPINION & SOCIAL.

La santé dentaire. Février 2010.

http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_330_fr.pdf

63. TNS SOFRES.

Les français et leur dentiste. Décembre 2004.

<http://www.tns-sofres.com/etudes-et-points-de-vue/les-francais-et-leur-dentiste>

64. TYAS MJ, ANUSAVICE KJ, FRENCKEN JE et coll.

Minimal intervention dentistry: a review. FDI Commission Project 1-97.

Int Dent J 2000;50(1):1-12.

65. VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, MATTAR D et coll.

Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment.

Oper Dent 2003;28(5):647-660.

66. VENNA SP, ROOPA RN, JAGADEESH TG et coll.

Chemical analysis of dentine surface after Carisolv treatment.

J Conserv Dent 2009;12(3):118-122.

67. WEISROCK G, TERRER E, COUDERS G et coll.

Naturally aesthetic restorations and minimally invasive dentistry.

J Minim Interv Dent 2011;4(2):1-12.

68. WILLIAMS JA, PEARSON GJ, COLLES MJ et coll.

The Photo-Activated Antibacterial Action of Toluidine Blue O in a Collagen Matrix and in Carious Dentine.

Caries Res 2004;38(6):530-536.

69. WRIGHT JT.

Defining the contribution of genetics in the etiology of dental caries.

J Dent Res 2010;89(11):1173-1174.

70. ZENO D, FONTANA M, LENNON AM.

Clinical applications and outcomes of using indicators of risk in caries management.

J Dent Educ 2001;65(10):1126-1132.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1. Figure 1:

Coût des différentes alternatives de traitement en dentisterie conservatrice. (E2 : atteinte amélaire, D1 atteinte dentinaire.

Schwendicke F, Meyer-Lueckel H, Stolpe M, Dörfer CE, Paris S.

Costs and Effectiveness of Treatment Alternative for Proximal Caries Lesions.

Plos One; 2014, volume 9, issue 2, p 3.

2. Figure 2:

Fraises de microdentisterie.

<https://www.google.fr/search>

3. Figure 3:

Fraises SmartBurs II.

<https://www.google.fr/search>

4. Figure 4 :

Remplacement intégral des amalgames sur 24, 25 26 et 27. Surtraitement ou préservation soigneuse des tissus dentaires sains ?

<https://www.google.fr/search>

5. Figure 5 :

A gauche juste après l'application du gel Carisolv dans la cavité, à droite après son action. On voit nettement le gel qui se trouble.

Réalité Clinique. 2011, numéro 3, volume 22, p 274.

6. Figure 6 :

En haut à gauche : ciseau à émail

En haut à droite : excavateurs

En bas à gauche : spatule, pour l'application du CVI

En bas à droite : ciseau à émail particulier (enamel access cutter) qui permet un meilleur accès lorsque le ciseau classique est trop large.

Réalité Clinique. 2011, numéro 3, volume 22, p 247.

7. Figure 7 :

Laser Erbium YAG.

Photo prise chez un praticien.

8. Figure 8 :

Préparation amélaire au laser Er :YAG.

en bas : 300mJ/25Hz

au milieu : 100mJ/35Hz (finition).

Evolution en Odontologie Restauratrice. 2013, p 108.

9. Figure 9 :

Dispositif Icon®

Réalité Clinique. 2011, numéro 3, volume 22, p 261.

10. Figure 10 :

Application de résine sur une surface lisse, ici en vestibulaire d'une incisive maxillaire.

<https://www.google.fr/search>

11. Figure 11 :

En haut : le patch de résine.

A gauche : situation initiale avec lésion proximale présentant une destruction de surface.

A droite : patch de résine en place après avoir été découpé selon la forme de la lésion. Une finition doit être appliquée aux zones marginales du fait de l'épaisseur du patch (P).

Evolution en Odontologie Restauratrice. 2013, p 83.

12. Figure 12 :

2 exemples de dispositif voisins : A gauche l'Air Flow développé par EMS et vendu comme appareil d'aéro-polissage et l'Aquacutt Quattro de chez Dentistry vendu comme appareil indiqué pour l'air-abrasion.

<https://www.google.fr/search>

13. Figure 13 :

A gauche : l'air abrasion à l'aide d'oxyde d'alumine produit une surface rugueuse idéale au collage (vue au microscope électronique à balayage).

A droite : sillon élargi après une préparation à l'oxyde d'alumine.

Evolution en Odontologie Restauratrice. 2013, p 106.

14. Figure 14 :

Préparation d'une lésion proximale « slot ». On peut voir une finition très propre une fois la préparation terminée.

Réalité Clinique. 2012, numéro 3, volume 23, p 205.

15. Figure 15 :

Soins réalisés avec les techniques sono-abrasives sur deux lésions cervicales en miroir.

Réalité Clinique. 2012, numéro 3, volume 23, p 206.

16. Tableau 1 :

Niveau de preuve scientifique et grades recommandation (HAS).

Avril 2013. <http://www.has-sante.fr>

UNIVERSITE DE NANTES
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,



Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,



P. Yves AMOURIQ
DUPH

Y. AMOURIQ

BRAMOULLÉ (Luc). – Techniques micro-invasives en Odontologie Conservatrice. Indications et analyse critique de la littérature. - 53f. ; ill. ; tabl. ; 70 ref. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2015)

RESUME

Le domaine de l'odontologie conservatrice connaît des évolutions et se dirige aujourd'hui vers la dentisterie ultra conservatrice, avec le développement de techniques micro-invasives. Celles-ci visent à préserver au maximum les tissus minéralisés sains et à conserver le plus longtemps possible l'intégrité de l'organe dentino-pulpaire.

Les enjeux de ce nouvel exercice de l'odontologie conservatrice ne sont pas seulement scientifiques mais également médico-économiques puisque ces méthodes ultra-conservatrices limitent à long terme le sacrifice de tissus minéralisés allant quelque fois jusqu'à la perte de l'organe dentaire et le remplacement par des prothèses onéreuses.

Au travers de l'étude de dix techniques de dentisterie micro-invasives, nous avons fait l'inventaire de leurs indications thérapeutiques. Actuellement, l'omnipraticien a la possibilité de s'orienter vers cette nouvelle dentisterie au vu de l'équipement que cela nécessite.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie conservatrice

MOTS CLES MESH

Odontologie préventive – Preventive dentistry

Spécialité dentaire – Specialities, Dental

Conservation de tissu – Tissue preservation

Carie dentaire – Dental caries

Traitement restaurateur atraumatique dentaire – Dental atraumatic restorative treatment

JURY

Président : Professeur Perez F.

Assesseur : Docteur Rolot M.

Directeur : Docteur Castelot Enkel B.

Assesseur : Docteur Richard C.

ADRESSE DE L'AUTEUR

18 rue Saint Léonard – 44000 Nantes

luc.bramouille@gmail.com