



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

17/05/N/2005/0712

ACADEMIE DE NANCY-METZ

Docteur

UNIVERSITE HENRI POINCARRE NANCY I
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2005

N° 8712



THESE

pour le

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

par

Caroline HOUTMANN
Née le 22 août 1978 à Toul (54)

**Apport de l'Air Abrasion dans les concepts
d'économie tissulaire en Odontologie Conservatrice**

Présentée et soutenue publiquement le :
Vendredi 16 décembre 2005

Dr J-L. Mathis

Examineurs de la thèse :

Pr. A. FONTAINE

Dr. C. AMORY

Dr M. WEISENBACH

Dr J-L. MATHIS

Professeur 1^{er} Grade

Maître de conférence

Maître de conférence

Docteur en chirurgie dentaire

Président

Juge

Juge

Juge

BU PHARMA-ODONTOL



D

104 071418 1

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE HENRI POINCARÉ NANCY I
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2005



THESE

pour le

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

par

Caroline HOUTMANN
Née le 22 août 1978 à Toul (54)

**Apport de l'Air Abrasion dans les concepts
d'économie tissulaire en Odontologie Conservatrice**

Présentée et soutenue publiquement le :
Vendredi 16 décembre 2005

DB 31277

Examineurs de la thèse :

Pr. A. FONTAINE
Dr. C. AMORY
Dr M. WEISENBACH
Dr J-L. MATHIS

Professeur 1^{er} Grade
Maître de conférence
Maître de conférence
Docteur en chirurgie dentaire

Président
Juge
Juge
Juge

Vice-Doyens :

Membres Honoraires :

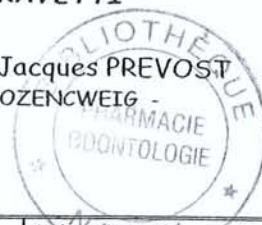
Doyen Honoraire :

Dr. Pascal AMBROSINI - Dr. Jean-Marc MARTRETTE - Dr Jacques PREVOST

Pr. F. ABT - Dr. L. BABEL - Pr. S. DURIVAUX - Pr. G. JACQUART - Pr. D. ROZENCWEIG

Pr. M. VIVIER

Pr. J. VADOT



| | | | |
|--|--|--|---|
| Sous-section 56-01 Pédodontie | Mme M. Mme Mlle Mlle | <u>DROZ Dominique (Desprez)</u> PREVOST** Jacques HELPER Violaine (Minaud) MARCHETTI Nancy MEDERLE Angélique | Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistant Assistant Assistant |
| Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale | Mme M. Mme | <u>FILLEUL Marie Pierryle</u> Vacant au 01/11/2005 GEORGE Olivier NADEAU Myriam (Marot) | Professeur des Universités* MCUPH Assistant Assistant |
| Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale | M. M. Mlle | <u>WEISSENBACH Michel</u> ARTIS Olivier CLEMENT Céline | Maître de Conférences* Assistant Assistant |
| Sous-section 57-01 Parodontologie | M. M. M. Mme M. | <u>MILLER** Neal</u> AMBROSINI Pascal PENAUD Jacques BACHERT Martine PONGAS Dimitrios | Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant |
| Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique Anesthésiologie et Réanimation | M. M. M. M. M. | <u>BRAVETTI Pierre</u> ARTIS Jean-Paul VIENNET Daniel WANG Christian PERROT Ghislain | Maître de Conférences Professeur 1er grade Maître de Conférences Maître de Conférences* Assistant Assistant |
| Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie) | M. M. Mme | <u>WESTPHAL** Alain</u> MARTRETTE Jean-Marc MOBY Vanessa (Stutzmann) | Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistant |
| Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie | M. M. M. M. M. M. M. | <u>AMORY** Christophe</u> PANIGHI Marc FONTAINE Alain BONNIN Jean-Jacques CLAUDON Olivier ENGELS DEUTSCH** Marc SIMON Yorick | Maître de Conférences Professeur des Universités* Professeur 1 ^{er} grade* Maître de Conférences Assistant Assistant Assistant |
| Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale) | M. M. M. M. M. M. M. M. M. | <u>SCHOUVER Jacques</u> LOUIS** Jean-Paul ARCHIEN Claude LAUNOIS** Claude KAMAGATE Sinan HELPER Maxime JHUGROO Khoondial SEURET Olivier WEILER Bernard | Maître de Conférences Professeur des Universités* Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistant associé au 1/10/05 Assistant Assistant Assistant Assistant |
| Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie | Mlle M. | <u>STRAZIELLE** Catherine</u> Vacant au 01/09/2005 AREND Christophe | Professeur des Universités* Maître de Conférences Assistant |

italique : responsable de la sous-section

* temps plein - ** responsable TP - départs et arrivées

Nancy, le 15.10.2005

A Notre Président :

Monsieur le Professeur Alain FONTAINE

Chevalier de l'Ordre National du Mérite
Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Professeur 1^{er} Grade
Sous-Section : Odontologie Conservatrice – Endodontie

*Vous tenons à vous remercier de nous faire
l'honneur d'avoir accepté la présidence de notre
thèse.*

*Nous n'avons que rarement eu l'occasion
d'apprécier vos conseils pendant notre cursus
mais nous sommes très heureux de partager avec
vous ce moment solennel qui clôture nos études.*

*Veuillez trouver ici le témoignage de nos
remerciements les plus sincères.*

A Notre Juge:

Monsieur le docteur Christophe AMORY

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de Conférences des Universités
Responsable de la sous section :
Odontologie Conservatrice – Endodontie

Nous avons toujours pu compter sur votre disponibilité et nous vous sommes particulièrement reconnaissant pour votre patience et vos précieux conseils.

Par la qualité de votre enseignement et la rigueur de votre travail, vous nous avez donné goût du travail bien fait.

Veuillez trouver ici l'expression de nos remerciements les plus sincères pour votre bienveillance.

A Notre Juge:

Monsieur le Docteur Michel WEISENBACH

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Docteur de l'Université Henri POINCARÉ, NANCY-I
Maître de Conférences des Universités
Responsable de la sous-section :
Prévention, Epidémiologie, Economie de santé et
Odontologie légale

*Nous tenons à vous remercier d'avoir motivé
notre désir de réaliser ce travail. Nous avons
apprécié le soutien et la compréhension dont
vous avez fait preuve, tout au long de notre cursus.*

*Nous avons eu la chance de profiter de vos
qualités humaines et professionnelles durant nos
stages au sein du service accueil santé de la
Faculté d'Odontologie.*

*Veuillez trouver ici le témoignage de notre
gratitude et de notre estime.*

A Notre Juge :

Monsieur le Docteur Jean-Luc MATHIS

Docteur en Chirurgie Dentaire

*Nous sommes honoré de votre présence dans
notre jury.*

*Nous tenons à vous remercier pour les conseils
avisés que vous nous avez dispensés tant dans
l'enceinte de la Faculté d'Odontologie que dans la
vie quotidienne.*

*Veuillez trouver ici le témoignage de notre
gratitude et de notre estime.*

A mes parents : Bernard et Françoise,
Un merci ne peut être suffisant pour vous exprimer ma gratitude. Vous êtes des parents extraordinaires. Toutes mes réussites sont le fruit de votre amour et de votre soutien perpétuel. J'espère que ce travail vous rendra fier et que je serai capable comme vous, de mener d'aussi belle manière ma vie professionnelle et personnelle.

A Mamie,
Merci pour ton soutien moral.

A Papi, Grand Maman et Grand Père,
Votre présence ne manque surtout aujourd'hui. J'espère que vous êtes fiers.

A ma sœur : Isabelle,
Merci d'avoir ouvert la route et d'être toujours là malgré la distance.

A ma deuxième famille : Xavier, Michel et Giselle,
Tu es un beau-frère exceptionnel. Votre gentillesse et votre soutien à tous les trois, me sont très précieux.

A mes petites nièces : Charlotte et Zoé,
Les rayons de soleil de ma vie. Je vous aime très fort.

A mon cousin Jauffrey,
Tu es un vrai frère pour moi et j'espère que tu es aussi fier de moi que je le suis de toi.

A ma tante Geneviève,
Merci pour tout Mémé.

A Syrielle,
Pour sa gentillesse et son soutien

A ma marraine Lilette,
Merci de toujours penser à moi.

A Maurice Genin
Votre soutien et votre bonne humeur me manque.

A Micky, Liane, Alpha et Kobe toujours fidèles

Aux docteurs Anastasio, Osswald, Richardin et Weisenbach qui m'ont supporté et formé pendant ma sixième année.

Au Dr Christophe Billiotte,
Merci pour vos conseils et votre bienveillance.

Aux docteurs Blaise, Matthieu et Rocher qui m'ont fait confiance,

A Camille,
J'espère pouvoir un jour écrire un sketch avec toi. Tu comptes énormément pour moi et j'espère que nous ne nous perdrons plus.

A mes amis :
Ponpon et JB (mais qu'est ce que je ferai sans vous ?), Carole, Franck et Flo, ToTo, Ingrid, Nath, Audrey, Let, Stéphanie, Lionel, Franklin, la petite Nath (bon baiser de Birouth), Anne Laure, Franck, Marion et Gégé, Architect, Rachel, Monica, Chandler, Ross et surtout Feebee et Joe !

A mon héli-cerveau : Milie
Je te dois tellement. Tu peux être heureuse et comblée, on t'aime.

A mon Noun,
T'es un vrai ami mais seulement après avoir gaffer ! J'ai vécu tellement de moments exceptionnels avec toi que je sais qu'il y en aura encore beaucoup d'autres. Sobriété Finesse et Légèreté.

A ma binôme Laetitia,
Merci pour tout ce que tu m'as appris mais surtout pour ta profonde amitié.

A Mim's,
Une amie pour la vie. Je serai toujours là pour toi. Bon, on va voir les Lakers quand ?

A tous les anciens et nouveaux membres de la corpo,
En particulier Bob et Neil les derniers gentlemen de France, Papa qui en a perdu son modjo et Adrien... sérieux courage ! Surtout merci au vieux pour leur accueil (K, Didi, Mathieu, Gildas...).

Aux organisateurs du Congrès A l'O :

Noun, Milie (ah je les connais pas bien eux), Alix (Mercix ;-), Mlle Aline Bitte (Boa connexion c'est mieux que Tutu connexion !), la Morue (en associasson avec FSDIE et Fred Michalac à P—I !), Buburne (attention être un BB noun c'est pas facile !), le Beauf (sa sœur et l'ASPTT), Magifuck (comme quoi tout est possible !), Caro Z et son Matthieu

A mes collègues de stage :

Coach (Mon Maitre ?), Bebel, Marie et Sandrine (on s'appelle dès qu'on peut !)

A mes potes de facultés :

Noun, Milie (bah non je vois pas), Mimie Rochon (toi t'es une perle comme il y en a peu), Jeremie (BIZ BIZ BIZ sur le biceps !), Mme Fotre (miss Crit 2006 !), Coach (Voilà) et sa femelle (la plus cher du monde), Dr Fist en D1, BenBen (et les toulousains !), Dr Oliv, Djiti, Marie et Marco (lgraine et le BB), Dave, Caroline M, Hélène (Championne du monde de bowling !), La mamaille, Jul, Nold, Dr Robert, Anne (puisque tu es de retour).

Seb et Nath, Pat, Matthieu (Monsieur Cochin !), Pippo, Maud (tu es une fille super arrêtes d'en douter...), la Ganache, Romain (quoi Vincent Masingue capitaine du SLUC ?), Chouchou et Loulou, les Jum's, Spichren, Juliette, Claire.

Le grand Vizir et ses vizirrettes et les dindes.

A Brun Brun, parce qu'il le vaut bien !

A Rémi Curien pour l'ensemble de son œuvre !

A mes deux prothésistes préférés : Didier Lorrain et Franklin Niquet.

Au premier pour son soutien et son aide précieuse tout au long de mon cursus. Au second pour son amitié, ses céramiques pas chères et Birouth 2006 !!!

Aux participants de Djerba 2005,

Marie (Jambon), Marie (sac à tise), Sophie (Posh Posh Posh !), les steppeurs (surtout Rémi !), les belges (et Maty !), la vielle de Boistel, la chatte à la voisine, les bébés chiens, Bachuls, Get !

C'était énorme quand même.

Au membres du TMT :

J'espère que vous êtes venus en nombre et en combi ! Merci je vous adore. Je sais que vous aimez la bière mais ce soir c'est champagne !

Le Roi (c'est bon c'est con c'est clermont meme si t'es bretons ça te va trop !), Mim's (Chicago bulls ?!) Bellow (mon colocataire de case), Berthofiaud (souvenir Lyon 2002 ! Lay lay...), Milie, Noun (encore !) Séverine, Nico et Despé, Toutoune, Gregouze, (On a fait le GR 30 nous !!!), Charly, Alex (TMT jusque dans les poils !) Lolo (le baron du cuir), Irène, JPP, Sarah counassse (c'est à coté), Saroeun, Barique, Kermit, Dindoneau, Corinne et futurs autres membres !

et Boistel (on finit toujours par le meilleur ! ça te dirait pas qu'on monte un show ?

A Ana Pescin, La mesquine !

Sans "ki" tout aurait été différent

A tous les UNeunEuCéDiens passés, présents et futurs

C'est grâce à vous que nous évoluons.

Merci surtout à Mathieu (Enorme pas mieux) et Pifou d' »avoir soutenue ma Mim's !

Au reste de la colère de dieu :

Tom de Nice (Mais on avait rompu !!!), Collin Farrell (et le Réality prod dans son ensemble), Pujol, Crevette, la fanfare de P5, Clarisse (hi hi hi hi), Les Jum's, P7 dans son ensemble (je reflechis pour l'adoption mais je crois que c'est un peu tard !!!) Bernard Christ, JB du Conquet, Malice, la Bobinette, le fracasse crâne, Lizou !,

A Valentino,

Essaie de ne pas passer dans la catégorie du dessus !!!

Merci au Jungle Speed, Ligretto, Freeman, Gros poulet, la Table, Choy choy, Maya, Capitaine Bloum et autres jeux qui ont agrémentés mon cursus.

A tous les autres que j'oublie...j'espère qu'il n'y en a pas trop !

Sommaire

Introduction

I L'histoire de l'air abrasion

- I.1 Ses débuts
- I.2 Ses apports à la pratique
- I.3 L'abandon de la technique
- I.4 Sa remise au goût du jour



II La carie et les moyens diagnostiques

- II.1 La carie
 - II.1.a Définitions
 - II.1.b Mécanismes généraux
- II.2 Les moyens diagnostiques
 - II.2.a Les moyens diagnostiques classiques
 - II.2.b Les nouveaux moyens diagnostiques

III De la dentisterie à la microdentisterie

- III.1 Les principes de Black
 - III.1.a La base de l'odontologie conservatrice
 - III.1.b Le chemin de la remise en question
- III.2 La microdentisterie
 - III.2.a Evolutions
 - III.2.b Les nouveaux matériaux
 - III.2.c De nouvelles classifications
 - III.2.d Etude des pratiques des chirurgiens dentistes français

IV L'Air Abrasion

IV.1 Place dans la microdentisterie

- IV.1.a Les systèmes oscillatoires**
- IV.1.b Le laser**
- IV.1.c Le curetage chimique**
- IV.1.d Les procédés enzymatiques**
- IV.1.e Nouvelles fraises**
- IV.1.f Comparatif général**

IV.2 Le jet abrasif à particules d'alumine

- IV.2.a Principes de base**
- IV.2.b Sec ou humide**
- IV.2.c Les avantages**
- IV.2.d Les inconvénients**

V Utilisation de l'air abrasion en Odontologie conservatrice

V.1 Aide au diagnostic

V.2 Petites cavités

V.3 Carie de collet

V.4 Reprise d'un joint composite ou amalgame

V.5 Elimination d'obturations composites

- V.5.a Au niveau antérieur**
- V.5.b Au niveau postérieur**

V.6 Lésions cervicales d'usure

V.7 Traitement des défauts de l'émail

V.7.a Fissures

V.7.b Micro taches

V.7.c Dysplasies de l'émail

V.8 Dent ébréchée

VI Autres applications en odontologie

VI.1 En prophylaxie

VI.2 En pédodontie

VI.3 En endodontie

VI.4 En parodontologie

VI.5 En Orthodontie

VI.6 En prothèse

VII Les différents systèmes présents sur le marché

VII.1 Modèle multifonction : Aquacut® Velopex

VII.2 Air abrasion humide : Air flow prep K1® EMS

VII.3 Air abrasion sec sur unit : Rodonflex® Kavo

VII.4 Air abrasion humide sur unit : RodonflexPlus® Kavo

VII.5 Air abrasion à sec : KPC® Laboratoire MVD

VII.6 Air abrasion sec sur unit : Biostar Airbrator® Edge Dental

Conclusion

Bibliographie

Table des matières

Introduction

L'air abrasion est une technique restauratrice alternative à l'instrumentation rotative. Elle a été développée dans les années 50 par le Dr R. Black. Malgré un franc succès à ses débuts, cette technique n'a jamais vraiment pu trouver sa place en odontologie conservatrice à l'époque. Cependant, de nos jours, la dentisterie opératoire évolue vers une dentisterie préventive et à minima qui remanie totalement le mode de pratique. Les anciens principes de Black sont remis en cause pour une approche plus médicale de la maladie carieuse qui inscrit les traitements conservateurs dans un protocole complet, ils ne sont ni le début ni la fin d'un plan de traitement. La démarche se compose de quatre phases consécutives : diagnostique, prophylactique, restauratrice et de maintenance. Chaque phase est motivée par les différentes évolutions effectuées ces dernières années en cariologie, au niveau des matériaux et des technologies. Les objectifs sont de retarder l'entrée de la dent dans le cycle des restaurations afin d'augmenter l'espérance de vie des restaurations mise en place en contrôlant la maladie carieuse. L'air abrasion est une technologie qui s'inscrit à plusieurs niveaux dans l'application des concepts d'économie tissulaire.

Dans ce travail, nous commencerons par présenter l'histoire de l'air abrasion. Puis, nous détaillerons les facteurs qui sont à l'origine du développement de la microdentisterie comme la mise à l'écart des principes de Black, le développement de la dentisterie adhésive, les progrès en cariologie, le perfectionnement des moyens diagnostiques et la mise au point de nouveaux standards de préparation. Ensuite, nous détaillerons certaines technologies nouvelles mises au point pour palier aux inconvénients de l'instrumentation rotative. Et, nous nous occuperons plus particulièrement de la place de l'air abrasion en microdentisterie ainsi que ses apports, ses inconvénients et applications cliniques en tant que nouvel outil en odontologie conservatrice et en pratique quotidienne. Nous terminerons avec une description de certains systèmes disponibles sur le marché.

I L'histoire de l'air abrasion

I.1 Ses débuts

L'air abrasion est une technologie dentaire ancienne, mise au point dès 1943 par le docteur R. Black (118). A l'époque, il était à la recherche de méthodes de préparation coronaire permettant de supprimer les traumatismes et l'inconfort associés à l'utilisation des instruments rotatifs. De son travail et ses recherches ont résulté la création du premier Unit d'air abrasion : le S.S. White AirDent unit. En 1945, il publie une série d'articles sur l'utilisation de cette technique pour préparer les cavités et ce dans le cadre d'une pratique prophylactique.

C'est en 1951 que le premier instrument d'air abrasion est introduit dans vingt facultés de chirurgie dentaire américaines et des cours post-universitaires sont créés. Quatre ans plus tard, plus de 2 000 praticiens, aux Etats-Unis, l'utilisaient déjà. Les premières évaluations ont mis en évidence une réelle amélioration du confort du patient. De plus, les rapports de certains chirurgiens dentistes ont montré une réduction des anesthésies lors de l'utilisation de cette technique (23, 49, 61, 107, 141, 147).

I.2 Ses apports à la pratique

En 1955, Black a réévalué le principe de l'air abrasion. Ses conclusions ont mis en évidence les principaux avantages et inconvénients de la technique. Tout d'abord, l'air abrasion s'est avérée être la méthode la plus rapide pour l'excavation de l'émail sain ainsi que pour l'élimination des taches et amas recouvrant la surface (118). De plus, les résultats biologiques ont montré qu'elle ne créait pas de traumatisme sur l'organe dentaire. Son utilisation apporte d'une part aux patients : une diminution du déconfort lors de la plupart des soins, et d'autre part au praticien : une réduction de la fatigue physique et des tensions gérées pendant la pratique (23, 141).

I.3 L'abandon de la technique.

Les facteurs qui ont menés à l'abandon de l'air abrasion, étaient conditionnés par les différentes technologies et matériaux disponibles à l'époque. En effet, les matériaux d'obturation de l'époque qui étaient principalement l'or et l'amalgame, nécessitaient une préparation de forme rétentive pour assurer la pérennité de la restauration (66, 70).

Or, les murs d'une préparation réalisée par air abrasion étaient ronds et inégaux. Il était donc indispensable de terminer la cavité à l'aide de fraises afin d'obtenir des angles nets et rétentifs afin d'empêcher la perte des restaurations. De plus, l'absence de systèmes d'aspiration chirurgicale entraînait un dépôt d'excès de poudre difficile à éliminer (56). Mais c'est surtout à la fin des années 50 que le nouveau développement des turbines à grande vitesse, assurant une bonne maîtrise lors de la préparation, a mis de côté l'utilisation de l'air abrasion (97, 118, 141).

I.4 Sa remise au goût du jour

Tim Rainey a été le premier à réintroduire la technologie de l'air abrasion, il est devenu un mentor pour tous les praticiens qui ont recours à cette technique en pratique quotidienne (118, 140). En effet, entre les années 50 et 90, les systèmes d'air abrasion ont évolué en perfectionnant les moyens de contrôle du jet pour atteindre une précision de l'ordre du micromètre. Puis, le développement de puissants systèmes d'évacuation ont permis de réduire la quantité de poudre accumulée lors de l'utilisation de l'air abrasion. Enfin, l'introduction des systèmes d'air abrasion de troisième génération a permis d'élargir le champ d'application de cette technologie en odontologie conservatrice (21, 30, 97).

Mais le retour au goût du jour de cette technologie est dû principalement aux progrès des techniques de restauration adhésive. Le développement des composites a permis de réaliser des restaurations sans préparation rétentive et sans extension prophylactique. En effet, la pratique en odontologie conservatrice évolue de plus en plus vers des techniques préventives et des interventions à minima. Les nouveaux matériaux et techniques disponibles permettent maintenant de restaurer des petites lésions préparées par air abrasion. Ces matériaux permettent d'envisager l'air abrasion comme une technique alternative valable et désirable à l'instrumentation rotative (140).

De plus, le moteur de toutes ces évolutions reste le patient étant donné que les praticiens ont le désir de voir leur pratique évoluer vers une dentisterie plus confortable, interceptive et conservatrice (32, 49, 56, 73, 107, 140).

II

La carie et les moyens diagnostiques

II.1 La carie

C'est par une meilleure connaissance de la carie et de ses processus que la dentisterie à minima a pu se développer. En effet, la microdentisterie met au point une nouvelle démarche thérapeutique qualifiée d'étiopathogénique qui repose sur la connaissance de la nature de la carie dentaire et des facteurs de cario-sensibilité. Son but est d'empêcher l'initiation du processus carieux ou d'écourter celui-ci dans les premiers stades de son développement (44, 130).

II.1.a Définitions

La carie est définie par l'OMS comme un processus pathologique local d'origine externe apparaissant après éruption de la dent sur l'arcade qui s'accompagne d'un ramollissement des tissus durs (émail, dentine et cément) et qui évolue vers la formation d'une cavité. La carie est une maladie infectieuse multifactorielle (130).

Elle dépend d'après Keyes de quatre facteurs :

- l'hôte : les dents, la salive et les défenses innées et acquises.
- la flore bactérienne : la flore saprophyte, la plaque dentaire.

Le milieu buccal est un écosystème riche et varié dans lequel s'établit une flore complexe. Il faut un équilibre entre la quantité bactérienne et les facteurs de contrôles.

- l'alimentation : elle donne le substrat nécessaire aux bactéries.
- le temps : le nombre de prises alimentaires, la durée du contact substrat alimentaire bactéries et dents.

La carie n'est pas une maladie de la nutrition mais peut être la conséquence d'un déséquilibre de l'apport en hydrates de carbone fermentescibles. Ce n'est pas tant la quantité mais plutôt la fréquence d'ingestion de sucres qui est importante à prendre en compte (13).

Actuellement, la carie est considérée comme un processus local résultant d'une activité bactérienne locale. L'important, alors, est de déterminer quand et comment les bactéries deviennent cariogènes. La cavité buccale est un milieu qui subit certes de nombreuses variations thermiques et chimiques, mais qui possède aussi des propriétés d'autonettoyage.

En microdentisterie, il est important de considérer la carie comme une maladie infectieuse. Et comme toute maladie, son évolution dépend de l'équilibre instable entre l'intensité des facteurs pathologiques et la réponse biologique de défense.

La carie dentaire est un processus biologique complexe et dynamique qui provient d'un déséquilibre entre la surface dentaire et la plaque. Il en résulte une perte de minéralisation de la surface (26, 44, 54, 80, 179, 144).

Cette définition entraîne des implications cliniques :

- La formation de la plaque dentaire est physiologique et ne peut être totalement supprimée par le brossage.
- La formation d'une lésion reflète l'activité métabolique de la plaque.
- La déminéralisation et la reminéralisation résultent des fluctuations du pH au niveau de la plaque.
- Le processus carieux :
 - est un processus ubiquitaire que l'on ne peut empêcher.
 - peut être :
 - Actif,
 - A progression rapide,
 - A progression lente,
 - Arrêté.
 - se poursuit grâce à l'activité de la plaque, toute modification de celle-ci a des conséquences sur le processus.
- La maladie peut être contrôlée afin que la progression de la lésion, du stade de leucome à la cavitation, soit empêchée (54).

La connaissance approfondie de tous ces processus a pour but de permettre au praticien d'orienter son traitement. En fonction de l'évaluation individuelle du risque carieux, l'éventail de choix thérapeutique disponible pour le praticien est plus ou moins large.

II.1.b Mécanismes généraux

Au niveau physiopathologique, la carie est un processus de dissolution et de déminéralisation dû à une chute brutale du pH liée à la production acide de Streptocoques Mutans et de Lactobacilles présents dans la plaque dentaire. Le métabolisme des hydrates de carbone par les micro-organismes produit des dégradations acides qui s'accumulent. La baisse consécutive du pH entraîne des pertes ioniques et des sites de déminéralisation (162). Seules les plus longues périodes de pH bas peuvent lancer le processus de déminéralisation. Lorsque le pH atteint la valeur critique de 5,5, la dissolution commence. Lorsque le pH descend jusqu'à 3,0 ou 4,0, l'émail est comme mordancé, il est rugueux et poreux. A pH 5,0, la sub-surface a disparue mais la surface minérale est sauvée (80).

Ce phénomène n'est pas linéaire en raison de l'action des tampons salivaires. Cependant, l'auto-nettoyage peut être inhibé dans certaines conditions :

- Si la plaque est trop épaisse pour permettre la diffusion des éléments salivaires,
- Si l'ingestion de sucre est trop fréquente.

La persistance des facteurs pathogènes favorise la prédominance de phases de déminéralisations non compensées. Les lésions à ce stade, ne sont décelables qu'au microscope (162).

La cavitation résulte d'un affaissement des tissus après une déminéralisation étendue de la sub-surface. Les bactéries vont pénétrer dans la cavité, poursuivant leur action déminéralisante. Elle est irréversible et souvent associée à une accélération du processus carieux si les épisodes favorables à la déminéralisation se poursuivent (80, 144).

Avant tout traitement, il est nécessaire d'évaluer le risque carieux individuel qui oriente nos décisions thérapeutiques. Par exemple, un patient à risque carieux important présente :

- Une production d'acide au niveau de la plaque deux fois plus importante que la normale.
- Une dissolution qui commence seulement 20 à 50 minutes après un apport de sucres.

1 La carie initiale de l'émail

Elle résulte, comme décrit précédemment, de la diminution du pH buccal qui génère une déminéralisation en sub-surface. La lésion s'étend avec déminéralisation progressive de la zone de surface (85).

La lésion carieuse débute sous la surface de l'émail par une déminéralisation indétectable cliniquement uniquement visible au microscope (26). La lésion progresse ce qui se traduit sur le plan clinique, par une perte de translucidité de l'émail. Il se forme alors un leucome blanc crayeux que l'on nomme leucome pré carieux. Il se caractérise par une surface virtuellement intacte mais avec une sub-surface poreuse. Lorsque la surface est séchée, elle apparaît opaque blanche et crayeuse. Mais dès qu'elle est réhydratée, elle redevient translucide et donc indétectable. Cette surface est poreuse et fragile. La lésion reste réversible grâce à l'élimination des facteurs pathogènes et/ou à la mise en place de mesures préventives.

La vitesse de progression de la lésion est difficile à évaluer. Il faut estimer l'équilibre déminéralisation reminéralisation dans la cavité buccale de chaque patient. La reminéralisation est favorisée par la présence d'ions calcium, phosphate et fluorure, ainsi que par le pouvoir tampon de la salive. Avec une hygiène bucco-dentaire de qualité, la lésion débutante va partiellement se reminéraliser (44).

A partir de l'éruption de la dent, toutes les surfaces dentaires sont exposées au milieu buccal et le patient présente déjà un risque carieux. La dent est plus vulnérable dans les premiers mois qui suivent son éruption. Il existe une phase de maturation post-éruptive de l'émail qui se traduit par trois phénomènes :

- L'usure.

De nombreuses irrégularités morphologiques permettent l'ancrage de population bactérienne mais elles sont rapidement atténuées par des phénomènes d'usure physiologique.

- La perte terminale des éléments organiques résiduels.

La perte des micro-organismes sera compensée par la précipitation d'ions issus du milieu buccal. L'émail jeune, plus poreux, facilite :

- La contamination bactérienne,
- L'incorporation d'éléments cario-protecteurs.

- Les échanges ioniques.

L'émail mature ne peut réagir avec l'environnement buccal que par échanges ioniques. Le rôle du pH est alors primordial puisqu'il oriente ses échanges :

- Une diminution du pH entraîne la libération des ions minéraux de la surface de l'émail dans le milieu buccal.
- Une augmentation de pH permet la reprécipitation des ions.

Les ions principalement mis en jeu dans ces échanges, sont les ions calcium et phosphate (141) que l'on retrouve dans le milieu buccal, l'alimentation et les boissons.

Les conditions favorisant le développement carieux sont :

- Un micro-environnement acide,
- Une forte accumulation de la flore bactérienne,
- Des difficultés d'accès à la chasse salivaire et aux méthodes d'hygiène bucco-dentaire (1).

Cliniquement, les caries habituellement apparaissent en des sites spécifiques au niveau coronaire (tableau 1):

- les fissures : habituellement affectés en premier

Les caries affectent les parois de la fissure où la brosse ne peut éliminer la plaque. L'action bénéfique du fluor est moindre pour ce type de carie.

- les surfaces lisses :
 - les zones proximales,
 - les zones marginales.

Les lésions des surfaces lisses sont directement en rapport avec la quantité de plaque accumulée car l'action du fluor y est optimale.

| Classe | Zones | |
|--------|---|--------------------|
| 1 | Replis morphologiques de l'émail : sillons et cingulum. | SURFACES LISSES |
| 2 | Zones dépressives : puits et fissures. | |
| 3 | Zone sous jacente au point de contact interdentaire. | |
| 4 | Zone du collet si une inflammation gingivale aggravante est présente. | |
| 5 | Zone d'affrontement aux prothèses amovibles. | |

Tableau 1 : Classification des zones favorables au développement du processus carieux (162).

a Les caries des surfaces lisses

- **Localisations**

Elles concernent les zones favorisant la rétention de plaque :

- les faces proximales sous le point de contact interdentaire,
 - les zones marginales où la plaque s'est déposée abondamment.
 - la zone du collet où la pathogénicité est majorée par une inflammation gingivale et
 - les zones d'affrontement avec des prothèses amovibles
- (162).

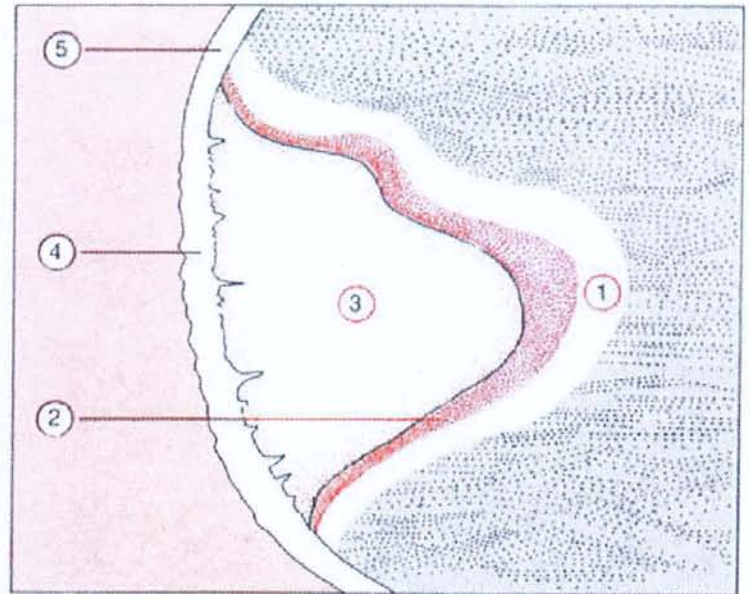
. L'atteinte précoce de ces surfaces est caractérisée par le leucome pré-carieux. La taille de la lésion amélaire est déterminée par l'extension de la plaque et son évolution vers la cavitation. Elle peut être déterminée assez tôt sur les faces vestibulaires et linguales.

Quelle que soit la localisation de la lésion carieuse initiale de l'émail, elle débute par une large zone superficielle qui pointe vers la jonction amélo-dentinaire.

On distingue quatre zones tissulaires différentes, définies par Darling (85) et précisées par Silverstone à partir de microradiographies (figure 1).

Figure 1 : Structure de la lésion carieuse initiale de l'émail (44).

1. la **zone translucide**, zone d'avancement du front de déminéralisation ;
2. la **zone sombre ou opaque** ;
3. le **corps de la lésion** ;
4. et 5. la **couche de surface** apparemment relativement intacte.



L'évolution d'une zone à une autre, se fait progressivement selon l'activité de la lésion (80).

• Mécanismes

L'émail est composé de cristaux longs et fins d'hydroxyapatite entourés d'une matrice aqueuse et organique.

La dissolution de surface est contrôlée par les facteurs suivants d'après Featherstone et coll. (figure 2) :

- La diffusion des acides,
- La concentration en ions hydrogènes,
- Le rôle du pH,
- La présence d'ions calcium, carbonate et fluor qui ralentissent le phénomène,
- La réprécipitation secondaire entraînant une reminéralisation.

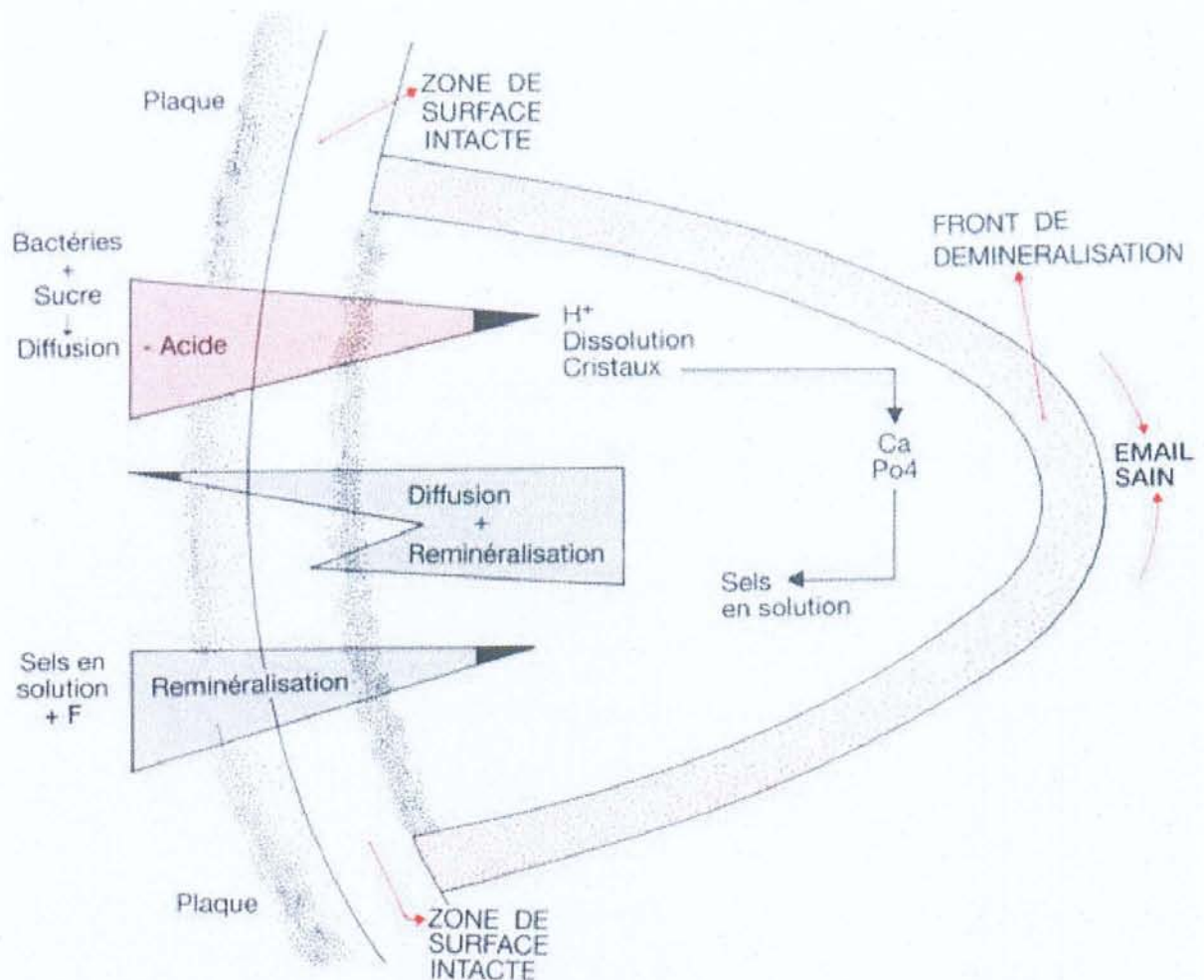


Figure 2 : Balance déminéralisation reminéralisation au niveau de la lésion carieuse initiale (44).

Les premières phases de déminéralisation initiale de l'émail sont marquées par :

- Une dislocation de cristaux d'hydroxyapatite superficiels,
- Un élargissement des espaces inter cristallins.

L'émail devient poreux et donc propice à la diffusion des acides. Les déminéralisations induisent la formation de micro-chéneaux qui s'insinuent dans l'émail (72).

La surface de l'émail semble apparemment intacte mais elle présente déjà une déminéralisation de 10 %. A ce stade, la lésion est potentiellement reminéralisable. La progression de la déminéralisation suit les stries de Retzius et parallèlement le volume de la lésion augmente. C'est au cœur de la lésion que la déminéralisation et donc la porosité sont les plus importantes car les phénomènes de reprécipitations ioniques se font plus facilement en surface et tout au fond de la lésion (54).

La déminéralisation de la surface se poursuit, le « white spot » se colore jusqu'à la cavitation. A ce moment, les signes cliniques sont réduits pourtant le processus a déjà atteint toute l'épaisseur de l'émail et les possibilités de reminéralisation deviennent aléatoires (162). L'apparence mate de la surface, traduit l'activité de déminéralisation. Si on altère ou inverse le processus de déminéralisation, la surface redevient brillante ce qui traduit l'inactivité ou l'arrêt de la lésion (179).

b Les caries des puits et fissures

La face occlusale des premières molaires permanentes est la surface dentaire la plus vulnérable à la carie dentaire. La forte cario-susceptibilité de ces dents est attribuée à la morphologie complexe des puits et fissures qui sont considérés comme :

- Un site idéal de rétention de bactéries et de résidus alimentaires.
- Une zone d'élimination de plaque difficile.
- Une région de forte concentration en carbonates.

En effet, les sillons occlusaux sont des invaginations de l'émail. Le développement de lésions carieuses commence souvent au niveau de ces zones qui forment un véritable nid à plaque. Ils sont difficiles d'accès lors du brossage.

L'incidence des caries de fissures est particulièrement élevée au moment de l'éruption dentaire en raison d'une moindre résistance de l'émail, d'une morphologie accentuée, de l'accumulation de plaque et d'une hygiène difficile.

La formation de carie des puits et fissures dépend de plusieurs facteurs (54) :


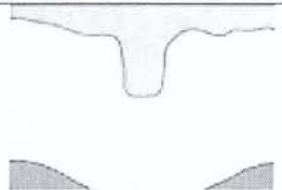



- La flore bactérienne :

Les puits et sillons sont colonisés dès l'éruption de la dent et ce pour une longue période. En fonction du type de bactéries, le risque carieux est variable. Les Cocci gram + sont présents dès l'éruption. Chez un sujet à risque carieux élevé, on retrouve une forte proportion de Streptocoque Mutans.

○ La forme des sillons :

Nagano (117) a décrit en 1960 cinq formes générales de sillons en fonction desquelles le risque carieux est plus ou moins important (Tableau 2). Plus le sillon est profond, fin à l'entrée et large au fond, plus les caries se développent facilement. L'émail bordant ces sillons est souvent fin et fragile. La lésion se développe en suivant les murs du sillon. Elle s'étend dans l'émail et progresse perpendiculairement à la surface vers la jonction amélo-dentinaire. Il se forme un cône dont la base est la jonction amélo-dentinaire.

Tableau 2 : Proportion, forme et risque carieux des sillons occlusaux selon Nagano (44, 117).

| Type de sillon | Proportion | Schéma | Risque carieux |
|----------------|------------|--|----------------|
| V | 34% |  | - |
| U | 14% |  | - |
| I | 19% |  | + |
| En goutte | 26% |  | +++ |
| Y | 7% |  | +++ |

En clinique nous sommes fréquemment confrontés à une fissure qui apparaît peu accentuée, mais lors de l'examen radiologique et surtout quand nous traitons la lésion nous sommes surpris par l'étendue de la destruction (44, 72).

c L'intérêt clinique

La connaissance de ces processus ont permis le développement de la prophylaxie dentaire individualisée. Après suppression des causes de maladie carieuse, il est possible d'inverser le processus grâce aux méthodes de reminéralisation des lésions précoces. En faisant basculer cette balance déminéralisation-minéralisation, le praticien peut obtenir la reminéralisation de ces tissus tant qu'il n'y a pas cavitation.

Un traitement non chirurgical des lésions permet :

- de soigner la lésion,
- d'arrêter la progression carieuse.

Cependant, la réussite des traitements de reminéralisation dépend du degré d'activité de la lésion, du potentiel de reminéralisation et de la localisation de la lésion.

Depuis la généralisation du fluor, les caries des surfaces lisses sont plus rarement constatées de nos jours (moins de 5 %). Par contre, nous constaterons plus avant que le diagnostic des puits et fissures reste encore difficile.

2 La progression de la lésion coronaire

A l'extérieur, le leucome précarieux prend un aspect opaque et brunâtre car il est pénétré par des colorants exogènes (alimentaires, bactériens...). La lésion se développe en profondeur en forme de cône dont le sommet plonge vers la jonction amélo-dentinaire. Les cristaux d'hydroxyapatite se dissolvent pour former une cavité. La possibilité de reminéralisation est alors compromise.

Après cavitation, la flore bactérienne se modifie, dont les Lactobacilles, très acidogènes qui deviennent majoritaires. Les surfaces dentaires ne peuvent plus être partiellement neutralisées par le pouvoir tampon de la salive. La dissolution des tissus est plus rapide.

La progression de la lésion carieuse dans l'émail est de deux types :

- Evolution rapide : au niveau de l'émail, une lésion débutante active aura l'aspect d'une tache blanche.
- Evolution lente : au niveau de l'émail, une tache brunâtre signe plutôt une lésion arrêtée (13, 72, 85, 114).

A ce stade, la réaction pulpaire sera variable selon les individus. Bien que les signes cliniques soient très peu marqués, le processus pathologique intéresse déjà la quasi-totalité de l'épaisseur de l'émail. Les espérances de reminéralisation deviennent aléatoires et le relais doit être assuré par les thérapeutiques restauratrices. Il est important de noter que la dentine est déjà envahie par les bactéries lorsque la lésion est décelable sur les radiographies du type « bite-wing » (44).

3 Les caries de la dentine

a Particularités de la carie de la dentine

L'extension du processus carieux est relativement lent dans l'émail et devient plus rapide dans la dentine. Ceci s'explique par les différences :

- de morphologie,
- de minéralisation (Tableau 3).

| Tissu | % sels minéraux | % matière organique |
|---------|-----------------|---------------------|
| Email | 99% | 1% |
| Dentine | 80% | 20% |

Tableau 3 : Différence de composition entre l'émail et la dentine (44).

Il ne faut pas oublier que plus on se rapproche de la pulpe, plus le nombre et le diamètre des tubuli dentinaires augmentent. Il y a trois fois plus de tubuli et leur diamètre croît de 0,5 μ m. La carie de l'émail est asymptomatique pour le patient. Mais dès que la dentine est atteinte, une sensibilité plus ou moins importante intervient du fait de la présence dans les tubuli d'un fluide dentinaire, d'un prolongement odontoblastique et de fibres nerveuses. Plus on se rapproche de la pulpe, plus la sensibilité est importante.

b Progression de la carie dentinaire

Le processus carieux se poursuit en profondeur en formant un front de déminéralisation qui finit par traverser tout l'émail pour atteindre la dentine.

A ce niveau, l'extension de la lésion carieuse se poursuit :

- latéralement le long de la jonction amélodentinaire.

Elle effectue un vrai travail de sape sous l'émail. Le simple examen clinique de l'émail détruit ne laisse pas supposer de la taille réelle de la lésion.

- en profondeur en direction de la pulpe en suivant l'axe des tubuli dentinaires.

La lésion prend ainsi la forme d'un cône dont la base suit la jonction amélodentinaire et le sommet est tourné vers la pulpe.

L'action bactérienne se fait à deux niveaux :

- de la dissolution des sels minéraux dentinaires.

Les bactéries utilisent les substrats alimentaires pour produire de l'acide qui dissout les cristaux d'hydroxyapatite. La trame collagénique est alors directement exposée aux bactéries. Un front de déminéralisation précède l'invasion bactérienne (114).

- de la transformation de la trame collagénique en gélatine par les acides en présence de sels de calcium.

Cela permet l'auto-alimentation des bactéries car leurs protéases bactériennes sont capables de réduire cette gélatine en acides aminés et peptides de plus petit poids moléculaire permettant alors le métabolisme bactérien.

Plus la lésion progresse, plus la dentine subit des variations de couleur et de texture. La dureté de la dentine dépend du taux de déminéralisation. La dentine va se noircir à cause de l'activité bactérienne et des pigments alimentaires (72).

On peut distinguer en fonction de la rapidité d'évolution, plusieurs types de lésions :

- Lésions à progression lente :

La carie se développe dans la dentine en formant une cavité recouverte par un plafond d'émail affaibli et non soutenu. Lorsque cet émail cède, il dévoile une grande cavité. Le processus carieux peut alors être freiné par la formation d'un pont dentinaire dur, plus ou moins inactif. Au niveau dentinaire, les caries actives ont un aspect jaune pâle et une texture ramollie.

- Lésions à progression rapide :

La cavitation de l'émail est très rapide. La dentine se ramollie mais on ne peut observer de changement de couleur. La pulpe ne peut être protégée par les processus de reminéralisation ou de sclérose trop lents. Au niveau dentinaire, on constate un tissu brunâtre et plus dur.

Il est toujours possible de stopper l'évolution des caries dentinaires en réalisant une obturation qui permet d'isoler les bactéries résiduelles qui deviennent latentes puisqu'elles sont privées de substrat (72, 114).

c Description histopathologique de la lésion

Les concepts actuels d'économie tissulaire reposent en partie sur les connaissances acquises en cariologie. L'étude histopathologique des mécanismes de la lésion carieuse de l'émail et de la dentine a une implication directe dans la démarche thérapeutique. La compréhension de ses processus est indispensable au diagnostic clinique et à la mise en oeuvre d'une thérapeutique appropriée, il est donc important de s'attarder un peu sur ce sujet (72, 85).

Plusieurs zones (figure 3) sont schématiquement distinguées dans la lésion carieuse dentinaire (72, 85, 161) :

- La zone nécrotique se compose de :
 - tissus nécrotiques issus de la destruction du tissu dentinaire et de son réseau tubulaire,
 - plaque bactérienne,
 - matrice collagénique dénaturée par l'activité bactérienne.

C'est cette partie de la lésion qui est facilement enlevée manuellement à l'aide de curettes en clinique.

- La zone infectée est située sous la couche précédente (73, 131).

C'est la zone d'invasion bactérienne caractérisée par :

- une atteinte de la dentine péritubulaire,
- la présence de nombreuses bactéries dans les tubules.

Ces bactéries isolées le plus souvent sous forme d'agrégats, entrent dans les tubuli. Les lumières de plusieurs tubuli adjacents sont élargies et finissent par former une seule grosse lacune où l'activité bactérienne peut se poursuivre.

Le processus s'étend essentiellement en suivant :

- l'axe des tubules,
- les lignes d'accroissement de la dentine qui sont perpendiculaires aux tubules dites lignes d'Owen. Il y a ainsi formation de " fissures transversales ".

- La zone affectée (73, 131)

La dentine affectée est la zone où la déminéralisation précède l'infection bactérienne proprement dite. Les sels minéraux sont partiellement dissous mais la morphologie péri et intertubulaire est préservée. Le collagène est altéré mais pas dénaturé. Des bactéries sont présentes dans les tubules mais en quantité très faible. Cette zone est déminéralisée, ramollie mais non pigmentée. Seules deux différences résident entre dentine affectée et dentine saine :

- la diminution du nombre de trames de collagène,
- l'augmentation des précurseurs aminoacides.

Il ne faut pas supprimer cette couche qui isolée des substrats alimentaires pourra être reminéralisée. Les techniques de coiffage indirect à l'hydroxyde de calcium provoquent une reminéralisation de la dentine partiellement déminéralisée et la formation de dentine réactionnelle dans la pulpe située en regard de l'agression.

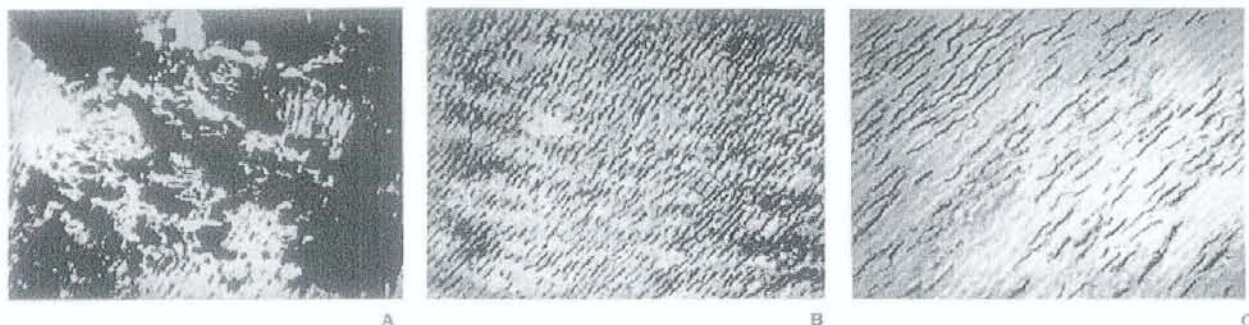


Figure 3 : Aspect au microscope photonique des zones nécrosée (A), infectée (B) et affectée (C) de la lésion carieuse dentinaire après coloration des bactéries dont la pénétration au sein des tubules dentinaires est ainsi révélée ($\times 200$) (44).

La limite entre ces différentes zones n'est pas nette mais progressive, surtout dans le cas de lésion carieuse à progression rapide. Il est difficile avec les moyens classiques de différencier ces couches.

d L'intérêt clinique

Le révélateur de carie met en évidence deux zones dentinaires principales (Tableau 4). La structure des fibres de collagène de ses deux zones est très différente et le colorant se fixe plus ou moins bien sur les tissus en fonction du caractère de ces fibres (44).

Cette coloration permet de faciliter la distinction entre les zones à éliminer par excavation de la dentine cariée. Le praticien ne dispose que de critères de ramollissement et de teinte de la dentine pour orienter le diagnostic des tissus. Il est indispensable en microdentisterie de pouvoir bien évaluer l'extension de chaque zone de la lésion.

Nous traiterons plus en détail cette technique dans le chapitre II 2 b 1.

| | <u>zone externe</u> | <u>zone interne</u> |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Type de dentine | nécrotique et infectée | affectée |
| Fibres de collagène | dénaturées | Striation transversale persistante |
| Coloration au révélateur de carie | oui | non |
| Sensibilité | insensible | sensible |
| Potentiel de reminéralisation | Non reminéralisable | reminéralisable |
| Conduite à tenir | A éliminer | A conserver |

Tableau 4 : Description des deux zones dentinaires mise en évidence par le révélateur de carie (44).

4 Les caries radiculaires

Il est important de consacrer un chapitre particulier aux caries radiculaires car les praticiens sont amenés à traiter un nombre croissant de ce type de lésions. Elles touchent principalement les personnes âgées qui sont de plus en plus nombreuses dans notre population mais surtout qui conservent de plus en plus longtemps leurs dents. Le vieillissement du parodonte entraîne une rétraction gingivale qui met à nu une partie de la racine dentaire. Ce contact direct avec le milieu buccal favorise la survenue des lésions carieuses intéressant le ciment et la dentine radiculaire (80).

a Classifications

Les caries radiculaires font l'objet de plusieurs classifications qui sont fonction de différents critères (13):

- **Classification histopathologique de Westbook (13) :**
 - Atteinte du ciment.
 - Atteinte dentinaire sans destruction de la dentine intercanalaire.
 - Atteinte dentinaire avec destruction de la dentine intercanalaire.
 - Atteinte pulpaire.

- **Classification clinique de Billings :**

| Stade | Etat de la lésion |
|-------|------------------------------|
| 1 | Initial |
| 2 | superficiel |
| 3 | cavitaire |
| 4 | large avec atteinte pulpaire |

Tableau 5 : Classification clinique des caries radiculaires (13, 85).

- **L'état du processus carieux :**

Nyvad et Fejerskov (13) ont décrit deux phases de développement :

- Lésion active :

La description générale de la lésion est caractérisée par une couleur jaune marron clair et un état de surface mou au sondage (13).

Au stade initiale, la dentine est ramollie ou rugueuse et la lésion peut avoir aussi une couleur blanc crayeux. La plaque est bien présente. Les bords de la cavités sont irréguliers et surplombés par de l'émail ébréché. Lorsque la lésion s'étend à la racine, elle se situe à la limite du rebord gingival. La progression se fait ensuite plus en surface qu'en profondeur (45).

- Lésion arrêtée ou inactive :

La lésion est alors caractérisée par une couleur marron foncée et un état de surface dure au sondage (13). Cette couleur provient du phénomène de reminéralisation et la surface se compose de dentine réactionnelle. Ces lésions ne présentent que peu de plaque et sont insensibles. Au niveau de la racine, elles ont une apparence lisse et brillante et sont situées à distance du rebord gingival.

Globalement, les lésions se développent lentement mais une carie active peut devenir inactive et inversement.

b Carie du ciment :

La racine est recouverte d'une fine couche de ciment qui est très peu résistante à la carie en raison de son état de surface plus rugueux que celui de l'émail.

La carie se développe au niveau de zones favorisant l'accumulation de plaque dentaire :

- Essentiellement à la limite amélocémentaire.

Des configurations bactériennes en "épis de maïs" formées d'un axe filamenteux entouré de nombreux cocci, sont fréquemment observées à cette limite.

- A la surface du ciment.

Les caries cémentaires peuvent avoir également comme point de départ certaines irrégularités fréquemment observées à la surface. Ces lésions carieuses sont en général peu profondes et à progression lente mais il peut exister des lésions aiguës à progression rapide. Lorsque la couche cémentaire est présente, la lésion débute par une déminéralisation désordonnée de celle-ci.

La progression de cette lésion qui mène à la " déstratification " du ciment, qui peut suivre deux axes :

- principalement : les faisceaux des fibres collagéniques, perpendiculaires à la surface cémentaire,
- accessoirement : les lignes d'accroissement cémentaire, parallèles à l'axe de la racine dentaire.

Les caries radiculaires précoces sont très difficiles à diagnostiquer : seule la texture est modifiée et aucune variation de couleur n'est observée. Une carie du ciment seul ne peut être détectée cliniquement car l'épaisseur de ce tissu est très faible (20 à 50 μm près de la jonction amélocémentaire). Sa progression en profondeur se poursuit alors que la couche de surface persiste. En effet, grâce à la reprécipitation de sels minéraux dissous en profondeur et de la reminéralisation à partir des sels de calcium de la salive, une couche de ciment encore relativement bien minéralisée recouvre la zone de déminéralisation qui progresse en profondeur.

Elle est suivie par la destruction de la matrice organique et l'invasion bactérienne. Le diagnostic devient alors plus facile car la lésion finit par se colorer à cause des pigments alimentaires et de l'activité bactérienne. Ces lésions radiculaires mal limitées forment un U. L'atteinte dentinaire intervient souvent rapidement (114).

c Carie de la dentine radiculaire :

La dentine radiculaire contient beaucoup moins de tubules que la dentine coronaire. Son exposition directe au milieu buccal, la rend de plus en plus sclérotique. Voilà pourquoi les caries radiculaires sont généralement peu profondes et à progression lente. Des épisodes de destruction tissulaire alternent avec des phases de reprécipitation minérale.

Les traitements de types préventifs sont à préférer afin d'obtenir :

- de manière thérapeutique : une reminéralisation de ces lésions bien particulières.
- de manière préventive : un renforcement de la résistance du cément contre l'attaque carieuse.

Sinon globalement, le processus carieux progresse dans la dentine radiculaire comme nous l'avons décrit dans le paragraphe précédent.

5 « Hidden caries » ou caries cachées

Depuis le développement des suppléments fluorés chez les enfants, on a vu l'incidence de la carie chuter (108). La prévalence des caries occlusales est devenue plus importante que celle des caries de surfaces (29, 123, 143). En effet, l'émail renforcé par le fluor est plus résistant mais la dentine reste vulnérable. La carie se développe alors au fond des sillons de manière invisible et effectue un travail de sape. Lorsque l'émail fluoré n'est plus soutenu, il s'effondre. Le diagnostic précoce de ce type de lésion est très difficile avec les techniques classiques (84). L'expansion carieuse n'est pas cliniquement visible jusqu'à ce qu'elle atteigne la jonction amélo-dentinaire (143).

a Définition

C'est une carie dentinaire occlusale, non décelée lors de l'examen visuel mais suffisamment importante et déminéralisée pour être détectée par la radiographie bite wing (31, 74, 143, 168).

Pour Weerheijm et coll, le terme de carie cachée fait référence à une lésion dentinaire profonde non diagnostiquée car elle est recouverte en apparence de tissus dentaires superficiels sains (84). Ils ont aussi montré que 15% des dents examinées étaient cliniquement saines et présentaient des traces radio-claires sur les radiographies bite wings (168).

b Rôle du fluor

La généralisation du fluor a permis de rendre l'émail plus résistant à la dissolution acide (41, 168). L'efficacité du fluor associée à la morphologie complexe des sillons explique le développement de caries cachées (123, 179).

Il est difficile de mettre en évidence le rôle du fluor car en Europe plus de 90% des enfants utilisent un dentifrice fluoré. Une étude allemande a montré que les membres de l'échantillon « fluoré » présentaient plus de surfaces occlusales saines et des caries cachées par rapport aux membres du groupe « non fluoré ».

c Prévalence

Six études ont été menées afin de définir la prévalence des caries cachées (Tableau 6). Les résultats sont variables mais incomparables car les axiomes de bases sont différents.

| Etudes | Nombres de sujets | Prévalence de caries cachées | Age | commentaires |
|--|---|------------------------------|---------|---|
| 1984 Allan et Naylor | 858 1 ^{ère} molaires | 22% | 7 | |
| 1988 Sawle et Andlaw | 1486 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires 1982 | 3.1% | 14 à 16 | Forte prévalence de carie cachée pour les molaires inférieures. |
| | 846 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires 1974 | 3.6% | 11 à 13 | |
| 1990 Créanor et coll (41) | 2107 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires supérieure | 1.4% | 14 à 15 | Forte prévalence de carie cachée pour les molaires inférieures. |
| | 2288 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires inférieures | 7.3% | | |
| 1992 Kidd et coll (89) | 962 | 6.3% | 15 | Forte prévalence de carie cachée pour les molaires inférieures. |
| | | 12.9% | | |
| 1992 Weerheijm et coll | 131 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires | 26% | 14 | Augmentation de la prévalence avec l'âge. |
| | 123 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires | 37.5% | 17 | |
| | 123 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires | 50% | 20 | |
| 1992 Weerheijm et coll | 359 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires | 15% | 12 | Pas de différence significative entre maxillaire et mandibule |

Tableau 6 : Bilan des études menées sur la prévalence des caries cachées (98, 102).

| | | 1975 | | 1987 | |
|---------------------|------------------------------------|--------|------|--------|------|
| | | Nombre | % | Nombre | % |
| Première molaire | Carie primaire | 91 | 12.3 | 316 | 28.3 |
| | Reprise de carie | 286 | 39.2 | 436 | 39.1 |
| Deuxième molaire | Carie primaire | 160 | 21.7 | 261 | 23.4 |
| | Reprise de carie | 211 | 28.6 | 288 | 25.0 |
| Toutes les molaires | Carie primaire | 222 | 30.1 | 468 | 41.9 |
| | Carie primaire et reprise de carie | 381 | 51.7 | 552 | 49.5 |

Tableau 7 : comparaison de deux études menées en 1975 et 1987, concernant le nombre et le taux de carie primaire et secondaire chez des adolescents (89).

Cette comparaison dans le temps permet de démontrer :

- L'augmentation du nombre de dents saines,
- La diminution du nombre de dents obturées,
- La présence accrue de caries primaires occlusales.

De plus, certaines particularités se dégagent comme :

- une prévalence plus importante pour les molaires inférieures,
- une augmentation de la prévalence avec l'âge (89).

d Carie cachée : un type de carie à part ?

Le concept de carie cachée est source de conflit. La difficulté croissante de diagnostic des caries occlusales ainsi que les échecs des sealant peuvent mettre en doute la crédibilité des caries cachées en tant que type spécial de carie. Une carie cachée n'est pas une carie qui aurait échappé au diagnostic. Tout d'abord, il faut prouver que la carie cachée possède des caractéristiques bien spécifiques. Il a été remarqué que le type de bactéries présent au niveau de caries cachées est simple comme dans la plaque. A l'opposé, les bactéries présentent au niveau de caries cliniquement détectables, sont beaucoup plus complexes (84). Juhl montre que 61% des lésions précoces se développent au niveau des murs des sillons près de la base donc cachées à la vision directe. Les lésions plus superficielles sont plus facilement cliniquement diagnostiquables. Le contact plus direct avec le milieu buccal explique la nécessité de création de bactéries plus complexes afin de devenir pathogènes (48, 89, 102, 108, 118, 143).

6 La reprise de carie

Le développement des concepts d'économie tissulaire a été motivé par l'échec inévitable, à plus ou moins long terme, des restaurations dentaires. La principale cause de renouvellement des restaurations est la reprise de carie (Mjor et coll 2000, Hickel and Manhart 2001). Les matériaux ne permettent pas d'arrêter la maladie carieuse. Il est incorrect de penser qu'une fois une restauration placée dans une dent, les caries ne peuvent apparaître sur les faces restaurées.

Il est donc important de mettre en place en fonction du risque carieux du patient, des procédures préventives quotidiennes et des contrôles réguliers. En 1999, Mjör a constaté que le diagnostic clinique d'une reprise de carie est la première raison de remplacement d'une obturation (58, 111, 118, 151). La récurrence carieuse est à l'origine de la perte de 45 % des restaurations.

a Définition

D'après Baume, c'est une lésion carieuse qui se développe aux marges d'une restauration existante. On parle plus de récurrence carieuse ou de carie récurrente que de carie secondaire.

b Les causes

L'émail et la dentine naturels restent les meilleurs matériaux d'obturation connus. Il ne faut pas croire qu'une restauration est définitive.

Les reprises de caries peuvent apparaître pour plusieurs raisons :

- la lésion n'a pas été traitée correctement :

Il reste du tissu infecté lors de l'obturation (61).

- l'obturation ne remplit pas totalement la cavité laissant une zone où l'accumulation de plaque est possible (61).

Une inadéquation de l'obturation aux murs de la cavité peut être due à une mise en place incorrecte de la restauration ou à une rétraction de prise du matériau. Toute restauration artificielle de la dent engendre la formation d'un hiatus laissant une porte d'entrée bactérienne menant à la contamination des tubuli dentinaires (61).

Si le hiatus est limité, l'écoulement du fluide dentinaire suffit pour éliminer la plupart des bactéries. Une étude a montré que l'écoulement de fluide se poursuit pendant trois mois et peut influencer l'adhésion et l'intégrité marginale. L'hybridation de la dentine doit créer une rétention micromécanique forte et durable des résines et un scellement de la restauration sans risque pour la pulpe.

- le patient présente un manque d'hygiène après traitement.
- une nouvelle lésion peut apparaître sur la surface dentaire voisine de la restauration ou sur les murs de la cavité (85).

c Localisations

Des caries secondaires peuvent apparaître :

- sous la restauration,
- à l'interface dent-matériau,
- sur une surface lisse ou un sillon adjacent à la restauration.

On les retrouve plus fréquemment au niveau des bords cervicaux et proximaux.

Mjör a montré dans une étude sur la localisation des caries récurrentes en pratique quotidienne : 80 à 90 % ont été diagnostiqués en cervical. Au niveau proximal, il note 16 % pour les obturations existantes en composite et 8 % pour celle en amalgame (111).

d Signes cliniques

Ces lésions sont cliniquement identiques aux lésions primaires. Il existe deux indications particulières :

- Un ramollissement du tissu au niveau des limites, détectable à la sonde,
- La présence d'un hiatus important.

Un défaut d'étanchéité inférieur à 0,4 mm indique un fort degré de contamination bactérienne.

e Evolution des caries secondaires

Une lésion carieuse secondaire est caractérisée par deux parties :

- externe : elle résulte de l'attaque primaire de la surface dentaire.
- interne ou « de paroi » : elle provient de l'infiltration de bactéries, de molécules ou d'ions à l'interface entre la surface dentaire et le matériau d'obturation.

Le manque d'étanchéité permet une infiltration plus ou moins importante en fonction du matériau choisi et des conditions de réalisation de cette première obturation.

La gestion des caries secondaires, comme pour les caries primaires, dépend de l'évaluation du risque carieux du patient et la mise en place de procédures préventives (13).

f Epidémiologie des caries secondaires

Il est intéressant en microdentisterie d'évaluer le caractère iatrogène des restaurations. Il semble naturel de penser que la présence de défauts cliniquement détectables sur les bords d'une restauration augmente le risque de caries secondaires. Mais une étude de 1989 réalisée par Weerheijm K., Van Amerongen W.E., Eggink C.O., va à l'encontre de cette théorie (85).

Tableau 8 : étude du rapport de caries secondaires au niveau de 6 285 restaurations examinées (85).

| | | Restaurations sans caries secondaires radiographiquement décelables | Restaurations avec caries secondaires radiographiquement décelables |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|
| | 6 285 dents restaurées | | 6% 377 dents |
| Restaurations sans défauts | 5463 dents | | 14% 262 dents |
| Restaurations avec défauts | 13 % 822 dents | 86% 707 dents* | 14 % 115 dents |

* résultat constant quel que soit le matériau.

Le risque de caries secondaires radiographiques quand la restauration est défectueuse est plus élevé pour l'amalgame que pour les autres matériaux (72).

II.2 Les moyens diagnostiques

La stratégie thérapeutique actuelle donne la possibilité de reverser les lésions et de traiter à minima les lésions pour lesquelles la reminéralisation est devenue impossible. Pour pouvoir mettre en œuvre ces traitements, il est indispensable de réaliser un diagnostic bien précis des différentes lésions et surtout des lésions initiales réversibles. Or les moyens diagnostiques classiques comme l'exploration visuelle et la sonde, semblent incapables de détecter les lésions débutantes.

La dentisterie est une des sciences médicales pour laquelle le praticien attend d'avoir une vérification visuelle du développement de la maladie avant d'intervenir. Or cette démarche équivaut à ignorer les données actuelles de la science et surtout elle entraîne une perte tissulaire irréversible pour le patient. Pourquoi attendre une preuve visuelle ou tactile ? Aujourd'hui, la mise en place d'un modèle plus médical doit être basée sur de nouvelles techniques diagnostiques qui permettent la détection précoce des lésions. Plus une lésion est mise en évidence tôt, plus la panoplie de traitements est large et mieux la lésion sera prise en charge (151, 168).

De plus, les puits et fissures sont une zone de forte cariosusceptibilité, principalement du leur morphologie. La généralisation de la fluoruration rend maintenant le diagnostic des sillons et fissures plus difficile. De plus, on constate de plus en plus le développement de caries masquées sous des tissus renforcés en fluor (12, 136).

La nouvelle mentalité de prise en charge nécessite avant tout, la détermination du risque carieux spécifique du patient. Il existe de nombreux critères à évaluer comme l'historique du patient, l'analyse du régime alimentaire, les tests salivaires etc. Ce paramètre fixé, c'est le diagnostic de la lésion qui oriente le traitement. Le but étant de déterminer quelles lésions peuvent être reversées et celle à traiter chirurgicalement. Un diagnostic correct est essentiel avant que toute intervention ne soit envisagée. Pour ce faire, de nouvelles techniques sont apparues ces dernières années afin de palier au manque de fiabilité des anciennes techniques (31, 76, 103, 136).

II.2.a Les moyens diagnostiques classiques

1 L'exploration visuelle

L'inspection visuelle nécessite un séchage des surfaces dentaires très soigneux. C'est l'observation des modifications de teinte, de translucidité, de pigmentation ou de structure de l'émail, de la dentine ou du cément. Là aussi, d'un praticien à un autre l'interprétation est difficile et variable. Evidemment une lésion déjà cavitaire est plus facilement décelable qu'une lésion initiale de l'émail sur au niveau interproximale. Le premier signe décelable cliniquement est le stade de la tache blanche ou « White spot », plus facilement visible après séchage (1, 13, 93).

| Score | Critères |
|-------|--|
| 0 | Aucun ou très faible changement de translucidité de l'émail après séchage prolongé au-delà de 5 secondes |
| 1 | Opacité ou coloration difficilement visible sur surface mouillée mais bien identifiable après séchage |
| 2 | Opacité ou coloration nettement visible sans séchage |
| 3 | Rupture de continuité de l'émail dans une zone d'émail opaque ou coloré, et/ou une coloration grise de la dentine sous jacente |
| 4 | Cavitation dans une zone d'émail opaque ou coloré, avec exposition de la dentine |

Tableau 9 : Aspect de la lésion carieuse en fonction de sa progression.

Cette tache blanche initiale peut secondairement se colorer en brun ou en jaune. Si les sillons sont colorés macroscopiquement en brun, l'interprétation peut être différente chez le jeune et chez l'adulte. Chez le jeune, il peut s'agir d'une lésion blanche active colorée secondairement, alors que chez l'adulte cela peut être le signe d'une carie arrêtée. L'accentuation de ces phénomènes indique que la lésion carieuse est active et qu'elle évolue vers la cavitation (72).

La détection visuelle précoce des lésions occlusales est très difficile. L'utilisation généralisée du fluor perturbe l'exploration visuelle (48, 143).

| Score | Apparence clinique | | Activité | Histopathologie | Taux d'infection |
|-------|--|---------|------------|--|------------------|
| 0 | Différence de translucidité de l'émail nulle voir légère | | Non active | Pas de déminéralisation de l'émail Fine zone opaque | 0 |
| 1 | Opacité visible après séchage | Blanche | active | Déminéralisation de l'émail limitée à la moitié externe. | 0 |
| 1 a | | Brune | arrêtée | | |
| 2 | Opacité clairement visible sans séchage | Blanche | active | Déminéralisation inclus la moitié de l'émail jusqu'au 1/3 de la dentine. | - |
| 2 a | | Brune | arrêtée | | + |
| 3 | Rupture de l'émail associée à une opacité discoloration de l'émail Discoloration grisâtre de la dentine sous jacente | | active | Déminéralisation jusqu'au 1/3 moyen de la dentine. | ++ |
| 4 | Cavitation opaque ou discolorée avec exposition dentinaire | | active | Déminéralisation jusqu'au dernier 1/3 de la dentine. | ++++ |

Tableau 10 : Apparence des lésions à l'examen visuel en parallèle avec l'état histopathologique (54).

2 La transillumination

En complément, on utilise la transillumination avec la lampe à polymériser. On joue alors sur la différence de diffraction du rayon lumineux par la surface. La fiabilité de cette technique n'a pas été évaluée. Cette technique permet de mettre en évidence les petites lésions cavitaires or à ce stade, la radiographie en fait de même. De plus, elle semble peu efficace pour le diagnostic de lésions initiales non cavitaires (93).

3 La sonde

Depuis des années, les principaux moyens diagnostiques se résument à l'utilisation du miroir, de la lumière et de la sonde. Le but était de tester la résistance des tissus en forçant dans les anfractuosités (81, 129).

Le diagnostic est alors basé uniquement sur un sondage difficile et les interprétations sont variables d'un praticien à un autre.

Une étude de Rainey J.T. et White G., a montré que la sonde exploratrice n'est efficace qu'à 25 % (13, 69, 118, 123, 168). En effet, l'efficacité du sondage est étroitement liée à la géométrie de la sonde et celle des sillons (figure 4). Il n'en résulte aucune information réelle sur la nature pathologique du site exploré.

L'utilisation de la sonde est controversée, dans le cadre d'une dentisterie préventive ou non invasive, le sondage intempestif est considéré comme iatrogène en cas de lésions initiales. L'utilisation d'un instrument acéré risque de léser l'émail et de créer une cavité au niveau d'une lésion débutante qui ne serait pas encore passée au stade cavitaire. Une lésion initiale est une surface dense et continue qui recouvre des couches profondes poreuses donc moins résistantes. De plus, les bactéries pourraient se transférer d'un site à un autre et donc favoriser le développement d'une lésion réelle (102, 123).

Par contre, elle trouve toujours son application pour la détection de la perméabilité dentinaire et pour les lésions carieuses évoluées (13).

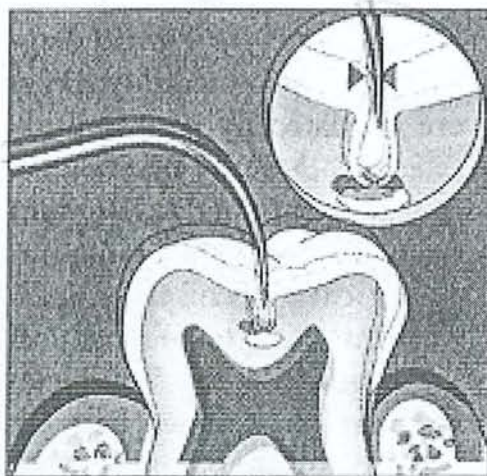


Figure 4 : Difficultés diagnostiques rencontrées avec la sonde au niveau des sillons occlusaux (179).

4 Le fil dentaire

Le fil non ciré peut être utilisé pour détecter les lésions de type cavitaires dans les zones interproximales. En dentisterie préventive, il ne peut servir que d'outil prophylactique car il est incapable de détecter les lésions initiales (93).

5 La radiographie

Dès le début des années 80, les praticiens anglo-saxons ont commencé à souligner les difficultés au niveau du diagnostic des lésions occlusales. Le rôle complémentaire de la radiographie est alors devenu primordial (31).

a Avantages

D'après Paul Fortier, l'examen radiographique systématique est un élément essentiel de la prévention par :

- Le dépistage des lésions carieuses des dents temporaires et permanentes,
- Le contrôle régulier de nos interventions,
- La mise en évidence de pathologies complexes cliniquement silencieuses.

L'apport diagnostique de la radiographie a été validé par de nombreuses études. Tout d'abord, elle permet de détecter les déminéralisations. Elle n'informe pas sur la présence d'une cavitation mais donne l'étendue de la déminéralisation. La radiotranslucidité est liée à la déminéralisation. En 1992 puis 1995, Pitts et Rimmer puis Anusavice montrent que 60 % des lésions carieuses n'ayant pas atteint la moitié externe de la dentine sont non cavitaires. En l'absence de cavitation, la mise en place de traitement de reminéralisation est toujours possible. Cette technique est simple, fiable, reproductible et plus économique (Freidrich et coll) Il existe plusieurs techniques radiographiques mais c'est la technique rétrocoronaire ou Bite-Wings qui trouve ses applications dans le cadre du diagnostic des lésions précoces. Elle est capable de diagnostiquer la plupart des lésions proximales débutantes et représente un examen complémentaire efficace pour la détection de caries surtout lorsque la dentine est atteinte (102).

Plusieurs études (Nasseh 1993, Poortermann 1999) ont prouvé que pour les faces proximales, la radiographie Bite-Wings détecte jusqu'à neuf fois plus de lésions carieuses que l'inspection clinique.

b Inconvénients

- **Difficultés d'interprétation des clichés**

L'interprétation des clichés doit être réalisée avec prudence. Le gros problème rencontré est dû à la superposition des tissus par la transformation d'un volume visualisé en deux dimensions et à la forte radioopacité de l'émail. Au niveau des faces proximales, des chevauchements se produisent. Il est donc difficile de diagnostiquer des lésions de taille réduite quelque soit leur localisation. De plus, la fiabilité de la technique diminue si l'épaisseur des tissus déminéralisés est importante (1, 89, 102). La présence d'artefact peut donner l'illusion de la présence d'une lésion.

- **La sous estimation de la taille de la lésion**

La lésion carieuse ne devient visible à la radiographie que lorsqu'elle a déjà atteint une taille importante. Ce type de diagnostic est donc insuffisant pour une action précoce. Une étude menée par Gordon et Christensen, a mis en évidence qu'en moyenne la radiographie bite-wing sous estime la progression réelle de la lésion carieuse de 223% (1, 148).

En 1998, Lussi montre que dans le cadre d'une dentisterie non invasive, un grand nombre de caries restent encore invisible à la radiographie et Lasfargues affirme que la détection carieuse initiale par radiographie ne peut se faire suffisamment tôt. La taille de la lésion peut être inférieure à la définition et une sur ou sous exposition peut générer des erreurs diagnostics (48).

- **Les radiations ionisantes**

L'inconvénient majeur est l'exposition aux rayons X, surtout chez l'enfant .Le pilotage des lésions réversibles nécessite le recours répété aux radiations ionisantes. La radiographie numérique permet de réduire sensiblement la dose nocive. Mais cette technique manque encore de précision pour les lésions précoces (1).

6 Etude comparative et efficacité des différents moyens diagnostiques classiques.

Une étude de A Luzzi a comparé plusieurs moyens diagnostiques de caries de sillons sans cavitation. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

| Type d'examen | Echantillon x dents | Spécificité | Sensibilité | Ratio |
|--|------------------------|-------------|-------------|-------|
| VI <i>Exploration visuelle seule</i> | 26 | 0.93 | <u>0.12</u> | 1.84 |
| VIM <i>Exploration visuelle avec une loupe</i> | 26 | 0.89 | 0.20 | 1.86 |
| VI+BW <i>Exploration visuelle et radiographie de type bite-wing</i> | 10 | 0.87 | 0.49 | 3.85 |
| VI+P <i>Exploration visuelle accompagnée d'un sondage léger</i> | 23 | 0.93 | <u>0.14</u> | 2.05 |
| BW <i>Exploration par radiographie de type bite-wing</i> | 24 | 0.82 | 0.45 | 2.60 |
| Email opaque | | 0.60 | 0.71 | 1.79 |
| Morphologie des sillons | | 0.43 | 0.71 | 1.25 |
| Discoloration des sillons | | 0.17 | 0.68 | 0.82 |

Tableau 11 : Résultats de l'étude de plusieurs moyens diagnostiques réalisée par A Luzzi (103, 148).

La sensibilité est la probabilité de diagnostiquer les lésions réellement présentes. La spécificité est la probabilité de ne pas détecter de caries sur des dents effectivement saines. Le ratio est le rapport entre le nombre de vrai positif et le nombre de faux positif, il permet d'évaluer combien de fois le résultat déterminera la présence de carie. La faible sensibilité de l'exploration visuelle seule et avec sondage nous permet de conclure qu'un certain nombre de caries dentinaires ne sont pas détectées à l'aide de ces types de diagnostic.

La radiographie a tendance à amoindrir l'atteinte carieuse réelle (figure 5). De plus, en microdentisterie, ce diagnostic est considéré comme tardif car la lésion est déjà avancée lors de sa mise en évidence. Les lésions de l'émail représentent 59 % de l'indice CAOOF chez les enfants de 5 ans, 89 % à 12 ans et 86 % à 15 ans. Ces chiffres montrent que le diagnostic précoce doit être amélioré (93).

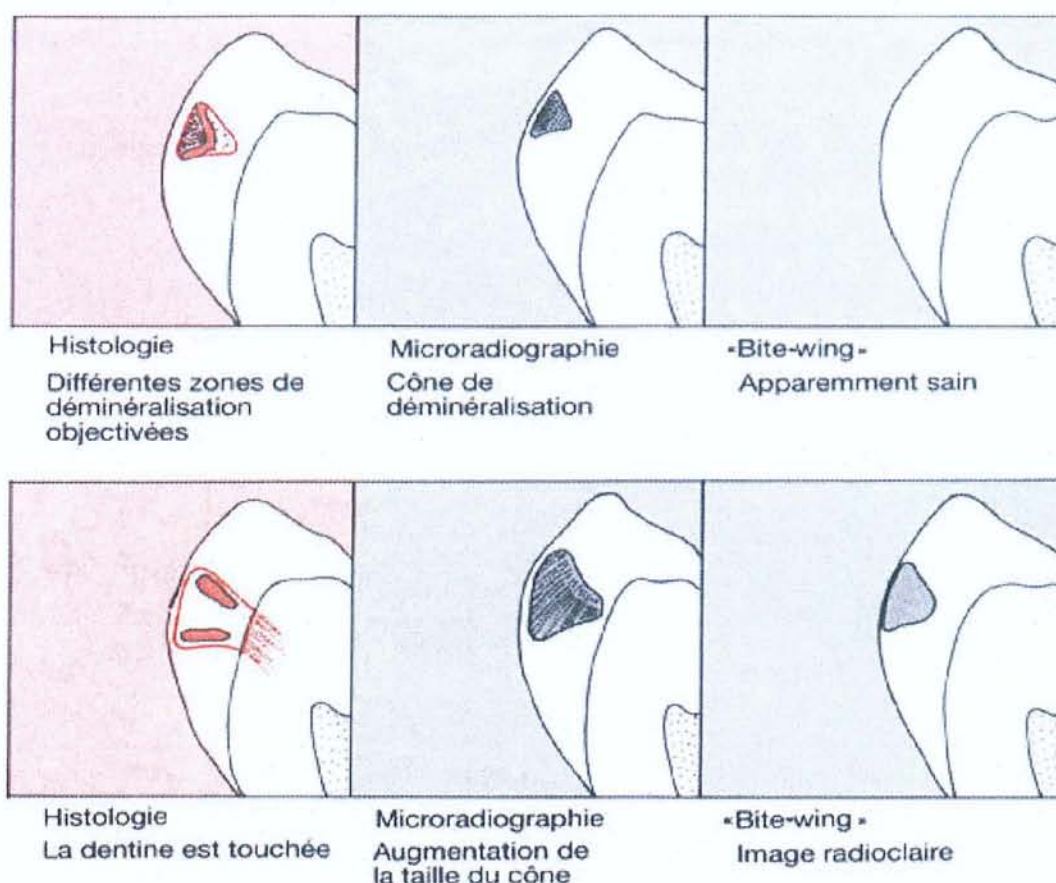


Figure 5 : Schéma montrant les différences d'appréciation de l'extension d'une lésion carieuse débutante en fonction des techniques d'études utilisées d'après Silverstone (44).

Dès les années 80, de nombreux cliniciens ont exprimé leurs difficultés pour diagnostiquer les caries occlusales à l'aide de l'examen clinique surtout depuis la généralisation du fluor. Le recours aux radiographies bite wings a permis d'améliorer la qualité du diagnostic mais les inconvénients de cette méthode ont poussé à l'exploration d'autres techniques (89).

Un moyen diagnostic doit offrir une haute sensibilité et spécificité. Cependant une spécificité élevée est généralement obtenue au prix d'une diminution de la sensibilité et inversement. Une diminution de la spécificité entraîne un risque de sur traitement (102).

Pour devenir un moyen diagnostic occlusal idéal, le système doit présenter:

- Une haute sensibilité au niveau de la dentine permet de détecter rapidement les lésions dès les premiers stades.
- Une grande spécificité au niveau de l'émail permet de limiter le recours à une ouverture inutile d'un sillon sain (127).

II.2.b Les nouveaux moyens diagnostiques

Les moyens diagnostiques courants font appel à un jugement subjectif qui évalue de manière semi-quantitative les lésions et sont insensibles aux lésions précoces. Les critères diagnostics doivent devenir objectifs et quantitatifs. Les méthodes sont jugées par leurs taux de sensibilité et de spécificité, il faut trouver le meilleur compromis entre ces deux valeurs. Les méthodes conventionnelles sous-estiment la lésion carieuse. Le développement de nouvelles techniques diagnostiques plus précises et plus sûres, faciliterait le recours aux traitements préventifs et à des traitements restaurateurs plus appropriés (136).

L'exploration visuelle présente une faible sensibilité et une forte spécificité mais les résultats restent variables. Au niveau de lésions occlusales, les méthodes traditionnelles semblent être insuffisantes. La prévalence accrue de lésions occlusales non cavitaires et le manque de sensibilité des moyens diagnostiques traditionnels impliquent la nécessité de développer des méthodes plus précises (28).

1 L'utilisation de révélateur de carie

a Principes

En 1972, Fusayama et Terashima (67) ont démontré que la dentine humaine cariée pouvait être mise en évidence par un colorant. Au départ, le colorant utilisé était la Fuschine basique à 0,5% mais elle a été supprimée à cause de son potentiel cariogène. Il a été remplacé par le rouge acide 52 ou la Rhodamine B à 1 % qui possèdent le même comportement vis à vis de la dentine cariée (48, 93, 151, 161).

Le principe de base du détecteur de carie repose sur les propriétés de pénétration de son solvant (le propylène glycol) dans la trame collagénique dénaturée de la dentine cariée. La coloration est très spécifique et permet de diviser la zone carieuse en deux voire trois parties très importantes à déterminer :

- La Dentine affectée qui est non colorée,
- La Dentine infectée qui est colorée,
- La Limite infectée / affectée qui est très difficile à déterminer et où l'appréciation du praticien joue un rôle déterminant (figure 8).

Plusieurs auteurs ont montré que les streptocoques et lactobacilles pénètrent au-delà des zones colorables. Le taux de pénétration est très réduit dans la zone

affectée. Le rapport de pénétration entre dentine affectée et infectée, mesuré par Anderson et coll. en 1985, s'élève à 55 CFU/mg (Colony forming units). Plus la dentine est humide, plus la progression sera importante (161).

Cette pénétration spécifique de révélateur de carie dans trame collagénique dénaturée, met en évidence la zone infectée uniquement et permet la conservation de la zone affectée potentiellement reminéralisable.

b Applications

Le protocole est simple :

- Appliquer le produit pendant 10s.
- Rincer abondamment.

On peut répéter plusieurs fois l'opération car le coefficient de diffusion intradentinaire est faible.

○ En phase diagnostique :

D'après Vaarkamp et coll (1997), le révélateur de carie n'est que peu utile dans le cadre de détection de caries précoce car son taux de pénétration dans les lésions initial est faible. Pourtant une étude in vitro menée par Al Sehaibany, a montré après observation histologique, 100 % de précision sur des sites 1 de molaire (75 % pour la sonde). Dans le cadre du diagnostic de carie « hidden caries », Ricketts et coll (143). ont montré en 1997 que le révélateur de carie peu aider en mettant en évidence une microfissure puis le diagnostic serait confirmé par examen radiographique (161, 179).

Periera et coll, ont démontré que l'application de détecteur de carie, n'améliore pas l'inspection visuelle des sillons qu'ils soient préparés ou non, même si l'ouverture du sillon permet d'obtenir une sensibilité de 70 %. Cette technique est peut recommandée pour le diagnostic des puits et fissures (179).

Le diagnostic réalisé à l'aide de détecteur de carie est significativement plus efficace que l'inspection visuelle et la sonde (61).

○ En phase restauratrice :

Dans un cadre de restauration à minima, il est difficile mais important de pouvoir évaluer la surface et la profondeur réelle de la lésion carieuse. Une approche médicale préventive de la dentisterie permet de réaliser des restaurations dans un écosystème buccal assaini. En conséquence, les préparations des cavités doivent être peu invasives pour obtenir un rapport bénéfice/risque le plus élevé possible pour le patient (161).

L'appréciation de l'étendue réelle, en surface et en profondeur, de la lésion dépend de facteurs peu contrôlables comme l'habileté du praticien, la dureté dentinaire ou l'affûtage des instruments. On recherche actuellement des révélateurs plus spécifiques (113).

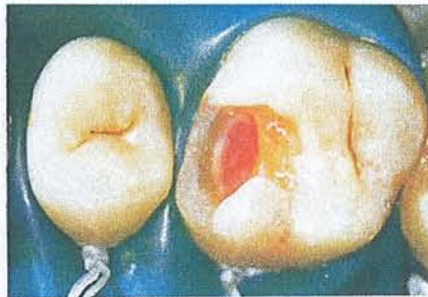


Figure 6 : Application du révélateur de carie en phase restauratrice.

c Produits de base

- **Rhodamine B à 1 % type rouge 106 :**
Caries detector® Kuraray, carivex France
To dye For® Roydent
Cari-D-tect® Gresco
- **Fuschine basique**
Sable Seek Caries Indicator® Bisco

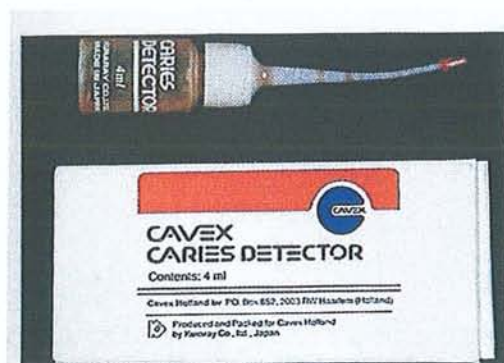


Figure 7 :

Présentation du révélateur de carie
Cavex caries detector.

d Discussion

En cas de proximité pulpaire, la coloration incontrôlée entraîne un risque de perforation du plafond pulpaire. Le sens clinique devient alors prédominant pour décider d'aller plus profond ou non. Aucune information sur la virulence du processus pathologique ni sur la profondeur réelle de la lésion, ne peut être donnée par le révélateur de carie. Dans ce genre de cas, il est alors préférable de reporter l'obturation et réaliser un coiffage avec un matériaux bioactif du type verre ionomère hybride ou un composite à charge alcaline comme Ariston®.

Il est important de noter que le détecteur de carie n'a pas d'effets toxiques sur la pulpe ni sur les bactéries d'ailleurs. Sur le plan clinique, les structures dentinaires rencontrées vont varier lors de la préparation en fonction du type de carie et de la profondeur de la lésion. L'utilisation du révélateur de carie permettrait de visualiser les structures dentinaires moins compatibles aux techniques de collage. Cette zone colorable sera éliminée mécaniquement. Son application ne semble pas interférer dans le collage des matériaux adhésifs (Palma et coll 1998). Le révélateur de carie est significativement plus efficace que l'inspection visuelle et la sonde d'après Fluckiger et coll (61).

L'utilisation du révélateur de carie n'est pas toujours probante. Zacharia et coll (1995) ont montré que la pénétration bactérienne se poursuivait au-delà de la zone de coloration. La coloration du collagène dénaturé ne semble pas suffisante pour mesurer le retrait effectif de la carie.

Cependant, cette technique reste une aide non négligeable.

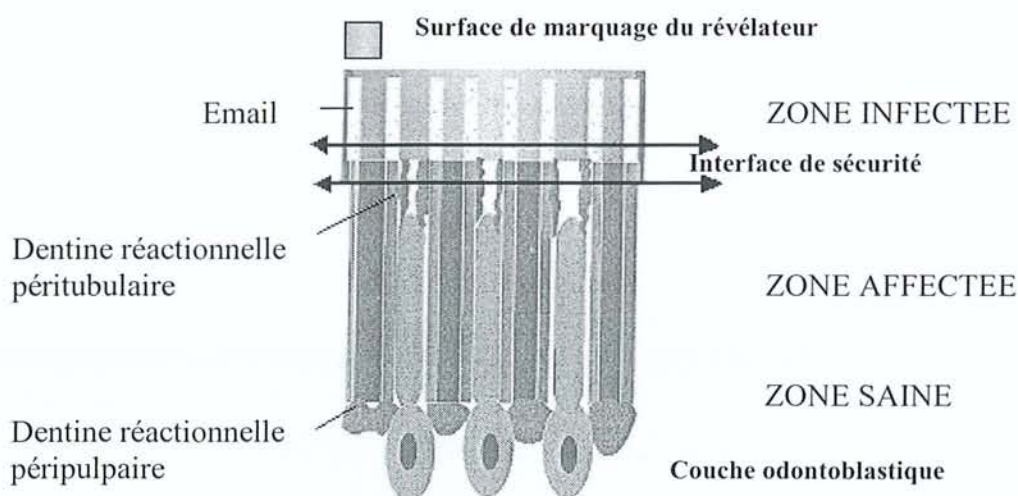


Figure 8 : Schéma des zones dentinaires avec mise en évidence de l'application de révélateur de carie (37).

2 Résistance électrique

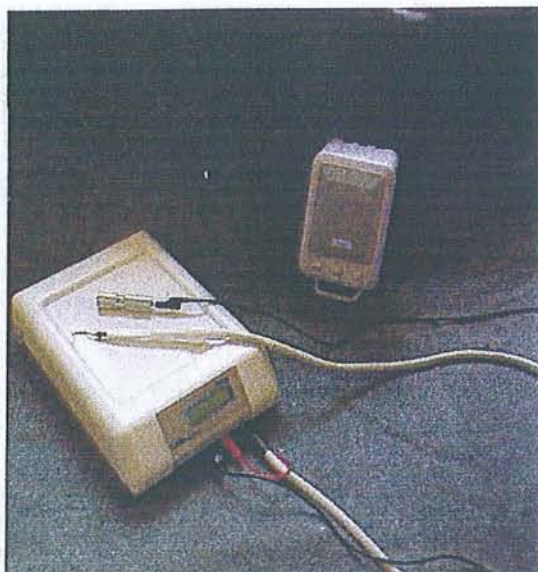


Figure 9 : matériel de mesure de résistance électrique.

Cette technique est basée sur la conductivité électrique qui serait fonction de la porosité. Elle peut détecter et quantifier la perte minérale, même à la base du sillon, avant que toute lésion soit visible radiographiquement.

En 1986, Flaitz et coll montrent les limites de la radiographie pour le diagnostic des lésions occlusales. Ils mettent aussi en valeur le bon potentiel des mesures de résistance électrique. Ces conclusions ont été confirmées en 1988 par Rock et Kidd (167).

En 1992, Verdonschot et coll ont comparé plusieurs méthodes diagnostiques décrites dans le tableau suivant :

| Méthode diagnostique | Sensibilité | Spécificité |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Examen clinique | 0.13 | 0.94 |
| FOTI | 0.13 | 0.99 |
| Radiographie | 0.58 | 0.66 |
| Résistance électrique | 0.96 | 0.71 |

Tableau 12. Bilan des mesures de sensibilité et de spécificité de quatre méthodes diagnostiques différentes au niveau occlusal (130, 167).

Les mesures de résistance électriques possèdent une grande sensibilité et une spécificité supérieure à la radiographie. Au regard de ses résultats de cette étude, cette technique se présente comme la seule méthode diagnostique acceptable parmi les quatre autres (11, 31, 161). En 2001, Pereira et Verdonshot ont confirmé la haute sensibilité de la technique au niveau. De plus, ils ont conclu que le recours à cette technique au niveau des sillons, permet de décider de préparer de façon invasive un sealant (127).

Badet (13) définit cette méthode comme potentiellement très sensible mais il souligne qu'il y a un risque d'erreur de préparation des surfaces dentaires pour la mise en place des électrodes. Les mesures d'impédance sont influencées par :

- Les variations de pH intrabuccal,
- Les variations de composition chimique de la salive,
- Les différentes morphologies dentaires.

Tous ces facteurs entraînent une chute de la fiabilité de la technique (13).

Cette méthode est encore source de recherche car certains auteurs se contredisent. En 1998, Ekstrand et coll montrent que la précision de la technique de résistance électrique est acceptable (11). Puis en 2003, Kordic et coll montrent que la résistance électrique présente une très haute spécificité mais une sensibilité plus faible par rapport aux méthodes de fluorescence laser (28).

3 Transillumination par fibre optique: FOTI et DI FOTI

a Principes

Afin de limiter le recours aux radiations ionisantes pour diagnostiquer les lésions proximales, le développement de techniques diagnostiques alternatives a fait l'objet de nombreuses recherches. L'utilisation de la transillumination par fibre optique a alors été évoquée par Mitropoulos en 1985 (126).

Le principe est de faire traverser la dent par un faisceau lumineux et d'en observer l'image produite. En fonction de la translucidité du tissu cible, l'absorption et la diffusion du rayon est variable. Les ombres, reliefs et colorations représentés sur l'image, dépendent des différents tissus traversés.

La méthode FOTI repose sur la différence de propriétés de dispersion de la lumière entre émail sain et poreux. Les lésions carieuses transilluminées apparaissent grises et opaques. Le séchage minutieux de la lésion améliore le contraste. Quand la dentine est atteinte, une ombre marron orange ou bleuâtre apparaît à l'intérieur de la dent.

La source de lumière est équipée d'un embout spécial en fibre optique.

Les fibres optiques sont :

- composées de verre ou plastique,
- cylindriques,
- fines,
- flexibles.
- très utilisées comme technique diagnostique complémentaire pour la détection des lésions proximales.

b Critères d'évaluation

| Score | FOTI |
|-------|--|
| 0 | Pas de zone d'ombre ou colorée |
| 1 | Apparition d'une fine ombre grise |
| 2 | Apparition d'une large ombre grise |
| 3 | Présence d'une ombre orange-brune au niveau de la dentine d'une taille inférieure à 2 mm de diamètre |
| 4 | Présence d'une ombre orange-brune au niveau de la dentine d'une taille supérieure à 2 mm de diamètre |

Tableau 13 : Critères d'évaluation de la transillumination par fibre optique (39).

c Applications

Les recherches concernant le diagnostic des lésions proximales, ont laissé entendre que ces fibres pourraient être une aide intéressante pour la détection et l'évaluation de la profondeur de caries occlusales (38, 126). En 1992, Wenzel et coll ont montré que la FOTI est une méthode diagnostique plus précise que la radiographie pour les lésions carieuses limitées à l'émail puis Verdonshot et coll (167), qu'elle présente une sensibilité faible mais une spécificité élevée.

L'efficacité de la technique est variable selon la localisation de la carie. Au niveau du diagnostic des lésions occlusales, les valeurs de sensibilité et spécificité sont équivalentes à celles obtenues grâce à l'examen clinique (167).

| | transillumination par fibre optique | |
|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| | sensibilité | spécificité |
| caries occlusales | 0,39 à 0,85 | 0,90 |
| caries proximales | 0,13 | 0,99 |

Tableau 14 : Caractéristiques du diagnostic par transillumination par fibre optique (85,167).

Cette technique est adaptée au diagnostic des caries proximales antérieures. Elle obtient déjà un taux de sensibilité de 67 % comme la radiographie Bite-wing (126). En 1988, Obry montre que la technique permet de détecter 89 % des caries dentinaires comme la radiographie Bite-Wings. Cependant, 45 % des caries de l'émail mises en évidence par radiographie, n'ont pas été diagnostiquées par la transillumination.

d Avantages

Cortes et coll, ont montré en 2003 que FOTI était surtout une aide précieuse pour différencier les lésions d'une profondeur maximale limitée à la moitié de l'émail (45).

e Inconvénients

En 1987, Stephen et coll considère que la FOTI possède une sensibilité peu acceptable pour déceler des lésions proximales débutantes (1). Puis Hintze et coll qui ont comparé plusieurs moyens diagnostiques, ont conclu que la FOTI restait une méthode peu fiable (1, 78). Plus amples recherches sont à réaliser pour déterminer si oui ou non la FOTI est une bonne méthode diagnostique pour détecter et quantifier les lésions occlusales. La technique a besoin de progresser et d'être testée.

f DIFOTI

Le principe de transillumination est identique mais le traitement des images est différent. Le but est de digitaliser les images afin d'éliminer ou réduire les risques de variations de la détection visuelle par FOTI. Cette technique a un potentiel intéressant pour la détection des lésions précoces ainsi que pour le monitoring des traitements préventifs chimiques sans risque de ionisations néfastes

Une étude menée par Schneiderman en 1997, a évalué les performances de la DIFOTI (Tableau 15). Sa sensibilité globalement est plus élevée que celle de la radiographie par contre sa spécificité reste basse.

| Localisation de la lésion | Sensibilité | |
|---------------------------|-------------|--------------|
| | DIIFOTI | Radiographie |
| Proximal | 0.69 | 0.31 |
| Occlusal | 0.80 | 0.20 |
| Surface lisse | 0.41 | 0.04 |

Tableau 15 : Comparaison des valeurs de sensibilité de DIFOTI et de la radiographie en fonction de la localisation des lésions à diagnostiquer (179).

Cependant, il est impossible de :

- mesurer la profondeur de la lésion,
- évaluer le degré d'activité de la lésion.

Il existe un risque de diagnostic excessif

4 L'air abrasion

La micro air abrasion est une méthode dite « exploratrice » qui permet d'ouvrir les sillons occlusaux afin d'appliquer le détecteur de carie. Le diagnostic est alors fiable à 100 % alors que les techniques classiques n'atteignent que 20 % de fiabilité.

Pour Ross (148), la seule technique diagnostic ayant montré de bons résultats au niveau des puits et fissures, consiste à l'élimination des matières organiques à l'aide de l'air abrasion puis à une identification de la carie par des agents de détection.

L'air abrasion permet de nettoyer correctement les surfaces dentaires en éliminant la plaque, les débris et la pellicule graisseuse formée lors d'un régime alimentaire riche en lipide (43, 74). Ce qui permet au praticien d'effectuer un diagnostic précis grâce une application du détecteur de carie dans les meilleures conditions possibles. Si aucune carie n'est détectée, quelques microns d'émail seulement, auraient été éliminés et une obturation préventive sera mise en place pour prévenir du risque carieux (70, 81, 118).

Nous traiterons plus particulièrement cette application de l'air abrasion chapitre V 3 d puis dans nos cas cliniques chapitre VI 1.

5 Systèmes de fluorescence laser

Le principe repose sur la capacité d'un tissu à être excité par un rayon laser caractérisé par une certaine longueur d'onde. Le rayonnement émis permet d'obtenir des informations sur la structure chimique de la dent. Chaque tissu répond à une longueur d'onde précise (chapitre IV b). Il existe actuellement deux systèmes utilisant des longueurs d'ondes différentes.

a Autofluorescence laser : QLF

Cette méthode a été mise au point par Angmar-Manson en 1996. Elle est basée sur un laser Argon de couleur bleue et d'une longueur d'onde de 488 nm. Un tissu dentaire soumis à ce type de rayonnement émet une fluorescence jaune-orangée. L'analyse du rayonnement d'émission permet la mesure de la perte minérale (28). Banerjee et Boyle ont montré en 1998 (14) que l'autofluorescence de la dentine était en corrélation avec sa composition minérale. En effet, l'intensité de fluorescence dépend du degré de déminéralisation de la dentine cariée. L'excitation par une longueur d'onde courte permet de révéler des zones dentaires déminéralisées en mesurant la diminution de l'intensité de fluorescence (13).

Une étude menée par Eggertsson et coll (53), se penche sur l'efficacité de la fluorescence laser pour le diagnostic de lésions interproximales. Elle donne des valeurs de sensibilité comprises entre 56 et 74 % et de spécificité entre 67 et 78 %. Ils démontrent aussi que s'il on utilise un colorant renforçateur, ces valeurs sont augmentées.

Cependant, cette technique n'a pas encore prouvé qu'elle représentait une méthode diagnostic occlusal convenable (28).

b DIAGNOdent

La technique de fluorescence laser permet une approche diagnostique quantitative et qualitative. Le système DIAGNOdent® est basé sur l'émission d'un rayonnement pulsé laser rouge sur les surfaces dentaires qui émettent alors un rayonnement réfléchi de fluorescence qui est analysé et quantifié (10, 11, 48, 81, 104, 151, 156).

- **Principe :**

Le système DIAGNOdent® Kavo est un nouvel outil diagnostique, basé sur la mesure de la fluorescence émise par les tissus dentaires soumise à un rayon lumineux spécifique. Les analyses spectrales de dents cariées, ont mis en évidence une différence significative entre la fluorescence émise par les tissus cariés et sains. Pour une longueur d'onde de lumière du spectre rouge, la fluorescence émise par le tissu carieux est beaucoup plus intense que celle émise par le tissu sain (76).

La quantité de fluorescence est influencée par les variations du taux de minéralisation et de la porosité de la surface à étudier. Le degré de déminéralisation est en corrélation avec le rayon de fluorescence (10, 14, 28).

L'excitation des tissus à l'aide d'une longueur d'onde plus grande, permet de mesurer les variations de la concentration en matières organiques d'un tissu. L'augmentation de l'intensité de la fluorescence est basée sur la présence en quantité de porphyrines au niveau bactérien (28, 161).

Les mesures de fluorescence réalisées, donnent la possibilité de différencier trois zones de structures différentes :

- Zone déminéralisée, pauvre en matière organique,
- Zone saine, riche en matière organique,
- Zone cariée.

La lumière est peu absorbée par l'émail donc elle peut pénétrer profondément jusqu'à la dentine cariée sous jacente, ce qui est très utile pour le diagnostic des puits et fissures (figure 10).

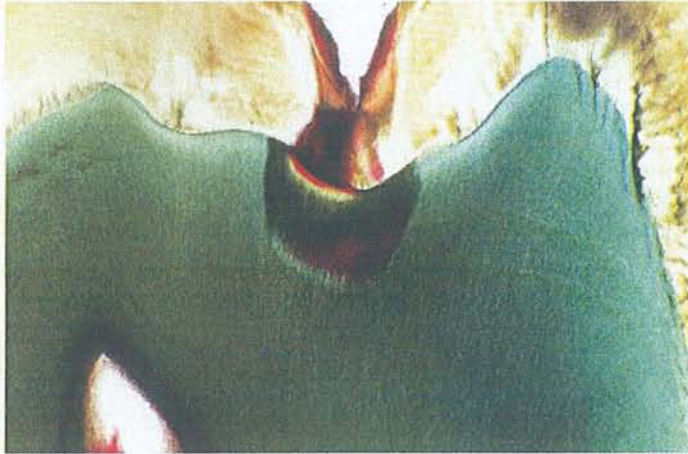


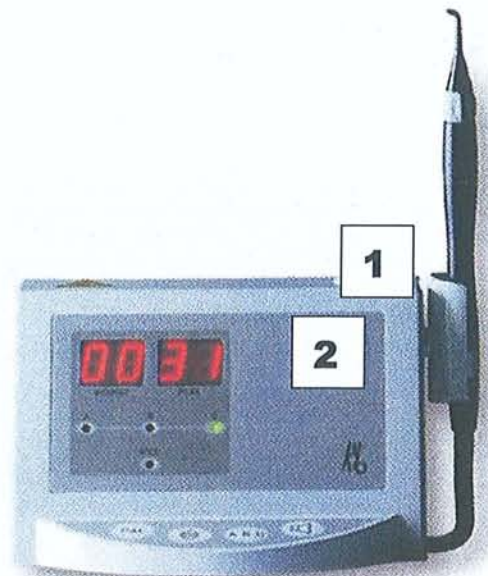
Figure 10 :

coupe longitudinale d'une molaire humaine montrant la difficulté du diagnostic carieux. La surface amélaire est intacte et la lésion progresse dans la dentine (104).

- **Le système**

Figure 11 : Le DIAGNOdent® (104).

1 la sonde,
2 le moniteur.



Il se compose d'un petit moniteur et d'une sonde d'exploration.

Une diode laser de longueur d'émission de 655 nm permet l'excitation, c'est-à-dire le rayonnement émis. Une deuxième diode mais photo est associée à un filtre, pour assurer la détection un rayon réfléchi. Le filtre élimine les émissions parasites, seules les longueurs d'onde les plus élevés seront recueillies et analysées (48).

Le faisceau incident est transmis aux surfaces dentaires par une fibre optique centrale et neuf autres fibres concentriques qui récoltent les informations du rayon de fluorescence réfléchi par les tissus dentaires examinés. C'est le reflet de la lumière incidente qui indique le taux de déminéralisation. Le moniteur affiche des valeurs de 0 à 99 en relation avec le changement de propriétés physiques de la lumière (104,123).

- **Utilisation :**

Tout commence par une exploration visuelle. Le nettoyage et le séchage des surfaces sont nécessaires. Attention, tout dépôts ou restaurations peuvent émettre une fluorescence et créer des faux positifs.

Au départ, nous savons que le séchage entraîne une plus grande dispersion de la lumière dans l'émail et par conséquent qu'il diminue la fluorescence émise. Cependant, cela n'altère pas la précision du DIAGNOdent®. En effet, après étude, le fait que les surfaces dentaires soient sèches ou humides, ne change pas la lecture. Cependant, il faut toujours que les surfaces soient bien nettoyées. Entre deux visites, il est important que les mesures soient réalisées dans les mêmes conditions pour obtenir un bon monitoring.

Dans un deuxième temps, le DIAGNOdent® sera utilisé comme examen complémentaire au niveau de zones douteuses.

- Phase 1 : la calibration du laser avec un standard céramique.



Figure 12 : Calibration du système (104).

- Phase 2 : la valeur de référence.

Elle se mesure d'une surface email saine et lisse. Cette valeur sera soustraite électroniquement à la fluorescence émise par les différentes surfaces examinées (48).



Figure 13 : Mesure de la valeur de référence (104).

- Phase 3 : les mesures.

Il est important au niveau occlusal de ne pas positionner la sonde perpendiculairement au sillon mais plutôt de l'incliner légèrement (figure 14) pour détecter au maximum l'extension carieuse.



Figure 14 : Axe d'utilisation de la sonde (104) :

1 : Non adaptée car perpendiculaire.

2 : Adaptée car inclinée.

Au niveau proximal, le DIAGNOdent a une efficacité réduite due à la difficulté d'accès de la sonde aux surfaces à explorer.

- Phase 4 : lecture des résultats.

Tout d'abord, un signal sonore indique une zone déminéralisée. Le niveau sonore est proportionnel aux taux de déminéralisation (48). Puis, une indication numérique instantanée indique le taux de dégradation par rapport à la valeur témoin. La valeur du pic de dégradation est mémorisée. La lecture se fait directement sur le moniteur qui affiche des valeurs de 0 à 99 (figure 15). La présence d'une lésion carieuse fait varier la quantité de fluorescence en augmentant le résultat. Plus la valeur augmente plus la probabilité de lésion carieuse est forte (11, 48, 104).



Figure 15 : Lecture de deux résultats sur le moniteur (104).

Sur cette échelle de 0 à 99, 10 est la valeur minimale de détection d'une lésion carieuse dentinaire (127).

| Valeurs de fluorescence | Importance de l'atteinte |
|-------------------------|---|
| 0-10 | Absence de carie ou carie à peine débutante de l'émail |
| 10-20 | Carie plus profonde dans l'émail ou la dentine mais sans extension latérale (carie arrêtée) |
| 20-30 | Carie débutante de la dentine avec extension latérale débutante |
| 30-99 | Carie sévère (au-delà de 60, carie ouverte) |

Tableau 16 : Corrélation entre les valeurs mesurées et l'importance de l'atteinte carieuse d'après Ross (1999) (48).

Il existe un tableau (tableau 18), à titre indicatif, de recommandations cliniques pour des fourchettes de valeurs.

| Recommandations | |
|-----------------|---|
| Valeur affichée | |
| 0 à 13 | Aucun soin |
| 14 à 20 | Un soin préventif |
| 21 à 29 | Tout dépend du risque carieux du patient |
| Plus de 30 | Un soin chirurgical associé à une action préventive |

Tableau 17 : Recommandation d'utilisation du DIAGNOdent® (104).

Ces valeurs ne peuvent être plus précises car il est important de considérer :

- Le facteur de risque carieux du patient,
- L'activité de la lésion,
- L'aspect visuel de la surface dentaire.

| Pic de fluorescence | Interprétation clinique |
|---------------------|-------------------------------|
| 0-9 | Tissu sain ou carie débutante |
| 10-17 | Carie de l'émail |
| 18-99 | Carie de la dentine |

Tableau 18 : Valeurs limites sélectionnées par les fabricants du DIAGNOdent®.

Cependant, une étude menée par Luzzi en 2003, précise encore ces chiffres :

| Score | Atteinte |
|--------|---|
| 0 à 4 | Pas de carie Carie limitée à zone externe de l'émail |
| 5 à 12 | Carie dans ½ interne de l'émail |
| > 12 | Carie dentinaire. |

Tableau 19 : Valeurs limites du DIAGNOdent® d'après Luzzi et coll (102, 110).

- **Avantages**

Le DIAGNOdent® de Kavo semble être en mesure de diagnostiquer les lésions carieuses débutantes et déterminer l'orientation de la déminéralisation.

Il se caractérise par :

- Sa bonne précision diagnostique

La sensibilité et la spécificité sont bonnes. Les études ont révélé que la précision diagnostique du DIAGNOdent était acceptable pour les caries amélaire de stades avancés avec ou sans atteinte dentinaire associée. Pour Atrill et Ashley (2001), le système DIAGNOdent® est la méthode la plus efficace pour la détection de carie occlusale sur les dents temporaires (10). La précision de cette technique a été évaluée par des études in vitro et cliniques (Luzzi et coll 1999, 2001 Shi et coll 2000 Takamori et coll 2001, Atrill et Ashley 2001, Sheehy et coll 2001 Pinelli et coll 2002). Luzzi, en 2001, a trouvé DIAGNOdent® plus précis que la radiographie Bite Wing. Ouellet et coll, montre que le DIAGNOdent® fait preuve d'une haute sensibilité mais une faible spécificité diagnostique vis-à-vis des lésions carieuses, par rapport aux techniques diagnostiques traditionnelles (123, 130, 156). D'après Luzzi, les valeurs statistiques obtenues par le DIAGNOdent® dans les études varient entre 0,72 à 0,87 pour la spécificité et 0,76 à 0,87 pour la sensibilité.

De nombreuses études ont affirmé que DIAGNOdent® est un bon complément diagnostique (81).

- Sa rapidité d'inspection

L'examen est très rapide lorsque le nettoyage des surfaces a été réalisé, quelques secondes suffisent.

- La possibilité d'établir un suivi des lésions à long terme

Il permet d'évaluer les résultats des actions préventives mises en place. On compare donc les mesures pour déterminer si le tissu est sain ou encore déminéralisé. Dans les cas positifs, on peut quantifier la reminéralisation par rapport aux mesures initiales.

- Sa reproductibilité

Comme Lussi et coll, Peirera a confirmé le caractère reproductible de la méthode. DIAGNOdent® a montré qu'il permettait de détecter les lésions occlusales précoces des dents permanentes avec une plus grande précision et reproductibilité que les méthodes conventionnelles (28, 31, 49, 127).

- Diagnostic des lésions douteuses

Cette méthode permet d'empêcher une intervention invasive inutile visant à ouvrir le sillon pour un diagnostic plus précis (28).

De plus, dans une étude parue en 2003, Anttonen montre que :

- La présence d'un sealant ne perturbe pas les mesures du DIAGNOdent®
- Il n'y a pas de différence de mesure entre dents temporaires et permanentes (11).

Cette étude démontre que DIAGNOdent® permet de diagnostic avec une grande sensibilité au niveau de la face occlusale de dents temporaires qui présentent une surface macroscopiquement intacte (102).

Les différences structurales entre dent permanente et temporaire, devraient entraîner des différences de propriétés physiques (optiques) qui influenceraient la performance du système de fluorescence. Cependant, il n'y a que peu de différence de fluorescence entre dent temporaire et permanente. Un réglage à une longueur d'onde de 540 nm permet d'obtenir des mesures plus précises au niveau de dent temporaire (Ando et coll 2001).

- **Inconvénients**

- Il est important qu'un examinateur peu expérimenté confirme ce diagnostic avec l'exploration visuelle (10).

- Il est impossible de déterminer si la lésion est active ou non (129).

- Il semble peut adapter à la vérification des limites d'obturations en résine composite (28).

- Les risques d'erreurs de mesures (28):

- Pour des mesures élevées :

Les éléments non constitutifs de la dent mais qui l'environnent, possèdent aussi un potentiel de fluorescence qui peut fausser les mesures en les augmentant artificiellement.

Afin de réduire au maximum ce risque, il est important de :

- Nettoyer correctement le sillon avant l'examen,
- Sécher,
- Bien calibrer l'instrument.

- Pour des mesures faibles :

Il est impossible de lire une lésion de plus de 2,5 mm de profondeur à cause de :

- la pénétration limitée du rayon.

D'après Demonet, la pénétration maximale est de 1,2mm (48).

- la difficulté de collection de la lumière émise par l'embout.

DIAGNOdent® permet de différencier une carie profonde dentinaire d'une carie superficielle de l'émail. Il est important de garder le sens clinique, c'est une méthode diagnostique complémentaire.

6 Conclusion

Plusieurs méthodes comme la résistance électrique, l'auto-fluorescence quantitative, la transillumination, augmentent (130) :

- la fiabilité et la validité du diagnostic carieux.
- l'arsenal diagnostique du praticien.

Chacune de ses nouvelles techniques présente des avantages, des inconvénients et des applications spécifiques différents. Il est important de connaître les spécificités de chaque méthode afin d'en obtenir le meilleur bénéfice.

III

De la dentisterie à la micro- dentisterie

III.1 Les principes de Black

III.1.a La base de l'odontologie conservatrice

Le Dr G.V. Black a défini en 1896 des principes fondamentaux de reconstitution dentaire. Ils sont devenus la base de la pratique actuelle en odontologie conservatrice de nombreux praticiens et aussi de la formation initiale des étudiants en chirurgie dentaire.

Ces concepts développent les règles de réalisation de préparations standardisées. Le but était d'éliminer tout le tissu dentaire nécessaire, le tissu atteint par la maladie carieuse, comme les tissus sains environnant la cavité, afin de pouvoir mettre en place le matériau d'obturation.

C'est en 1908 que G.V. Black crée une classification topographique des lésions carieuses qui régit des principes de préparations spécifiques aux matériaux métalliques non adhésifs:

| Classe | Situation |
|--------|---|
| 1 | Sillons occlusaux des Molaires et Prémolaires Sillons vestibulaires, linguaux ou palatins des Molaires Puits cingulaires des Incisives et Canines |
| 2 | Cavités proximales des Molaires et prémolaires |
| 3 | Cavités Proximales des Incisives et Canines n'intéressant pas l'angle incisif |
| 4 | Cavités Proximales des Incisives et Canines avec disparition de l'angle incisif |
| 5 | Cavités du tiers gingivo-lingual ou palatin de toutes les dents caries de collets |
| 6 | Surfaces lisses des toutes les dents Cavités intéressant le sommet des cuspidés des Molaires et Prémolaires |

Tableau 20 : Description des classes de Black modifiée (13).

Cette classification s'accompagne de sept principes de taille des cavités qui sont adaptés aux exigences mécaniques imposées par l'utilisation de matériaux d'obturation métalliques :

1. les contours externes de la cavité se situent sur des zones indemnes de caries. C'est le principe d'extension prophylactique.
2. la cavité se compose d'un fond plat et de parois verticales perpendiculaires au fond et parallèles entre elles. C'est la forme de résistance.
3. la cavité doit empêcher le dégagement de l'obturation. C'est la forme de rétention. Elle s'obtient directement par des moyens principaux (parois en contre dépouille, queue d'arronde...) ou accessoires (rainures, puits dentinaires...).
4. la cavité doit faciliter l'insertion du matériau d'obturation. C'est la forme de convenance.
5. l'éviction de toute la dentine cariée est réalisée à l'excavateur ou à la fraise boule.
6. la finition des parois d'émail consiste à éliminer l'émail sain mais non soutenu et polir les parois.
7. la toilette de la cavité permet de réaliser l'antisepsie avant obturation.

III.1.b Le chemin de la remise en question

La mise en place de ces grands principes était dépendante du contexte de l'époque. Ils sont totalement dépassés de nos jours grâce à une meilleure connaissance du processus carieux ainsi qu'à l'utilisation des propriétés du fluor. De plus, le choix des techniques de préparations et des matériaux d'obturation était limité. L'or et l'amalgame étaient les principaux matériaux de restauration et leurs exigences mécaniques ont influencé la forme et les contours des cavités standardisées. Les principes de Black aboutissent à la réalisation de cavités géométriques, mutilantes et fragilisantes mais ils permettaient la bonne mise en place des matériaux d'obturation à disposition.

Les classes de Black sont définies selon la situation et la nature de la restauration envisagée mais elles ne considèrent ni les dimensions de la cavité, ni la complexité des techniques d'obturation en fonction de l'augmentation de leur volume.

Les principes associés aux classes sont remis en cause de nos jours par un nouveau courant de pensée : l'économie tissulaire. En effet, la dentisterie de Black peut être qualifiée de macrodentisterie car elle élimine en quantité, plus ou moins importante, de tissus sains. Elle demande d'éliminer toute substance dentaire gênant l'accès et la visibilité, toute trace de dentine affectée au fond de la cavité et la substance dentinaire saine pour ménager la place au matériau d'obturation. Elle impose aussi la réalisation des contres dépouilles afin d'assurer la rétention mécanique du matériau. Toutes ces règles impliquent l'excavation de tissu sain.

A cette époque, aucune méthode préventive efficace n'existait. Les seuls moyens préventifs disponibles étaient l'extension mécanique de la cavité et l'amélioration de l'hygiène bucco-dentaire (84). Le principe d'extension prophylactique consiste à étendre la cavité jusqu'aux zones dites d'« auto-nettoyage » pour éviter les récurrences carieuses. Il est actuellement considéré comme la mesure préventive la plus paradoxale car il va à l'encontre des actuelles données acquises de la science, qui montrent bien la nécessité de préserver le maximum de tissus sains (67, 113, 163).

Avec l'arrivée de la dentisterie adhésive et des nouvelles mesures préventives, les règles de préparations des cavités se sont d'elles même assouplies et sont plus standardisées, ce qui permet de diminuer le volume de la préparation (130). La remise en cause des principes de Black implique la mise au point de nouvelles références adaptées à toutes les évolutions réalisées ces dernières décennies (16, 55, 141).

III.2 La microdentisterie

III.2.a Evolutions

1 Modification de la démarche thérapeutique

La microdentisterie intervient par un changement profond de mentalité et de prise en charge du patient en odontologie conservatrice. Les études en cariologie, les progrès au niveau des matériaux adhésifs et des nouvelles technologies de préparations des cavités, ont permis le développement des principes d'économie tissulaire (16, 59, 163, 170, 171).

Il est important de bien considérer la lésion carie comme le résultat d'une infection et que la restauration de la dent ne soigne pas la maladie (168).

En effet, les pratiques quotidiennes en odontologie conservatrice ont évolué vers un modèle plus conservateur que l'on retrouve dans la littérature sous les termes de « minimal intervention dentistry » (163), « minimal invasive dentistry » (130, 131, 163, 174, 175) ou « preservative dentistry » (5, 163). Il n'existe pas vraiment de définition pour chacune de ces théories mais elles ont en commun au moins quatre principes :

- la reminéralisation des lésions précoces,
- l'élimination des bactéries cariogènes afin de supprimer le risque de déminéralisation et de cavitation,
- le traitement à minima des lésions cavitaires,
- la réparation des obturations défectueuses (163, 168).

Un traitement opératoire doit permettre d'éliminer les tissus lésés en conservant un maximum de structures dentaires saines. Il est important de minimiser la taille des restaurations pour allonger le cycle des restaurations (63, 67, 116, 131).

L'évolution d'une dentisterie à minima a été motivée par :

- une espérance de vie limitée des restaurations,
- une progression carieuse lente,
- de nouveaux outils diagnostiques précoces et l'établissement du risque carieux,
- l'efficacité des mesures préventives,
- les matériaux adhésifs,
- le risque iatrogène des préparations classiques.

Malgré les précautions prises, la préparation des classes II entraîne certains dommages sur les dents adjacentes et le remplacement de obturation augmente le volume de la restauration.

- Le développement de nouvelles techniques d'éviction carieuse et méthodes de préparation de cavités,
- Une population plus vieillissante (59).

En effet, l'augmentation de la population âgée entraîne l'augmentation, en proportion, des lésions radiculaires.

Lasfargues décrit une nouvelle stratégie thérapeutique qui repose sur une meilleure compréhension de la maladie carieuse et permet une adaptation des traitements à chaque patient dans son contexte carieux. Ce n'est qu'après un diagnostic du risque carieux individuel et un examen approfondi des zones vulnérables, que la connaissance de la pathogénie carieuse oriente les attitudes thérapeutiques. L'objectif d'un traitement médical (4, 5, 94) de la maladie carieuse implique la diminution du potentiel cariogène de la flore bactérienne et l'augmentation de la résistance de la dent aux conséquences bactériennes (94).

La démarche se décompose en quatre phases successives et complémentaires (figures 16 et 17):

- la phase diagnostique

Elle repose sur la connaissance du patient en évaluant son risque carieux, la localisation des zones à risque et le nombre, la nature et le degré d'activation des lésions. Le but est d'abord de trouver les causes, particulières au patient, du développement de la maladie carieuse et de cartographier les lésions à reverser ou à restaurer (4, 94, 130). Pour Koing, le développement carieux et le traitement des lésions sont fortement dépendant du risque carieux et de la sévérité des facteurs étiologiques.

Il est indispensable dans les concepts d'économie tissulaire d'obtenir la coopération et la participation active du patient pour assurer les bases préventives du plan de traitement. L'information et l'éducation sont indispensables pour la mise en place d'une approche thérapeutique à minima (130).

La dentisterie préventive repose sur :

- le diagnostic efficace de la carie,
- la classification de la sévérité de la carie grâce à la radiographie,
- l'évaluation du risque carieux individuel,
- l'arrêt des lésions actives,
- la reminéralisation et la surveillance des lésions cavitaires stoppées,
- la mise en place de restaurations réalisées à minima,
- la surveillance de l'évolution de la maladie à intervalles réguliers (6, 163).

L'établissement du risque carieux du patient doit prendre en compte :

- Les éléments salivaires :
 - pH,
 - flux salivaire,
 - propriétés tampon.
- Les éléments bactériens :
 - composition de la flore bactérienne,
 - activité.
- Le régime alimentaire :
 - fréquence d'ingestion de sucres,
 - prises alimentaires,
 - fréquence de consommation de produits acides.
- Le fluor :
 - exposition passée,
 - exposition actuelle.
- L'histoire du patient :
 - dentaire,
 - médicale,
 - coopération,
 - mode de vie (31).
- La phase prophylactique

Son but est de combattre la maladie carieuse afin de reverser les lésions initiales et de pouvoir stabiliser celles à traiter chirurgicalement. Il faut mettre en place toutes les mesures nécessaires pour réduire au maximum le risque carieux comme un traitement à la Chlorhexidine, le nettoyage prophylactique, l'enseignement d'une bonne hygiène bucco-dentaire ou encore le scellement fluoré des sillons. Seules les anciennes restaurations nocives seront déposées et remplacées.

Cette période permet d'évaluer l'investissement et la motivation du patient. Si le patient est bien conditionné, le chirurgien dentiste peut passer à la phase suivante.

Cette phase peut déjà permettre de faire basculer la balance reminéralisation-déminéralisation en faveur de la reminéralisation. Les traitements à l'ozone peuvent déjà être mis en place à ce stade (31, 63, 94).

- La phase restauratrice

Elle corrige les séquelles de la maladie et dépend du patient. Les choix de traitement en microdentisterie sont nombreux grâce aux différentes technologies mises au point ces dernières années. Il doit prendre en compte les demandes et besoins du patient mais surtout le rapport bénéfice/risque pour le moindre coût (94).

Il est important de retarder au maximum une intervention chirurgicale des lésions afin de ne pas entrer trop tôt dans le cycle de la reconstitution dentaire qui conduit, à plus ou moins long terme, à l'avulsion finale de la dent (163).

D'après Freedmann et Goldstep, « l'émail et la dentine naturels demeurent, à ce jour, les meilleurs matériaux d'obturation et par conséquent, les méthodes peu invasives conservant un maximum de structures dentaires saines et minéralisées sont à préférer » (63).

Le recours au traitement le moins invasif est à préférer sachant que l'économie tissulaire est un facteur clef dans la prévention des récives.

- La phase de maintenance

Tout comme en parodontologie ou orthodontie, la phase de maintenance est une phase indispensable en odontologie conservatrice. Elle permet de s'assurer de la pérennité du traitement initial. Elle a pour fonction de maintenir le patient à un risque carieux faible, d'empêcher les récives et d'intercepter à temps les échecs potentiels des restaurations (94).

Sa fréquence qui va de 1 à 4 visites par an, dépend du patient et de sa coopération.

Dans ce chapitre, nous allons évaluer les différents moteurs du développement de la microdentisterie pour arriver à la mise en place d'un nouveau modèle de pratique.

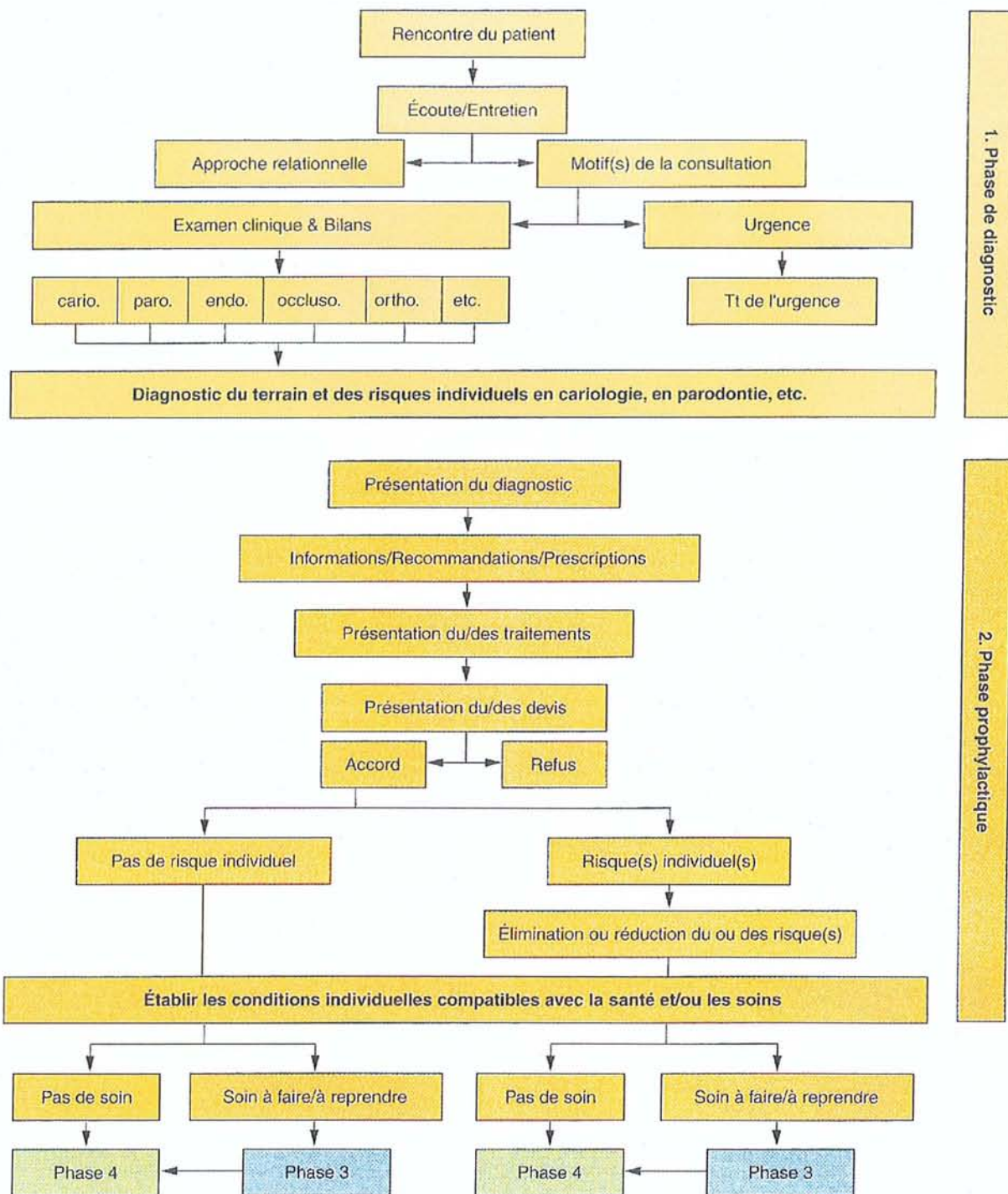


Figure 16 : Arbre décisionnel d'un traitement dentaire en PDI, 1ere partie (42).

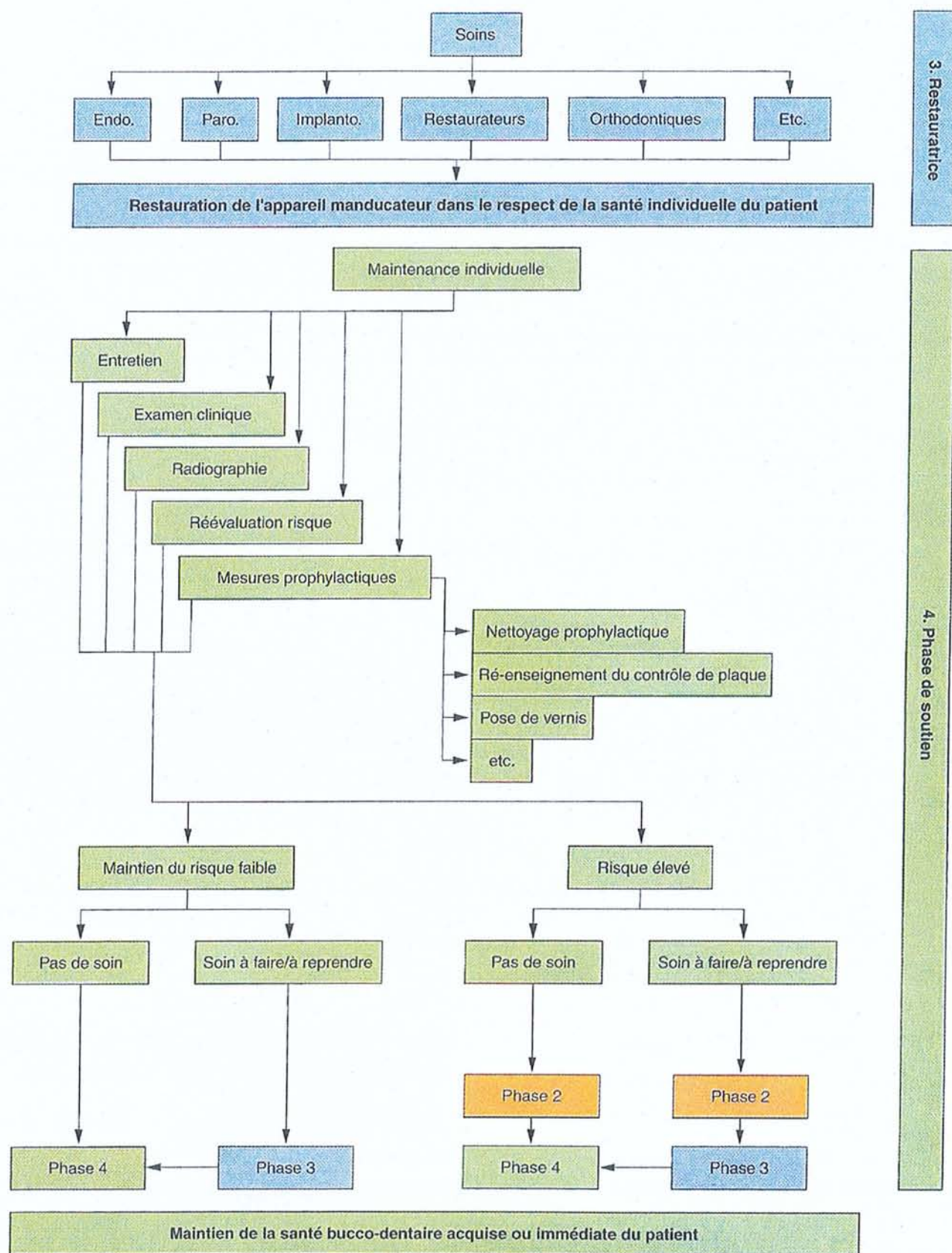


Figure 17 : Arbre décisionnel d'un traitement dentaire en PDI, 2^{ème} partie (42).

2 Les bases de l'adhésion

Le principal inconvénient présenté par les obturations réalisées avec les premiers matériaux adhésifs mis au point, était la création d'une liaison de qualité entre la résine et le tissu dentaire. En effet, de nombreuses obturations se détachaient des parois de leur cavité pour cause de contraction lors de la polymérisation. De plus, cette contraction entraînait la formation d'un hiatus assez large pour y permettre l'infiltration bactérienne. Ce contexte favorisait les reprises de caries ainsi que les nécroses pulpaire (5, 93, 150).

Afin d'y remédier, les chercheurs ont travaillé à deux niveaux différents :

- l'amélioration des techniques de polymérisation pour réduire au maximum la rétraction de prise du matériau d'obturation.
- La création d'un joint étanche grâce à l'adhésif.

Pour obtenir une liaison forte, il est nécessaire que l'énergie libre de la surface tissulaire soit supérieure à la tension de surface du liquide adhésif. Au niveau de l'émail, des valeurs importantes d'adhésion (15 à 20 MPa) ont été obtenue dès 1955, par Buonocore à l'aide d'un mordantage de 30 secondes à l'acide orthophosphorique à 85%. L'application d'un agent de mordantage permet d'obtenir une surface irrégulière de haute énergie de surface donc favorisant l'adhésion. Les produits de mordantage actuels utilisent seulement des acides moins forts, la technique reste la même.

Au niveau dentinaire, le problème est plus complexe car il est lié à l'hétérogénéité de structure du tissu. La dentine est en effet minéralisée à 45 % seulement, les 55 % restants sont constitués d'eau (22 %) et de matières organiques (33 %). De plus, la dentine présente une grande variété de surfaces puisque l'on peut se trouver en présence d'une dentine jeune, secondaire, hautement poreuse ou sclérotique. De par sa constitution, elle est traversée de canalicules : les tubuli dentinaires. Ceux-ci sont variables en nombre et en diamètre selon leur localisation (67).

Après préparation, la cavité est recouverte d'une couche formée de débris organiques, inorganiques, de produit de fraisage et de bactéries. C'est la « smear layer » et elle se prolonge dans les canalicules dentinaires où elle forme des bouchons : « smear plug ». Cette couche faiblement maintenue à la surface dentinaire et de faible énergie de surface. Elle est nuisible au collage. Or les deux premières générations d'adhésifs ne prenaient pas en compte l'élimination de la « smear layer » par une technique de mordantage.

Le mordantage permet l'élimination totale de la « smear layer » et des « smear plugs ». Il déminéralise la surface inorganique et expose les fibres de collagène du tissu favorisant l'adhésion. Grâce à cette action acide dirigée, nous réalisons la structure en nid d'abeille qui permet d'obtenir une surface développée de collage (47, 67).

III.2.b Les nouveaux matériaux

Les principes d'économie tissulaire impliquent l'utilisation de matériaux à rétention adhésive comme les résines composites et les ciments verres ionomères.

D'après Mount et Hume, le choix du matériaux est basé sur six critères :

- la rétention du matériau dans la structure dentaire,
- la capacité de protection des structures résiduelles contre les fractures,
- la prévention de la reprise de carie,
- la capacité à favoriser la reminéralisation au niveau des limites entre la dent et la restauration,
- la longévité sous les forces occlusales,
- l'esthétique.

La rétention peut être obtenue par adhésion chimique ou par rétention mécanique. Quelque soit la technique, il faut permettre un maintien parfait de l'obturation même lors des sollicitations occlusales et une étanchéité optimale afin d'éviter toute infiltration.

C'est la dentisterie adhésive qui est à la base de la microdentisterie voilà pourquoi nous ne traiterons ici que les matériaux de type adhésifs. (5, 9, 149, 157, 166).

1 Les résines composites

Les résines composites ont été introduites en milieu dentaire dans les années soixante. Le but principal de ces matériaux était de remédier aux problèmes rencontrés avec les anciens matériaux d'obturation esthétiques tels que les silicates, les résines acryliques ou époxydes. C'est en 1956 que Bowen crée les résines métacrylates en addition aux résines époxy. Puis dans les années soixante-dix, le développement de la photopolymérisation et des systèmes de mordantage ont permis d'accroître les applications de ces résines en pratique quotidienne. En effet, elles étaient principalement destinées aux restaurations antérieures de type esthétique. Cependant, les recherches menées ces dernières années, ont permis l'amélioration de la composition des résines, des systèmes d'adhésion et des mécanismes de polymérisation afin d'élargir les indications de ces matériaux aux dents postérieures.

a Définition

Les résines composites sont des matériaux hétérogènes qui associent grâce à une phase de couplage, une matrice (phase dispersante) et des charges (phase dispersée) pour que les propriétés de l'ensemble soient supérieures aux propriétés isolées. En effet, qualités mécaniques, propriétés optiques et stabilité physico-chimiques sont obtenues en toute simplicité.

b Composition :

➤ la matrice organique 30 à 50 % du volume

○ La résine matricielle :

- BIS GMA (bisphenol-Adiglycidyl dimetacrylate)

Ce monomère de haute viscosité, synthétisé par Bowen en 1960, est l'élément de base de la plupart des résines composites

- Uréthanes dimétacrylate

- Les éléments contrôleurs de viscosité et diluants :
 - TEGDMA (Triethylene glycol dimetacrylate),
 - EGDMA (Ethylene glycol dimétacrylate),
 - MMA,
 - HEMA (Hydroxy-ethyl metacrylate).

Ces molécules sont ajoutées afin de permettre une meilleure manipulation.

- L'agent de polymérisation :
 - Facteurs de chemo polymérisation.

Ils génèrent la formation de radicaux libres grâce à :

- Hydropéroxydes et peroxydes,
- Composés azotés.
 - Facteurs de photopolymérisation.

Les photons lumineux et ultraviolets fournissent l'énergie nécessaire à la polymérisation. Les photo-amorceurs incorporés habituellement sont une dicétone combinée à une amine qui stimulés par le rayon lumineux, forment des radicaux libres.

- Les inhibiteurs de prise :
 - Les dérivés de phénol utilisés en fond de cavité sont contre indiqués sous les obturations de type composite.
 - L'oxygène de l'air entraîne une réaction de polymérisation incomplète et forme une couche superficielle collante qui doit être éliminée.

➤ la charge

Leur rôle est de conférer au composite des propriétés physiques et mécaniques

- minérale :

Les microparticules sont principalement des molécules de Silice SiO_2 dont le diamètre moyen est de $0,04 \mu\text{m}$ Les macroparticules sont extraites de verre, de quartz ou de céramique et leur taille est comprise entre 5 et $30 \mu\text{m}$.

Au niveau des composites de type hybride, l'échelle de taille est comprise entre $0,5$ et $8 \mu\text{m}$. Les microcharges et macrocharges sont associées pour augmenter le pourcentage de charge et améliorer les propriétés.

- organique :

Les charges d'une matrice polymérisée sont ajoutées en vue de réduire la rétraction de prise.

- organo-minérale :

Elle se compose de noyaux minéraux enrobés de matrice polymérisée ce qui facilite la liaison avec la matrice et la réticulation optimale de la résine matricielle. Elles sont maintenant exclusivement réservées aux microcharges.

➤ L'agent de couplage

Il permet d'établir la liaison entre la matrice et les charges. La phase organique plus ductile, permet de transmettre et répartir les contraintes vers la charge afin de limiter les déformations du matériau. C'est l'agent de couplage permet la liaison entre les deux phases.

Sans cette union, les charges non liées se comportent comme des défauts de la trame et diminuent les propriétés mécaniques de l'ensemble. Il s'agit d'une molécule bifonctionnelle : en effet son action est mécanique et chimique. L'agent de couplage classique est le γ -metacryloxypropyl triméthoxysilane. La qualité de cet agent conditionne la longévité de la restauration (149).

c La classification

Classification de Lutz et Phillips :

1. Composite macrochargé traditionnel

Il est unimodal.. La charge anguleuse représente 60 à 80 % du poids. La taille des particules est d'en moyenne 8 à 12 μm jusqu'à 40 μm . Les propriétés esthétiques sont médiocres. De plus, il est sujet à l'abrasion et l'usure.

2. Composite microchargé

Il est unimodal. Les particules de tailles allant de 0,04 à 0,4 μm donnent une surface très lisse. Il est impossible d'ajouter de grandes quantités sinon la viscosité augmente.

On retrouve quatre types de composite microchagé :

- homogènes,
- microparticules prépolymérisées « éclatées »,
- microparticules prépolymérisées sphériques,
- microparticules à agglomération complexe.

3. Composite hybride et microhybride

C'est un mélange de particules de différentes tailles et compositions. Il est bimodal et formé d'un mélange de silice colloïdale et des miniparticules de verre broyé contenant des métaux lourds qui représentent 70 à 80 % poids. Les particules mesurent de 0,04, 0,5 à 1 μm avec une distribution de 0,1 à 2 μm .

Ces composites possèdent des propriétés mécaniques excellentes mais ils présentent toujours des problèmes d'usure et d'abrasion ainsi que les qualités esthétiques moins bonnes.

Il existe des composites hybrides simples composés de macrocharges traditionnelles associées à des microcharges et des composites hybrides complexes comprenant des charges très diversifiées.

Les composites hybrides micro possèdent les mêmes caractéristiques précédemment citées mais réalisent un meilleur compromis esthétique et mécanique (149).

d Evolution

- **Composites à petites particules Z100**

Leur but est de réaliser un compromis entre propriétés mécaniques et esthétiques. Ils sont unimodaux, à petites particules sphériques représentant 85 % de la charge en poids. Les particules ont un diamètre de 0,6 μm avec une distribution de 0,01 à 3,5 μm .

- **Nanocomposites**

L'introduction de nanoparticules dans la matrice confère une nouvelle fonctionnalité et améliore les propriétés physiques. Ces composites présentent des caractéristiques physiques, mécaniques et optiques uniques.

Il y a trois techniques pour obtenir des nanoparticules :

- Nanomères et nanoclusters se composent de particules de 20 à 75 nm. Ils sont mis au point par procédé sol-gel développé par Mitra.
- POSS : Polyédriques Oligomères SilSesquioxanes, sont les plus petites particules de Silice entre 1 et 3 nm, modifiables au travers de différents groupes fonctionnels
- Nano-complexes organométalliques.

Ces nanocomposites ont des propriétés mécaniques excellentes. Les nanocomposites améliorent la continuité entre la structure dentaire et les particules ce qui assure une interface plus stable. De plus, son utilisation permet :

- une grande facilité de structure,
- un polissage excellent.

La qualité et le maintien de son état de surface est équivalent à ceux des composites microchargés.

- une résistance élevée.

La résistance à l'abrasion est supérieure à celle des composites micro hybrides.

- de simuler la dent naturelle.

Les qualités optiques en font un matériau transparent avec un effet opalescent (166).

e Réaction de polymérisation

La résine composite est un milieu réactionnel formé de monomères vinyliques liquides dans lequel est dissous un amorceur en vue de former des radicaux libres qui casse les liaisons vinyles pour permettre la polymérisation.

Deux types de mécanismes sont disponibles :

- Autopolymérisation ou chemopolymérisation,
- Photopolymérisation.

L'adhésion mécanique est facile à obtenir en présence de d'émail sain bien soutenu, par contre au niveau de la dentine, elle reste plus complexe à mettre en place.

f Propriétés mécaniques

| Composites Propriétés | Traditionnel | Microchargé | Hybride |
|-----------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Résistance à la compression | 300 MPa | 350 MPa | 400 MPa |
| Résistance à la traction | 35 MPa | 40 MPa | 50 MPa |
| Module d'élasticité | 8-16 GPa | 6-10 GPa | 10-25 GPa |

Tableau 21 : Propriétés mécaniques (149).

Les composites présentent une résistance à l'usure très moyenne ce qui reste leur point faible majeur.

g Propriétés esthétiques

Le matériau d'obturation doit s'approcher au plus près des caractéristiques des tissus des dentaires naturels au niveau de :

- la teinte

Le choix de la teinte est prépondérant dans le rendu esthétique de l'obturation. Les composites actuelles sont déclinés dans de nombreuses teintes et des mélanges sont possibles. Le composite subit des nombreuses modifications de teinte dans le temps. Elles sont intrinsèques par réactivité incomplète des amines, ou extrinsèques liées aux propriétés de surfaces du matériau. Les composites à matrice hydrophobe absorbent moins la plaque et les substances colorantes.

- l'indice de réfraction

- la translucidité

Les composites sont de manière générale assez translucides, surtout les composites microchargés qui contiennent beaucoup de matière organique.

- l'opacité

Des éléments modificateurs et la mise en place de sous couches d'opacifiants permettent de limiter les problèmes de translucidité du matériau.

- l'état de surface

Il est nécessaire d'obtenir une surface bien lisse et seuls les composites à petite charge permettent ce résultat (149).

h Propriétés de radio-opacité

La visualisation des contours d'une obturation à la radiographie est nécessaire pour :

- estimer les contours et interfaces de l'obturation,
- diagnostiquer les reprises de carie,
- déceler des lacunes éventuelles.

Or seuls les composites hybrides destinés aux restaurations postérieurs présentent une radio-opacité suffisante (149).

i Avantages

- Rétention micromécanique restauration à minima,
- Restaurations esthétiques,
- Faible conductibilité thermique,
- Absence de corrosion endo-buccale,
- Radio-opacité.

j Inconvénients

- Mauvaise résistance à l'usure,
- Modifications dimensionnelles,

La rétraction de polymérisation entraîne des contraintes à plusieurs niveaux qui sont source de sensibilités post opératoires et de reprise de caries. Pour réduire ces contraintes, la technique de stratification par couche de 2 mm, est une bonne solution.

- Toxicité :
 - directe :

La matrice en résine est toxique à cause des fonctions libres cétone et alcool qui sont très irritantes. Plus le composite est pauvre en charge plus il est toxique. Les matrices en polyurethanes semblent mieux tolérées. Il faut que le fond de l'obturation soit situé à plus de 2 mm de la pulpe pour limiter les effets néfastes de la résine. Sinon, le recours à une protection dentino-pulpaire s'avère indispensable.

- indirecte :

Elle dépend de l'étanchéité de l'obturation. Une bonne adaptation marginale est la garantie de tolérance de l'obturation.

- Facteur de rétention de plaque.

Un mauvais état de surface facilite le dépôt de la plaque dentaire. Les cavités sous gingivales sont contre-indiquées en raison des difficultés d'isolation et du risque de mauvaise adaptation. Il faut rester à distance des tissus parodontaux mais en cas de nécessité le recours au préalable à une élongation coronaire peut être intéressant.

- Conditions de manipulation complexes.

2 Les ciments verre ionomères

Le développement de ces matériaux est basé sur le désir de créer un matériau bioactif, biocompatible et adhésif. Ils apparaissent dans les années soixante après les études sur les ciments silicates. Mais des problèmes de manipulation ont fait que ce matériau a été délaissé jusqu'en 1972. Cette année là, Wilson et Crisp introduisent dans sa composition de l'acide tartrique qui en facilite la manipulation. Puis en 1975, ils développent le copolymère d'acide acrylique et itaconique qui, à forte dose, supprime le problème de gélification du liquide. Ces matériaux sont développés en Angleterre par Wilson et Kent en 1972 et trouvent alors leur application pour la restauration des cavités d'abrasion de classe 5. Ils sont difficiles à manipuler et translucides, leurs qualités esthétiques sont très inférieures à celles des résines composites (149). De nombreuses recherches ont fait progresser ces matériaux pour permettre la réalisation de traitements conservateurs et minéralisateurs tout en améliorant l'esthétique.

a Définition

Un ciment polyalkénoate ou CVI est un ciment obtenu par le mélange poudre/liquide en milieu aqueux, d'un verre réactif (base) et d'un polymère acide (acide), et dont le mécanisme de prise ou durcissement, est une réaction acide-base.

b Classification

| | | |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Type I : | Ciments de scellement | |
| Type II : | Biomatériaux d'obturation : | |
| | ▪ Esthétiques | |
| | ▪ Renforcés | |
| Type III : | Liniers et bases de protection | Type a : à prise classique |
| | | Type b : à prise photo |
| | | Type c : substitution dentinaire |
| Type IV : | Sealants | |

Tout d'abord, il faut séparer le verre-ionomère et le ciment verre ionomère. Ils se distinguent par leur réaction de prise et leurs propriétés :

- Le verre-ionomère est un matériaux dont la réaction de prise est une réaction acide base qui permet sa mise en place rapide,
- Le ciment verre ionomère est un matériau dont la réaction de prise est une réaction de neutralisation entre un verre « acido décomposable » et un acide hydrophile. Il existe deux sous groupes de ciments verre ionomère : les CVI polyalkenoates et les CVI polyphosphonates.

c Composition

- **Le liquide : solution polyacide**

- 54 % eau

C'est le milieu de réaction. De plus, il hydrate la matrice afin d'accroître la résistance du matériau

- 37 % acide acrylique et maléique (acides alkéloiques)

C'est une solution aqueuse d'acides polyacryliques qui a tendance à se gélifier en raison des liaisons hydrogènes formées entre les chaînes. Le mélange des acides : acrylique, maléique et itaconique, engendre la formation des copolymères dont la configuration limite la gélification.

L'acide maléique possède deux fois plus de groupements carboxylates, il est donc plus réactif et nécessite moins de verres réactifs.

- 9 % acide Tartrique :

Il permet d'améliorer la manipulation en prolongeant le temps de travail et en augmentant la vitesse de prise. Il favorise la translucidité du matériau.

- **La poudre**

Elle est à base de verres décomposés par les acides. L'aluminium pénètre dans le réseau de Silicates, le mélange devient alors basique et donc attaquable par les ions hydrogènes des acides. Elle se compose de frites d'alumine (17 %) et silice (29 %) passées dans flux d'ions fluorure, calcium, sodium, aluminium et phosphate. Elle est ensuite broyée en particules de 50 µm.

Il existe maintenant deux grandes classes de CVI en fonction de leur composition minérale :

| | A | B |
|--------------------------------|-----|-----|
| SiO ₂ | 41% | 35% |
| Al ₂ O ₃ | 28% | 25% |
| CaF ₂ | 16% | 25% |
| AlF ₃ | 1% | 2% |
| NaF | 10% | 3% |
| AlPO ₄ | 4% | 10% |

Tableau 22 : Composition des ciments verre-ionomères de type A et B.

La polymérisation se fait lors d'une réaction acido-basique. L'adhésion est obtenue seulement par un échange d'ion lors du mélange.

La teneur en eau du mélange, pas trop sec ni trop mouillé, est très importante.

d Propriétés mécaniques :

| Propriétés mécaniques | CVI |
|-----------------------------|---------------|
| Résistance à la compression | 100 à 160 MPa |
| Résistance à la traction | 15 à 20 MPa |
| Résistance à la flexion | 20 à 30 MPa |
| Module d'élasticité | 8 à 13 GPa |

Tableau 23 : propriétés mécaniques de CVI.

De plus le temps de travail est d'environ 4 à 5 min.

A la fin des années 80, un grand progrès a été réalisé au niveau de ce matériau grâce à l'adjonction de résines principalement HEMA. Ces ciments verres ionomères modifiés ou hydrides ajoutent une réaction de photopolymérisation qui augmente le nombre de liaisons croisées. On obtient une manipulation plus facile ainsi que de meilleures propriétés mécaniques et une forte adhésion (11 MPa sur la dentine).

e Propriétés physico chimiques

○ Biodégradabilité :

▪ Dégradation hydrique :

L'hydratation précoce lors du mélange poudre-liquide, détériore le matériau. L'absorption d'eau à ce stade est très nocive, elle diminue considérablement les propriétés esthétiques et mécaniques.

L'hydratation secondaire est d'environ 2 % et la majeure partie est absorbée en 24 heures. C'est un des facteurs expliquant la dégradation des restaurations en verre-ionomère dans le temps ainsi que la diminution de leur propriété mécanique.

▪ Dégradation acide :

Les verre-ionomères présentent une solubilité importante en milieu acide.

○ Biocompatibilité

▪ Pulpaire

Même si l'acidité initiale mais temporaire (7 à 8 heures) du mélange poudre-liquide, peut être agressive envers l'organe pulpaire, les ciments verre-ionomères semblent présenter une meilleure biocompatibilité que les ciments phosphate de zinc. La qualité du dosage, de la technique de malaxage et de la conservation d'une certaine humidité dentinaire permet de réduire les intolérances pulpaires.

▪ Parodontale

La biocompatibilité des verres-ionomères avec la sphère parodontale dépend de l'état de surface du matériau après réaction de prise. Il est donc important de limiter la dégradation hydrique précoce, en utilisant des techniques de protection ou en ajoutant un agent de liaison.

○ Étanchéité

L'adhésion des verre-ionomères est possible car ils peuvent réagir avec les surfaces dentaires. La contraction de prise de 2 % est compensée par l'extension secondaire due à l'absorption hydrique secondaire. L'étanchéité cervicale est obtenue même en absence d'email.

- Libération de fluor :

| Temps | F libéré en mg/g ciment |
|-------------|-------------------------|
| 1 jour | 0.75 |
| 1 semaine | 1.22 |
| 2 semaines | 0.22 |
| 5 semaines | 0.14 |
| 13 semaines | 0.08 |

Tableau 24 : taux de libération de Fluor en fonction du temps (149).

f Avantages

- Le relargage de Fluor est une de propriété principale des CIV (157).
- Les CIV permettent le renforcement de l'émail des dents adjacentes donc diminue le risque d'atteinte carieuse.
- Sa capacité d'adhésion à la dentine et à l'émail grâce à un échange ionique sans l'intermédiaire d'un système adhésif.
- Malgré un taux usure important, le risque de caries proximales ou de reprises de caries est réduit.
- Indications principales :
 - les cavités de classe V et les myolyses (157),
 - fond de cavité,
 - Particulièrement utilisé chez les enfants et les personnes âgées dépendantes pour ces propriétés.

g Inconvénients

- Le temps de travail est court et le temps de prise plutôt long,
- Ces sont des matériaux fragiles et peu résistants. Il peut difficilement résister aux forces occlusales.

Leur utilisation est réduite aux zones de contraintes limitées :

- puits et fissures,
- lésions cervicales,
- proximales antérieures :
- Il existe des risques de fractures et micro fuites.
- La rétention est limitée.

Actuellement, il existe une continuité entre les différents matériaux adhésifs : CVI et composites. Des matériaux intermédiaires ont été mis au point afin d'associer certaines de leurs qualités. Un matériau proche du pôle CVI présentera une moindre rétraction lors du durcissement, une réserve de fluor mobilisable importante et une adhérence spontanée sans interposition d'adhésif dentinaire. A l'opposé, un matériau plus proche du pôle composite présentera une rétraction lors de la polymérisation, une réserve de fluor mobilisable moins importante et une adhérence nécessitant un traitement de surface et l'interposition d'adhésif dentinaire.

3 Matériaux intermédiaires et techniques « sandwich »

a Matériaux intermédiaires

- **compomères :**

Le terme compomère est l'acronyme de composite et verre ionomère. C'est un composite modifié. Sa composition de base est classiquement proche des résines composites. La modification de la résine est réalisée par adjonction de monomères spécifiques. Des groupements carboxyles sont greffés aux groupements méthacrylates. On parle alors de binomères qui sont capables de réagir doublement :

- une réaction de polymérisation comme les résines composite.

Cette réaction est stimulée en premier juste après la mise en place du matériau, par une lampe à photopolymériser.

- une réaction acide base comme les verres ionomères.

Le matériau est en suite hydraté au contact de la salive et la réaction acide base peut s'enclencher. Le compomère ne possède aucune propriété adhésive intrinsèque. Il est indispensable de recourir à un adhésif.

| Propriétés | Compomère |
|-----------------------------|---------------|
| Résistance à la compression | 200 à 300 MPa |
| Module d'élasticité | 10-14 GPa |

Tableau 25 : Propriétés mécaniques des compomères (9).

Les propriétés sont quasi similaires aux résines composites cependant le polissage est un peu moins bon et l'usure est plus importante. L'absorption de l'eau permet d'obtenir une expansion favorisant l'étanchéité mais elle est associée à des colorations et à une diminution des propriétés (115).

La cytotoxicité des compomères reste identique au composite même s'il y a un léger relargage d'ions fluorés. La quantité de fluor libéré est très inférieure à celle émise par les verre-ionomères. La libération est maximale les premiers jours puis devient minime au bout d'une semaine. Cependant, ce matériau est capable d'absorber le fluor présent dans le dentifrice et la salive (9).

- **Les ciments verre-ionomères modifiés par addition de résine :
CVIMAR.**

Les CVIMAR ont une composition identique aux CVI traditionnels, seule l'incorporation des résines HEMA et des photoinitiateurs, diffère. Ce matériau doit être photopolymérisé (157).

D'après Yip et coll, (2001) ces matériaux possèdent une capacité d'adhésion propre, qui ne nécessite pas le recours à un adhésif. Leur étanchéité est importante.

| Propriétés mécaniques | CVIMAR |
|-----------------------------|------------|
| Résistance à la compression | 200 MPa |
| Résistance à la flexion | 27 MPa |
| Module d'élasticité | 9 à 12 GPa |

Tableau 26 : Propriétés mécaniques des CVIMAR (9).

CVIMAR présentent des propriétés mécaniques et optiques légèrement supérieures aux CVI traditionnels mais ils sont peu résistants à cause de la tendance à l'usure de la résine matricielle (115).

Ils se présentent comme un matériau intéressant pour les soins prodigués sur des enfants (157).

b Techniques « sandwich » et stratification.

Les matériaux alternatifs tentent de potentialiser au maximum les avantages des matériaux classiques et d'en réduire les inconvénients. Les matériaux modernes peuvent être combinés pour palier aux inconvénients des uns et des autres. Le but de la stratification est de combiner les avantages en réduisant des inconvénients au minimum.

La polymérisation des composites en multicouches permet de réduire la contraction de prise mais elle est insuffisante pour palier à tous les inconvénients de ce type de matériau.

Le concept d'intervention à minima ne s'applique pas uniquement à des lésions de taille réduite ou modérée. Dans le cas de lésions avancées, il semble encore plus important de l'appliquer, en raison des risques encourus pendant ces préparations. Une obturation de gros volume entraîne une fragilisation des tissus résiduels.

Mc Lean et coll propose depuis longtemps le recours aux techniques dites « sandwich » basées sur un fond de cavité CVIMAR et un composite fluide. La face occlusale est recouverte par un composite micro-hybride.

La technique de stratification associe les avantages du composite et du CVI (115).

4 Les matériaux « SMART »

« Smart » est le terme proposé depuis 1989 pour désigner les biomatériaux dont les fonctions intelligentes relèvent de propriétés inhérentes à la structure du matériau (Tagaki T., 1990).

La recherche actuelle s'oriente vers la mise au point de nouveaux matériaux dits « intelligents ». Les propriétés recherchées sont :

- une utilisation rapide et facile.
- des propriétés inhibitrices des processus carieux.

Pour le moment, ce sont les verres alcalins qui sont considérés comme des matériaux « smart ». La bioactivité de ces matériaux démontrée in vivo, serait une grande avancée en odontologie conservatrice. Mais on ignore encore les propriétés mécaniques de ces matériaux donc leur durée de vie. Les laboratoires présentent ces matériaux comme très tolérant et facile à manipuler (94).

III.2.c De nouvelles classifications

1 L'évolution des concepts en odontologie conservatrice.

Depuis 1893, les principes de Black régissaient la pratique en odontologie conservatrice. La démarche thérapeutique suit le schéma suivant :

Symptôme → Cavité → Traitement chirurgical → Type d'obturation.

Le développement des concepts de prévention et d'adhésion ont créé un éventail de solutions différentes pour traiter un même type de lésion. Depuis quelques années, la confusion règne au niveau des traitements conservateurs, il semble indispensable de constituer un nouveau guide thérapeutique en odontologie conservatrice.

Le but de toute classification des lésions carieuses est de définir la conduite à tenir face à certaines lésions bien particulières et d'établir un plan de traitement. Il existe trois types de décision thérapeutique :

- La lésion nécessite un traitement chimique basé sur les phénomènes de reminéralisation.
- La lésion nécessite un traitement restaurateur mécanique ou à l'aide de nouvelles techniques alternatives.
- La lésion carieuse est douteuse et le choix du traitement doit prendre en compte d'autres facteurs (26).

Le choix thérapeutique dépend des désirs du patient, de la situation pathologique puis ensuite des matériaux et techniques disponibles. Jusqu'ici, les praticiens se basaient sur les propriétés spécifiques des matériaux mais la multiplication ainsi que le manque de standardisation des nouveaux matériaux, rendent ce critère de choix inapproprié.

La deuxième alternative qui repose sur la situation clinique, semble être plus adaptée malgré le manque de spécificité des moyens diagnostiques actuels. Cependant, l'amélioration des techniques diagnostiques et la volonté de traiter précocement les lésions carieuses, permettent un meilleur diagnostic des lésions primaires et secondaires (26).

En effet, la carie, en tant que maladie infectieuse, peut être prise en charge par un traitement précoce non invasif s'inscrivant dans un protocole de prophylaxie individualisée. Il s'agit d'adapter des mesures préventives en fonction du risque carieux spécifique de chaque patient afin de prévenir de la formation de caries primaires ou de récurrences mais aussi de réduire les conséquences nocives de l'activité carieuse. A ce niveau de réflexion, deux groupes de lésions se sont distingués :

- lésions qui nécessitent uniquement des soins préventifs
- lésions qui nécessitent des soins opératoires et préventifs.

La mise en place d'une restauration ne commence que si la carie atteint la dentine. C'est en 1984 que Porte développe de nouvelles cavités de type adhésives et que Simonsen décrit la mise en place de sealant. Cette évolution adhésive de l'odontologie conservatrice a impliqué l'abandon des principes de Black et la mise en place de nouveaux concepts thérapeutiques.

2 Les cavités adhésives

Les cavités adhésives sont de cavités classiques réduites et qui ne présentent pas d'extension prophylactique (130). De plus, certaines nouvelles formes de cavités comme les cavités en galerie ou tunnel, ont été développées principalement au niveau proximal afin d'éviter au maximum l'effondrement de la crête marginale.

a Cavités en Galerie

Ce type de cavité a pour but de traiter les lésions proximales sans entraîner l'affaissement de la crête marginale. Il n'est applicable que si la face occlusale est indemne de carie. Le point de départ est vestibulaire ou lingual sous le point de contact et la préparation est limitée à la face proximale (figure 18).

Il est difficile de ne pas endommager la dent adjacente lors de la réalisation de ce type de cavité (93).

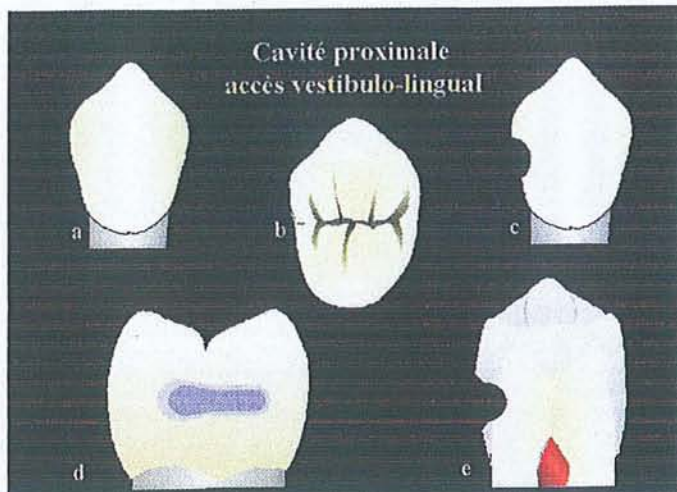


Figure 18 : Descriptif d'une cavité en galerie (93).

b La tunnélisation

• Principes

Le premier à avoir décrit les préparations de type tunnel est Jinks en 1963. Cette technique préservant la crête marginale, est considérée comme une approche plus conservatrice de la lésion (131). En 1984, Knight et Hunt ont approfondi le principe de la préparation de type tunnel et ils considèrent cette technique comme une méthode de mise en forme à minima des petites lésions proximales (173, 174).

On décrit trois formes différentes de préparation (tableau 28) :

- interne,
- partielle,
- ouverte (figure 19).

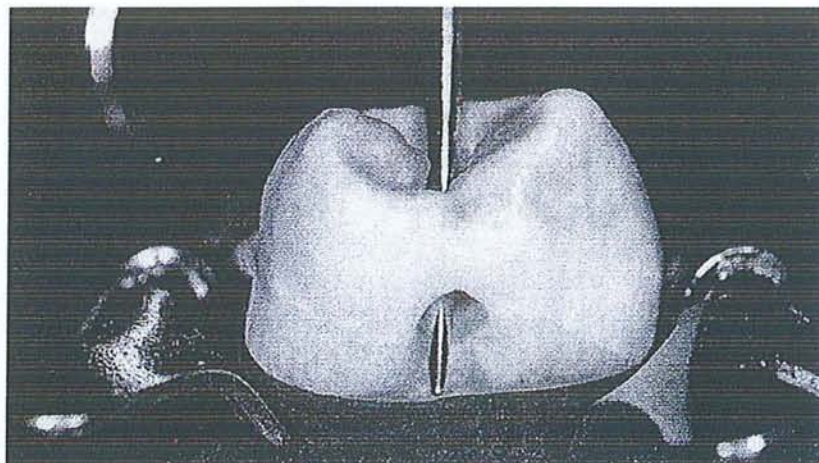


Figure 19 : Préparation tunnel ouverte (173).

Le point de départ est une ouverture occlusale au niveau de la fosse adjacente à la crête marginale. Le point d'impact occlusal est situé à 2 mm de la crête. Cette distance doit empêcher une fragilisation trop importante de la crête afin de réduire le risque de fracture. Puis, l'élimination du tissu carieux se poursuit en profondeur à partir de cette petite ouverture.

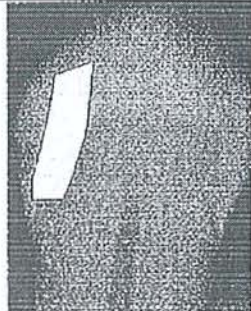
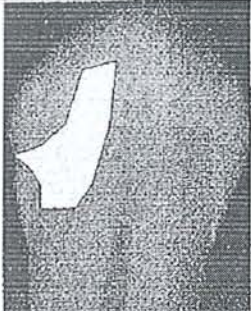

| | Caractéristiques de la préparation | Traitement prophylactique associé | |
|-----------|---|---|---|
| interne | Pas de formation de cavité par une lésion proximale. | Nécessaire pour reminéraliser l'émail proximal. |  |
| partielle | Email proximal partiellement éliminé. | Encore nécessaire. |  |
| ouverte | Email proximal éliminé : perforation de la face proximale sous le point de contact. | |  |

Tableau 27 : Les différentes formes de préparation de type tunnel (173).

La plupart des auteurs (160) recommandent l'utilisation de ciments verre-ionomères comme matériau de restauration car ils :

- sont faciles à appliquer,
- sont radio-opaques,
- adhèrent chimiquement à la dentine,
- relarguent des ions fluorures,
- possèdent une élasticité qui permet d'absorber les contraintes donc qui stabilise la crête marginale.

- **Avantages :**

- Préservation de la crête marginale et de la zone de contact,
- Diminution des atteintes iatrogènes de dents adjacentes,
- Cavités de faible diamètre,
- Préparations favorable aux techniques de restauration adhésive

(93, 131, 163, 173).

- **Inconvénients :**

- Difficulté de vision,
- Risque d'élimination partielle du tissu carieux,
- Risque de fracture de la crête marginale,
- Risque d'effraction de la corne pulpaire (125, 131, 173).

- **Les échecs :**

Strand et coll ont montré que 57 % des obturations de type tunnel étaient un succès. La cause principale d'échec est la récurrence carieuse, deux fois plus fréquente que les fractures marginales. Logiquement, les patients à risque carieux élevé présentaient un taux d'échec plus important. Des études ont montré que le risque de fracture marginale dépendait plus de la distance entre la préparation et la crête que de l'extension carieuse. La dent n'est pas fragilisée si la préparation est située au minimum à 2 mm de la crête (159).

Les causes d'échecs sont :

- les fractures marginales,
- la cavitation de l'émail externe en cas de tunnélisation partielle,
- les caries secondaires (163).

Les études menées à ce propos, ne sont que peu représentatives à cause d'échantillons limités. Cependant, certaines observations sont importantes :

- une phase d'apprentissage est nécessaire afin d'éliminer tout le tissu carieux.
- le risque d'échec des préparations internes est plus important que les préparations ouvertes (163).

Ce type de restauration reste difficile à réaliser. Strand et coll. ont remarqué que dans tous les cas, 17 % des préparations partielles présentent une éviction carieuse incomplète. Le tissu carieux résiduel se situe principalement à la jonction amélo-dentinaire au niveau proximal. Par contre, au niveau de la paroi pulpaire, l'éviction est totale (125, 158, 160, 173).

3 Les premières propositions de nouvelle classification

En 1992, Axellsson propose le CCITN: Community Caries Index of Treatment Needs. Cette classification est liée au besoin de soins et à la décision thérapeutique et préventive. Elle est très influencée par la démarche préventive des Scandinaves, n'a été que peu suivie.

En 1995, Pitts et Longbottom ont introduit une classification sans codage des lésions afin simplement de distinguer :

- NCA lesions: No Care Advised Lesions,
- PCA lesions : Preventive Care Advised Lesions,
- OCA lesions : Opérative Care Advised Lesions (figure 20).

Dental Caries Diagnosis

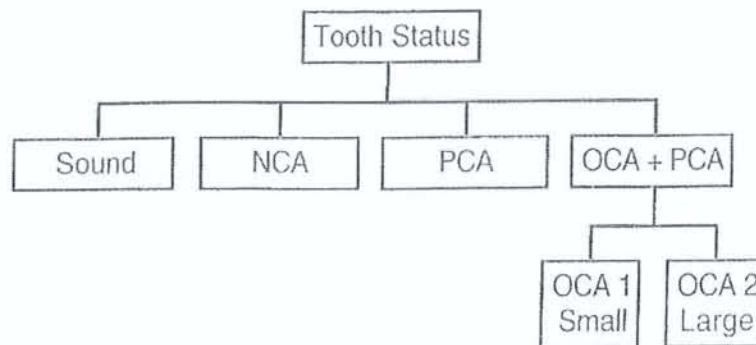


Figure 20 : Classification selon Pitts et Longbottom (47, 84, 136).

Mais cette pseudo classification a été mise à l'écart peu de temps après sa mise au point avec l'apparition de la classification de Mount et Hume (26).

4 La classification de Mount et Hume

Le but recherché par Mount et Hume est d'établir une nouvelle classification permettant ;

- ✓ «de tirer le meilleur profit du potentiel de cicatrisation intrinsèque de l'émail et de la dentine ».
- ✓ de déterminer l'étendue et la complexité d'une cavité selon une approche conservatrice des structures dentaires.
- ✓ Un archivage et une transmission facile des soins réalisés à un confrère (113).

Mount et Hume insistent sur le rôle important du fluor dans la reminéralisation des tissus. En effet, c'est grâce à la compréhension de ces mécanismes que l'on a vu évoluer les pratiques en odontologie conservatrice.

Ils considèrent que les préparations peuvent être limitées afin de permettre la cicatrisation des tissus reminéralisables par un traitement au fluor. L'intérêt est l'augmentation de la longévité des obturations plastiques et le retard du renouvellement de celles-ci.

La nouvelle classification a pour but de simplifier l'identification des lésions et de définir leur complexité au fur et à mesure de leur évolution. Cependant, elle ne tient compte que des lésions déjà avancées nécessitant une intervention chirurgicale (26, 31, 113, 116, 130, 151, 161).

a La classification

Cette classification se base sur trois sites principaux de rétention de plaque dentaire et donc de formation de lésions carieuses. Ces sites concordent avec la classification de Black :

- Site 1 ↔ Classe 1.

Toute lésion ayant comme origine les puits et fissures ou autres défauts d'une surface lisse de l'émail de la couronne.

- Site 2 ↔ Classe 2, 3, 4.

Toute lésion associée au point de contact.

- Site 3 ↔ Classe 5.

Toute lésion ayant comme origine la zone marginale (26, 31, 47, 113, 130).

Puis elle évalue l'étendue de la lésion (4 stades) :

- Taille 1 : Minimale.

La dentine n'est concernée qu'à minima mais le recours uniquement à un traitement par reminéralisation est devenu impossible.

- Taille 2 : Modérée

La dentine est concernée modérément et après préparation, il n'y a pas de risque de fracture des tissus dentaires résiduels et l'obturation est bien soutenue.

- Taille 3 : Volumineuse.

La substance dentaire résiduelle est fragile, la cavité doit être élargie pour que la restauration assure le soutien et la protection des structures résiduelles.

- Taille 4 Très volumineuse :

La progression carieuse et la perte de structure sont déjà importantes (26, 31, 47, 113, 130).

La classe d'une lésion carieuse est définie en fonction de ces critères comme décrit dans le tableau 28.

| <div>Tailles</div> <div>Sites</div> | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----------|---------|-------------|------------------|
| | minimale | modérée | Volumineuse | Très volumineuse |
| 1 puits et sillons de la face occlusale des dents postérieures. puits cingulaires des dents antérieures. | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| 2 surfaces de contact. | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
| 3 tiers cervical de la couronne. surfaces radiculaires exposée par des récessions. | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 |

Tableau 28 : Système de classification des lésions selon Mount et Hume (26, 113).

Les cavités de taille 1 sont forcément des nouvelles lésions, jamais traitées. Une obturation de type adhésive est idéale. Pour les cavités de tailles 2, 3 et 4, elles sont soit des caries primaires ayant progressées rapidement entre deux contrôles chez le dentiste soit des échecs d'anciennes obturations devant être remplacées. Il est évident que plus la cavité est volumineuse plus la réalisation de l'obturation est complexe, le choix du matériau dépend de la résistance à la flexion, à la fracture et à l'abrasion.

Pour les résines composites, il faut prendre en compte leur contraction de prise et leur faible résistance à l'usure autant que la présence ou non d'émail bien soutenu qui favoriserait le collage. Le seul défaut de l'amalgame est son manque d'esthétique. Il s'adapte à toutes sortes de cavités grâce à ces propriétés mécaniques excellentes. En ce qui concerne les ciments verre-ionomères, l'adhésion avec les tissus et le rendu esthétiques sont bons mais ils sont très peu résistants à la fracture.

b Formes et principes de préparation de la cavité.

Il faut bien comprendre que la réalisation d'une première obturation ne se gère pas de la même manière que le remplacement d'une ancienne. Lorsqu'un contour de cavité a déjà été réalisé, la cavité de renouvellement sera plus étendue que dans l'idéal. Pour des caries actives primitives, la préparation doit être la moins délabrante possible afin de favoriser la reminéralisation des tissus.

Les limites de la cavité ne doivent être étendues que jusqu'aux surfaces lisses capables de se reminéraliser. Le concept d' « extension prophylactique » est abandonné. Avant tout, il faut bien prendre en compte les limites de propriétés physiques des tissus résiduels et des différents matériaux d'obturation utilisables. Les petites cavités seront bien soutenues par des restaurations adhésives efficaces. Mais plus le volume augmente, plus les tissus résiduels deviennent fragiles, il faut alors que le matériau d'obturation soit capable de soutenir et de protéger ces structures dentaires. L'architecture de la cavité doit être modifiée et le choix du matériau d'obturation est crucial.

Mount et Hume n'ont pas pris en compte la possibilité de traitement précoce non invasif. Leur classification ne considère que les lésions, dont la reminéralisation est devenue impossible. Or, en dentisterie moderne, les traitements prophylactiques font partie intégrante de l'odontologie conservatrice. C'est surtout le cas au niveau du site 3 pour lequel la reminéralisation est possible même en cas de lésions cavitaires réduites.

De plus, il n'y a pas de prise en compte du problème de conservation de la vitalité pulpaire (4). L'avantage majeur est de mettre en place un nouveau standard thérapeutique en fonction de la nature de la lésion et non en fonction du matériaux.

c Proposition de modification

Michel Blique (26) propose en 1999 une modification de cette classe afin d'intégrer le traitement chimique et médical de la lésion carieuse, donc de mieux répondre aux besoins des praticiens. Les sites restent identiques.

Quatre innovations sont introduites :

- Une taille 0.

Elle correspond au stade où la lésion est diagnostiquable et semble propice aux méthodes de reminéralisation.

- Un code de décision thérapeutique (DT).

Exemples : SF : sealant fluoré, CF : composite fluide, VF : vernis fluoré etc.

- Un code de localisation en cas de lésions multiples sur une même face.

Il utilise l'initiale de la direction : m : mésial, d : distal, o : occlusal, l : lingual, p : palatin, v : vestibulaire.

- Un code d'identification de la carie secondaire.

Lors du diagnostic d'une carie secondaire, le chiffre 2 est adjoint au code de décision thérapeutique.

Exemple : 44 : 2.2 CP2.m est une carie secondaire sous un amalgame occluso-mésial qui sera obturée avec un composite de taille modérée.

Grâce à ces améliorations, il est possible d'établir pour chaque patient une grille diagnostique et thérapeutique.

| N° dent | Occlusal | | | Vestibulaire | | | Distal | | | Palatin lingual | | | Mésial | | | date |
|------------|----------|----|---|--------------|----|---|--------|----|---|--------------------|----|---|--------|-----|---|------|
| | ST | DT | L | ST | DT | L | ST | DT | L | ST | DT | L | ST | DT | L | |
| 16 | 1.2 | CF | m | | | | 2.0 | VF | | 1 | HF | | 2.0 | VF | | |
| 16 | 1.1 | SF | d | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1.1 | SF | | 3.0 | VF | | 2.0 | VF | | | | | | | | |
| 24 | 1.1 | SF | | | | | 2.0 | VF | d | | | | | | | |
| 25 | 1.2 | CF | M | 3.0 | VF | V | | | | | | | 2.0 | VF | m | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | 2.2 | CP2 | m | |

Tableau 29 : Exemple de grille de plan de traitement après modification de la classification de Mount et Hume (26).

L'établissement de ce genre classification permet au chirurgien dentiste :

- de justifier ces choix thérapeutiques,
- d'expliquer au patient ces choix,
- de suivre l'évolution du traitement,
- de mieux comprendre l'impact des différents traitements,
- d'établir une communication simple entre praticiens,
- de faciliter le suivi dans le temps.

La classification modifiée semble mieux répondre aux besoins créés par l'évolution de la microdentisterie (26).

5 Le concept SiSta

SiSta est l'acronyme de Sites et Stades. Il répond aux nouveaux principes de dentisterie préventive et adhésive. Il détermine les lésions carieuses par deux critères : le site et le stade évolutif de la lésion. L'originalité est l'introduction pour chaque stade d'un stade initial qui correspond à une lésion diagnostiquée mais nécessitant un traitement non invasif (13, 93).

a La classification

Cette classification reste proche de la classification de Mount et Hume. Elle permet d'établir la cartographie des lésions dentaires.

| Si /Sta | 0 lésion initiale | 1 microcavitation jusqu'au 1/3 externe de la dentine | 2 lésion de taille moyenne jusqu'au 2/3 externe de la dentine | 3 lésion de taille importante jusqu'au 1/3 profond de la dentine | 4 lésion atteignant la zone parapulpaire |
|---------------------------------|-------------------------|--|--|--|--|
| 1 : lésion occlusale | 1-0 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 |
| 2 : lésion proximale | 2-0 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 |
| 3 : lésion cervicale | 3-0 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 |

Tableau 30 : Classification des lésions selon le concept SiSta (93).

A chaque code, il est possible d'associer des signes cliniques décrits dans le tableau ci-dessous..

| Si/Sta | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|--|---|---|--|---|
| 1 | Tache blanche opaque de déminéralisation. | Opacité ou coloration de surface associées à des microcavitations. | Cavité de l'émail et/ou coloration grisâtre due à la présence de dentine ramollie sous jacente. | Cavité franche de l'émail associée à une coloration grisâtre sans perte cuspidienne ou effondrement de la crête marginale. | Cavité large avec dentine exposée et destruction de cuspide ou de la crête marginale. |
| 2 | Altération de la translucidité de l'émail. | Opacité ou coloration de l'émail proximal associées à des microcavitations. | Cavité de l'émail au niveau de la surface de contact et/ou coloration grisâtre qui peu être accompagnée d'un fissure de la crête marginale. | Cavité franche de l'émail proximal si la crête est effondrée. Présence d'un cerne grisâtre due à l'extension de la dentine ramollie sous jacente. | Cavité franche avec effondrement de la crête marginale et destruction des cuspides associées. |
| 3 | Absence de cavitation. | Cavitation superficielle associée à des colorations visible sans séchage. | Cavitation de l'émail limitée à une seule face. | Cavitation franche mettant à nu l'a dentine cariée. | Carie étendue à tout le pourtour radiculaire avec risque de fracture. |

Tableau 31 : Descriptif des signes cliniques associés aux codes SiSta (93).

En fonction des lésions mises en évidence par le tableau 31, il est possible de se référer à un guide de pratique.

b Guide thérapeutique

Le concept SiSta est un réel guide thérapeutique car à chaque lésion codifiée correspond à un traitement spécifique. Le traitement dépend du stade évolutif. De plus, on prend en compte l'importance du rapport matériau /dent (Tableau 32). La santé pulpaire n'est pas prise en compte on considère toujours que la dent est conservable.

| <u>Stades évolutifs</u> | <u>Diagnostic clinique</u> | <u>Indications thérapeutiques</u> | <u>Rapport matériau/dent</u> |
|-------------------------|--|--|------------------------------|
| 0 | Lésion initiale sans cavitation strictement amélaire ou atteignant la jonction amélo-dentinaire. | Thérapeutique non invasive de reminéralisation et/ou passivation suivi par monitoring afin d'évaluer l'évolution de la lésion. | 0/5 |
| 1 | Lésion avec micro cavitations de surface ayant progressée jusqu'au 1/3 externe de la dentine. | Préparation cavitaire ultraconservatrice en vue d'une obturation adhésive injectée, associée à un traitement prophylactique des surfaces adjacentes à la restauration. | 1/5 |
| 2 | Lésion cavitaire modérée ayant progressée jusqu'au 1/3 médian de la dentine sans affaiblir les cuspides. | Préparation cavitaire adhésive conservatrice, ménageant les structures affectées en vue d'une restauration collée. | 2/5 |
| 3 | Lésion cavitaire étendue ayant progressée jusqu'au 1/3 profond de la dentine au point de fragiliser les cuspides. | Préparation cavitaire adhésive en vue d'une restauration collée, directe ou indirecte, préservant et renforçant les structures dentaires résiduelles affaiblies. | 3/5 |
| 4 | Lésion atteignant les zones dentinaires parapulpaires et ayant progressé au point de détruire une partie des cuspides. | Préparation cavitaire adhésive en vue d'une restauration indirecte, protégeant par recouvrement des structures dentaires résiduelles affaiblies . | 4/5 |

Tableau 32 : Facteurs de diagnostics et indications thérapeutiques en fonction du stade évolutif des lésions (93).

Aux stades 1 et 2, la perte de substance peut être comblée à l'aide d'une restauration directe alors qu'à partir des stades 3 et 4, il semble que la restauration indirecte soit préférable. Le stade 3 autorise le recours à deux méthodes : l'instrumentation rotative complétée par les nouveaux outils tels que l'air abrasion et la sono abrasion.

III.2.d Etude des pratiques des chirurgiens dentistes français

En juin 2002, un échantillon représentatif de 2003 chirurgiens dentistes a reçu un questionnaire concernant leur pratique en odontologie conservatrice. 41,1 % ont répondu. Des schémas présentaient différents stades d'évolution de lésions carieuses proximales et occlusales chez un patient de 20 ans, avec un suivi dentaire annuel, avec une activité carieuse faible et une bonne hygiène.

○ Questions :

- ✓ A partir de quel stade, pensez vous que la lésion nécessite un traitement restaurateur immédiat. ?

On observe deux types de lésions : occlusales et proximales (Tableau 33 et 34).

- ✓ Quelle technique opératoire choisiriez vous pour la plus petite lésion à restaurer ?
- ✓ Quel matériaux choisiriez vous pour la plus petite lésion à restaurer ?






|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| Stade 1 | Stade 2 | Stade 3 | Stade 4 | Stade 5 |
| Lésion non cavitaire caractérisée par une discoloration blanche ou brune de l'émail sans aucun signe radiologique. | Perte de substance minime avec rupture de la surface amélaire ou discolorations amélaire grise/opaque au niveau des sillons et/ou lésion carieuse limitée à l'émail. | Perte de substance modérée ; lésion carieuse détectable à la radiographie dans le 1/3 externe de la dentine. | Perte de substance majeure ; lésion carieuse détectable à la radiographie dans le 1/3 moyen de la dentine. | Perte de substance majeure ; lésion carieuse détectable à la radiographie dans le 1/3 interne de la dentine. |

Tableau 33: descriptif des stades d'évolution de lésions occlusales (50).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Ne dépasse pas la moitié externe de l'émail. | Entre la moitié et 2/3 externes de l'émail. | Jusqu'à la jonction amélo-dentinaire. | Dans le 1/3 externe de la dentine. | Ne dépasse pas les 2/3 externes de la dentine. | Dans le 1/3 interne de la dentine. |

Tableau 34 : Descriptif des stades d'évolution de lésions proximales (50).

Le traitement statistique a essayé de mettre en relation plusieurs facteurs :

- ✓ âge,
- ✓ sexe,
- ✓ faculté d'origine,
- ✓ participation à des cours de formation continue en odontologie conservatrice dans les 5 ans.

○ Résultats :

Tout d'abord, il est intéressant de voir à partir de quel stade les chirurgiens dentistes ont recours à une dentisterie de type opératoire (Tableau 35). La tendance générale est au traitement chirurgical précoce des lésions.







| | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|
| Stades d'évolutions des lésions proximales |  |  |  |  |  |  |
| % de répondants | 20% | 56% | 88% | 99% | 99.95% | 100% |
| 786 répondants | | | | | | |

Tableau 35 : Mise en évidence du stade d'évolution critique de recours à la dentisterie opératoire chez les chirurgien dentiste français (50).

Nous avons regroupé les résultats concernant la manière de traiter les lésions dans le tableau 36.

| | Caries proximales | | Caries occlusale | |
|--------------------------------|---|-------|------------------------------------|-------|
| Stade de première intervention | Lésion limitée à l'émail. | 56% | Lésion de l'émail. | 49,8% |
| | Lésion qui atteint la jonction Amélodentinaire. | 32% | Attente d'une atteinte dentinaire. | 50,2% |
| | Lésion dentinaire ; | 12% | | |
| Technique opératoire | « Saucer shaped ». | 54,7% | Limité à la lésion carieuse. | 61,2% |
| | Tunnel. | 33,3% | Extension prophylactique. | 36% |
| | Classe 2 traditionnelle. | 12% | | |
| Matériaux utilisés | Composite avec ou sans verre ionomère. | 65,4% | Composite. | 75.9% |
| | Amalgame. | 20,5% | Amalgame. | 17,1% |
| | Ciment verre ionomère. | 10,7% | Ciment verre ionomère. | 7% |

Tableau 36 : Récapitulatif des résultats de l'étude (50).

Si on compare avec des études identiques menées dans d'autres pays européens, on remarque que la philosophie de traitement dépend du patient ainsi que du contexte pratique. En France, moins de 5 % des dentistes français ne travaillent pas en activité libérale. De plus, la cotation des actes de la nomenclature ainsi que le mode de remboursement des patients, jouent aussi leur rôle. En effet, les soins restaurateurs sont actuellement sous évalués et les soins préventifs ne sont pas remboursés sauf les sealants. La plupart des dentistes de France attendent que la carie progresse jusqu'à la dentine pour intervenir. Le choix de la restauration dépend plus d'un choix du praticien que de l'état de santé bucco-dentaire du patient. Le contexte économique induit des traitements non conformes aux idées modernes de l'odontologie conservatrice et en désaccord avec les intérêts du patient. Une réévaluation des honoraires des soins entraînerait probablement des traitements plus adaptés à la maladie carieuse et pas seulement à la réparation de ses séquelles (49, 50).

IV

L'air

abrasion

IV.1 Place dans la microdentisterie

L'instrument d'excavation idéal doit permettre de satisfaire le praticien comme le patient. Il doit remplir les conditions suivantes :

- ✓ être confortable et d'utilisation facile,
- ✓ avoir la capacité de distinguer et d'éliminer uniquement les tissus lésés,
- ✓ être silencieux et indolore,
- ✓ nécessiter une pression minimale lors de l'utilisation,
- ✓ ne pas générer de vibrations ni d'échauffement,
- ✓ être abordable au niveau coût et d'entretien facile.

Aucune méthode actuellement sur le marché, ne remplit tous ces critères (16, 122).

Les progrès réalisés dans la fiabilité de la rotation, dans la mise au point des matériaux abrasifs, la miniaturisation des fraises et le recours à un spray de refroidissement, ont permis l'avènement de l'instrumentation rotative qui a été pendant longtemps le seul dispositif simple, fiable et de haute précision pour préparer des cavités en odontologie conservatrice. Si cette technologie permet la réalisation de traitements de toutes les lésions, certains problèmes subsistent en raison de :

- la difficulté de maîtrise gestuelle de l'opérateur,
- l'usure rapide des fraises,
- la difficulté de préparer correctement les faces proximales (150).

La mise en place d'une technologie alternative a pour but de pallier aux principaux inconvénients de l'instrumentation rotative comme :

- les douleurs,
- les difficultés d'élimination sélective des tissus,
- la nécessité de recourir à une anesthésie locale (176),
- les vibrations, le bruit, la pression et la chaleur.

Le développement de la dentisterie adhésive implique l'utilisation de techniques de préparations adhésives, caractérisées par des cavités de formes arrondies sans extension et dont l'état de surface facilite le collage. Pour ce faire, les limites de cavités doivent appartenir à l'émail.

La méthode consiste :

- à un accès à la lésion réduit,
- à une élimination de la dentine sans toucher l'émail non soutenu,
- à la réalisation d'un biseau périphérique de l'émail.

Or dans ce nouveau contexte, l'instrumentation rotative trouve de nouvelles limites :

- création de dommages collatéraux sur les dents adjacentes,
- impossibilité de réaliser une bonne finition des bords proximaux (150),
- élimination sélective des tissus difficile voir impossible.

Pour pallier à ces défauts, les recherches se sont orientées sur la mise point de techniques alternatives à l'instrumentation rotative. Les techniques développées reposent chacune sur des principes différents, ce qui permet de les classifier en plusieurs catégories présentées dans le tableau suivant.

| Catégorie | Techniques |
|---------------------------|--|
| Mécanique et rotative | Instruments rotatifs : contre angle et turbine |
| Mécanique et non rotative | Excavateurs, Air polishing, |
| Oscillatoire | ultrasons, Sono-abrasion |
| Cinétique | Air abrasion |
| Chémo-mécanique | Caridex®, Carisolv®, Enzymes |
| Photo-ablation | lasers |

Tableau 37 : Classification des différentes techniques d'élimination des tissus dentaires (158).

Dans ce chapitre, nous allons décrire différentes technologies alternatives puis nous nous pencherons plus particulièrement sur l'air abrasion.

IV.1.a Les systèmes oscillatoires

Les systèmes soniques ont vu le jour afin de pallier aux limites d'action de l'instrumentation rotative surtout lors de la préparation de cavités proximales. Les fraises étant totalement recouvertes d'une couche régulière diamantée, l'utilisation de l'instrumentation rotative induit inévitablement des lésions iatrogènes (80 % des cas) sur les dents adjacentes lors de la préparation de ces cavités proximales (174).

Le but de la technique de micro-oscillation est de supprimer ces dommages à l'aide d'inserts asymétriquement diamantés (16, 83).

En 1986, Lussi et coll. proposent un système de préparation reposant sur des limes diamantées (15 µm) flexibles, activées par un mouvement de va et vient à amplitude réduite (Cavishape® et tête Kavo EVA®). Ces applications principales concernent les minis préparations proximales (93, 131).

Cette technique a été à l'origine du développement de systèmes à fréquence :

- sonore par Unterbrink et Hugo (préparations micro et Approx®)
- ultrasonore dans un second temps (Piezon® Cavity Systeme d'EMS et Siplus approximal® par Komet) (101).

Le principe général reste le même pour ces deux types de fréquence : créer un mouvement oscillatoire localisé et non rotatif homothétique grâce à des inserts diamantés caractérisés par des formes, tailles et faces travaillantes différentes. La face de l'insert en regard de la dent adjacente est polie donc non abrasive ce qui permet la réalisation non iatrogène de micro-cavités proximales avec une bonne finition des bords. Les inserts sont très fins et permettent un bon contrôle visuel lors de la préparation. Ils sont donc bien adaptés pour toutes préparations micro invasives (150, 151, 174).

C'est la pièce à main qui détermine la puissance du système :

- sonique de fréquence 6000 Hz,
- subsonique de fréquence comprise entre 12 000 à 15 000 Hz,
- ultrasonique de fréquence comprise entre 25 000 à 45 000 Hz (99).

1 Sonoabrasion

a Principes

Un système de sono abrasion repose sur :

- Une pièce à main spécifique avec un raccord pour turbine. (soniflex 2 000 Kavo) de fréquence 6 000 Hz
- Une gamme d'inserts de tailles et formes différentes dont la ou les faces travaillantes diamantées possèdent une granulométrie variable selon les systèmes.

La pression est contrôlée à la pédale. Pour réaliser les préparations, la pression doit être de l'ordre de 3,5 bars alors que pour les finitions des bords, elle doit être réduite. Il est nécessaire de s'entraîner à cette technique car l'opérateur ne doit pas exercer de pression manuelle lors de la préparation : lorsque le point d'impact a été choisi, il suffit de maintenir l'instrument dans l'axe de la préparation désirée sans pression, sinon les oscillations sont comme étouffées et l'insert n'est plus efficace. Un système de refroidissement par spray (20 à 30 ml/min) est nécessaire afin de protéger l'organe pulpaire contre l'échauffement et d'éliminer les débris générés lors de la préparation (82).

b Sonicsys micro® Kavo Vivadent

- **Descriptif :**

- Pièce à main Kavo Soniflex 2 000,
- Une gamme de 8 inserts

Dans cette gamme, on distingue deux groupes de quatre inserts, l'un destiné à l'instrumentation des faces mésiales et l'autre pour les faces distales. Dans chaque groupe, on retrouve :

- Deux inserts hémisphériques de taille différente (figure 21),
- Un insert demi-ovigo-cylindrique (figure 21),
- Un insert sphérique contre coudé (figure 22).

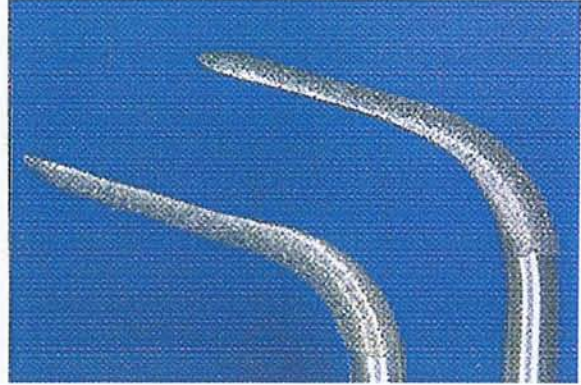
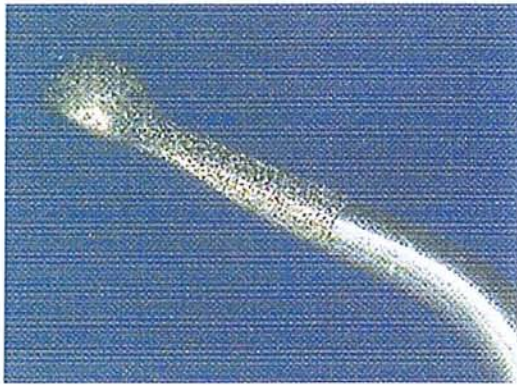


Figure 21 : inserts sonic micro® : à gauche forme hémisphérique, à droite forme cylindro-conique mésiale et distale (93).



Figure 22 : inserts sonic-prep angle pour préparations mésiales et distales (93).

- **Intérêts :**

Ces différents inserts permettent :

- de sélectionner la voie d'accès la plus adaptée afin de répondre aux concepts d'économie tissulaire.
- de mettre en forme une cavité de type adhésive notamment grâce à la capacité de réalisation de cavités en « tunnel ».
- de préparer des cavités proximales sans action iatrogène pour les dents adjacentes grâce aux parties non travaillantes des inserts (131, 174).

- **Applications et indications des différents inserts :**

Chaque insert est adapté à un type de préparation bien définie, présenté dans le tableau ci-dessous.

| Type d'insert | | Type de préparation |
|------------------|----------------------------|--|
| Kavo Sonicsys | Micro hemisphérique | Cavité avec conservation de la crête marginale : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès proximal direct, ▪ Accès proximal latéral, ▪ Vestibulaire ou Lingual direct. Cavité proximale à accès occlusal réduit en goutte. Lésion site 2 stade 1 SiSta. Finitions des bords pour cavité adhésive. |
| | Prep angle | Accès proximal direct avec conservation de la crête marginale. Cavité en tunnel à accès occlusal. Lésion site 2 stade 1 SiSta. |
| | Demi-oligo- cylindrique | Accès proximal latéral Vestibulaire ou Lingual direct avec conservation de la crête marginale. Cavité proximale à accès occlus réduit en goutte. Finitions des bords pour cavité adhésive. |
| | Approx | Boîtes proximales standardisées. |

Tableau 38 : Sonoabrasion : Indications spécifiques en fonction de l'insert (93).

Le système Sonicsys approx permet de réaliser des cavités standardisées pour la mise en place d'inlays préfabriqués. Il ne respecte donc pas les concepts d'économie tissulaire mais il peut être intéressant pour le remplacement d'anciennes obturations proximales défailantes.

- **Cas clinique :**

Utilisation du Sonic-prep angle pour une cavité proximale à accès direct avec conservation de la crête marginale (93).



Figure 23 : il existe un accès direct à la lésion. On observe la fêlure de la crête marginale.



Figure 24 : préparation à minima en protégeant un maximum de tissu sain et la crête marginale.

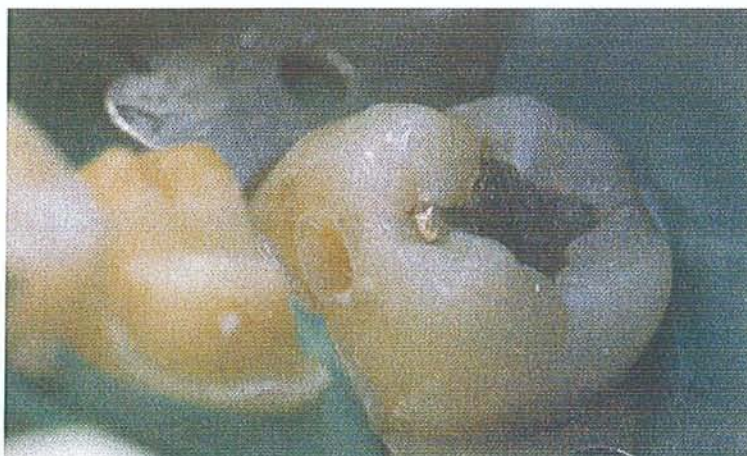


Figure 25 : Cavité achevée propice à la mise en place d'un composite.

2 Ultrasons

a Comparaison sonoabrasion et ultrasons

La seule différence réside en la puissance de la pièce à main.

Grâce à sa haute fréquence, l'ultrason est plus efficace que le système de sonoabrasion. Les ultrasons ont une amplitude d'oscillations constante même au contact des tissus durs. L'amplitude des instruments soniques diminue sous la pression, ce qui entraîne des difficultés de contrôle de la pièce à main et diminution de l'efficacité. De plus, les pièces à mains soniques ont besoin d'être montées sur la connexion de la turbine sur l'unit. Pour les ultrasons, c'est plus facile car il y existe des units de table (73, 91).

b Intérêts

La technique des ultrasons permet de respecter facilement les concepts d'économie tissulaire par :

- une accessibilité accrue aux lésions.

Il est possible de réaliser des cavités proximales tout en évitant l'effondrement de la crête marginale.

- une diminution des lésions iatrogènes au niveau des dents adjacentes grâce aux faces non travaillantes.

- la réalisation de biseau qui :

- limite les risques de fractures marginales ultérieures,
- favorise les collages en augmentant la surface de la couche hybride.

Cependant, les ultrasons manquent d'efficacité pour l'élimination de la dentine cariée ramollie. Ils sont donc plutôt recommandés pour les cavités de taille réduite.

c Systèmes

- **US de 1ere génération : PCS Systèmes EMS**

Il se compose d'une gamme d'inserts carrés aux limites arrondies avec des angles de 15° entre les cotés. Le cou permet un accès total aux quatre quadrants. Une paire d'instruments est nécessaire pour pouvoir préparer une cavité mésiale et une autre paire pour une cavité distale.

Ses applications concernent :

- Les cavités proximales,
- La finition des limites cervicales.

Il permet une :

- meilleure adaptation cervicale des restaurations composites,
- meilleure précision pour la taille donc l'adaptation des inlays.

- **US de 2eme génération : PCS mark II Systèmes EMS**

Les inserts possèdent les mêmes caractéristiques mais sont plus fins. Un seul instrument a la possibilité de préparer des cavités mésiales et distales (162).

De plus, les formes des nouveaux instruments permettent la réalisation de micro cavités. Il est nécessaire d'utiliser un spray de refroidissement.

- Avantages :

- Le nombre d'inserts dans la gamme est réduit.
- La longévité du matériel est importante.

- Inconvénients :

- Il est moins rapide que l'instrumentation rotative.
- Il ne peut totalement remplacer l'instrumentation rotative.

- Applications :

C'est un complément à l'instrumentation rotative pour les cavités proximales et la finition des bords pour les cavités adhésives. Il est intéressant pour :

- Les lésions au stade initial.
- Les préparations cavitaires avec conservation de la crête

marginale :

- cavité monoface à accès direct,
- cavité en tunnel à accès occlusal,
- cavité proximale à accès latéral vestibulaire ou lingual,
- Préparations cavitaires avec conservation partielle de la crête marginale,
- cavité proximale à accès occlusal réduit en forme de goutte (91, 93).

3 Conclusion

Ces techniques oscillatoires soniques ou ultrasoniques se présentent comme une aide intéressante pour la préparation à minima des lésions carieuses proximales, sans générer de lésions iatrogènes sur les dents adjacentes.

Cependant, leur efficacité est réduite et ne permet pas une approche tridimensionnelle de la lésion. Plus amples recherches et améliorations de la technique sont nécessaires.

IV.1.b Le laser

1 Introduction

En médecine, le laser est très utilisé en chirurgie. Les recherches sur les applications éventuelles du laser en chirurgie dentaire, ont commencé en 1960 par la mise au point, par Maiman, du premier laser à rubis (16, 37, 142, 172).

Le but mythique recherché en odontologie avec les lasers, est la suppression du bistouri à lame et des instruments rotatifs (98). Les applications du laser en dentisterie sont nombreuses au niveau des tissus mous. Par contre au niveau des tissus durs, la recherche suit encore son cours.

En odontologie conservatrice, le traitement au laser a été mis au point :

- Pour limiter le recours à l'anesthésie locale,
- Pour remplacer les outils rotatifs.

Ces dernières années de nombreuses avancées ont permis le développement de différents systèmes dont les applications dépendent des caractéristiques spécifiques de chaque laser. Leur coût reste élevé et le contexte économique de la pratique odontologique rend son utilisation encore rare. Pourtant, il est possible actuellement de traiter par laser les tissus dentaires en surface et subsurface.

On obtient alors des tissus dentaires bien minéralisés, stériles et secs, sans présence de boue dentinaire (98, 161).

Les traitements conservateurs au laser recherchent actuellement à obtenir une action sélective sur les différents tissus dentaires sains ou cariés (16).

Dans ce chapitre, nous étudierons uniquement les lasers possédant des applications sur les tissus dentaires durs. Les principaux types de laser utilisés en odontologie conservatrice sont :

- Laser à CO₂
- Laser Nd- YAG
- Laser Er YAG et Er Cr YSGG (1, 16, 164)

2 Les principes généraux

Le nom : Laser, est l'abréviation de « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ». Son principe est basé sur la démonstration réalisée par Einstein en 1917, qui montre que : « si l'on fournit à la matière une énergie suffisante, elle est capable de générer une émission lumineuse » (172). Ce rayon est formé de photons lumineux produits en cascade. Lorsqu'on reproduit ce phénomène entre deux miroirs, on parle d'émission stimulée cohérente, la lumière produite est monochromatique et directionnelle. L'énergie nécessaire à l'émission de photons, est souvent générée par un champ électrique de haute fréquence ou une source lumineuse puissante. Cette énergie est acquise par pompage le plus souvent électronique ou optique.

Un laser se compose d'un corps actif qui en présence d'énergie, émet un rayon lumineux riche en énergie. Celui-ci est orienté grâce aux deux miroirs qui encadrent les corps actifs (figure 26) (142, 98).

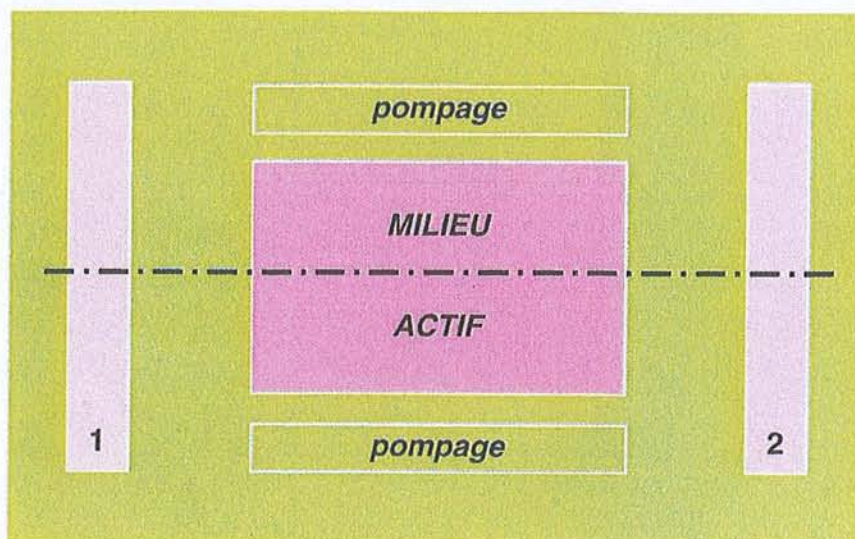


Figure 26 : Descriptif du fonctionnement d'une laser. 1 : miroir n°1, 2 : miroir n°2 (172).

a Caractéristiques de l'émission lumineuse

Le laser est caractérisé par un rayonnement monochrome d'une longueur d'onde définie dont l'énergie est soit absorbée, réfléchie, dispersée ou transmise par le corps cible en fonction, principalement, de la longueur d'onde et des propriétés des tissus cibles (37, 142).

- **Propriétés de l'émission Laser**

- Cohérence spatio-temporelle

Le rayonnement laser est dit cohérent car ses caractéristiques restent identiques :

- au même moment en deux points différents et
- en un même point à deux moments différents.

Tous les photons du faisceaux sont totalement identiques et indifférentiables.

- Monochrome

Tous les photons sont émis à une même fréquence donc à une même longueur d'onde caractéristique du corps actif. L'émission lumineuse est très pure et sa couleur dépend de sa longueur d'onde. Cette propriété permet d'obtenir une action sélective vis-à-vis des tissus.



| Nom | couleur | longueur d'onde |
|-----------------|---------------|-----------------|
| Excimer | Ultra-violet | 200-400nm |
| Argon | bleu | 488nm |
| | vert | 515nm |
| 532Yag | vert | 532nm |
| Krypton | vert | 531nm |
| | jaune | 568 nm |
| Dye laser | jaune / vert | 577nm |
| | rouge | 630nm |
| Hélium-Néon | rouge | 630nm |
| Gold Vapor | rouge | 630nm |
| Krypton | rouge | 647nm |
| Rubis | rouge intense | 694nm |
| Nd:YAG | infrarouge | 1064nm |
| | infrarouge | 1318nm |
| CO ₂ | infrarouge | 10600nm |

Figure 27 : Position des Lasers dans le spectre lumineux (172).

- Directionnelle

L'axe optique définit la direction du laser. C'est au centre de cet axe que l'énergie est maximale. En périphérie, un phénomène de diffraction existe qui reste très limité. Cette divergence est variable d'un laser à un autre.

- Energie

Le laser est une source de lumières brillantes intenses avec un rayonnement de faible dispersion donc à faible perte d'énergie. La possibilité de focaliser le rayon permet d'augmenter la densité d'énergie donc la puissance.

- **Les modes d'émission**

- Continu

Une émission continue libère une grande quantité d'énergie de manière constante. On peut jouer sur la puissance et la fréquence d'émission.

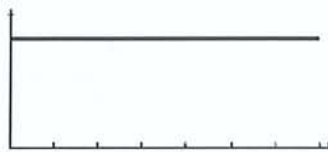


Figure 28 : Laser continu.

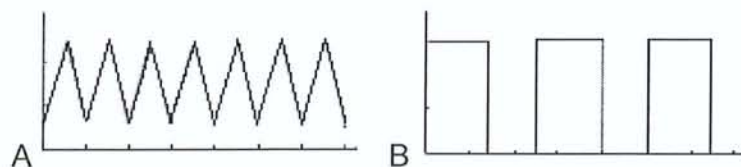


Figure 29 : Laser continu : A : modulé par dégroupage, B : modulé de façon analogique.

- Pulsé

Une émission pulsatile libère une énergie faible à modérée. On peut jouer sur la durée moyenne et la fréquence des impulsions d'énergie continue.



Figure 30 : Laser pulsé : A : à niveau constant, B : à enveloppe impulsionnelle.

- Déclanché

Les impulsions sont brèves et intenses.

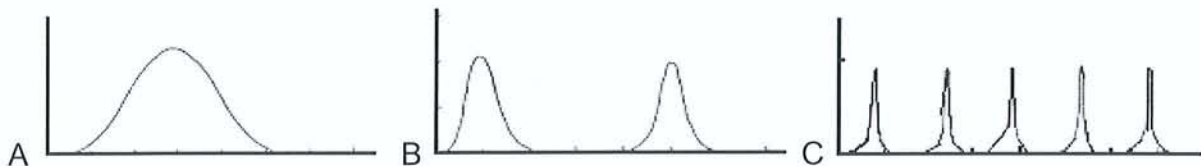


Figure 31 : Laser déclenché : A : à impulsion unique B : à impulsions multiples, C : à impulsions répétées de manière continue.

- A synchronisation de mode



Figure 32 : Laser à synchronisation de mode : l'enveloppe d'impulsion est elle-même une impulsion (A) ou une constante (B).

Les impulsions sont synchronisées. Il existe des méthodes pour interrompre un flux continu, (« gated »). Elles sont utilisées dans le but d'obtenir une exposition :

- courte,
- précisément chronométrée,
- d'intensité faible à modérée,
- avec un phase de repos : « cooling off ».

Les lasers à rayonnement pulsatile libèrent une quantité d'énergie faible de manière discontinue mais dont l'intensité est supérieure à celle produite par les lasers à émission continue même « gated » (46).

b. Interaction avec les tissus

- **Généralités**

L'effet d'un faisceau laser sur des tissus dépendra :

- de ses caractéristiques propres,
- des propriétés optiques des tissus.

Elles définissent l'interaction du tissu avec le rayonnement. L'importance du spectre d'absorption des tissus cibles doit être prise en compte (figure 33). La composition du tissu cible influe sur ses propriétés optiques.

En effet, la pénétration du rayon dans les tissus dépend de trois facteurs :

- La longueur d'onde du faisceau émis

Elle détermine le degré d'absorption du rayon par le tissu cible. Chaque tissu absorbe de manière spécifique certaines longueurs d'onde donc certains lasers pénètrent plus que d'autres. Le degré de pénétration d'un rayon laser dans un tissu dépend de cette longueur d'onde. Si le rayon est rapidement absorbé, sa pénétration dans le tissu sera réduite. Plus le rayon pénètre dans le tissu, plus il sera transmis et dispersé.

Certaines longueur d'onde sont limitées afin d'obtenir un degré de pénétration faible qui permet de réaliser une action uniquement en surface (46).

La longueur d'onde particulière de chaque laser, définit les applications spécifiques de chacun.

- La puissance du laser,
- Le temps d'exposition des tissus.

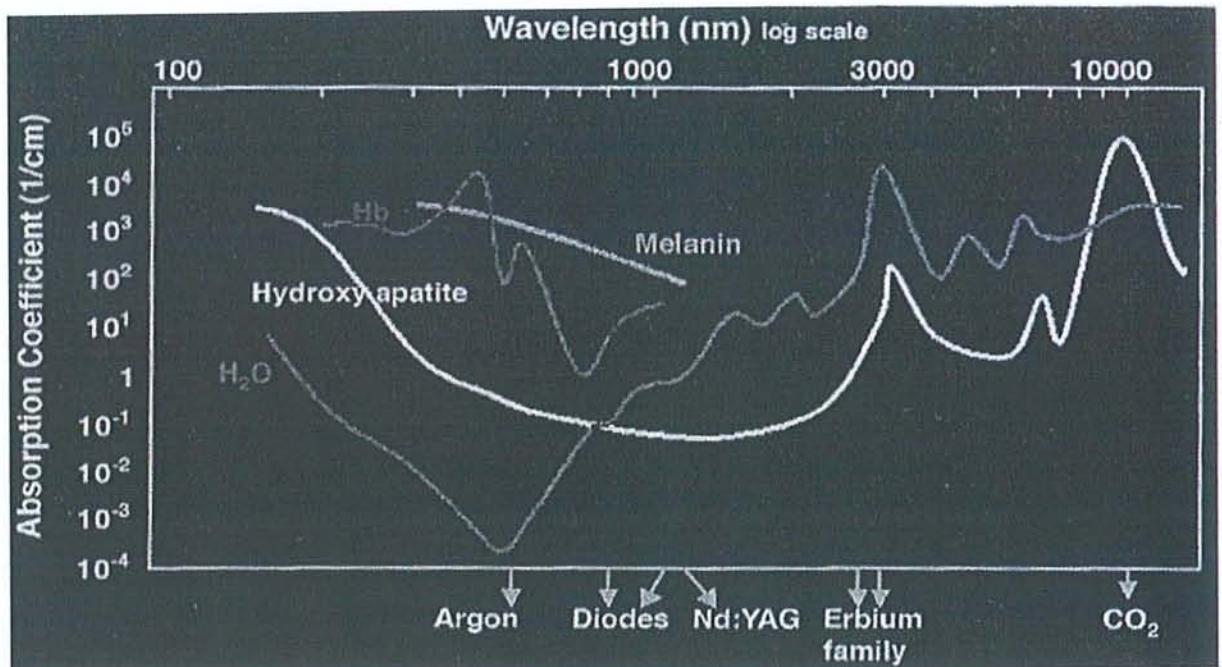


Figure 33 : Spectre d'absorption des principaux composants de différents tissus mis en parallèle avec les longueurs d'onde de lasers dentaires.

En fonction des caractéristiques du corps actif du laser et du spectre d'absorption du tissu, l'émission lumineuse sera traitée de différentes manières par le tissu cible soit par (figure 34) :

- Réflexion,
- Absorption,
- Diffraction,
- Transmission.

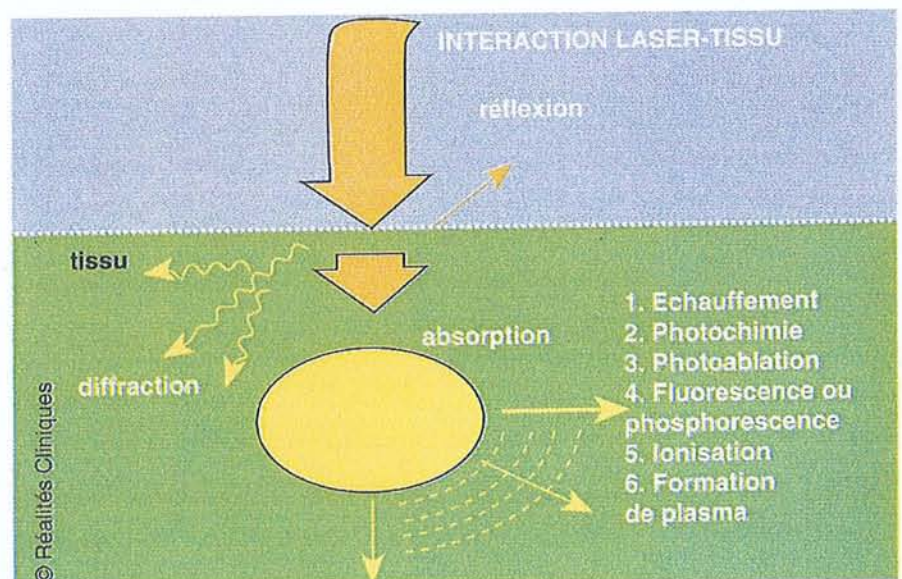


Figure 34: Interaction Laser-Tissu (172).

- **Les effets de l'émission laser**

- Thermiques

C'est l'effet majeur du laser sur les tissus. Il résulte de la conversion de l'énergie électromagnétique en chaleur par le tissu cible.

L'énergie concentrée définit la densité surfacique d'énergie qui, pour être efficace, doit être supérieure à un certain seuil. La profondeur de pénétration de l'énergie est fonction de la transparence du tissu. Chaque tissu a un spectre d'absorption différente en fonction :

- D'une longueur d'onde donnée,
- De la teneur en eau
- De la composition en eau, matière organique et matière minérale.

Les modifications de structures du tissu cible sont en rapport avec l'échauffement. (Tableau 39)

| Température atteinte | Interactions avec les tissus |
|----------------------|---|
| 45° | Rétraction des tissus |
| 50° | Réduction de l'activité enzymatique |
| 60° | Coagulation |
| 80° | Carbonisation et modifications du collagène |
| 100° | Vaporisations et altérations |

Tableau 39 : Interaction de l'effet thermique d'un laser avec les tissus (172).

On peut ajouter, au niveau des tissus durs, un phénomène de recristallisation.

L'effet thermique dépend, outre la composition du tissu cible :

- de la puissance du laser,
- du temps d'exposition.

Plus il est important, plus la température augmente. La phase du faisceau influe sur le temps d'exposition, un laser à émission continue génèrera un échauffement plus important qu'une émission discontinue (37).

De plus, une deuxième source de chaleur potentielle est l'unité du laser lui-même. Il est important de prendre en compte ce facteur. C'est le cas du laser Nd-YAG (46).

- Photo-chimique

En fonction de sa composition, le tissu cible absorbe de manière sélective une ou plusieurs longueurs d'onde du spectre électromagnétique. Pour un tissu, il existe différents pics d'absorption. Lorsque la longueur d'onde du rayonnement laser correspond aux pics d'absorption des tissus cibles, la majeure partie de l'énergie lumineuse est absorbée de manière spécifique par ce tissu. Les pics d'absorptions dépendent de la composition et du degré de pénétration du tissu (37).

- Electromagnétiques et électromécaniques

Le faisceau laser crée un champ magnétique dont les conséquences sur les tissus peuvent être diverses :

- désorganisations moléculaires,
- ruptures de liaisons,
- ionisations et productions de radicaux libres,
- désorganisations transmembranaires des cellules.

L'interaction avec les tissus est variable selon les lasers, l'usage du laser doit être sélectif en fonction de l'application désirée (37).

3 Les différents lasers utilisés en odontologie conservatrice

a Laser CO2

- **Caractéristiques**

Son rayon est caractérisé par

- une longueur d'onde émise de 10,6 μm ,
- un flux continu ou « gated » (98).

La longueur d'onde du laser à gaz carbonique, permet une absorption quasi totale à la surface des corps hydratés et des dents (Balastre). Ce laser possède une activité à effet purement thermique. Le pic d'absorption de l'eau qui correspond à la longueur d'onde du laser CO2. Donc plus un tissu sera riche en eau, plus l'absorption de ce laser sera importante. Dans ce cas, l'absorption se réalise essentiellement en surface avec un degré de pénétration faible (46, 172).

- **Traitement**

- De l'émail

Le Laser CO2 est contre indiqué pour les traitements de l'émail car il génère la formation :

- des fissures importantes,
- des fractures,

En effet, sous les contraintes thermiques générées par le laser, l'émail peut éclater car sa résistance à la flexion est faible.

- d'une tache blanche.

Elle se compose de matière minérale fondue puis solidifiée. L'émail est un tissu principalement minéral ce qui explique l'absence de taches colorées (98).

- De la dentine

Il est nécessaire d'éviter le contact avec l'émail pour limiter la formation de fissures. Ensuite, il est important d'avoir éliminé presque toute la carie pour ne traiter qu'une très mince épaisseur de dentine et limiter l'échauffement. La jonction amélo-dentinaire doit être dégagée jusqu'au tissu sain. Le traitement au laser permet d'obtenir une surface bien minéralisée et stérile. On peut parler d'une sorte de coiffage autogène.

Après traitement, les tissus sont caractérisés par des traces noires et blanches correspondant toutes deux à la fraction minérale fondue puis resolidifiée. En raison des conséquences sur la pulpe (Tableau 40), les traitements au laser CO2 sur la dentine nécessitent des temps d'application restreints.

| Temps d'impulsion | Conséquences pulpaire |
|---------------------|--|
| 1 seconde | nécrose, fortes douleurs |
| 0,5 seconde | souffrance et calcification excessive de la chambre |
| 0,2 à 0,1 seconde | plus ou moins de sensibilité, sensation de pression inconfortable dans la dent avec calcification face au stress thermique |
| 0,1 et 0,05 seconde | Peu ou pas de réaction pulpaire, les très petits temps entraîneraient une calcification des tubuli habités par des prolongements odontoblastiques vivants. |

Tableau 40 : Temps d'application du laser Co2 et leurs conséquences pulpaire.

Ces valeurs moyennes sont à minorer en fonction de

- la petitesse de la dent,
- d'un moindre refroidissement,
- de répétitions excessives,
- de volume de carie important,
- du confinement de l'effet thermique.

En vue d'une reconstitution adhésive, l'état de surface des tissus résiduels est important. Or, la surface obtenue après traitement au laser CO2 est exclusivement minérale il est donc impératif d'utiliser un bon adhésif au minéral (98). Le mordantage ne peut bien sûr être abandonné.

- **Applications**

Ces applications concernent principalement les tissus mous.

Sa longueur d'onde est très bien absorbée par l'hydroxyapatite mais son flux continu réduit les applications sur tissu dur car il entraîne un échauffement préjudiciable.

Cependant, des études in vitro ont montré que l'irradiation au laser CO2 inhibe la progression carieuse à 85 % comme une application topique quotidienne de dentifrice au sodium et fluor (71).

- **Avantages**

- Rapide et efficace,
- Peu de dommages en subsurface car l'action se fait en surface,
- Stérilisation des tissus (16).

- **Inconvénients**

- Traitement de l'émail traumatique,
- Brûlures à retardement avec formation de cratères (figure 35, 36, 37),
- Manque de contrôle tactile pour le praticien.

Kantola a montré que l'utilisation du laser CO2 entraînait un risque de formation de cratères au niveau de l'émail et la dentine lors de la préparation de caries profondes. D'autres études ont démontré la présence de cratères contenant du tissu dur fondu puis recristallisé (164).



Figure 35 : Cratères formé sur la dentine après application du laser CO2 (172).



Figure 36 : Cratères de couleur brun-noire créés par le laser CO2 (172).

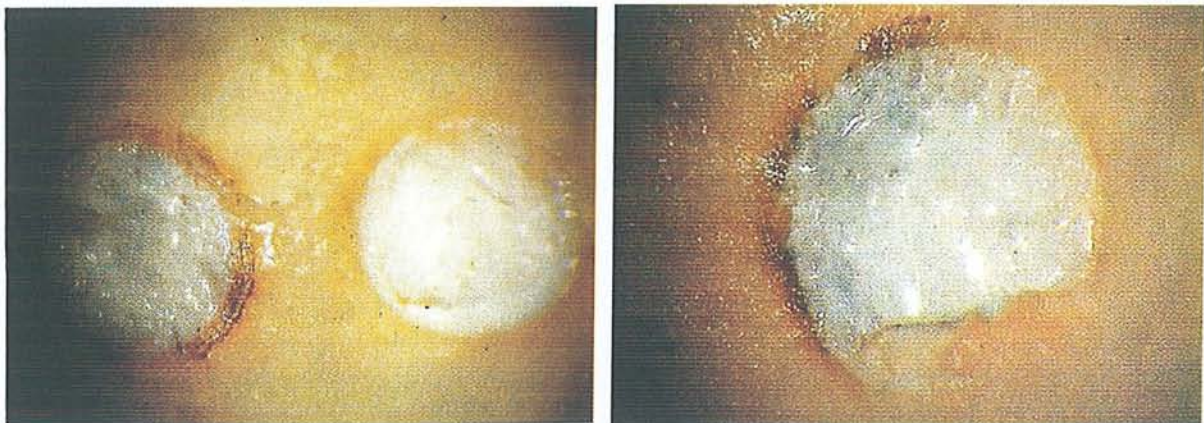


Figure 37 : Taches blanches créées par le laser CO2 (172).

b Laser Nd YAG

Ce laser est très utilisé en chirurgie générale grâce à ses propriétés de coagulation. Il existe des systèmes « double laser » combinant un laser CO2 pour la coupe et un Nd-YAG pour la coagulation car le Nd-YAG manque d'efficacité pour la coupe. Les temps d'impulsion très courts favorisent une onde de choc.

Ce laser mis au point pour la dentisterie en 1989 par Myers, possède une longueur d'onde adaptée au traitement des tissus mous comme la plupart des lasers mis au point en dentisterie, il possède aussi une faible interaction sur les tissus durs ce qui permet de lui trouver certaines applications en odontologie conservatrice.

• Caractéristiques

Le corps actif de ce laser est le Neodymium. Il libère un rayonnement caractérisé par :

- un flux pulsatile,
- une longueur d'onde 1,064µm de haute intensité.

Ce rayon laser est faiblement absorbé par l'eau donc les tissus riches en eau ne l'absorbent que très faiblement, son degré de pénétration est donc important (37, 46, 172).

Il est programmé à des puissances très diverses selon les utilisateurs.

Le recours à un refroidissement par spray ou eau permanent permet :

- D'utiliser une puissance supérieure à 5 watts en limitant les risques pour la pulpe.
- De servir de guide à l'onde sur courte distance (Tasev et coll.).

• Traitement

Ce laser est très pénétrant et les tissus de subsurface sont facilement exposés à son rayonnement. Lors de son utilisation, il y a un risque important de dommages collatéraux (nécroses post-opératoires) au niveau osseux ou pulpaire (46).

Sa surface d'absorption réduite entraîne une vaporisation des tissus mous plus lentement qu'avec un laser de type CO2. Pour augmenter la surface d'absorption et permettre le dépôt d'énergie en surface des tissus, il est nécessaire d'appliquer un colorant photo-absorbant de couleur brun-noir. Si on augmente la puissance du laser, il se forme un disque de plasma qui, comme un miroir, réfléchit l'énergie en continu (46, 98). Des brûlures secondaires peuvent apparaître.

Une exposition pulpaire directe crée des dommages au niveau de :

- la structure : certains éléments du paquet vasculo-nerveux sont dénaturés.
- la fonction : une perte de sensibilité pulpaire est fréquente.

- **Applications sur les tissus dentaires**

L'ajustage de la puissance d'émission permise avec un laser Nd Yag permettrait d'éliminer spécifiquement la dentine infectée en laissant une dentine résiduelle plus résistante aux récives carieuses (Mida et Renton-Harper 1991). White et coll ont confirmé la validité du procédé en 1993 (161).

- Diagnostic

Le laser Nd-Yag a pour caractéristique d'entrer en interaction avec une surface teintée à l'encre noire sans en augmenter la température. Des lésions très superficielles peuvent être diagnostiquées par le laser Nd-Yag en éliminant les débris présents à la surface (110).

- Eviction de caries débutantes

Lenz a utilisé le NdYAG sur des lésions précoces douteuses et a remarqué qu'après passage du laser le sillon était scellé et la lésion inhibée (164). Le tissu carié coloré superficiel peut être éliminé rapidement sans atteinte de l'émail sain (37).

- Les désensibilisations de collet sont excellentes et esthétiques.

- Traitement endodontique.

- **Avantages**

Le Nd YAG est mieux absorbé par le tissu carieux que par le tissu sain. Les caries de surface peuvent être traitées rapidement avant tout signe clinique.

- **Inconvénients**

- Le risque de nécrose post opératoire est important.

Ce laser trop puissant entraîne des dommages collatéraux sur tissus comme l'os ou la pulpe.

- Il est nécessaire d'utiliser un colorant initiateur.
- Des brûlures :

Frentzen and Koort ont mis en évidence des zones carbonisées avec des débris tissulaires.

Le manque de tolérance du laser Nd-YAG condamne son utilisation en pratique courante. Un système semblable dopé à l'erbium est promis à un meilleur avenir (98).

c Lasers infrarouges

Les premiers lasers adaptés aux tissus durs ont été développés en 1990 puis mis sur le marché en 1997. Les lasers à base d'Erbium sont capables de préparer l'émail, la dentine, le ciment, le tissu carieux et même l'os en plus de l'application classique sur tissus mous. En 1988, les tests menés par Padhdiwala et Keler, sur le Er :YAG ont mis en évidence sa capacité à préparer des cavités avec une énergie faible sans aucune trace de dommages thermiques (110). Ces conclusions ont été confirmées par des études menées entre 1991 et 1998.

Il existe deux principaux systèmes de laser utilisant l'Erbium comme corps actif :

- Le Er : YAG laser de longueur d'onde 2,94µm.
- Le Er, Cr :YSCG laser de longueur d'onde 2,78µm.

Ces deux lasers sont très proches et leurs applications sont pratiquement identiques.

Le recours à un spray à eau permet non seulement de refroidir le milieu lors de la préparation mais aussi d'aider à la préparation des cavités. On parle d'effet hydrocinétique (71). L'eau englobe le faisceau laser avant et pendant l'action de coupe (131, 71).

- **Principes**

Ce laser crée des microexplosions dans les gouttelettes d'eau présentes à la surface du corps cible et entraîne la séparation ou décollement de la surface cible ce qui permet une élimination mécanique atraumatique (98).

- **Applications sur tissus durs**

Récemment, le Er YAG a démontré sa capacité à couper les tissus dentaires durs.

- Préparation de cavités au niveau de l'émail et de la dentine

Er YAG est préconisé pour des lésions de classe I, II, III, IV, V et le Er YSCG pour des lésions de classes I, III, V.

- Mordançage de l'émail et de la dentine

Son utilisation laisse une surface abrasée favorisant le collage mais il vaut mieux conserver la phase de mordançage.

- Préparation canalaire
- Aide au diagnostic (DIAGNOdent®)

- **Avantages**

- Traitements faciles, précis, conservateurs et atraumatiques.
- Respect des principes d'économie tissulaire.
- Obtention de limites propres et nettes.
- Vitalité pulpaire conservée :

La pénétration du Er YAG est faible et certaines études ont montré qu'il y avait moins d'effets néfastes sur la pulpe avec le Er YAG qu'avec l'instrumentation rotative.

- Diminution du recours à l'anesthésie même en cas de carie profonde.

- Réduction voir suppression des vibrations associées à l'instrumentation rotative.

- Antimicrobien.

Il permet d'éliminer les endotoxines de la surface radiculaire.

- Plus confortable pour le patient.

80 % des patients trouvent l'instrumentation rotative plus désagréable.

- **Inconvénients**

- Il manque encore de sélectivité,
- Il ne permet pas de remplacer complètement l'instrumentation rotative,
- Le temps de travail long,
- L'usage intensif nécessite un refroidissement par spray du site.

4 Conclusion

Le problème majeur de l'utilisation du laser en Odontologie conservatrice est lié à l'échauffement généré par cette technique. Le risque de lésion pulpaire reste important. Les applications des lasers sur les tissus durs nécessitent encore plus amples recherches même si les lasers infrarouges semblent ouvrir de nouvelles perspectives d'application.

IV.1.c Le curetage chimique

Les avancées en cariology ont mené les chercheurs à se pencher sur une approche thérapeutique d'ordre chimique de la lésion carieuse.

Actuellement les études cherchent à améliorer les techniques d'éviction carieuse sur quatre points principaux :

- l'efficacité,
- la rapidité,
- le confort du patient,
- la sélectivité d'élimination tissulaire.

En effet, dans les concepts d'économie tissulaire actuels, il est important de trouver une technologie plus sélective, non invasive dans l'élimination des tissus infectés et améliorant le confort du patient (57) :

- la conservation maximale des structures dentaires et
- la protection de l'organe pulpaire (122).

1 Historique

Le principe du curetage chimique repose sur un effet protéolytique non spécifique. Le tout premier produit utilisé était l'hypochlorite de sodium. L'introduction d'un amino-acide permet de diminuer l'agressivité de l'hypochlorite (57).

En 1976, Goldman et Kronman mettent au point le N-monochloroglycine (NMG, GK-101). Puis, le système Caridex® est le premier processus chimique permettant l'élimination chimique de la dentine cariée. La composition de son produit actif est la suivante : N monochloro-D, L-2 aminobutyrate (NMAB, GK-101). Le but est de dissoudre les fibres de collagène altérées par le processus carieux de manière sélective (82, 91, 93, 161, 180). La méthode consiste à ramollir la dentine cariée grâce au NMAB puis à éliminer ces tissus à l'aide d'instruments manuels spécifiques. Pour Brannström, c'est un moyen d'éliminer la dentine cariée avec succès sans endommager la couche dentinaire sous jacente (2, 95).

NMAB permet la « chlorisation » des fibres de collagène qui entraîne la dégradation du tissu carieux. La conversion de l'hydroxyproline permet la dissolution du collagène altéré (57, 178).

Caridex® supprime les altérations liées à l'utilisation de l'instrumentation rotative et réalise une économie tissulaire maximale. Il est plus efficace sur les dents temporaires et sur la dentine très ramollie. Mais, c'est son manque de fiabilité par rapport aux techniques de curetage classique qui a entraîné son abandon (82, 91, 93, 180).

Les limites du Caridex® sont :

- son manque d'efficacité pour l'élimination carieuse,
- une quantité de produit nécessaire importante,
- la durée de conservation du produit courte,
- le temps de travail important,
- l'utilisation complexe (57).

Une étude comparant le NMAB à solution isotonique et le NMAB combiné avec 2 mol/L d'urée, a montré que l'addition d'urée permet de rendre plus significative l'efficacité du NMAB. La surface laissée avec ce traitement est rugueuse, et cliniquement considérée comme propre, donc favorable au collage.

Depuis, c'est le nouveau produit Carisolv® qui a permis le renouveau du curetage chimique (161, 178).

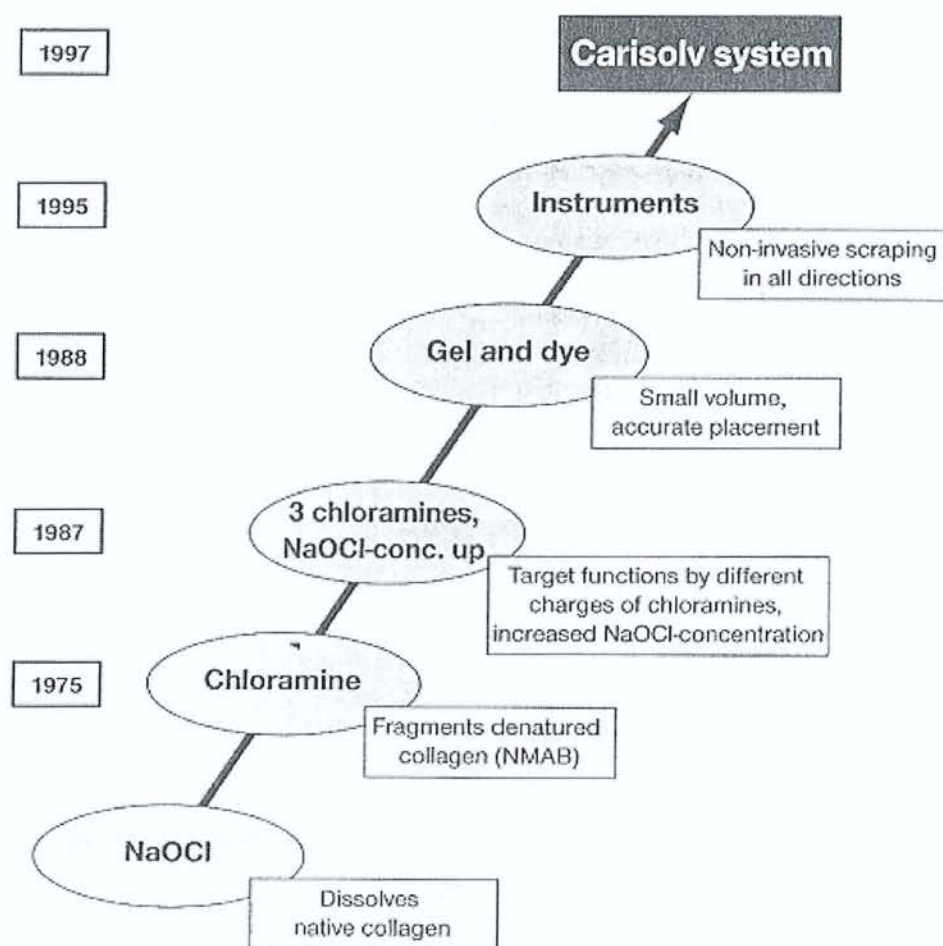


Figure 38 : Graphique historique du curetage chimique (2).

2 Principe Carisolv®

a Descriptif

Il se compose de deux gels :

- le premier, rouge, est à base de trois acides aminés : Lysine, Leucine et Acide glutamique, qui remplacent l'acide aminobutyrique du Caridex®.
- le second à base d'hypochlorite (NaCl 0.5 %).

Il faut bien mélanger les deux gels de façon homogène avant de commencer l'application qui se fait sur dentine hydratée pendant au moins 30 s. Le tissu devient alors mou et peut être éliminé délicatement à l'aide d'excavateurs arrondis spécifiques (18, 62, 139, 180). Le produit est à conserver à 4°C mais est utilisé à température ambiante (18).

Le principe de dissection chimique des tissus lésés reste le même (figure 39).

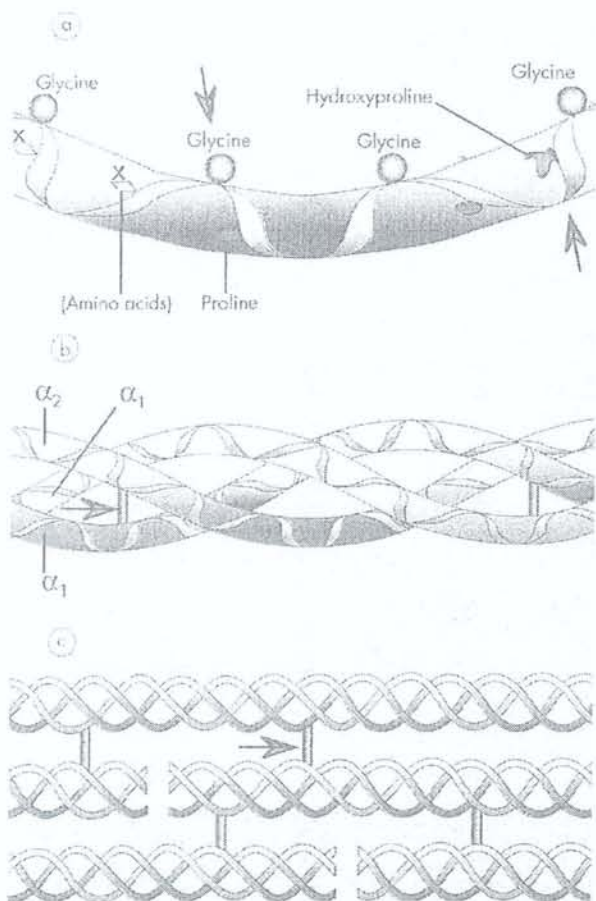


Figure 39 : La structure du collagène (19) :

a. La chaîne peptique :

Zone possible de clivage par traitement chimio-mécanique qui dégrade la glycine ou l'hydroxyproline.

b. La triple hélice :

La dégradation chimio-mécanique se fait par clivage des liaisons intramoléculaires indiquées par une flèche.

c. La fibre de collagène :

Elle est formée de d'unités de tropocollagène. La dégradation chimio-mécanique se fait par clivage des liaisons intermoléculaires indiquées par une flèche.

La présence de charges positives et négatives à la structure des acides aminés, due au pH basique modéré (11), attire les ions chlore qui, ensuite, entrent en interaction avec le tissu carieux et dissolvent la matrice collagène (57, 95). L'action chimique des acides aminés liés aux ions chlorures, entraîne la dissolution de la dentine infectée par rupture de la triple hélice du collagène tout en limitant l'agressivité de l'hypochlorite préservant aussi la dentine affectée potentiellement reminéralisable (122).

L'adjonction de méthylcellulose augmente la viscosité du gel. La consistance du gel permet :

- un meilleur accès des molécules actives et pour une plus longue période qu'avec Caridex®.
- une action lubrifiante des instruments à main pour faciliter l'élimination du tissu carieux (18).

b Avantages

- Élimination sélective du tissu carieux,
- Efficacité :

Bon nombre d'études ont montré que l'élimination des tissus carieux par Carisolv®, était une méthode acceptable et efficace (15, 16, 18, 62, 139).

- Améliorations par rapport au système Caridex® :
 - réduction de la quantité de produit nécessaire (19),
 - réduction du temps de travail,
 - utilisation plus simple.
- Diminution de l'inconfort du patient grâce à :
 - une réduction significative du recours à l'anesthésie,

Seule la dentine carieuse est éliminée, or c'est l'excavation de la dentine saine qui est douloureuse (19).

- une absence de nuisances (bruits, vibrations...).

c Inconvénients

- La durée du traitement est longue.

La méthode est plus longue que l'excavation manuelle (62). En moyenne, la durée du traitement spécifique de la lésion par Carisolv® est augmentée d'environ 6 minutes par rapport à l'instrumentation rotative, il dure entre 10 et 12 min. Cependant, s'il on prend en compte la durée totale du traitement jusqu'aux finitions de l'obturation, il semble que la perte de temps soit compensée principalement par la réduction du recours à l'anesthésie qui prend en général 5 à 10 minutes (95). De plus, cette augmentation est peu ressentie par le patient.

- La nécessité d'accès direct à la lésion.

Dans le cadre de la réalisation de microcavités, ce système nécessite un accès direct. Il faut avoir recours à une méthode d'ouverture qui implique souvent le recours à l'instrumentation rotative. La technique voit alors ses avantages s'amoinrir. Si une carie nécessite l'élimination d'émail, elle ne peut être traitée uniquement à l'aide du Carisolv® (19, 180).

3 Le rapport bénéfice/risque de la méthode Carisolv®

Pour traiter les paragraphes suivants, nous nous basons sur :

- une étude menée par Ericson D. en 1999 (57).
- une étude multicentrique menée par Lasfargues et coll, en 2001 (95).

a Efficacité biologique

Le traitement chimio-mécanique est un traitement bien plus conservateur que les techniques conventionnelles mutilantes.

Il permet :

- l'élimination sélective de la dentine infectée,
- la préservation de la dentine affectée.

Ce mode de traitement doit être considéré comme faisant partie intégrante des procédures d'une dentisterie plus médicale (122).

| étude | Efficacité en nombre de dents traitées | remarques |
|-----------------------------------|--|--|
| Ericson D. en 1999 (57) | 106/107 | |
| Lasfargues et coll, en 2001 (95). | 118/120 | Dont 94 dents traitées avec Carisolv® uniquement |

Tableau 41 : Efficacité du traitement par Carisolv® (57, 95).

b Biocompatibilité

Ces produits sont soumis à un label qui permet de certifier que le produit est sûr, non mutagène et non tératogène.

Au niveau pulpaire, un contact direct et prolongé (plus de 10 min), entraîne une nécrose des tissus sur quelques couches cellulaires (jusqu'à 80 µm). Par contre, un contact indirect est sans effets. Aucun effet secondaire n'a été rapporté dans les deux études de références (57, 95).

c Compatibilité avec les techniques de restauration adhésive

Les techniques utilisées pour l'éviction carieuse en dentisterie adhésive doivent favoriser le collage optimal de l'obturation. Les critères pris en compte sont :

- l'état de surface de la dentine résiduelle,
- la présence ou non de « smear layer ».

Il existe deux points de vue résumés dans le tableau 43. Pour Yazici (144), ces différences peuvent être expliquées par l'action des instruments de grattage. Le seul facteur aléatoire de ces études, est la force exercée par l'opérateur lors de l'excavation du tissu carié. En cas d'élimination « brutale », l'état de surface de la cavité est plus lisse. Par contre, une excavation délicate permet d'obtenir la rugosité des tissus résiduels (122).

| Auteurs et dates d'études | résultats | |
|---|-----------------|--|
| | Etat de surface | Présence ou non de la « Smear layer » |
| Cederlund et coll. 1999 Yazici et coll. (177) 2002 Arvidsson et coll. 2002 | + lisse | Présence de smear layer Occlusion partielle des tubulis |
| Banerjee et coll. (15) 2000 Yazici et coll. (177) 2002 Sakadnomorka et coll. 2002 | + rugueux | Absence de smear layer Tubulis dentinaires ouverts |

Tableau 42 : Comparaison des résultats sur l'état de surface après traitement par Cariolv® dans différentes études (15, 122, 177).

Afin d'obtenir une adhésion optimale, il est important de bien rincer le gel avant collage puis d'utiliser :

- soit un mordantage acide classique,
- soit un adhésif auto-mordant.

La garantie d'un collage fiable dépend :

- d'un curetage précautionneux de la dentine cariée,
- d'une élimination complète du gel par un rinçage abondant,
- d'un conditionnement acide (122).

d Avis du patient

Globalement, les patients ont une excellente perception de la technique. La méthode doit être évaluée sur trois critères :

- Douleur per-opératoire,
- Durée du traitement,
- Désagrément opératoire (95).

En 2003, Rafique (139) montre que tous les patients ayant participé à son étude, ont trouvé que le traitement associant Carisolv® et air abrasion était :

- sans douleur,
- rapide,
- plus acceptable que l'instrumentation rotative.

▪ **Dans une étude menée par Ericson D. en 1999 (57)**

Plusieurs questions ont été posées aux 107 patients pour connaître leurs impressions concernant :

○ La douleur ressentie :

Seulement trois patients ont demandé à être anesthésiés au préalable, 58 patients n'ont ressenti aucune douleur et 44 une douleur faible. Aucun patient ne s'est plaint de douleurs fortes.

○ Le manque de confort :

74 % des patients (77 patients) ont ressenti un inconfort moindre ou inexistant par rapport à l'instrumentation rotative.

○ Le goût ou l'odeur :

64 % des patients n'ont pas ressenti de goût particulier et 77 % d'odeur.

▪ **Etude multicentrique 2001 (95) :**

○ Douleur ressentie :

| Intensité de la douleur | Pas de douleur | Douleur acceptable | Douleur importante |
|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| Patient non anesthésié | 68.3% | 41.7 | 0 |
| Patient anesthésié | 60.8% | 39.2% | 0 |

Tableau 43 : Bilan des douleurs exprimées par les patients dans cette étude multicentrique (95).

○ Durée du traitement :

Seuls 18,3 % des patients ont trouvé la procédure plus longue qu'avec l'instrumentation rotative et 27,5 % l'ont trouvée plus rapide. Mais de manière générale (54,2 %), le patient a l'impression que le temps de travail est le même que d'habitude.

○ Inconfort lié au bruit, odeur et goût :

Seulement quelques patients se plaignent réellement de désagréments. 18.3% patient ont ressenti un goût d'eau de javel.

○ Acceptabilité de la méthode :

Pour évaluer l'acceptabilité globale de la technique, il a été demandé aux patients s'ils trouvaient le traitement acceptable ou non. A 99,2 %, les patients ont déclaré acceptable le traitement par Carisolv®.

e Avis du praticien et faisabilité

○ Tolérance clinique :

Aucun effet indésirable n'a été rapporté. La vitalité pulpaire n'est pas en danger.

On a remarqué la présence de colorations de la gencive lors des traitements de lésions de site 3 de dents temporaires.

○ Tolérance technique :

- Difficulté d'accès.

On remarque un petit problème d'élimination sous la jonction amélo-dentinaire pour les cavités de taille réduite.

- Problèmes lors du mélange des produits.

Au niveau du mélange, des problèmes d'homogénéisation ont été rapportés dans 12 cas.

- Quantité de produit importante.

Un tube double de gel multimix de 2,5 ml est nécessaire pour 8 à 10 cas.

○ Indice de satisfaction :

Les auteurs ont demandé aux praticiens une réponse globale prenant en compte :

- de l'adéquation du matériel,
- de l'efficacité du système,
- du temps passé,
- du confort opératoire,
- des effets secondaires.

82,5 % des praticiens se sont déclarés satisfaits (95).

Le problème de la faisabilité provient de l'augmentation du temps de travail qui dépend de la taille et du stade d'évolution de la lésion. Cette augmentation du temps de travail peut être compensée par :

- l'augmentation du confort lors de la préparation,
- la diminution de l'inconfort du à l'instrumentation rotative.

La pratique quotidienne est régie par la nomenclature des actes médicaux qui ne tient pas compte l'augmentation de temps et de coût de ce genre de technique.

| | Traitement chimio-mécanique | Traitement par instrumentation rotative |
|---------------------|--------------------------------|--|
| Economie tissulaire | +++ | - |
| Temps de travail | - | +++ |
| Efficacité | +++ | ++ |
| Tolérance technique | +++ | + |
| Coût | -- | +++ |

Tableau 44 : Comparaison entre traitement chimio-mécanique et instrumentation rotative.

4 Applications

a En fonction de la lésion

Les indications principales du Carisolv® dépendent du type de lésions en présence :

- Caries radiculaires,
- Caries avec accès direct ou facilement accessibles,
- Caries profondes proche de la pulpe,
- Reprise de caries sous une obturation ou une couronne (82, 91, 93, 95).

- **Cervicales (95)**

- **Radiculaire (122)**

Ce type de lésion offre généralement un accès direct à la dentine. Une étude menée par Fure S. évaluant la méthode Carisolv® pour le traitement des lésions initiales radiculaires, montre qu'il est possible de traiter ces lésions en :

- éliminant toute la dentine cariée,
- sans recourir à une anesthésie.

Le temps de travail moyen à ce niveau est de 5.9 +/- 2.2 min au lieu de 4.5 +/- 2 min avec une instrumentation rotative nécessitant souvent une anesthésie (66).

- **Profonde**

Lors du traitement de la carie profonde, l'objectif principal de l'opérateur est de préserver la vitalité pulpaire :

- En préservant une barrière dentinaire résiduelle suffisante.
- En contrôlant précisément ses gestes afin d'éviter l'effraction pulpaire.
- En éliminant la population bactérienne résiduelle.

Carisolv® présente un potentiel bactériostatique intéressant à ce niveau (122).

b En fonction du patient

La bonne acceptation du traitement par la plupart des patients permet d'appliquer cette méthode d'élimination carieuse quasi atraumatique à des patients fréquemment angoissés par les traitements habituels (62, 122, 95).

- **Patients âgés**

Chez le patient âgé, le but principal est de retarder l'extraction. Carisolv est bien adapté pour des lésions à accès difficile pour l'instrumentation rotative. De plus, c'est un produit intéressant à utiliser au niveau de caries radiculaires de plus en plus fréquentes et associées à une xérostomie caractéristique du patient âgé.

- **Pédodontie**

Les facteurs anxiogènes chez l'enfant sont:

- l'inconfort de l'instrumentation rotative (vibration, bruit),
- l'anesthésie.

L'utilisation du Carisolv® supprime ces sources d'anxiété et permet de travailler dans de bonnes conditions surtout chez le jeune polycarié.

- **Patients anxieux**

Comme pour les enfants, le patient anxieux répond aux mêmes sources de stress. Le recours au Carisolv® permet d'établir un climat de confiance avec le patient. L'augmentation du temps de travail n'est que peu ressentie.

De plus, son utilisation peut être intéressante dans des cas de déficience de l'anesthésie chez les patients toxicomanes.

- **Patients déficients mentaux**

Ces patients à prise en charge complexe, sont évidemment ciblés pour le recours à ce type de traitement de la même manière que les enfants.

5 Conclusion

Cette méthode présente des intérêts indéniables dans les concepts d'économie tissulaire mais elle présente un problème de rentabilité dans le contexte économique actuel.

IV.1.d Les procédés enzymatiques

5 Généralités

Dans les principes d'économie tissulaire, l'idéal serait qu'un agent liquide, un gel ou même une poudre soit capable de désintégrer la dentine cariée. Elle pourrait alors être éliminée sans les interventions mécaniques toujours nécessaires après les traitements chimio-mécaniques actuels.

En 1986, Goldberg et Keil ont évalué l'action d'une enzyme bactérienne : la Collagénase. C'est une métalloprotéinase qui coupe les liaisons peptidiques de la triple hélice collagénique. Elle a été utilisée précocement pour la dégradation dentinaire mais son action reste limitée. D'autre part, l'hypochlorite de Sodium (NaOCl) permet la désintégration de tissu nécrotique mais ce produit est caustique et non spécifique. En 1978, Rosenfeld a montré que NaOCl n'altère pas significativement la dentine calcifiée (20). Ces enzymes de type pronase ou collagénase, associées à l'hypochlorite, sont très efficaces sur la dentine cariée pour solubiliser l'azote.

Une étude menée par Nordbø (121) en 1996, montre que l'utilisation de l'enzyme pronase™ permet d'éliminer la dentine cariée de manière partielle sans affecter la dentine saine au niveau de cavité à accès réduit : cavités de type tunnel. De plus, la surface obtenue après traitement à l'enzyme Pronase™, apparaît bien nettoyée. La capacité de la Pronase™ à éliminer la dentine cariée est saisissante mais la procédure demande un temps de travail accru. Il semble qu'après un traitement à l'enzyme Pronase™, les tissus puissent être encore colorés par le détecteur de carie en raison de la présence de résidus de la première couche cariée (16, 20, 121, 161).

6 Pronase™

C'est la forme commercialisée qui se compose d'un groupe d'enzyme protéolytique d'une très large spécificité. Son action se limite à des cas où une élimination complète de protéine est nécessaire. L'étude menée par Beltz en 1999 a pour but de comparer l'effet de la collagénase, NaOCl et Pronase™ sur la dentine cariée. Pronase™ est plus efficace et n'a des effets que négligeables sur la dentine saine. Il semble que les structures saines soient résistantes à la Pronase™ en raison des propriétés des fibrilles de collagène de type I. Une dégradation au préalable des tissus par le processus carieux par exemple, est nécessaire pour que Pronase™ soit active.

Les conditions de réalisation de la procédure sont multiples :

- mise en place de la digue
- isolation et scellement de la cavité pendant la période de réaction.

Le traitement se fait en 2 séances :

- une phase d'application,
- une phase d'obturation est différée.

Cette technique ne peut remplacer totalement l'instrumentation mécanique. Mais dans les zones d'accès difficile, c'est une bonne méthode complémentaire d'élimination de la dentine cariée. On l'utilise principalement pour des atteintes proximales et occlusales d'accès difficile, abritées par une quantité importante d'émail non soutenu (20).

7 Conclusion

Les difficultés d'application de ce type de procédé en omnipratique limitent son usage (161). La mise au point d'une réaction enzymatique plus rapide est au cœur des recherches actuelles (121). Ces techniques donnent de bon espoir mais doivent être l'objet de nouvelles recherches (16).

IV.1.e Nouvelles fraises

1 Micro-fraises

Les premiers coffrets de fraises (figure 40) pour microdentisterie ont été conçus en 1999 /2000 et ont remporté un grand succès. Depuis, Komet a étendu sa gamme en modifiant légèrement les fraises classiques type boule poire.

En effet, d'après le Dr. Neumeyer, les préparations à minima nécessitent des fraises au dessin spécifique :

- la partie travaillante est plus réduite et
- un col très long et fin permet d'avoir une meilleure visibilité mais aussi une meilleure diffusion du spray donc un refroidissement efficace.

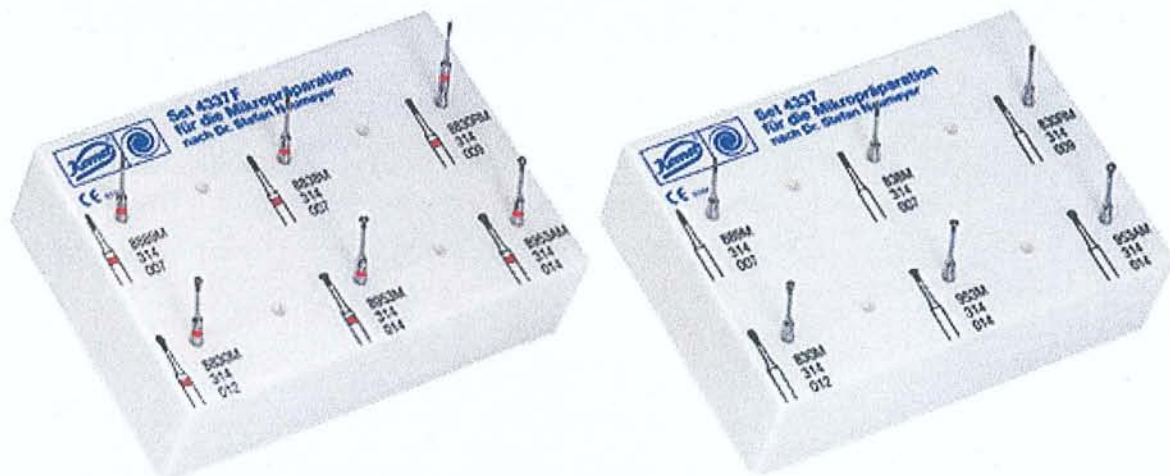


Figure 40 : Kit de fraises pour microdentisterie.

Set 4337 (medium grit)

Set 4337F (fine grit)

- **Avantages:**

- Une meilleure vision pendant la préparation,
- La possibilité de choisir la granulométrie pour une élimination précise des tissus,
- La possibilité de préparer des cavités à minima avec une préservation maximale des tissus sains,
- les résultats sont prévisibles.

2 Fraises en polymères :Fraises Smartprep de SSWhite

Ces fraises sont faites en polymères. Elles permettent une coupe sélective car elles possèdent une dureté supérieure au tissu carié et inférieure au tissu sain. Leur action est donc auto-limitative et permet de diagnostiquer in situ la viabilité de la structure dentaire résiduelle mais aussi d'éliminer les structures molles. De plus, elles n'ouvrent pas les tubuli dentinaires donc elles peuvent être utilisées sans anesthésie. Elles laissent en place la dentine sclérotique favorable au collage. L'action du mordantage permet de compléter leur action en éliminant les bactéries résiduelles encore présentes au sein des tissus affectés (3).

IV.1.f Comparatif général

En 2004, Noak et coll, ont comparé différentes méthodes d'élimination carieuse (120). Les différentes méthodes alternatives aux techniques classiques sont comparées entre elles dans le tableau suivant :

| Technique de préparation | Email sain | Dentine saine | Email carié | Dentine cariée | remarques |
|-----------------------------|------------|---------------|-------------|----------------|---|
| Excavateur | - | - | + | ++ | Il permet d'éliminer la dentine cariée efficacement en respectant les tissus sains mais le temps opératoire est un peu long. |
| Instrumentation rotative | +++ | +++ | +++ | +++ | Elle est capable d'éliminer tous les tissus sans distinction. |
| Air abrasion | +++ | +++ | ++ | + | Plus le tissu est dur, plus elle est efficace. Il y a un risque de surpréparation. |
| Ultrason | + | + | + | - | Manque d'efficacité. |
| Sono abrasion | - | + | + | ++ | Intéressent pour les lésions proximales. |
| Traitement chimio mécanique | - | - | - | +++ | Traitement de la dentine cariée efficace et peu invasif mais long et qui nécessite une ouverture réalisée à l'aide d'une autre technique. |
| Lasers | + | + | + | + | Le risque d'échauffement pulpaire est important. |
| Enzymes | - | - | - | + | On recherche une plus grande spécificité. |

Tableau 45 : Comparatif général des différents moyens de préparation des cavités en odontologie conservatrice. Les caractéristiques surlignées en rouge mettent en évidence les avantages de chaque technique et en vert les inconvénients (16, 120).

IV.2 Le jet abrasif à particules d'alumine

IV.2.e Principes de base

Les principes physiques des instruments rotatifs reposent sur la création d'énergie mécanique qui élimine les tissus. Le jet d'air abrasion ne repose pas sur ce principe, l'éviction tissulaire est réalisée par énergie cinétique (140). On parle de préparation cinétique des cavités (61, 75, 86, 92, 97, 112, 133). La technique d'air abrasion utilise l'énergie cinétique de particules abrasives, habituellement de l'alumine, projetées par un jet d'air comprimé à haute vitesse (17, 21, 27, 32, 52, 92, 106, 141, 147, 139, 161, 175).

C'est l'air comprimé de l'unit qui propulse les particules d'alumine à haute vitesse. Elles acquièrent alors une énergie cinétique qu'elles transfèrent aux surfaces dentaires lorsqu'elles arrivent à leur contact.

Cette énergie dépend de la masse (m) et de la vitesse (v) des particules et répond à la formule physique suivante : $E_k = 1/2mv^2$ (22, 79, 97). L'énergie cinétique est absorbée par le substrat et permet de le couper rapidement (134).

L'effet de coupe qui se produit au contact des tissus est dû aux propriétés de l'énergie cinétique. On remarque que plus la substance cible est dure, plus la vitesse de coupe est élevée et inversement plus la substance cible est molle, plus la vitesse de coupe est réduite (70, 92). Au niveau des tissus dentaires, le phénomène se traduit par une élimination rapide des tissus durs comme l'émail et par le respect des tissus mous. Avec l'alumine comme abrasif, un système d'air abrasion peut couper l'émail sain, la dentine, le ciment, la céramique et l'émail carié rapidement. Par contre, il est plus difficile de couper la dentine cariée ainsi que l'amalgame et les alliages non précieux (134).

Le système de l'air abrasion utilise un jet de particules, fin et précis qui abrase les structures dentaires proportionnellement à :

- la taille des particules (64),
- la pression générée,
- la taille et l'angulation de l'insert (69, 153),
- la distance séparant l'insert de la surface tissulaire.

Cette technologie est utilisée dans un cadre opératoire mais aussi comme aide au diagnostic. L'efficacité de coupe dépend de la taille, la forme, la dureté et la densité des particules ainsi que de la pression.

1 Les particules

a Le type de particule

En fonction du type d'abrasif utilisé, la technique permet d'abriter différents tissus. Plus les particules sont grosses et dures, plus l'énergie cinétique transférée est importante (16).

L'abrasif majoritairement utilisé est l'alumine alpha pure (17, 135). Sa dénomination scientifique est l'oxyde d'aluminium d'où sa formule chimique Al_2O_3 . Elle existe sous plusieurs formes cristallines. Ces particules irrégulières et tranchantes confèrent la dureté nécessaire à la réalisation d'abrasion pour un coût relativement bas. Ces poudres sont considérées comme biocompatibles et sans danger. (16, 23, 134, 135). Ces particules sont hydrophobes. Cependant, il faut remarquer que dans une poudre de granulométrie 27 μm , environ 93 % des particules sont des particules d'alumine. Les 7 % restant regroupent des oxydes (SiO_2 , Cr_2O_3 , ZrO_2 , Fe_2O_3 et TiO_2) qui améliorent l'effet de coupe surtout sur dentine cariée (135).

Pour des particules de même taille, la poudre d'alumine contenant des particules plus dures et lourdes, possède un pouvoir abrasif plus important que la poudre de verre.

Horigushi a comparé en 1998 différents types d'abrasifs (79) :

- Poudre d'Alumine,
- Perles de verre,
- Poudre de verre,
- Résine polycarboxylate.

| | Poudre d'Alumine | Poudre de verre | Perles de verre | Résines polycarboxylates |
|----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Email | +++ | ++ | + | - |
| Dentine | +++ | ++ | + | - |
| Modèle carieux | + | | ++ | +++ |

Tableau 46 : Efficacité des différents abrasifs utilisables en fonction du tissu cible (79).

(les caractéristiques surlignées en rouges correspondent aux avantages des particules.)

L'efficacité de coupe (Tableau 46) des particules d'alumine est évidente, principalement sur émail et dentine sans distinction. Cependant, on remarque une difficulté plus importante à éliminer le tissu carié. Même en variant la taille et la forme des particules ainsi que la pression, l'abrasion à l'aide de particules d'alumine n'est pas sélective (79).

Si on substitue un abrasif plus doux que l'alumine, cela permet d'éliminer efficacement les colorations ou les défauts de l'émail (22). Les perles de verre et les résines polycarboxylates semblent plus performantes sur le tissu carieux (79). Cependant, seules les résines polycarboxylates font preuve d'une réelle sélectivité en éliminant uniquement le tissu carié. Ces particules ont une dureté identique à la dentine saine, elles sont donc trop douces pour réduire l'émail et la dentine saine mais assez dures pour éliminer la dentine cariée. On peut alors parler de sélectivité de coupe. Les particules de 60 μm sont plus performantes que celles à 80 μm . Actuellement, les recherches ont permis de constater que si on mélange de l'alumino-hydroxyapatite avec des résines polycarboxylates, les particules obtenues sont plus sélectives car elles possèdent une dureté équivalente au tissu carié (15, 16, 92).

En conclusion, de plus amples recherches sont à réaliser au niveau de ces particules pour obtenir un pouvoir abrasif optimal. Les particules à fort pouvoir abrasif manquent de sélectivité d'action. Seules les résines polycarboxylates ont fait preuve de sélectivité (79).

b La forme

Souvent associée au type de particules, la forme joue aussi un rôle. Les particules anguleuses ont un pouvoir abrasif bien plus élevé que les particules rondes. Les poudres d'alumine ou de verre sont plus efficaces que les sphères de verre sur les tissus durs. Par contre ces particules anguleuses lorsqu'elles pénètrent dans un tissu mou sont absorbées et perdent de l'énergie cinétique ce qui se traduit par une action abrasive moindre. Les particules sphériques elles, ne pénètrent pas dans les tissus mous et l'énergie cinétique est utilisée pour la déstructuration et la destruction de ces tissus. De plus, il est intéressant de noter que ces particules sont capables d'éliminer plus facilement le tissu carieux que les tissus durs sains (79, 154).

c La taille

La taille des particules peut varier selon les systèmes de 27 à 150 μm . En moyenne, la taille des particules est de 27,5 μm d'une dureté de 9 sur l'échelle de Moh's (17, 135).

En fonction de la taille des particules, l'application de la technologie est différente: les particules de 27 μm permettent de réaliser des cavités sur dents permanentes. Les particules de 50 μm sont utilisées pour les sealants et les préparations de cavités sur dents temporaires.

Horigushi a mis en évidence les facteurs influençant le pouvoir abrasif :

- quelque soit l'abrasif utilisé, si on augmente la taille des particules et la pression appliquée, la quantité de tissu éliminé croît (24, 79, 109).

Cependant, l'utilisation des particules de plus grandes tailles génèrent :

- un risque plus grand de contamination de l'air pendant l'acte,
- des interférences lors de la coupe (79),

Des particules plus petites permettent :

- un meilleur contrôle du jet,
- une meilleure précision,
- de réduire la sensibilité (92).

Plus la taille des particules augmente plus l'énergie cinétique transférée à la surface augmente. De plus, on remarque que l'état de surface des tissus résiduels est plus rugueux (15, 153, 154).

Pour Bryant (29), les particules de 27 μm sont suffisantes pour les applications intraorales de la technique. Les particules de plus grosse taille sont plus adaptées aux applications extraorales à cause de leur degré de coupe important et de la difficulté de contrôle d'un tel jet.

2 Le flux

Le jet de particules forme un cône dont le sommet est l'orifice de sortie de l'insert et comme base la surface tissulaire traitée. L'angle de conicité est de 3,5°. De plus, plusieurs auteurs ont remarqué que la qualité de l'abrasion est diminuée en périphérie du jet. Ce phénomène est dû à une perte de vélocité du flux et de la concentration des particules en périphérie. Cliniquement, la préparation d'une cavité par Air abrasion est de forme arrondie. Cette dispersion du flux reste faible et peut être limitée par une réduction du diamètre de l'insert (17). L'augmentation du flux n'influe que faiblement sur la vitesse des particules. Le principal effet de l'augmentation du flux est l'obtention d'une préparation plus profonde (146). Plus le flux est faible plus le contrôle de l'opérateur est important et plus la sensibilité lors de la préparation est faible (17, 146, 153, 154).

La vitesse des particules des systèmes les plus utilisés est de 300 m/s. Cette vitesse est influencée par :

- les variations de pression,
- la taille des particules,
- les caractéristiques de l'embout (16, 79, 140).

Une diminution de la vitesse entraîne une diminution de la quantité d'énergie cinétique transférée qui réduit le pouvoir abrasif du système (109).

3 La pression délivrée

Les différents systèmes d'air abrasion disponibles sur le marché ne travaillent pas à la même pression qui peut varier de 40 à 160 PSI. Mais de manière générale, les systèmes de microabrasion produisent un flux de particules d'oxydes d'aluminium de 27,5 µm à une pression comprise entre 60 et 80 PSI. Il est important de pouvoir régler la pression (64). L'augmentation de la pression génère une vitesse plus grande aux particules. Mais le recours à des pressions faibles permet d'obtenir un meilleur contrôle lors de la procédure et une meilleure visibilité (146).

Une trop haute pression entraîne :

- une difficulté de contrôle,
- un problème de confort pour le patient (64).

La pression est en relation directe avec le confort du patient (140).

Il est donc important de trouver un bon équilibre entre la pression et la taille des particules (92). Il faut utiliser la pression la plus basse possible qui permet une taille tissulaire efficace et le maintien du confort du patient. De manière générale, quelque soit la procédure, il faut doit toujours utiliser la pression la plus faible possible principalement sous les 80 PSI. Le choix de la pression dépend de l'application désirée : pour la préparation d'un sealant, la pression n'a pas besoin d'être élevée par contre pour la préparation de cavités, une pression plus importante est nécessaire (17, 29, 68, 79).

4 Les caractéristiques de l'insert

En fonction des systèmes utilisés, la gamme d'insert est variable en nombre en forme et en taille. Il ne faut pas négliger le rôle de l'insert dans l'efficacité de la technique. Plusieurs critères sont à prendre en compte.

a Le diamètre

L'expérience acquise par l'opérateur fait qu'il utilisera des embouts de formes et tailles différentes. Les fabricants proposent des gammes d'inserts de plus en plus larges. Logiquement, plus le diamètre est important plus la cavité sera large. Pour l'exploration des puits et fissures, il est donc recommandé d'utiliser l'embout le plus fin possible (35). Un embout de large diamètre permet à un maximum de particule de sortir. Il est plus adapté à des préparations complexes alors qu'un embout de diamètre plus réduit est adapté à des préparations minutieuses (29).

Les diamètres les plus fréquemment rencontrés mesurent 0,38 ou 0,48 mm.

L'influence de la taille de l'insert est variable selon les tissus cibles :

- Au niveau de l'émail, l'efficacité du jet est pratiquement équivalente pour les deux tailles.
- Au niveau de la dentine et du ciment, ce facteur entre en ligne de compte (153).

Peruchi et coll (128) ont montré que le recours à un embout de 0,48 mm augmente significativement la profondeur de préparation. Pour une élimination précise des tissus au niveau de dents temporaires, il faut utiliser un embout 0,38 à 2 mm de distance du tissu (128).

b L'angulation

Elle facilite l'accès à certaines lésions. Le choix dépend donc de la localisation de la lésion. Avec l'expérience, l'opérateur va choisir l'angulation en fonction de la cavité qu'il désire réaliser (140). L'angulation influe sur la facilité de préparation (29).

Une étude (153) menée sur 36 dents, a montré que l'efficacité de coupe de l'instrument dépend plus de l'angulation que le diamètre de l'embout. Il suffit de réfléchir au trajet des particules pour comprendre ce phénomène.

Avec une angulation de 80°:

La cavité créée est étroite et profonde (39 à 169 μm dans l'émail). A 80°, le jet de particule frappe directement la surface dentaire de manière perpendiculaire. Les particules sont concentrées et possèdent une efficacité maximale (figure 41). Le point de profondeur maximal est atteint par les particules les plus centrales (153, 169).

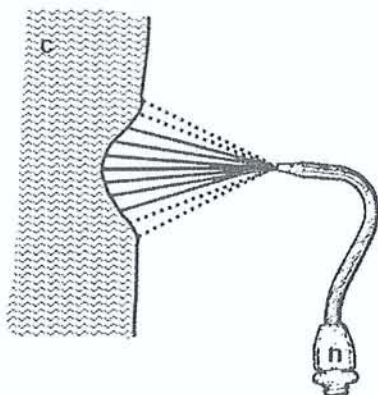


Figure 41 : Schéma des trajectoires du jet abrasif avec un insert angulé à 80°.

Avec une angulation de 45° :

La cavité est moins profonde mais plus large. Un jet oblique à 45° n'est plus concentré en un point. Toutes les particules ne touchent pas la surface au même moment. S'il on augmente le trajet des particules, on diminue la force d'impact et donc l'efficacité du jet.

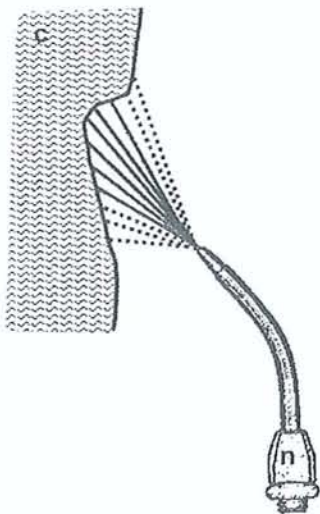


Figure 42 : Schéma des trajectoires du jet abrasif avec un insert angulé à 45°.

En fonction de l'angulation, l'interaction du jet avec les tissus, donc la forme de la préparation obtenue, est différente et l'état de surface plus ou moins rugueux (169). Des applications spécifiques découlent de ces interactions. Un insert à 80° est plus facilement contrôlable et permet d'obtenir une préparation fine et profonde, bien adaptée à la morphologie des sillons (154).

c La distance séparant l'embout de la surface à traiter

Le flux cylindrique air poudre converge de l'embout sur une courte distance puis diverge en forme de cône. Le point de convergence maximum produit le maximum d'effet.

La surface d'action dépend de la distance entre l'embout et la dent : à une distance de 1 à 3 mm la surface d'action est de 2 à 13 mm² selon Barer (24, 32).

Cette distance permet aussi de faire varier la géométrie de la cavité.

Jusqu'à 2 mm de distance, les murs de cette cavité seront pratiquement verticaux alors que de 2 à 5 mm, ils seront plus coniques (140). La largeur de la préparation est plus importante à une distance de 5 mm qu'à 2 mm. L'augmentation de cette distance permet d'obtenir des préparations plus larges et moins profondes (128).

D'après Myers (146) la distance idéale est de 2 mm (29). Pour Peruchi et coll, avec un embout de 0,38 mm, l'élimination de l'émail la plus précise est obtenue pour une distance de 2 mm (128).

Cette distance joue aussi un rôle dans les finitions des préparations. Pour former un biseau, elle doit être augmentée jusqu'à 5 mm. Alors que pour un joint de type congé, il faut se rapprocher (97, 146).

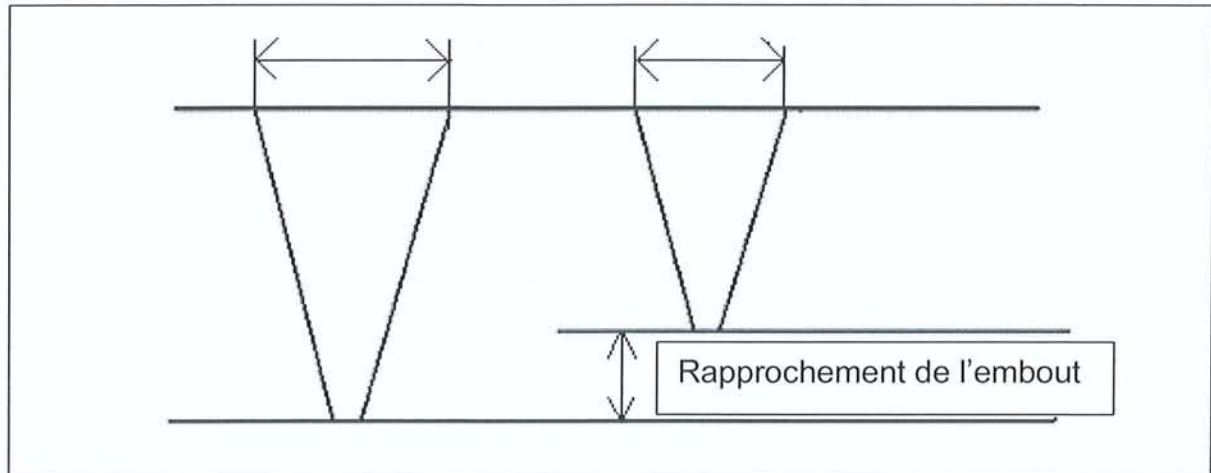


Figure 43 : Schéma expliquant l'effet de la distance embout-surface à traiter.

IV.2.f Sec ou humide

1 Sec

L'air abrasion sec est très puissant mais crée beaucoup de poussière alors que l'air abrasion humide est plus conservateur et dégage peu de poussière. Pour simplifier, moins il y a d'eau, plus le jet est agressif donc plus l'effet de coupe est important mais d'un autre côté, plus le jet est polluant.

De plus, avec l'air abrasion sec, il y a un risque d'abrasion de l'instrumentation périphérique (106).

2 Humide

Un de problèmes majeurs de l'air abrasion est la production assez importante de poussière qu'il faut pouvoir éliminer. Lors des débuts de l'air abrasion, il n'existait pas de systèmes d'aspiration efficace. Certains fabricants ont alors intégré un spray à eau permettant de réduire la poussière (24). En effet, les particules d'alumine sont hydrophobes donc l'addition de l'eau permet de concentrer au centre le flux de particules qui est entouré par une gaine d'eau nébulisée (figure 44). Le jet est alors plus précis et directionnel. Il ne produit ni chaleur ni poussière (32).

L'addition d'eau au jet abrasif confère une plus grande souplesse d'utilisation et facilite l'aspiration des particules. Cela permet de préserver le moteur d'aspiration (32, 106). De plus, Le spray permet de diminuer la sensibilité générée par la froideur de l'air lors de préparations profondes. Par contre, le pouvoir de taille est inférieur.

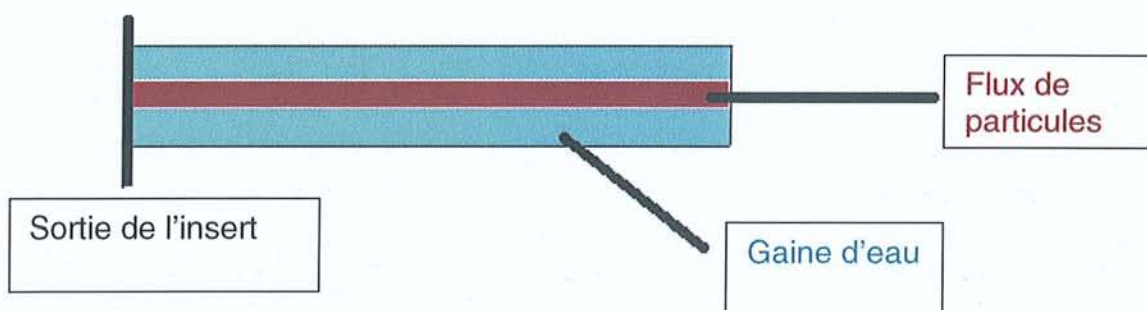


Figure 44 : schéma du flux de particules guidé par le spray au niveau d'un système d'Air abrasion humide.

En 1998, Porth met en évidence certaines évolutions de l'air abrasion dont l'introduction d'un spray à eau en vue de mieux contrôler le flux de particules. L'effet de coupe n'est que peu influencé par l'utilisation continue d'un spray. De plus, le spray permet de réduire la sensibilité due à l'air froid en cas de carie profonde. L'action du spray est plus efficace si l'eau est vaporisée sur la poussière de façon simultanée (137).

IV.2.g Les avantages

1 Rapidité et efficacité de coupe

L'instrumentation rotative s'est rapidement imposée comme la technique la plus rapide et efficace pour éliminer le tissu carieux, l'émail, la dentine, le ciment et pour former des cavités adaptées à un large éventail de restaurations (109, 134, 139, 155). Les indications de l'instrumentation rotative sont simples : la turbine ou le contre angle à grande vitesse, s'occupent de l'élimination des tissus dentaires durs et des matériaux de restauration alors que les contre angles à plus faible vitesse s'appliquent sur tissu mou et carié (134).

L'air abrasion est quasiment aussi efficace et même plus rapide pour couper les tissus durs, même la céramique (22, 23, 68, 92, 124, 132, 134, 141, 147). L'élimination est réalisée par fines couches de tissus. Les procédures sont rapides et forment des cavités étroites dont les murs sont ronds et inégaux (52, 134).

La rapidité de coupe et la profondeur de cavités préparées par air abrasion, peuvent être améliorées par les réglages de la taille des embouts, de la puissance du jet, ou de la pression du jet d'air (32, 40, 52). Cependant, l'augmentation de la pression qui peut diminuer le confort du patient, accroît aussi la difficulté de contrôle pour le praticien. Il faut donc chercher l'équilibre entre puissance et efficacité. Certaines études recommandent une utilisation discontinue pour améliorer la visibilité et l'efficacité de coupe ainsi que pour diminuer la sensibilité (52).

Par contre, l'énergie cinétique étant absorbée par les tissus mous et certains matériaux dentaires fait que l'efficacité d'élimination par air abrasion est alors réduite.

2 Traitement à minima

L'air abrasion respecte les principes d'économie tissulaire. Elle permet de préparer des cavités en conservant de l'émail sain non soutenu. L'action des particules permet une élimination couche par couche en respectant les tissus sains (15, 27, 68, 71, 153, 154). La forme arrondie et irrégulière des cavités réalisées, implique le recours à des obturations de type adhésives.

Si l'on concentre bien le jet de particule, il est possible d'obtenir une préparation ultraconservative (27, 52, 92, 134).

Cette technique permet la réalisation de préparations de petites tailles et peu invasives (21, 100, 118). D'après J.T. Rainey, le rôle de l'air abrasion en microdentisterie est de préserver le plus possible l'intégrité des structures dentaires saines autour de la lésion (140).

De plus, le recours à l'air abrasion permet de réparer d'anciennes restaurations donc de limiter la perte de tissus sains associée au remplacement de ces obturations.

3 Traitement atraumatique

a Elimination de l'échauffement

Dans les années 50, lors des premières études sur l'air abrasion, Black, Peyton et Henry ont constaté que l'augmentation de température était minimale lors de préparation à l'aide de l'air abrasion (16, 17, 22, 23, 30, 68, 79, 140, 141, 132, 153). Les variations observées n'excèdent pas 5°F soit 37°C (132). Des études histologiques ont confirmé que les instruments d'air abrasion ne gênaient qu'un échauffement réduit qui est donc sans conséquences pour l'organe pulpaire (30, 70, 118). Cette faible augmentation reste insignifiante par rapport à celle générée par l'instrumentation rotative (22, 23, 132).

b Suppression des vibrations et du bruit de la turbine

Ces facteurs influent directement sur le confort du patient lors de la procédure. L'air abrasion supprime les sensations très particulières générées par l'instrumentation rotative. La seule source de vibration est l'impact de petites particules d'alumine sur la surface. Mais la valeur de cette vibration est insignifiante par rapport à celles générées par l'instrumentation rotative (52, 132).

Black a montré dès 1955 que les préparations réalisées avec air abrasion ne génèrent :

- ni vibrations,
- ni pression,
- ni bruits,
- ni chaleur,
- ni de vibrations transmises à l'os (16, 22, 23, 36, 52, 68, 74, 92, 100, 107, 118, 140, 141, 145, 147, 153, 174).

Le confort du patient lors des traitements opératoires est amélioré et le stress réduit. Le seul bruit qui peut être désagréable est celui de l'aspiration chirurgicale (83).

c Réduction de la douleur et des indications d'anesthésie

La plus intéressante avancée offerte par l'air abrasion est la possibilité de travailler sans recourir à l'anesthésie locale (16, 22, 23, 27, 36, 74, 100, 134, 139, 140, 141, 145). Dans 90% des cas, celle-ci est abandonnée (118). L'air abrasion réduit considérablement voire totalement la douleur lors de la réalisation de l'acte.

La sensibilité du patient lors de l'utilisation de l'air abrasion dépend :

- de la pression ;

C'est le facteur majeur de sensibilité.

- de la taille des particules,
- de la puissance du jet.

Les deux derniers facteurs ont une influence moindre mais cependant, il est conseillé d'utiliser des particules de petites tailles à une puissance modérée (146).

En 1952, Goldberg a réalisé une étude sur l'utilisation de l'air abrasion. 92 % des 1141 patients ont préféré la technique de l'air abrasion à la méthode traditionnelle. 50,3 % d'entre eux n'ont ressenti aucune douleur (36, 107) et pour une vaste majorité des 49,7 % restants la douleur ressentie était modérée ce que confirme les praticiens qui utilisent de manière régulière cette technique dans leur pratique puisqu'ils n'ont pas recours à l'anesthésie dans 90 à 95 % des cas (141).

Certains modèles travaillant à haute pression 100 à 160 PSI, impliquent le recours à l'anesthésie lors des procédures. D'après l'expérience du Dr Rosenberg, pour une pression comprise entre 40 et 65 PSI, il n'a pas besoin de recourir à l'anesthésie. Par contre, en cas de lésions cervicales hypersensibles, l'anesthésie peut être nécessaire (146).

Le manque de douleur apparent lors de l'excavation de la dentine s'explique par le fait qu'après le passage du flux sur les tubuli fraîchement coupés et vivants, les protéines appartenant au fluide tubulaire coagulent rapidement. Il se forme alors une barrière physiologique protégeant l'organe dentino-pulpaire contre d'autres agressions douloureuses (17).

L'air abrasion offre la possibilité en microdentisterie de réaliser des préparations adhésives sans recourir ni à l'anesthésie, ni à la fraise (145). Cependant, dans des cas d'hypersensibilité dentaire ou d'hyperémie pulpaire, la stimulation de l'organe pulpaire peut être plus ou moins douloureuse. Il est possible alors d'effectuer des réglages en réduisant la pression et la quantité de poudre abrasive (23).

d Diminution des micro fractures et fêlures

L'air abrasion supprime les effets secondaires reconnus de l'instrumentation rotative que sont les micro fractures et les fêlures (27, 97, 134, 140, 147). Cette technique est peu traumatisante pour la dent et le risque de fracture secondaire est donc très faible (118). L'apport important de cette technique à distance est d'éliminer tous les désagréments du contact de l'instrumentation rotative sur la dent pour le patient. De plus, il vient d'être démontré que l'instrumentation rotative générerait des microscopiques fêlures et fractures sur l'émail sain et qu'elle engendre aussi des conséquences inflammatoires sur les tissus pulpaire.

e Effets pulpaire

La technique est considérée comme biocompatible car elle ne produit que peu d'effets sur l'organe pulpaire (52, 109, 134). Laurrel et coll, ont expérimenté l'air abrasion sur la pulpe de dent de chien et ils en ont conclu que la préparation à l'aide de l'air abrasion était moins traumatique pour la pulpe que l'instrumentation rotative (96).

La pulpe peut être traumatisée lors d'une exposition mécanique, chimique, thermique ou bactérienne. Nous avons vu que l'utilisation de l'air abrasion ne génère qu'une élévation thermique minimale par rapport à l'instrumentation rotative (23, 96, 118).

Le simple recours à un spray refroidissant permet donc de réaliser des traitements sans dommage pour l'organe pulpaire. Enfin, l'utilisation de particules de petite taille à haute pression permet de réduire significativement les effets pulpaire par rapport à l'utilisation de l'instrumentation rotative (92).

4 Diagnostic et traitement des puits et fissures

a Difficultés de diagnostic et traitement des puits et fissures

Nous avons montré dans le chapitre III que le développement de nouveaux moyens diagnostiques, comme l'air abrasion, permet de réduire la difficulté du diagnostic des puits et fissures.

Dans ce chapitre, nous allons nous pencher sur l'apport de l'air abrasion comme méthode de préparation d'un sealant. Nous avons expliqué dans les chapitres précédents, l'importance de la phase de prévention en microdentisterie.

Le scellement des puits et fissures est une méthode de prévention très répandue en pratique courante (40). Cependant, les échecs de ces procédures peuvent avoir des conséquences néfastes.

La mise en place de sealant n'est pas une manœuvre facile car elle doit être réalisée dans de bonnes conditions. Le risque d'infiltration augmente toutefois avec le temps et nécessite une surveillance régulière pour détecter les lésions sous jacentes (16, 21, 92).

Si un sillon est scellé au dessus d'une carie dentinaire, l'infiltration et la réactivation du processus carieux sont inévitables. Il sera mis en évidence tardivement par des signes pulpaire ou par une extension importante de la déminéralisation de l'émail, voire même une fracture des structures dentaires (69).

Un des facteurs principaux de réussite d'un sealant est son étanchéité. La technique de préparation doit favoriser l'intégrité du sealant, en évitant au maximum la formation de bulles. Le produit doit être mis en place sur une surface propre et doit pouvoir fuser correctement le long des parois du sillon. Il y a deux phénomènes à prendre en compte lors de la mise en place d'un sealant : la pénétration et le scellement. Le taux de pénétration du produit doit être maximal (40).

La longévité d'un sealant est influencée par :

- le type de sealant,
- la technique de préparation (33).

Plusieurs études (33, 34) montrent le manque l'efficacité de sealants préparés de manière classique. Le recours à l'instrumentation rotative a permis de remédier rapidement à ce problème mais sans respecter les principes d'économie tissulaire.

b Apport de l'air abrasion

L'air abrasion est plus efficace qu'un simple aéropolissage des surfaces grâce aux propriétés de l'alumine (40). Elle permet un nettoyage minutieux et facilite la pénétration du sealant donc limite les risques de mauvais scellement.

L'air abrasion offre une nouvelle option pour le diagnostic et la restauration des puits et fissures qui semble assurer une amélioration de la qualité du scellement (60, 69, 175).

Elle permet :

- de nettoyer les surfaces dentaires de colorations et de débris organiques.

L'air abrasion permet d'obtenir un nettoyage des puits et fissures de grande qualité (42, 43, 52, 87, 154). L'utilisation de l'air abrasion face à des sillons douteux est très intéressante. La coloration d'un sillon peut masquer le développement d'une carie sous jacente au fond du sillon. Si on pratique des pulvérisations courtes d'air abrasion au niveau de ces zones, soit la coloration du sillon disparaît rapidement, soit elle révèle la présence de carie, tout en préservant les tissus sains (69, 74).

- d'ouvrir les sillons (69).

Dans le cadre de prophylaxie dentaire individualisée, le Dr M Blique (24) présente l'air abrasion comme un moyen d'améliorer l'accès visuel de ses zones morphologiquement variables (106). Les difficultés diagnostiques sont pratiquement effacées lors de l'utilisation conjointe de l'air abrasion et de détecteur de carie.

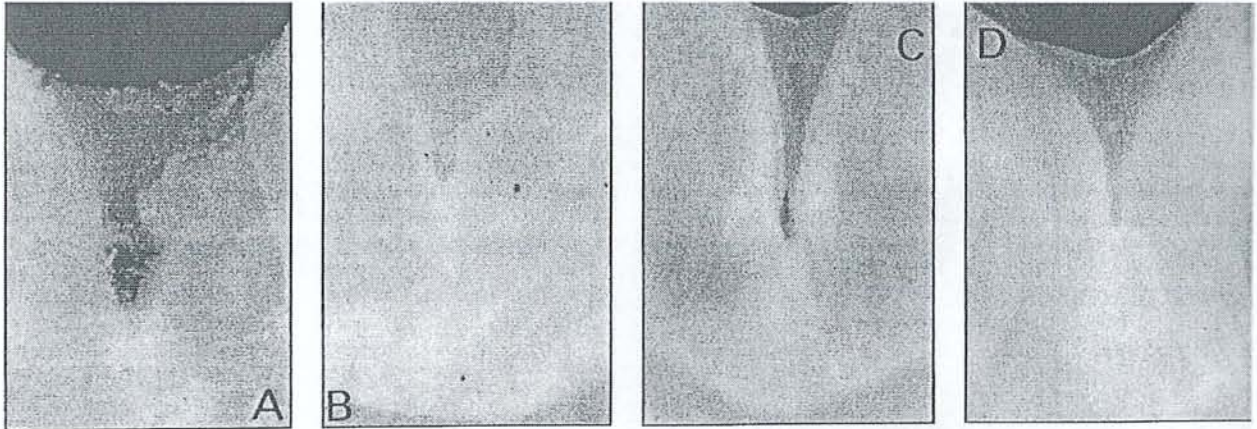


Figure 45 : Coupes transversales de sillons préparés avec des méthodes différentes :

A : technique classique, B : avec l'instrumentation rotative, C avec air abrasion, D avec air abrasion (34).

- d'explorer les lésions initiales.
- de visualiser des lésions indécélables à la radiographie (118).

Nous avons vu précédemment que la taille des particules et l'angulation de l'embout jouaient un rôle crucial dans les applications de la technique. Grâce à la poudre d'alumine de 27 μm , il est possible :

- de nettoyer correctement les sillons (21),
- de donner un accès visuel
- de préparer à minima les tissus pour le collage d'un sealant ou d'un composite fluide (25).

D'après Farran, l'air abrasion est une technique plus facile et plus rapide pour le nettoyage des puits et fissures avant scellement (60). Il élimine 98 % des débris organiques alors que l'instrumentation rotative n'en élimine que 57 %.

5 Amélioration des techniques de collage

C'est le développement de la dentisterie adhésive qui est à l'origine du retour de l'air abrasion en pratique quotidienne. Cette méthode est compatible avec les exigences de la dentisterie adhésive (21, 154).

L'air abrasion facilite le recours à des obturations adhésives de deux façons :

- grâce à la forme des cavités obtenues,
- grâce à l'état de la surface obtenu.

a Forme des cavités

La forme des préparations obtenues par air abrasion est arrondie et de taille réduite. Cette forme est idéale pour permettre le travail des matériaux adhésifs (52, 69, 86, 97, 140, 154, 175).

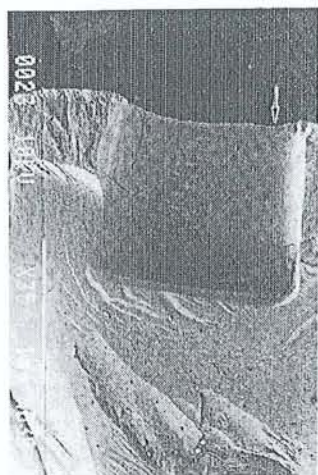


Figure 46 : Préparation avec une fraise poire (97).

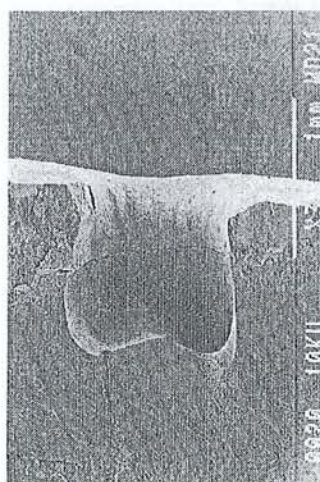


Figure 47 : Préparation avec air abrasion (97).

b Etat de surface après traitement

L'air abrasion est considéré comme une forme de sablage qui est classiquement utilisée pour augmenter l'adhésion entre deux matériaux en créant une surface rugueuse qui accroît la surface de contact et l'énergie de surface (40, 69, 101, 135, 154, 175).

Un traitement par air abrasion laisse une surface rugueuse et irrégulière (97, 112, 152) qui présente des zones de microrétentions augmentant sa mouillabilité du tissu (124).

Sazak et coll (152) ont remarqué, après un traitement par air abrasion, la présence:

- de « smear layer » (77),
- de particules résiduelles (70, 36).

Les tubuli dentinaires ne sont pas observés sur les surfaces dentinaires uniquement traitées par air abrasion (9). Banerjee et coll montrent qu'après traitement par air abrasion la surface présente :

- des tubuli bouchés (97),
- des débris de préparation,
- des particules résiduelles (18).

La taille des particules et l'angulation de l'insert (34, 169) semble jouer un rôle sur l'état de surface final mais les variations de diamètre de l'embout, de pression, ou du flux de particules n'entraînent pas de différence significative de l'état de surface (152).

Au départ, les chercheurs pensaient que le recours à l'air abrasion pouvait remplacer le mordantage chimique ce qui a été rapidement confirmé par certaines études in vitro (51, 52, 86, 87, 88). Même si une étude menée en 1997 par M Kanellis et coll, montre que l'utilisation unique de l'air abrasion, diminue la rétention du sealant par rapport au mordantage acide (87, 152). Il semble indéniable que l'air abrasion associé à un agent de mordantage augmente les irrégularités de surface par rapport à l'utilisation unique des agents de conditionnement (152).

La majorité des recherches récentes (86, 135) démontre que l'air abrasion ne peut se substituer à l'application du mordantage acide (Rinaudo 1997, Roeder et coll 1995). L'air abrasion seul n'est pas suffisant pour obtenir la bonne étanchéité d'un sealant (40, 65, 152). Castro et Galvao montrent qu'il est nécessaire de conserver la phase de mordantage lors de la préparation des puits et fissures (33, 40, 65) sinon le risque d'infiltration est plus important (77).

c Influence sur la force de collage

La force de collage maximale est obtenue lorsque l'air abrasion est suivi par un mordantage (40). Il a aussi été démontré que l'utilisation de particules de 50 μm crée une plus grande force de collage que celle de particules de 27 μm (135, 109, 86).

La taille des particules influence plus la force de collage que les variations de pression ou d'angulation. Cependant, Jahn et coll (86), ont montré que pour les particules de 50 μm , la force de collage était plus importante si on utilisait un insert angulé à 45°. Ils ont aussi conclu que l'utilisation d'acide de mordantage donnait une force de collage supérieure à celle obtenue par air abrasion.

Hanning et coll (75) ont évalué l'influence de l'air abrasion sur l'interface de collage entre la dentine et les résines composites. Ils en ont conclu qu'un traitement par air abrasion suivi par l'application d'un adhésif dentinaire est une procédure efficace car :

- il limite la contraction de prise lors de la polymérisation du matériau,
- il améliore le collage interne de la restauration (75, 77).

Öztas et coll (124) ont confirmé ce fait en montrant que le recours à l'air abrasion associé à un bon agent de collage permet d'augmenter la force de collage. Il offre une meilleure résistance aux caries secondaires (77).

Cependant, les avis concernant l'influence de l'air abrasion sur le collage sont variables. En 2004, Castro et coll montrent que le laser facilite plus la rétention des sealant que l'air abrasion (33). D'autres études sont encore à mener à ce niveau afin d'obtenir un consensus.

6 Simplification des protocoles

| Standard | Avec air abrasion |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. « poncer la dent » 2. nettoyer 3. isoler la dent 4. sécher 5. mordançage 6. rinçage 7. séchage 8. mise en place du sealant 9. polymérisation 10. ajustage de l'occlusion | <ol style="list-style-type: none"> 1. isoler la dent 2. préparation par air abrasion 3. mise en place du sealant 4. polymérisation 5. ajustage de l'occlusion |

Tableau 47 : Protocole de mise en place d'un sealant.

Nous venons de voir que la phase de mordançage ici supprimée ne doit pas être éliminée dans le simple but de gagner du temps.

| Standard | Avec air abrasion |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. asseoir le patient 2. anesthésie 3. attente 4. préparation de la dent 5. rinçage et séchage 6. mordançage 7. rinçage et séchage 8. primer 9. adhésif 10. mise en place de la résine composite et polymérisation 11. polissage | <ol style="list-style-type: none"> 1. asseoir le patient 2. préparation de la dent 3. mordançage plus court 4. adhésif 5. mise en place de la résine composite et polymérisation 6. polissage |

Tableau 48 : Protocole de restauration composite global.

La perte de temps due à l'augmentation du temps de travail est compensée par la suppression de l'anesthésie. La préparation des cavités avec l'air abrasion ne prend que 1,1 minute de plus qu'avec l'instrumentation rotative (26).

7 Avantages pour le praticien, son équipe et les patients

D'après G. Ross, l'utilisation de l'air abrasion avantage :

- le patient car cela lui permet de bénéficier de restaurations plus conservatives, le plus souvent sans anesthésie.
- le praticien car il peut réaliser plus de restaurations avec moins de stress (86).

Il est facile de réaliser des traitements sur plusieurs cadrans en même temps et donc de gagner en nombres de séances (147).

| Avantages | Pour | | |
|--|----------|------------------|---------|
| | Dentiste | Equipe soignante | Patient |
| Diagnostic efficace | Oui | | Oui |
| Diminution de l'utilisation de l'instrumentation rotative (diminution de l'échauffement, bruit et vibrations) | Oui | | Oui |
| Diminution de la douleur et des indications d'anesthésie | Oui | | Oui |
| Diminution du stress chez le patient | Oui | Oui | Oui |
| Elimination rapide et précise | Oui | | Oui |
| Meilleur collage | Oui | | Oui |
| Obturations esthétiques de taille réduite | Oui | | Oui |
| Travail par quadrant en une séance | Oui | Oui | Oui |
| Accès le moins invasif pour conserver et préserver les structures dentaires saines | Oui | | Oui |
| Qualité des soins au cabinet | Oui | Oui | Oui |
| Productivité accrue | Oui | Oui | |
| Adhésion des patients aux traitements | Oui | Oui | Oui |

Tableau 49 : Tableau récapitulatif des avantages rencontrés lors de l'utilisation de l'air abrasion pour le patient, le praticien et l'équipe soignante (100, 147).

L'introduction de cette technologie dans notre pratique quotidienne entraîne une modification globale de la prise en charge du patient (100).

Il est important de prendre en considération l'avis des patients. Les patients traités par air abrasion ont rarement ressenti d'inconfort lors de l'utilisation du système, même en absence d'anesthésie locale (134). Ils acceptent ce type de technique sans ressentir de peur ou d'appréhension (23). En 1993, Wayne Wright a questionné des patients et 90 % ont déclaré n'avoir ressenti qu'un léger ou pas d'inconfort et avoir préféré l'utilisation de l'air abrasion par rapport à l'instrumentation rotative (30).

Dès les premiers pas de la technique, les patients ont répondu très favorablement. Dans une étude menée par Golberg en 1952, 92,3 % des patients ont déclaré préférer avoir recours à l'air abrasion pour leurs futurs traitements. Même dans les cas d'hypersensibilité, ils ont tout de même préféré le recours à l'air abrasion à 73,3 %. De manière générale, ils sont plus facilement réceptifs à cette procédure (16, 22, 23, 107).

Dans une étude comparative, Rafique et coll. ont évalué l'opinion des patients vis-à-vis des méthodes employées. Ils ont apprécié l'utilisation de l'air abrasion à 75 % (139).

8 Face à un patient particulier

L'instrumentation rotative et l'anesthésie locale sont des sources reconnues de stress pour le patient (109). L'air abrasion permet de soigner en toute confiance plusieurs catégories de patients :

- les enfants (52),
- les personnes âgées,
- les personnes handicapées (physiques ou mentaux),
- les patients pour lesquels l'anesthésie locale est contre-indiquée pour des raisons médicales.
- les patients toxicomanes chez lesquels le praticien se trouve face à une inefficacité de l'anesthésie.

L'impact de la technique sur la coopération des patients est important. La technique permet :

- d'obtenir l'acceptation du traitement,
- de diminuer le stress,
- d'augmenter la productivité.

Il est alors possible de traiter les 50 % de la population qui ont peur du dentiste (146). Certains enfants se plaignent du goût peu agréable de la poudre.

9 Contrôle de la procédure et air abrasion de contact.

a Généralités

Il est indispensable d'acquérir le contrôle du système pour être le plus efficace (17, 153, 154). La qualité des embouts est cruciale à ce niveau. Il est important, comme pour les fraises, d'avoir une gamme importante avec des inserts de tailles, formes et angulations différentes pour s'adapter au maximum à la morphologie de la lésion (36).

Nous avons vu dans les caractéristiques du jet, la possibilité de réaliser des réglages afin d'augmenter la contrôle de l'acte.

- En fonction de la localisation de la lésion carieuse, le choix d'angulation de l'insert sera important.
- Le recours à des inserts de petit diamètre associé à une pression faible permet la réalisation de traitements ultraconservateurs bien plus précisément qu'avec l'instrumentation rotative (146).

b Air abrasion de contact

Le développement d'un système d'air abrasion de contact permettrait :

- une diminution du temps d'adaptation à la technique,
- une utilisation plus facile pour les débutants,
- une diminution de la concentration nécessaire pendant la procédure,
- un contrôle en un seul coup d'œil (138).

• Principes

L'hypothèse de base est que l'on peut obtenir une action abrasion si on ne laisse pas trop l'air circuler.

Il y a trois principes de base :

- Il faut être en contact avec les sillons de surfaces occlusales.

L'air s'infiltre dans le sillon pour un traitement en profondeur (137).

- Pour les surfaces planes, il faut rester bien en place en laissant juste l'air sortir de l'embout.

- La technique « Rocking » :

Elle consiste à faire pivoter l'embout au dessus de la surface à traiter. Le travail s'effectue grâce à un mouvement de balancier qui permet de laisser l'air s'échapper (138).

- **Diagnostic et traitement des puits et fissures**

La technique appelée « Stip-Side » consiste à effectuer un mouvement le long du sillon ce qui permet d'éliminer assez d'émail pour obtenir une vision correcte. L'ouverture des puits et fissures permet l'application du révélateur de carie (137, 138).

Comme nous l'avons décrit précédemment (chapitre IV 2 c 4), la gestion du sillon dépend de la présence ou non d'une carie effective.

- **Elimination du tissu carieux**

L'abrasion de contact manque d'efficacité car l'embout n'est pas situé à une distance optimale de la surface à traiter. Porth (138) décrit plusieurs techniques de préparation mise au point afin de palier à ce défaut :

- « BOUNCE » :

L'opérateur place un doigt de la main opposée de manière à ce que la pièce à main heurte celui-ci.

- « WIGGLE » technique

Pour les zones à accès difficile, l'embout est placé au dessus de la carie et l'opérateur le fait tourner autour de son doigt. La vitesse est alors augmentée.

- « HOPPING »

L'opérateur localise la zone cible et fait rebondir verticalement l'embout au dessus de la lésion. Il obtient alors l'action coordonnée de l'air abrasion traditionnelle et de contact.

- « HIPPIITY-HOP »

Le but est d'augmenter l'efficacité de contrôle et la vitesse des particules. L'embout est mis en mouvement constant autour de la distance optimale pour la coupe (138).

- **Avantages**

- Diagnostic des lésions douteuses des sillons de molaires immatures,
- Contrôle accru de la procédure,
- Diminution de la poussière accumulée sur les tissus péri-dentaires,
- Aspiration plus facile.

10 Conclusion

L'air abrasion présente de nombreux avantages qui rendent cette technique attractive. Elle permet la réalisation de cavités à minima en supprimant les inconvénients majeurs de l'instrumentation rotative.

Cependant, elle présente aussi plusieurs désavantages qui sont importants de prendre en compte pour exploiter la technique à son maximum.

IV.2.h Les inconvénients

1 Difficulté de maîtrise tactile du jet

La sensation tactile, lors de l'utilisation d'un système d'air abrasion, est totalement différente de celle ressentie avec la turbine. En effet, la pièce à main est très légère et le jet expulsé est puissant (140).

De plus, l'instrument ne rentre pas en contact direct avec les tissus donc il n'y a pas de possibilité de guidage tactile (16, 70, 138). L'air abrasion ne permet pas la sensation de retour tactile, aucune perception tactile lors de la préparation (36, 134).

Pour l'opérateur, l'instrumentation rotative offre beaucoup d'informations sur la préparation de la cavité principalement grâce au toucher et par la vue. Le contact de la fraise avec les tissus permet d'évaluer la qualité de ceux-ci et de juger de la profondeur et de la forme de la cavité. Il est facile de vérifier visuellement l'élimination de la carie grâce à la forme de la préparation. Puisque l'air abrasion n'a pas une action de contact, le contrôle visuel est possible mais souvent limité par la profondeur, la finesse et l'irrégularité de la préparation. Il faut donc toujours faire appel à des révélateurs de carie chimiques (154, 138).

2 Temps d'adaptation à la technique

Le temps d'adaptation nécessaire à la maîtrise de la technique par le praticien, tient surtout au fait de l'absence de perception tactile puisqu'il n'y a pas d'appui sur la dent (22, 23). La forme de la cavité dépend donc entièrement de l'habileté du praticien (140).

L'utilisation de l'air abrasion est très différente de l'instrumentation rotative. Il faut développer de nouvelles connaissances et aptitudes, avant que le recours à cette technique devienne naturel.

La formation se fait en 3 étapes (21) :

1. essais sur des lames de microscope.

Cela permet de se rendre compte de la capacité et la puissance de coupe de l'air abrasion. La dureté de la lame prouve son efficacité de coupe.

2. « Learn-a-prep ».

C'est une technique de coloration des différentes structures dentaires. Le but est de gagner le sens du contrôle du jet. Il est important de doser la pénétration jusqu'à une profondeur spécifique.

3. entraînement sur dents extraites.

Cependant, ces dents ne représentent pas exactement le même effet de coupe que celui obtenu sur dents naturelles.

L'expérience permet de perfectionner et d'agrandir le champ des applications de la technique (21).

3 Efficacité moindre sur la dentine ramollie

Les propriétés de l'énergie cinétique engendrent des conséquences cliniques directes : en effet, plus la substance à abraser est dure plus l'effet de coupe est important mais à l'inverse plus les tissus sont mous plus l'efficacité diminue (30, 70). Les tissus mous ont tendance à absorber une partie de l'énergie cinétique des particules d'alumine. Un matériau mou comme le tissu carié qui possède une dureté réduite par rapport aux particules l'alumine, ne peut être éliminé efficacement avec l'air abrasion car l'énergie cinétique est absorbée. L'élimination de la dentine cariée molle est donc difficile voir impossible à cause du manque de dureté de ce tissu par rapport à la dureté des particules d'alumine (16, 21, 22, 23, 24, 134, 109). Il faut donc compléter la préparation avec l'instrumentation rotative (24, 25). La faible efficacité de l'air abrasion pour l'élimination de la dentine cariée est un de ces plus grands désavantages (52). Cependant, nous avons vu dans le chapitre IV 2 a 1, qu'en utilisant des particules abrasives plus douces et plus sélectives, il est possible de remédier à ce problème. Des études comparatives in vitro menée par Banerjee en 2000 (18) et 2004 ont montré que grâce à l'utilisation de particules d'alumine mélangées à de l'hydroxy-apatite, l'élimination de la dentine cariée était possible (15, 25).

De plus, nous avons vu précédemment (chapitre IV 1 c) que la méthode Carisolv® permettait une bonne élimination atraumatique de la dentine cariée. Afin d'éviter le recours à l'instrumentation rotative, l'action conjointe de ses deux méthodes peut permettre de cumuler les avantages de chaque technique et de réaliser un traitement atraumatique complémentaire.

4 Vision directe ou indirecte

Pour limiter l'échauffement et l'odeur produits par l'instrumentation rotative, l'utilisation du spray est indispensable. La vision indirecte est rendue difficile à cause de l'accumulation du spray sur le miroir (92, 134). Avec l'air abrasion, le spray n'est pas toujours indispensable. Cependant, l'air abrasion génère un nuage de poudre et de débris dentaires (36) qui masque le champ opératoire ainsi que le miroir. La vision indirecte est donc limitée par les particules qui se déposent sur le miroir et la dégradation de la surface du miroir et des loupes par les projections de particules d'alumine qui rayent le verre (134). Afin de réduire ces désagréments, une aspiration chirurgicale puissante est nécessaire. L'utilisation éventuelle de miroirs à usage unique peut être utile et la vision directe doit être préférée à la vision indirecte (22, 92, 134). Afin de faciliter la vision, certains auteurs recommandent de préparer les cavités en faisant des courtes pauses (64).

5 Pollution de l'air par l'alumine

La présence de poussière après l'utilisation de l'air abrasion a été démontrée dès 1952. Même si les systèmes ont bien évolué, ce problème reste toujours d'actualité. Deux aspects sont à prendre en compte :

- la toxicité propre des particules d'alumine,
- le risque de contamination bactérienne (16, 21, 36, 73, 92, 175).

a Toxicité des particules d'alumine

• Etudes des particules d'alumine

La poudre d'alumine est très fine donc très volatile, elle est potentiellement toxique lors de son inhalation. Les conclusions des études menées sur l'interaction des tissus avec l'alumine, diffèrent dans leurs résultats. Certains pensent que l'alumine est cytotoxique et d'autres qu'elle ne présente aucun danger (175). Pourtant, l'utilisation de l'air abrasion produit des débris de particules d'alumine qui se déposent partout surtout pour les systèmes à sec.

Même avec un système d'aspiration efficace, la technique génère une poussière directement respirable par le patient et l'équipe soignante. Les effets de l'alumine sont plus souvent associés à d'autres molécules mélangées à la poudre. La présence de Silice et d'oxyde de fer associés à l'alumine représente un danger important. L'alumine alpha principalement utilisée dans les différents systèmes d'air abrasion disponibles sur le marché, est très pure, ces molécules toxiques sont très peu rencontrées dans la poussière produite (175).

Les particules d'alumine sont classifiées comme nuisibles mais non toxiques (92, 134). Une étude menée par Wright en 1999 évalue les risques d'exposition à des particules respirables après utilisation d'un système l'air abrasion. Il est important de connaître la quantité de poussière produite lors de son utilisation pour savoir si elle représente un danger. Aux Etats Unis, l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration est une organisation gouvernementale américaine qui s'occupe de la santé et de sécurité des professionnels) donne un taux limite d'exposition à la poussière d'alumine de 5 mg/m³ pour que les particules soient respirables. En faisant varier la taille des particules et la pression utilisée (Tableau 50), les résultats de l'étude montrent que l'exposition est inférieure à 3 mg/m³ (175).

Le degré d'exposition de l'opérateur est bien supérieur à celle du patient, mais il reste minimal. Il faudrait que l'air abrasion soit utilisé de manière continue pendant 20 minutes.

Cette étude réalisée avec le système KCP permet d'affirmer que la quantité de poussière produite n'était pas suffisante pour être considérée comme dangereuse (92, 175).

Tableau 50: Taux d'exposition du patient après utilisation du KCP 1000 comme système d'air abrasion

| N° échantillon | Réglages µm/PSI | Flux moyen (L/min) | Quantité de particules (mg) | Taux d'exposition |
|----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1 | 27/160 | 1.68 | < 0.01 | < 2.98 |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | 27/ 120 | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | 50/160 | | 0.01 | 2.98 |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | 50/120 | | 0.02 | 5.96 |
| 14 | | | > 0.01 | < 2.98 |
| 15 | | | < 0.01 | |
| 16 | | | < 0.01 | |

• **Les risques encourus lors de l'inhalation**

Les particules inhalées ont un diamètre de 10 µm et ne peuvent entrer dans les alvéoles pulmonaires et peuvent être éliminées rapidement (134). Les études montrent que seules les particules inférieures à 5 µm présentent des risque pour les bronches. Les risques principaux sont les emphysèmes et les fibroses,

Le procédé est contre indiqué chez les patients allergiques asthmatiques ayant des difficultés respiratoires ou souffrant de bronchite chronique.

La diffusion dans l'air des résidus d'alumine peut être réduit grâce :

- une bonne orientation de l'insert lors de la préparation,
- l'utilisation d'un bon système d'aspiration,
- la mise en place de filtre à air (36).

Afin de limiter les risques, plusieurs précautions sont à respecter. Nous traiterons les précautions d'emploi dans le paragraphe IV 4 j.

b Risques de contamination bactérienne

Après avoir évalué les dangers de l'inhalation de la poussière l'alumine, il était important de déterminer si la poudre d'alumine permet la contamination du milieu par des bactéries aérobies ou anaérobies. En 2001, Kofford (90) a démontré que la poudre n'est pas une source de contamination. Les poudres fournies par les fabricants sont dépourvues de microorganismes viables. La source principale de transmission pathogénique est la préparation de la carie. Des études ont évalué le risque de transmission de maladies lors de l'utilisation de l'instrumentation rotative pour le patient et l'équipe soignante. Les particules aéroportées peuvent diminuer la résistance de la peau, des muqueuses et des barrières immunitaires contre les agents bactériens. Si la quantité d'aérosol produite est très supérieure à la capacité d'aspiration de la ventilation, les toxines ou les agents irritants ne peuvent être correctement éliminés (68).

6 Limites d'utilisation

L'utilisation de l'air abrasion ne permet pas de réaliser tous les actes en dentisterie (22, 23). A l'aide de l'air abrasion, il est impossible d'obtenir une préparation dont la forme serait adaptée à une restauration de type amalgame. Dans ce cas, il est nécessaire de compléter la préparation à l'aide de l'instrumentation rotative.

La technique ne peut être appliquée à toute type de lésion. Lorsque la carie atteint un stade cavitaire important, il est difficile de préparer la cavité à l'aide de l'air abrasion car le diamètre de coupe est trop réduit. L'instrumentation rotative est dans ce cas plus efficace (70). Seules les petites préparations sont réalisables avec l'air abrasion (36). Toute préparation de taille importante ou qui présente une grande quantité de dentine ramollie, nécessite la combinaison de l'air abrasion avec d'autres techniques (Instrumentation rotative, ultrasons, Carisolv®...) (69). La présence en masse de tissu mou carieux absorbe l'énergie cinétique des particules abrasives (21).

L'air abrasion n'est pas efficace pour :

- la préparation de couronnes,
- la préparation de cavités de taille importante,
- la préparation de cavités de classe II,
- l'élimination d'amalgames (21, 92, 52).

Le Dr Berry (21) recommande de faire appel à l'instrumentation rotative pour l'élimination des amalgames si elle ne peut être réalisée en quelques secondes. Lorsqu'on utilise l'air abrasion pour l'élimination de l'amalgame, on rencontre deux types de problèmes :

- Les particules abrasives peuvent pénétrer autour de l'amalgame.

Du coup, on a un risque d'exposition pulpaire accidentelle.

- Certains auteurs font référence au niveau important de mercure libéré lors de ces préparations (21).

7 Encombrement

Certains systèmes d'air abrasion nécessitent une installation particulière avec la présence de compresseurs supplémentaires. Les différents modèles existants sur le marché sont de taille plus ou moins importante. Le plan de travail comporte un unit spécifique à l'air abrasion. Les fabricants essaient de réduire la taille de ces units et certains même se réduisent à une simple pièce à main directement adaptable sur l'unit du fauteuil (22).

8 Coût élevé

De manière générale, les systèmes d'air abrasion représentent un investissement important (60, 52). Lors de l'achat d'un de ces systèmes, il faut prendre en compte :

- du prix d'un compresseur accessoire parfois nécessaire,
- du prix des recharges de poudre,
- du prix de remplacement d'un insert ou de la pièce à main.

Le tableau 51 récapitule différents modèles et prix de systèmes existant sur le marché, principalement aux Etats-Unis. Les tarifs sont très variables, il est donc important de bien étudier chaque système pour choisir celui qui sera le mieux adapté à sa propre pratique quotidienne de l'air abrasion.

| Modèles | prix |
|--|----------|
| Air dent II (Air Techniques) | \$13,595 |
| Prepstar (Danville Eng.) | \$1,995 |
| Abradent DV-1 (Crystal Mark) | \$4,999 |
| KCP 10 (American Dental Tech.) | \$5,545 |
| MicroPrep Associate+ (Lares) | \$3,999 |
| Whisper Jet KCP 100 (American Dental Tech.) | \$12,900 |
| Mach 7.0 (Kreativ) | \$9,995 |
| MicroPrep Director+ (Lares) | \$9,999 |
| Whisper Jet KCP 1000 (American Dental Tech.) | \$13,500 |
| Air Flow® prep K1 (EMS) | €4 655 |
| RONDOflex® 2013 (KAVO) | \$1,900 |
| RONDOflex® (KAVO) | €2 099 |
| Aquacut® (Velopex) | \$5,395 |
| AirBrator® (Edge dental) | €175 |

Tableau 51 : Tarif des systèmes disponibles sur le marché mondial en 2000 (64, 133).

Cependant, après investissement, il est possible de réaliser des économies par exemple au niveau des produits anesthésiants que l'on utilise moins, la poudre est moins chère que les fraises (134).

9 Technologie encore expérimentale

De nombreuses études considèrent l'air abrasion comme une technique toujours au stade expérimental (120). Depuis une bonne dizaine d'années, les systèmes ne vont qu'en évoluant mais chacun possède ses avantages et ses inconvénients. Il est donc nécessaire de continuer les recherches et le développement de différents systèmes pour atteindre la maturité de la technologie (36).

Pour une utilisation optimale de cette technologie, il faut réussir à :

- trouver un équilibre entre le type, la taille des particules ainsi que la pression,
- élargir la gamme des inserts,
- développer des particules abrasives plus sélectives.

Les recherches de nouvelles particules abrasives comme les résines polycarboxylate associée à l'hydroxy-apatite permettraient d'augmenter la sélectivité vis-à-vis des tissus dentaires lors de la préparation des cavités (16). En effet, l'efficacité de l'air abrasion sur les tissus durs entraîne aussi un risque de « sur-traitement » en cas de mauvais contrôle lors de la procédure. Ce risque de sur-instrumentation est associé :

- au manque de retour tactile,
- au manque d'efficacité des particules d'alpha alumine sur le tissu carieux et leur facilité de coupe des tissus sains.

Dans ce cas, le risque de sur-préparation se produit plutôt en largeur (17).

10 Précautions d'emploi

Il est nécessaire de toujours aspirer de l'eau claire à la fin de chaque soin pour bien éliminer les résidus de poudre dans les tuyaux d'aspiration. (21, 22, 68, 73, 92, 106, 118, 140, 146, 175)

a Recommandations

- Une bonne aspiration et rinçage abondant.
- La mise en place de la digue (27, 29).

L'utilisation de la digue est recommandée car elle permet :

- de limiter l'action sur les dents adjacentes,
- de récupérer plus facilement les résidus de poudre,
- de limiter le risque d'embolie par irruption d'air dans le système vasculaire et l'inhalation de poudre.

- Le port du masque,
- Le port de lunettes de protection,
- L'utilisation d'un système de filtre à air (21, 68, 92, 106, 134, 140, 161, 175).

b Contre-indications

D'après Rainey, les contre-indications sont les suivantes (140) :

- Allergie grave à la poussière (73, 106, 118),
- Asthme (73, 106, 118),
- Maladie pulmonaire chronique (73, 106, 118),
- Extraction dentaire récente,
- Chirurgie orale,
- Présence de blessures, lésions ou sutures en bouche,
- Chirurgie parodontale récente,
- Caries sous gingivales.

V

Utilisation de
l'air abrasion
en odontologie
conservatrice

Ce chapitre est illustré à l'aide de photos réalisées par les Docteurs Magien et Blique en 2002. Les différentes applications que nous allons présenter, découlent des avantages décrits précédemment.

V.1 Aide au diagnostic

L'air abrasion est un bon outil diagnostique pour les puits et fissures (21, 74, 118, 148). Les systèmes d'air abrasion permettent l'élimination d'une coloration ou d'un bouchon organique en n'éliminant qu'une couche minime d'émail sain. Après ce traitement, il est plus facile de poursuivre le diagnostic du sillon et de déceler une carie précédemment invisible (24, 32, 43, 69, 70). Nash (118) parle dans ce cas de « préparation exploratrice ».

Nous avons montré dans le chapitre II, qu'il était intéressant d'associer certains moyens diagnostiques :

Cas 1 : Air abrasion et détecteur de carie.

L'élimination totale du tissu carieux reste un geste délicat dans les principes d'économie tissulaire. Il est nécessaire d'évaluer de manière fiable l'état des tissus résiduels après préparation. Le révélateur de carie permet de remédier à ce problème (148, 161). A la suite de l'ouverture d'une lésion douteuse par air abrasion, l'application du révélateur de carie permet de confirmer la présence de tissu carieux à l'intérieur de la cavité (photo 1 et 2) (118).



photo 1 : Face médiale douteuse.



photo 2 : Ouverture avec air abrasion et application du révélateur de carie.

Le révélateur de carie permet de visualiser les zones à traiter par air abrasion afin de respecter au maximum les tissus sains. Cette technique diagnostique semble donner d'excellents résultats (61, 118, 145,).

Cas 2 : Air abrasion et DIAGNOdent®.

Le diagnostic de carie est réalisé avec le DIAGNOdent® puis l'ouverture est réalisée à minima avec l'air abrasion.



photo 3 : Sillon douteux.



photo 4 : Mesure avec le DIAGNOdent® qui identifie la présence de la carie.



photo 5 : Ouverture du sillon et nettoyage par air abrasion.

L'éviction carieuse est réalisée à minima (photo 5).

V.2 Petites cavités

La technique de l'air abrasion est utile dès qu'un collage est nécessaire (92). L'air abrasion peut être utilisé pour toutes les cavités de petites tailles (24, 32, 35, 92, 118, 145, 147). Des nombreux auteurs définissent plusieurs applications :

- Classe I (21, 35, 36, 52, 61, 77, 92, 109, 147).
- Classe II (21, 35, 36, 52, 77, 92, 109, 147).

Pour ce type de cavités, l'avis des auteurs reste mitigé, certains considèrent encore cette application comme accessoire (21, 35). L'accès est parfois difficile. Cependant, certains praticiens habitués à l'utilisation de la technique entreprennent ce type de traitement comme le montrent les photos 6 et 7. De plus, d'autres auteurs considèrent que l'air abrasion permet la réalisation de cavité de type tunnel (77, 109, 118).

- Classe III et IV (21, 27, 77, 109, 147).

L'accès à ces lésions est facile et réalisé sans anesthésie.

- Classe V (21, 35, 36, 77, 92, 109, 147).

L'air abrasion est particulièrement indiqué pour ce type de lésion.

Proximale



photo 6 : Crête marginale douteuse sur une prémolaire.



photo 7 : Ouverture de la face proximale par air abrasion.

Occlusale



photo 8 : Lésion douteuse de classe I sur une molaire mandibulaire.



photo 9 : Cavité de classe I réalisée par air abrasion.

V.3 Carie de collet

Nous avons montré que l'air abrasion est particulièrement adapté au traitement des lésions de site 3 (35, 77, 92, 145). Ces zones particulièrement sensibles peuvent être gérées avec l'air abrasion, sans recours à l'anesthésie locale. Cependant, certaines lésions très sensibles à l'air, nécessitent tout de même une anesthésie (147).



photo 10 : Carie active de collet.



photo 11 : Lésion traitée par air abrasion.

V.4 Reprise d'un joint composite ou amalgame

Tout matériau présente au cours du temps des imperfections au niveau de ces limites. La réparation d'une obturation permet :

- d'augmenter la durée de vie de celle-ci,
- de conserver au maximum les tissus sains.

Le remplacement d'une restauration entraîne une perte supplémentaire de tissu sain. L'air abrasion permet de réparer les obturations dont les joints sont détériorés (35, 52, 64, 77, 92, 118, 145).



photo 12 : Composite mésiale d'une incisive latérale.



photo 13 : Reprise du joint de l'obturation avec air abrasion.



photo 14 : Résultat final.

V.5 Elimination d'obturations composites

L'air abrasion permet l'éliminer les obturations composites en conservant les tissus sains (52, 64, 92, 118, 124). L'élimination du matériau défectueux est rapide et les concepts d'économie tissulaire sont respectés. Le remplacement de l'obturation est réalisé à minima et en cas de reprise de carie le tissu peut être éliminé sans léser trop de tissu sain.

V.5.a Au niveau antérieur



photo 15 : Obturation composite à remplacer.



photo 16 : Elimination de l'obturation par air abrasion. La mise en place d'une digue photopolymérisable protège les tissus mous.

V.5.b Au niveau postérieur



photo 17 : Composite postérieur usé.



photo 18 : Elimination par air abrasion.

V.6 Lésions cervicales d'usure

Ces lésions se forment au niveau de zones d'abfraction et d'abrasion (77, 168)
L'air abrasion permet de traiter rapidement et sans anesthésie ces lésions comme les lésions carieuses de collet. Il est facilement possible de traiter ces lésions, souvent généralisées, par cadran.



photo 19 : Lésions cervicales d'usure sur une canine et une prémolaire maxillaires.



photo 20 : Résultat final après traitement par air abrasion

V.7 Traitement des défauts de l'émail

L'air abrasion permet de traiter tous les défauts de l'émail (77, 92, 168).

V.7.a Fissures



photo 21 : Fissure sur une incisive centrale.

L'air abrasion permet de traiter la fissure à minima et de faciliter le collage nécessaire au maquillage de la lésion.

V.7.b Micro taches

L'air abrasion est une méthode rapide pour éliminer les taches présentes à la surface de l'émail (24, 32, 77, 147, 109).



photo 22 : Micro tache sur une canine maxillaire.

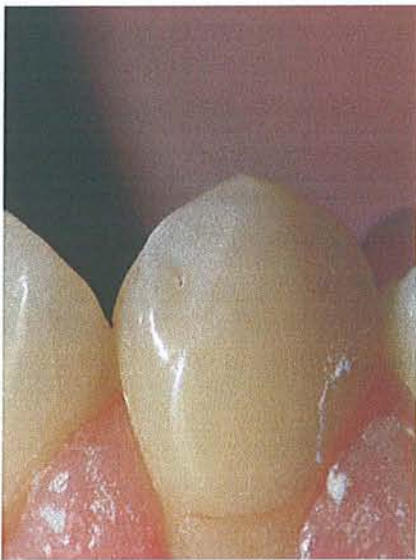


photo 23 : Elimination de la tache par air abrasion.



photo 24 : Résultat final.

V.7.c Dysplasies de l'Email



photo 25 : Dysplasie de l'émail.

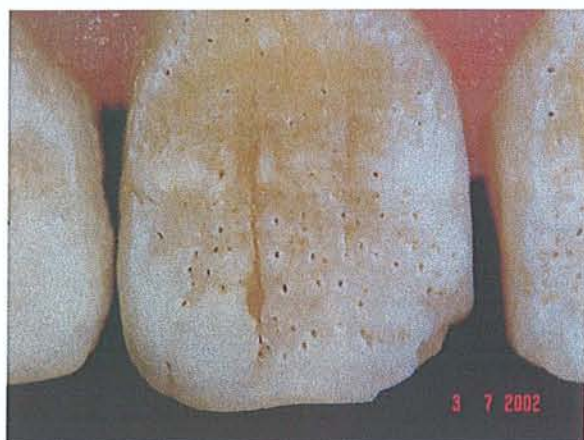


photo 26 : Surface traitée par air abrasion.



photo 27 : Résultat final.

L'application de la technique à ce niveau permet d'obtenir un résultat esthétique de bonne qualité en respectant au maximum des structures amélaire déjà fragiles.

V.8 Dent ébréchée

Un traitement par air abrasion permet de réparer toutes fêlures ou craquelures de l'émail (92, 147).

Un bord incisif fêlé ou fracturé, réparé par air abrasion, sera plus résistant vis-à-vis d'autres fêlures (147).



photo 28 : Bord incisif d'une incisive mandibulaire fracturé.



photo 29 : Résultat final après traitement par air abrasion.

VI

**Autres
applications
en
odontologie**

Les utilisateurs quotidiens de l'air abrasion trouvent dans leur pratique de multiples applications de cette technologie afin d'améliorer des gestes classiques.

VI.1 En prophylaxie

Nous avons expliqué l'importance des mesures prophylactiques. La vérification des sillons fait partie de ces mesures. Le passage éclair de l'air abrasion sur les surfaces permet de vérifier l'état de surface dentaire sous-jacent. En cas de déminéralisation, le jet permet l'ouverture du sillon et le nettoyage délicat de celui-ci. L'air abrasion peut être aussi utilisé dans les premières phases de prophylaxie dentaire individuel surtout au niveau des limites d'anciennes obturations défectueuses (106).

En prophylaxie, le système est utilisé avec :

- une pression réduite,
- une poudre de granulométrie plus faible (27 μ m),
- une poudre de composition différente (bicarbonate de sodium)

(134).



photo 30 : Sillon douteux.



photo 31 : Sillon délicatement ouvert par air abrasion.

L'air abrasion permet la mise en place de restaurations préventives en résine (29, 109, 147)

VI.2 En pédodontie

L'utilisation de l'air abrasion en pédodontie permet de soigner des lésions petites à larges de dents lactéales sans anesthésie. Il est intéressant d'avoir recours à plusieurs techniques différentes en fonction de leur spécificité par exemple associer air abrasion humide avec Carisolv® (106). Nous avons vu précédemment que le recours à ces techniques alternatives permettait de réduire le stress chez l'enfant. On peut alors obtenir la coopération du petit patient ce qui permet de pouvoir réaliser le plan de traitement de manière détendue (24, 26).



photo 32 : Lésion carieuse proximale d'une molaire temporaire.

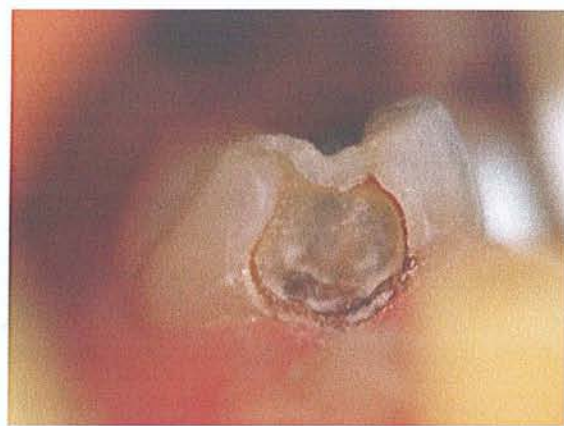


photo 33 : Cavité traitée par air abrasion.

VI.3 En endodontie

L'air abrasion peut être utilisée en endodontie afin :

- d'accéder à une lumière canalaire surtout calcifiée (photo 34),
- réaliser la cavité d'accès dans les cas de trouble endodontique sous une couronne tout céramique (21).



photo 34 : Accès à une lumière canalaire grâce à l'air abrasion (106).

VI.4 En parodontologie

L'air abrasion permet en parodontologie d'optimiser le collage des contentions (106).



photo 35 : Etat initial.



photo 36 : Bloc incisivo-canin détartré puis traité par air abrasion.



photo 37 : Contention collée finale.



photo 38 : La contention permet le passage des instruments nécessaires à l'hygiène quotidienne.

Des études ont été menées afin de déterminer s'il était possible d'effectuer un traitement radiculaire à l'aide d'un jet abrasif. En effet, le but est de pouvoir polir correctement les surfaces après curetage manuel. Atkinson et coll. ont démontré que le jet abrasif laissait une surface radiculaire douce et débarrassée de tout débris. Les fibres de collagène superficielles sont éliminées et les tubuli laissés ouverts sont bouchés. Il semble que cette technique possède un réel potentiel pour le traitement periodontologique des racines (8). Cependant, les études concernent des systèmes aéropolisseurs et non des systèmes d'air abrasion pure.

VI.5 En Orthodontie

La principale application de l'air abrasion en orthodontie est l'amélioration du collage lors de la mise en place d'un appareillage de multi-attaches (24, 106). L'air abrasion est particulièrement efficace en orthodontie linguale car il facilite l'adhésion des matériaux de collage et la pose des bracketts (32).

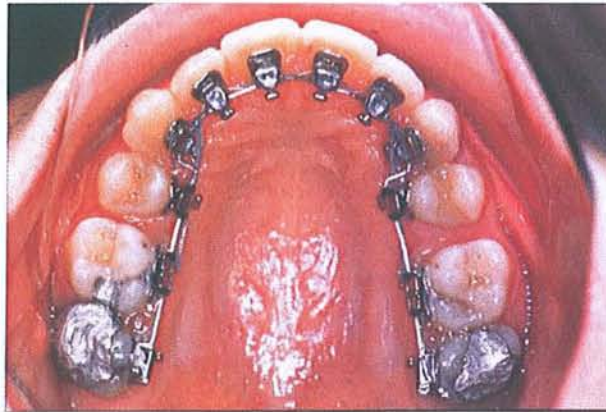


photo 39 : Appareillage multi-attaches lingual posé après traitement par air abrasion.

L'air abrasion permet aussi d'éliminer les résidus de colle sur les dents et les bracketts après le débagage.

VI.6 En prothèse

L'utilisation de l'air abrasion en prothèse fait appel aux propriétés de microsablage de cette technologie. Elle permet d'éliminer les résidus de ciments sur les prothèses (photos 40, 41, 42, 43), ainsi que sur les dents sans douleurs, ni altérations des préparations.

De plus, l'air abrasion crée des micro-rétentions sur les surfaces à sceller comme les inlays core, inlay, onlay, le but étant d'optimiser la qualité du scellement (21, 24, 52, 106).

○ Nettoyage de l'intrados de prothèses fixées (21, 24, 64, 92)



photo 40 : Couronne déscellée.



photo 41 : Couronne nettoyée par air abrasion.



photo 42 : Nettoyage d'un couronne provisoire par air abrasion.



photo 43 : Couronne nettoyée.

○ Réparation d'une couronne céramo-métallique :

L'air abrasion peut permettre aussi de réparer en bouche une prothèse céramique (24, 52, 64, 92, 118).



photo 44 : Fracture de la céramique.



photo 45 : Traitement par air abrasion pour réparation de la prothèse.

VII

Les différents systèmes présents sur le marché

Le choix d'un système est difficile car de nombreux systèmes sont disponibles. Plusieurs paramètres sont à sélectionner en fonction de la manière dont l'opérateur veut utiliser la technique (64).

VII.1 Modèle multifonction : Aquacut® Velopex

C'est un appareil mis au point par Velopex. Il allie air abrasion sec, humide et aéro-polissage. Il permet des incisions des tissus durs et le polissage efficace des surfaces. Il fonctionne à de hautes pressions et délivre un flux sec ou humide réglable par l'opérateur. Le recours à un compresseur supplémentaire peut être nécessaire en fonction de la pression délivrée par le compresseur du fauteuil.

Il existe une seule pièce à main avec des embouts de différentes tailles. Il existe deux poudres d'alumine (27 et 50 μm) et une poudre de bicarbonate de sodium pour le polissage. Il est possible d'avoir directement à disposition deux poudres

Il est confortable pour le patient même si le compresseur accessoire peut être bruyant.



Figure 48 : L'unit de l'Auacut® (bicylindre).

| Forces | Faiblesses |
|--|---------------------------------------|
| Puissant | volumineux |
| Buses de taille différentes (diamètre) | coût |
| Nombreux réglages | Nombreux réglages |
| Irrigation externe | Irrigation externe est peu économique |
| | Nettoyage peu aisé |
| | Beaucoup de consommables |

Tableau 52 : Forces et faiblesses de L'Aquacut® Velopex (106).

VII.2 Air abrasion humide: Air flow® prep K1 EMS

Ce système mis au point par EMS, a d'une certaine manière, révolutionné les systèmes d'air abrasion. En fait, le principe de l'Air flow® prep K1 consiste à libérer un flux de particules d'alumine mélangées à un spray d'air et d'eau (24, 32).

Figure 49 : L'unit de l'Air flow prep K1.



Il se présente sous la forme d'un petit unit type détartreur. Son encombrement est réduit (32). La poudre d'alumine de 27 μm de granulométrie est chargée dans un réservoir.

L'opérateur peut régler le flux sur l'unit Le mélange air/eau est modifiable, plus la proportion d'air est importante plus les particules posséderont de l'énergie et plus le système sera puissant. Par contre, il n'est pas possible de supprimer totalement le spray. L'action de ce système est plus douce que celle des systèmes à sec. Le seul inconvénient notable est la taille de l'embout qui est un peu large. Il n'est pas toujours facile d'aspirer correctement le flux rebondissant (24, 32).

Cet équipement a déjà fait ses preuves en prophylaxie. L'avantage principal de ce système est la réduction de 80 % de la pollution habituellement générée par les systèmes à sec (chapitre IV 2 b).

| Forces | Faiblesses |
|---|-------------------------|
| Spray 37° | Un seul type de buse |
| Pas de poussière | Une seule granulométrie |
| Pas d'altération des systèmes périphériques | Pas de travail à sec |
| Jet convergent (+/- précis) | coût |
| Facile à mettre en oeuvre | |
| Entretient aisé | |

Tableau 53 : Forces et faiblesses de l'Air flow prep K1 (106).

Il est possible d'augmenter la puissance du système grâce au kit « Upgrade » mais cela augmente encore le prix déjà élevé

VII.3 Air abrasion sec sur unit : Rodonflex® Kavo



Figure 50 : pièce à main Kavo®.

- 1** l'insert.
- 2** réservoir qui peut contenir 20g de poudre.

Ce système, développé par Kavo® est une pièce à main à air abrasion sec qui peut être directement fixée sur l'unit habituel. Il n'y pas besoin de système additionnel comme un compresseur accessoire sauf le raccord turbine Kavo®.

Sa particularité vient de son insert qui est capable d'effectuer une rotation de 360°. Il permet de faciliter l'accès à des zones difficiles. Quatre embouts sont disponibles pour une utilisation la plus large possible.

La poudre est disponible sous deux granulométries :

- 27 µm pour des applications intraorales et extraorales.
- 50 µm pour des applications extraorales (64, 133).

Le fait que le système soit directement adapté sur l'unit permet de conserver un bon contrôle des procédures.

Rondoflex® est un système peu cher.

| Forces | Faiblesses |
|--|-------------------------|
| Fixation sur le raccord de turbine | Raccord spécifique Kavo |
| Buses de diamètre et angulations différentes | Manque de puissance |
| Pièce à main peu encombrante | Pas de spray d'eau |
| coût | |
| Facile à mettre en oeuvre | |
| Entretient aisé | |

Tableau 54 : Forces et faiblesses du Rondoflex® (106).

VII.4 Air abrasion humide sur unit : RONDOflex® Plus Kavo



Figure 51 : pièce à main RONDOflex® Plus Kavo.

C'est une vraie alternative aux systèmes d'air abrasion de table. La seule différence avec son prédécesseur est l'adjonction du spray à eau. C'est une pièce à main directement adaptable à la connexion de la turbine Kavo. Il y a quatre buses fournies avec deux diamètres d'expulsion (0.46 et 0.64 mm) et deux angulations différentes (110° et 90°). Les deux poudres traditionnelles sont disponibles.

Sa puissance en fait un appareil tout à fait performant et son coût reste raisonnable.

| Forces | Faiblesses |
|--|-------------------------|
| Fixation sur le raccord de turbine | Raccord spécifique Kavo |
| Spray à eau | |
| Buses de diamètre et angulations différentes | |
| Pièce à main peu encombrante | |
| coût | |
| Facile à mettre en oeuvre | |
| Entretient aisé | |

Tableau 55 : Forces et faiblesses du RONDOflex® plus.

VII.5 Air abrasion à sec : KCP® Laboratoire MVD ; KCP® 1000

De nombreux systèmes KCP ont déjà été mis au point depuis les débuts de l'air abrasion. Le nom de ce système provient des initiales de son principe : Kinetic Cavity Preparation (préparation cinétique de cavités). Le KCP 1000, ou 1000 PAC, est un système d'air abrasion sec très performant et très utilisé aux Etats-Unis.



Il se présente sous la forme d'un unit accessoire roulant qui comprend un compresseur interne permettant de travailler à des pressions élevées de 160 PSI. Le flux n'est pas ajustable et fixé à 4.5 g/min. De plus, ce système n'utilise que des particules de 50 µm. Trois embouts interchangeables sont proposés (64, 133).

Figure 52 : L'unit du KCP 1000.

Ce système permet :

- un nettoyage rapide,
- une grande efficacité de coupe des tissus.

Le matériel est assez fiable et stérilisable même si les embouts s'obstruent facilement. Mais le KCP est coûteux et encombrant.

| Forces | Faiblesses |
|-----------------------|--------------------------|
| Très puissant | Pas de spray eau |
| Pièce à main maniable | Non sélectif |
| Différentes buses | Contrôle visuel constant |
| | encombrant |
| | coût |

Tableau 56 : Forces et faiblesses du KCP (106, 133).

VII.6 Air abrasion à sec à usage unique : Biostar Airbrator

Le groupement d'achat ABCDentist importe un système très simple et peu encombrant qui permet d'intégrer l'air abrasion à la pratique quotidienne : l'Airbrator®. Produit par Edge Dental, c'est un dispositif à usage unique stérilisé sous un sachet plastique (figure 53) qui est basé sur le principe de l'air abrasion sec (7, 64, 133).



Figure 53 : Sachet de conservation avec les instructions de mise en place.

Cette pièce à main (figure 54) est rapidement au cordon de la turbine grâce à une connexion spéciale (figure 55).

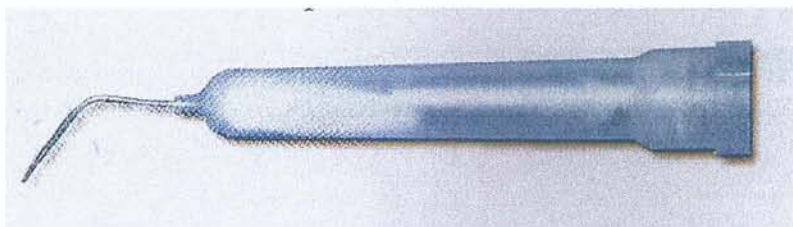


Figure 54 : Insert à usage unique contenant un réservoir de poudre.



Figure 55 : Adaptateur.

Il existe trois poudres de granulométries différentes distinguées par trois couleurs différentes :

- Rouge : pour obtenir une abrasion importante :

Elles sont utilisées pour la préparation des sealants, l'élimination des taches et en prothèse.

- Bleu : pour obtenir une abrasion moyenne.
- Vert : pour obtenir une abrasion douce.

La quantité de poudre contenue dans le réservoir plastique est largement suffisante pour une séance de traitement (64).

L'embout est long, fin et courbable pour faciliter l'accès à une lésion. De plus, il faut appliquer le principe de l'air abrasion de contact avec ce système. Pour être efficace, il faut être placé directement au contact de la zone à traiter.

Son prix est réduit peut paraître surprenant mais il correspond au fait que le dispositif soit à usage unique. Le kit de démarrage de 155€ comprend :

- l'adaptateur pour le cordon de la turbine,
- 3 cartouches de forte granulométrie,
- 1 cartouche de moyenne granulométrie,
- 2 cartouches de faible granulométrie.

Puis les cartouches valent 9€50 l'unité.

Ce produit est idéal pour se familiariser avec la technologie. Cependant, l'absence d'un spray à eau réduit son champ d'application (64).

| Forces | Faiblesse |
|---|--|
| Simple | Manque un peu d'efficacité |
| Directement adaptable sur le cordon de la turbine | Importante pollution de l'environnement opératoire |
| Trois granulométries | Longueur de travail plus longue |
| Stérile et à usage unique | Difficulté de manipulation |
| Prix réduit | Pas de spray à eau |

Tableau 57 : Forces et faiblesse de l'Airbrator® (7, 64, 133).



Conclusion



Les nombreuses évolutions réalisées ces dernières décennies, tant au niveau des matériaux que des connaissances en cariologie, ont permis d'élargir l'éventail diagnostique et thérapeutique en odontologie conservatrice. Une prise en charge bien plus médicale des patients est actuellement possible. Une nouvelle approche thérapeutique respectant les concepts d'économie tissulaire se met en place. Nous avons montré dans ce travail les progrès réalisés au niveau des nouvelles techniques diagnostiques et thérapeutiques. Chaque élément possède une particularité propre qu'il faut être capable d'appliquer de manière précise pour tirer le meilleur résultat possible de la technique. La combinaison de certaines procédures, comme la fluorescence laser et l'air abrasion ou l'air abrasion et le curetage chimique, permet d'optimiser un diagnostic ou de réaliser un traitement à minima.

Depuis son introduction, l'air abrasion s'est révélé être un instrument réellement valable en odontologie conservatrice. La technique est efficace et sûre si ses applications sont bien respectées. A elle seule, elle ne peut constituer une méthode de substitution totale de l'instrumentation rotative mais elle fait partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien dentiste en odontologie conservatrice.

Dans cette recherche, nous avons rassemblé de nombreuses indications de cette technique en pratique quotidienne. Il est important de noter que ce système trouve aussi des applications dans d'autres domaines que l'odontologie conservatrice. L'air abrasion est une technique à part entière mais elle permet aussi d'améliorer des procédures classiques principalement lors des collages.

Cependant, son coût et la dure réalité de la rentabilité d'un cabinet dentaire, freinent actuellement le développement de l'air abrasion en France.

Bibliographie

1. ABDALLAOUI F., CHRAIBI B., JAOUHARI EI A.

Dépistage précoce des lésions carieuses proximales débutantes : étude clinique et radiographique.

ID, 2001, 4 avril, 83, 14 : 1005-1010.

2. ALBREKTSSON I-T. O., BROTHALL D., GLANTZ P-O. J., KUDLE J-T.

Tissue preservation in caries treatment. Quint. book 2001.

3. ALLEN I. K.L., SALGADO T.L., JANAL M.N., THOMPSON V.P.

Removing carious dentin using a polymer instrument without anaesthesia versus a carbide bur with anaesthesia.

J Am Dent Assoc, 2005, May, 136, 5: 643-651.

4. ANDERSON M.H., BALES D.J., ORMNEL K.

Modern management of dental caries: the cutting edge is not the dental bur.

JADA, 1993, 124, 6: 37-44.

5. ANUSAVICE K.J.

Materials of the future: preservatives or restoratives?

Oper Dent, 1998, 23:162-167.

6. ANUSAVICE K.J.

Treatment regimens in preservative and restorative dentistry.

JADA, 1995, 126, 6: 727-743.

7. APAP M.

Biostar Airbrator (ABCDentiste).

Clinic, 2003, 24, 7: 452-453.

8. ATKINSON D.R., COBB C.M., KILLOY W.J.

The effect of an air-powder abrasive system on in vitro root surfaces.

J Periodontol, 1984, 55: 13-18.

9. ATTAL J-P., GOLDBERG M., HAIKEL Y., JACQUOT B., JONAS P., MEDIONI E., TASSERY H.

Matériaux alternatifs à l'amalgame.

Dossier de l'ADF, nov 2002.

10. ATTRILL D.C., ASHELEY P.F.

Occlusal caries detection in primary teeth: a comparison of diagnodent with conventional methods.

Br Dent J, 2001, 190: 440-443.

11. ANTONEN V., SEPPA L., HAUSEN H.

Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent® for the detection of occlusal caries in children.

Caries Res, 2003, 37, 1: 17-29.

12. BADER J.D., BROWN J.P.

Dilemmas in caries diagnosis.

JADA, 1993, 124, 6 : 48-50.

13. BADET C.

Etude clinique de la carie. (Dental caries)

EMC-Dentisterie, 2004, février, 1, 1 : 40-48.

14. BANERJEE A., BOYDE A.

Autofluorescence and mineral content of carious dentine: scanning optical and backscattered electron microscopic studies.

Caries Res, 1998, 32: 219-226.

15. BANERJEE A., KIDD EA, WATSON TF.

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

Caries Res, 2000, 34, 2: 144-150.

16. BANERJEE A., KIDD E.A., WATSON TF.

Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques.

Br Dent J, 2000, May 13, 188, 9: 476-482.

17. BANERJEE A., WATSON T.F.

Air abrasion: its uses and abuses.

Dent Update, 2002, Sep, 29, 7: 340-346.

18. BANERJEE A., KIDD E.A., WATSON T.F.

Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation.

J Dent, 2000, 28: 179-186.

19. BEELEY J.A., YIP H.K., STEVENSON A.G.

Chemochemical caries removal: a review.

Br Dent J, 2000, 22 april, 188, 8: 427-430.

20. BELT R.E., HERRMANN E.C., NORDBØ H.

Pronase digestion of carious dentine.

Caries Res, 1999, 33: 468-472.

21. BERRY E.A., EAKLE W.S., SUMMITT J.B.,

Air abrasion: on old technology reborn.

Compend Conti Educ Dent, 1999, 20: 751-764.

22. BLACK R.B.

Application and revaluation of air abrasive technique.

JADA, 1955, 44, 4: 408-414.

23. BLACK R.B.

Airbrasive: Some fundamentals.

JADA, 1950, 41, 6: 701-710.

24. BLIQUE M.

Prophylaxie Dentaire Individuelle : Utilisation d'un système d'Air Abrasion en prophylaxie dentaire individuelle.

I.D., 2000, 29 mars, 13: 933-940.

25. BLIQUE M.

Prophylaxie Dentaire Individualisée.

I.D., 2001, 4 juillet, 27: 2073-2078.

26. BLIQUE M., DROZ D.

Evaluation clinique des lésions carieuses en Prophylaxie Dentaire Individuelle : intérêts d'une classification proposant une option de traitement non chirurgical et tenant compte des décisions thérapeutiques.

I.D., 2004, 86, 24: 1567-1575.

27. BLITZER R.M., GOTTEHRER N.R.

Air abrasion: fixing the cutting edge.

Dent Today, 1999, Nov, 18, 11: 64-67.

28. BROSTEK A.

Early diagnosis and minimally invasive treatment of occlusal caries: a clinical approach.

Oral Health Prev Dent, 2004, 2, Suppl 1: 313-319.

29. BRYANT C.L.

The role of air abrasion in preventing and treating early pit and fissure caries.

J Can Dent Assoc, 1999 Nov; 65, 10: 566-599.

30. BURBACH G.

Micro-invasive cavity preparation with an airbrasive unit.

Gen Pract, 1993; 2: 55-58.

31. BURKE F.J.

From extension for prevention to prevention of extension: (minimal intervention dentistry).

Dent Update, 2003, Nov, 30, 9: 492-498, 500, 502.

32. BUSSAC G.

L'air abrasion : technologie du troisième millénaire dans l'art dentaire.

European Dental Magazine, 2000, octobre, 102 : 34-37.

33. CASTRO L.C., GALVAO A.C.

Comparison of three different preparation methods in the improvement of sealant retention.

J Clin Pediatr Dent, 2004, Spring; 28, 3: 249-252.

34. CHAN D.C., SUMMITT J.B., GARCIA-GODOY F., HILTON T.J., CHUNG K.H.

Evaluation of different methods for cleaning and preparing occlusal fissures.

Oper Dent, 1999, Nov-Dec, 24, 6: 331-336.

35. CHRISTENSEN G.J.

Air abrasion tooth cutting: State of the art 1998.

JADA, 1998, avril, 129: 484-485.

36. CHRISTENSEN G.J.

Cavity preparation: cutting or abrasion?

JADA, 1996, novembre, 127: 1651-1654.

37. COLUZZI D.J.

Fundamentals of dental lasers: science and instruments.

Dent Clin N Am, 2004, 48: 751-770.

38. CORTES D.F., ELWOOD R.P., EKSATRAN K.R.

An in vitro comparison of a combined FOTI/Visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of stain on their diagnostic performance.

Caries Res, 2003, 37, 1: 8-16.

39. CORTES D.F., EKSATRAN K.R., ELIAS-BONETA A.R., ELWOOD R.P.

An in vitro comparison of the ability of fibre-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth.

Caries Res, 2000, 34, 6 : 443-447.

40. COURSON F., RENDA A-M., ATTAL J-P., BOUTER D., RUSE D., DEGRANGE M.

In vitro evaluation of different techniques of enamel preparation for pit and fissure sealing.

J Adhes Dent, 2003, 5, 4: 313-321.

41. CREANOR S.L., RUSSELL J.I., STANG D.M., STEPHEN K.W. BURCHILL C.K.

The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents.

Br Dent J, 1990, 169:126-129.

42. DARMON P.

La dentisterie prophylactique individualisée.

Alternatives, 2001, février, 9: 13-26.

43. DARMON P.

Le scellement des sillons : pas à pas clinique.

Alternatives, 2001, mai, 10: 39-51.

44. DECOMBAS M., LA MAY O.

Histopathologie de la lésion carieuse de l'émail et de la dentine.

EMC, 1992, 23-010-C10.

45. DECUP F., MILLER C.

Les lésions carieuses cervicales : site 3 aspect clinique et traitement.

Réal Clin, 2001, 12, 4: 347-364.

46. DEDERICH D.N., BUSHICK R.D.

Lasers in dentistry.

JADA, 2004, février, 135 : 204-212.

47. DEGRANGE M., ROULET J-F.

Minimal invasive restorations with bonding. Quintessence book.

48. DEMONET M.

Utilisation des lasers pour l'enregistrement et le contrôle de la carie dentaire.

I.D., 2001, 21 février, 83, 6: 493-501.

49. DOMEJEAN-ORLIAGUET S., TUBERT-JEANNIN S., RIODAN P.J., ESPELID I., TVEIT A.B.,

French dentists' restorative treatment decisions.

Oral Health Prev Dent, 2004, 2; 2: 125-131.

50. DOMEJEAN-ORLIAGUET S., TUBERT-JEANNIN S., RIODAN P.J.

Cariologie: décisions thérapeutiques.

I.D., 2005, 2 mars, 87, 9: 497-502.

51. DOTY W.D., PETTEY D., HOLDER R., PHILLIPS S.

KCP 2000 enamel etching abilities tested.

J Dent Res, 1994, 73: 411, abst 2474.

52. DUQUE C., DA SILVA R.C., DOS SANTOS PINTO L.

Treatment options for the occlusal surface of first permanent molars.

J Clin Pediatr Dent, 2004, fall, 29, 1: 5-9.

53. EGGERTSSON H., ANALOUI M., VAN DER VEEN M.H., GONZALES – CABEZAS C., ECKERT G.J., STOOKEY G.K.

Detection of early interproximal caries in vitro using laser fluorescence, dye-enhanced laser fluorescence and direct visual examination.

Caries Res, 1999, 33: 227-233.

54. EKSATRAN K.R., RICKETTS D.N., KIDD E.A.

Occlusal caries: pathology, diagnosis and logical management.

Dent Update, 2001, Oct, 28, 8: 380-387.

55. ELBERTON R.J.

Treating restorative dentistry to health.

Br Dent J, 1996, sept 21, 181, 6: 220-225.

56. EPSTEIN S.

Analysis of airbrasive procedures in dental practice.

JADA, 1951, 43, 5: 578-582.

57. ERICSON D., BORNSTEIN R., GOTIICK B., RABER H.

Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemomechanical removal of caries.

Caries Res, 1999, 33: 171-177.

58. ERICSON D., KIDD E.A., Mc COMB D., MIJOR I., NOACK M.J.

Minimal invasive dentistry: concepts and techniques in cariology.

Oral Health Prev Dent, 2003, 1: 59-72.

59. ERICSON D.

What is minimally invasive dentistry?

Oral Health Prev Dent, 2004, 2, Suppl 1: 287-292.

60. FARRAN H.

Micro air abrasion. Key to successful dentistry.

Oral Health, 1998, Dec, 88, 1: 41-43.

61. FERDIANAKIS K., WHITE G.E.

Newer Class I cavity preparation for permanent teeth using air abrasion and composite restoration.

J Clin Pediatr Dent, 1999, Spring, 23, 3: 201-216.

62. FLUCKIGER L., WALTIMO T., STICH H., LUSSI A.

Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro.

J Dent, 2005, Feb, 3, 2: 87-90.

63. FREEDMAN G., GOLDSTEP R.

Traitement conservateur de la carie dentaire : Ozone et traitement par reminéralisation.

I.D., 2005, 19 Janv, 87, 3: 79-86.

64. FREEDMAN G.

A look at air abrasion systems.

Dent Today, 2002, Juin, 21, 6: 124, 126-131.

65. FU B., HANNIG M.

Effects of Air abrasion and acid etching on the microleakage of preventive class I resin restorations: an in vitro study.

J Esthet Dent, 1999, 11, 3: 143-146.

66. FURE S., LINGSTRÖM P., BIRKHED D.

Evaluation of Carisolv for the chemical removal of primary root caries in vivo.

Caries Res, 2000, 34, 3: 275-280.

67. FUSAYAMA T.

The process and result of revolution in dental caries treatment.

Int Dent Journal, 1997, 47, 3: 156-166.

68. GHIABI N.

Air contamination during use of air abrasion instrumentation.

J Clin Pediatr, 1998, 23: 37-43.

69. GOLDSTEIN R.E., PARKINS F.M.

Using air-abrasive technology to diagnose and restore pit and fissure caries.

JADA, 1995, june, 126: 761-766.

70. GOLDSTEIN R.E., PARKINS F.M.

Air-Abrasive technology: its new role in restorative dentistry.

JADA, 1994, may, 125: 551-557.

71. HADLEY J., YOUNG D.A.; EVERSOLE L.R., GORNBEIN J;A.

A laser-powered hydrokinetic system for caries removal and cavity preparation.

JADA, 2000, 131, 6: 777-785.

72. HAÏKEL Y., HERMERLE J.

Thérapeutique étiopathogénique de la carie

EMC, 1993, 23-010-F10.

73. HAMILTON J.C.

Microdentistry: the new standard care ? part 3 Is air abrasion safe ?

CDS Rev, 1999, Sept: 16-22.

**74. HAMILTON J.C., DENNISON J.B., STOFFERS K.W., GREGORY W.A.,
WELCH K.B.**

A Clinical Evaluation of Air-Abrasion Treatment of Questionable Carious Lesions: A
12-Month Report.

JADA, 2002, 133, 12: 1643-1651.

75. HANNIG M., FEMERLING T.

Influence of air abrasion treatment on the interfacial bond between composite and
dentin.

Oper dent, 1998, 23: 258-265.

76. HEINRICH-WELTZIEN R., KÜHNISCH J., OEHME T., ZIEHE A., STÖSSER L., GARCIA-GODOY F.

Comparison of different DIAGNOdent® cut-off limits for in vivo detection of occlusal caries.

Oper Dent, 2003, 28, 6: 672-680.

77. HICKS M.J., PARKINS F.M., FLAITZ C.M.

Kinetic cavity preparation effects on secondary caries formation around resin restorations: a polarized light microscopic in vitro evaluation.

ASDC J Dent Child, 2001, Mar-Apr, 68, 2: 115-121.

78. HINTZE M., WENZEL A., DANIELSEN B., NYVAD B.

Reliability of visual exam, fibre optic transillumination, bite-wing radiographic, and reproducibility identification of cavited carious lesions in contacting approximal surfaces.

Caries Res, 1998, 32, 3: 204-209.

79. HORIGUCHI S., YAMADA T., INOKOSHI S., TAGAMI T.

Selective caries removal with Air Abrasion.

Oper Dent, 1998, 23: 236-243.

80. HÖRSTED- BINDSLEV P., MJÖR I.A.,

Modern Concepts in Operative Dentistry.

1t edition, 1988, Munksgaard.

81. HUDSON P.

Conservative treatment of the Class I lesion: a new paradigm for dentistry.

J Am Dent Assoc, 2004, June, 135, 6: 760-764.

82. HUGO B., STASSINAKIS A.

Preparation and restoration of small interproximal carious lesions with sonic instruments.

Pract periodont Aesthet Dent, 1998, 10, 3: 353-359.

83. HUNT P.R.

Microconservative restorations for approximal carious lesions.
JADA, 1990, 120: 37-40.

84. ISMAIL A.I.

Clinical diagnosis of precavited carious lesions.
Community Dent Oral epidemiol, 1997, feb, 25, 3: 13-23.

85. JACQUOT B., FONTAINE A.

Etude clinique de la carie.
EMC, 1995, 23-010-E10.

86. JAHN K.R., GEITEL B., KOSTKA E., WISCHNEWSKI R., ROULET J.F.

Tensile bond strength of composite to air-abraded enamel.
J Adhes Dent, 1999, Spring, 1, 1: 25-30.

87. KANELLIS M.J., WARREN J.J., LEVY S.M.

Comparison of air abrasion versus acid etch sealant techniques: six-month retention.
Am Acad of pediatric Dent, 1997, 19, 47: 258-260.

88. KEEN D.S., VON FRAUNHOFER J.A., PARKINS F.M.

Air abrasive "etching": composite bond strengths.
J Dent Res, 1994, 73: abst 238.

89. KIDD E.A., NAYLOR M.N., WILSON R.F.

Prevalence of clinically undetected and untreated molar occlusal dentine caries in adolescence on the isle of wight.
Caries Res, 1992, 26: 397-401.

90. KOLFORD K.R., WAKEFIELD C.W., MURCHINSON D.F.

Aluminium oxide air abrasion particles: a bacteriologic and SEM study.
Quint Int, 2001, 32: 243-248.

91. KREJCI I., DIETSHI D., LUTZ F.U.

Principles of proximal cavity preparation and finishing with ultrasonic diamond tips.
Pract periodont Aesthet Dent, 1998, 10, 3: 295-298.

92. LAMBRECHTS P., MATTAR D., DE MUNCIK J., BERGAMS L., PEUMANS M., VANHERLE G., VAN MEERBEEK.

Air-abrasion enamel microsurgery to treat enamel white spot lesions of traumatic origin.

J Esth Resto Dent, 2002, 14, 3: 167-187.

93. LASFARGUES J-J., KALEKA R., LOUIS J-J.

Concepts cliniques en odontologie conservatrice.

Ed SNPMD 2001.

94. LASFARGUES J-J.

Evolution des concepts en odontologie conservatrice : du modèle chirurgical invasif au modèle médical préventif.

I.D., 1998, 40: 3111-3124.

95. LASFARGUES J-J, CHAUSSAIN-MILLER C., DECUP F., DOMEJEAN-ORLIAGUET S., GILLET D., GUINGAND A., KALEKA R., LABOUX O., LAFOND J., MEDIONI E., SERFATY R., TOUMELIN-CHEMLA F., RUBIANA J., BAILLEUL I., BESNAULT C., PANIGHI M.

Evaluation clinique multicentrique de la méthode Carisolv™ d'élimination chimio-mécanique des tissus cariés.

I.D., 2002, 32: 2321-2332.

96. LAURELL K., CARPENTER W., BECK M.

Pulpal effects of airabrasion cavity preparation in dogs.

J Dent Res, 1993, 72: 273.

97. LAURELL K., HESS J.A.

Scanning electron micrographic effects of air abrasion cavity preparation on human enamel and dentin.

Quint Int, 1995, 26, 2: 139-143.

98. LHUISSET F.

Lasers.

EMC, 1995, 22 020 E10.

99. LHUISSET F.

Ultrasons.

EMC, 1995, 22 020 D10.

100. LUBIN B., RASKIN I.M.

Air abrasion Microdentistry : a new paradigm for a new age.

Ont Dent, 1998, march: 47-49.

101. LUBOW R.M., COOLEY R.L.

Effect of air-powder abrasive instrument on restorative materials.

J Prosth Dent, 1986, 55: 462-465.

102. LUSSI A., FRANCESCUT P.

Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth.

Caries Res, 2003, 37, 1: 2-7.

103. LUSSI A.

Comparison of different methods for diagnosis of fissures caries without cavitation.

Caries Res, 1993, 27, 5: 409-416.

104. LUSSI A.

Intérêts et principes de l'utilisation du DIAGNOdent®.

Réalités Cliniques, 2004, 15, 3 : 227-234.

105. LUSI A., GYGAX N.

Iatrogenic damage to adjacent teeth during classical approximal box preparation.
J Dent, 1998, 26: 435-441.

106. MAGNIEN-GRENIER B.

Faut-il craquer pour l'air abrasion ?
Independantaire, 2003, avril: 40-47.

107. MALMSTRÖM H.S., CHAVES Y., MOSS M.E.

Patient preference: conventional rotary handpieces or air abrasion for cavity preparation.
Oper Dent, 2003, 28, 6: 667-671.

108. MARTHALER T.M.

Changes in dental caries 1973-2003.
Caries Res, 2004, 38, 3: 173-181.

109. MATOS A.B., TATE W.H., POWERS J.M.

Influence of enamel surface preparation on composite bond strength.
Am J Dent, 2003, 16, special issue septembre: 37A -40A.

110. MATSOMUTO K.

Laser treatment of hard tissue lesions.
J Oral Health Applic, 2004, 4; 4: 235-248.

111. MJÖR I.A.

Localisation des caries secondaires diagnostiquées cliniquement.
Clinic, 1999, janv, 20, 1: 19-23.

112. MORITZ A., SCHOOP U., GOHARKHAY K., SZAKASC M.S., SPEER W., SCHWEIDLER E., WERNISCH J., GAUTKNECHT N.

Procedures for enamel and dentine conditioning; a comparison of conventional and innovative methods.
J Esthetic Dentistry, 1998, 10, 2: 84-93.

113. MOUNT G.J., HUME W.R.

Une nouvelle classification des cavités.

Clinic, 1997, 8 : 457-463.

114. MOUNT G.J., HUME W.R.

Preservation and restoration of tooth structure.

Mount G.J., Hume W.R. Ed. Mosby International Ltd London, 1998.

115. MOUNT G.J., NGO H.

Lésions avancées et interventions a minima.

Clinic, 2000, 21, 10 : 685-694.

116. MURDOCK-KINCH C.A., McLEAN M.E.

Minimal invasive dentistry.

JADA, 2003, 134: 87-94.

117. NAGANO T.

The form of pit fissure and the primary lesion of caries.

Dent Abstr, 1960, 6: 426.

118. NASH RW.

Air abrasion: the future of restorative microdentistry.

Compendium, 1997, 18, 6: 534-540.

119. NEWMAN P.S., SILVERWOOD R.A., DOLBY A.E.

The effects of an airbrasive instrument on dental hard tissues, skin and oral mucosa.

Br Dent J, 1985, 159: 9-12.

120. NOACK M.J., WITCH M.J., HOAK R.

Lesions orientated caries treatment. Classification.

Oral Health Prev Dent, 2004, 2, suppl 1: 301-306.

121. NORBØ H., BROWN G., TYAS A.H.L.

Chemical treatment of cavity walls following manual excavation of carious dentin.
Am J Dent, 1996, 9, 2: 67-71.

122. OPSAHL-VITAL S., BELKHIR C., CHAUSSAIN-MILLER C., LASFARGUES J-J.

Traitements chimio-mécanique des lésions carieuses : indications cliniques sélectives.

I.D., 2004, 86 : 1567-1575.

123. OUELLET A., HONDRUM S.O., PIETZ D.M.

Detection of occlusale carious lesions.

Gen Dent, 2002, Jul-Aug, 50, 4: 320-331.

124. ÖZTAS N., ALACON A., BARDAKEY Y.

The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair.

Oper Dent, 2003, 28; 2: 149-154.

125. PAPA J., CAIN C., MESSER H.H.

Efficacy of tunnel restorations in the removal of caries.

Quintessence Int, 1993, Oct; 24, 10: 715-719.

126. PEERS A., HILL F.J., MITROPOULOS C.M., HOLLOWAY P.J.

Validity and reproducibility of clinical examination, fibre optic transillumination and bite wings radiology for the diagnostics of small approximal carious lesions: an in vitro study.

Caries Res, 1993, 27, 4: 307-311.

127. PEIRERA A.C., VERDONSCHOT E.M., HUYSMANS M.C.

Caries detection methods: can they aid decision making for invasive sealant treatment.

Caries Res, 2001, 35, 2: 83-89.

128. PERUCHI C., SANTOS-PINTO L., SANTOS-PINTO A., BARBOSA e SILVA.

Evaluation of cutting patterns produced in primary teeth by an air-abrasion system;
Quint int, 2002, 33, 4: 279-283.

129. PESILLO C.

Early caries lesions.

JADA, 2004, Sep, 135, 9: 1226-1228.

130. PETERS M.C., McLEAN M.E.

Minimally invasive operative care. I. Minimal intervention and concepts for minimally invasive cavity preparations.

J Adhes Dent, 2001, Spring, 3, 1: 7-16.

131. PETERS MC, McLEAN ME.

Minimally invasive operative care. II. Contemporary techniques and materials: an overview.

J Adhes Dent, 2001, Spring, 3, 1: 17-31.

132. PEYTON F.A., HENRY E.E.

The effect of high speed burs, diamond instruments and air abrasive in cutting tooth tissue.

JADA, 1954, 49, 4: 426-435.

133. PIETRINI D.R.

Air abrasion for the 21st century.

Dent Today, 2000, Jun, 19, 6: 106-108.

134. PITEL M.L.,

The resurgence of Air Abrasion into restorative dentistry: part 1.

Dent Today, 1998, june: 62-66.

135. PITEL M.L.,

The resurgence of Air Abrasion into restorative dentistry: part 2.

Dent Today, 1998, august: 70-77.

136. PITTS N.B.

Diagnostic tools and measurements impacts on appropriate care.
Community Dent Oral Epidemiol, 1997, 25: 24-35.

137. PORTH R.N.

New concepts in Air Abrasion.
Dent Today, 1998, march: 66-71.

138. PORTH R.N.

Contact air abrasion.
Dent Today, 1999, May, 18, 5: 88-90, 92.

139. RAFIQUE S., FISKE J., BANERJEE A.

Clinical trial of an air-abrasion/chemomechanical operative procedure for the restorative treatment of dental patients.
Caries Res, 2003, Sep-Oct, 37, 5: 360-364.

140. RAINEY J.T.

Air abrasion: an emerging standard of care in conservative operative dentistry.
Dent Clin N Am, 2002, 46: 185-209.

141. RENSON C.E.

Back to the future in cavity preparation.
Dent Update, 1995, avril, 22, 3: 93-95.

142. REYTO R.

Lasers and air abrasion: new modalities for tooth preparation.
Dent Clin N Am, 2001, janvier, 45, 1: 189-206.

143. RICKETTS D., KIDD E., WEERHEIJM K., DE SOET H.

Hidden caries:..Why is it? Does it exist? Does it matter?
Int Dent Journal, 1997, 47, 5: 259-265.

144. ROBERTSON T.M., HETMANN H.O., SWITT E J, jr.

Sturdevant's Art and science of Operative dentistry.

4th edition Ed. Mosby, 2002.

145. ROSENBERG S.

Air abrasive microdentistry a new perspective on restorative dentistry.

Dental Ecom, 1995, septembre: 96-94.

146. ROSENBERG S.

Air abrasion: the new standard of care.

Dent Today, 1996, 15: 78, 80-83.

147. ROSS G.

Advantages and procedures using air abrasion.

Ont Dent, 1998, 75, 2: 36-42.

148. ROSS G.

Air abrasion and caries detection dyes: the new standard of care.

Ont Dent, 1998, 75, 2 : 43-45.

149. ROTH F.

Les composites.

Collection des abrégés d'Odontologie et de Stomatologie. Ed masson. 1992

150. ROULET J-F, DEGRANGE M.

Collages et adhésion : la révolution silencieuse.

Quintessence International, 2000.

151. ROULET J-F., NIAM WILSON H.F., FUZZI M.

Advance in Operative Dentistry, Challenge for the future: vol 2.

Quintessence International, 2003.

152. SAZAK H., TÜRKMEN C., GÜNDAY M.

Effects of Nd:YAG Laser, Air abrasion and acid etching on human enamel dentin.
Oper Dent, 2001, 26, 5: 476-481.

153. SANTOS-PINTO L., PERUCHI C., MARKER V.A., CORDEIRO R.

Effect of handpiece tip design on the cutting efficiency of an air abrasion system.
Am J Dent, 2001, Dec, 14, 6: 397-401.

154. SANTOS-PINTO L., PERUCHI C., MARKER V.A., CORDEIRO R.

Evaluation of cutting patterns produced with air-abrasion systems using different tip designs.

Oper Dent, 2001, May-Jun, 26, 3: 308-312.

155. SCHWENDIMAN R., GETTLEMAN L., PARKINS F.

Air Abrasion cutting rates of enamel and dentin.

J dent Res, 1998, 77; 278, abst 1378.

156. SHI X-Q., WELANDER U., ANGMAR-MÅNSSON.

Occlusal caries detection with Kavo DIAGNOdent and radiography: an in vitro comparison.

Caries Res, 2000, 34: 151-158.

157. SIMONSEN R.

New materials on the horizon.

JADA, 1991, 122, 8: 24-31.

158. STRAND G.V., NORDBØ H., TVEIT A.B., ESPELID I., WIKSTRAND K., EIDE GE.

A 3-year clinical study of tunnel restorations.

Eur J Oral Sci, 1996, 104: 384-389.

159. STRAND G.V., TVEIT A.B., GJERDET N.R., EIDE G.E.

Marginal ridge strength of teeth with tunnel preparation.

Int Dent J, 1995, 45: 117-123.

160. SUMMITT J.B.

Conservative cavity preparations.

Dent Clin N Am, 2002, 46: 171-184.

161. TASSERY H.

Les révélateurs de carie : une aide opératoire.

I.D., 1999, 23 :1659-1668.

162. TRILLER.M.

La lésion initiale de l'émail

Real Clin, 1993, 4 : 275-281.

163. TYAS M.J., ANUSAVICE K.J., FRENCKEN J.E., MOUNT G.J.

Minimal intervention dentistry- a review.

International Dental Journal, 2000; 50: 1-12.

164. VAN AS G.

Erbium lasers in dentistry.

Dent Clin N Am, 2004, 48: 1017-1059.

165. VASSALLO A.

Action abrasive d'un aéro-polisseur sur les surfaces radiculaires.

Clinic, 2001, 22; 9: 600.

166. VASSALLO A.

les Nanocomposites.

Clinic, 2005, mars, 26: 116.

167. VERDONSCHOT E.R., BRONKHORST E.M., BURGERSDIJK R.C.M., KÖING K.G., SCHAEKEN M.J. M., TRUIN G.J.

Performance of some diagnostic systems in examination for small occlusale carious lesions.

Carie Res, 1992, 26: 59-64.

168. WHITE J.M., EAKLE S.

Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry.
JADA, 2000; june, 131 suppl: 13S-19S.

169. WHITE H.D., PEYTON F.A.

Effects of air abrasive in prophylaxis.
JADA, 1954, 49, 2: 155-163.

170. WHITEHOUSE J.

Minimally invasive dentistry: the new standard of care.
Dent Today, 2004, Apr, 23, 4: 16-18.

171. WHITEHOUSE J.

Minimally invasive dentistry: Clinical applications.
Dent Today, 2004, Jun, 23, 6: 56-61.

172. WILDER-SMITH P.

Principes des interactions laser-tissus et applications en dentisterie.
Réalités cliniques, 1994, 5; 3: 275-281.

173. WICHT M.

La tunnélisation: une technique pour la reconstitution primaire des lésions carieuses proximales.
Alternatives, 2001, fev, 9: 29-33.

174. WITCH M.J., HAAK R., FRITZ U.B., NOACK M.J.

Prilmary preparation of class II cavities with oscillating systems.
Am J Dent, 2002, 15, 1: 21-25.

175. WRIGHT G.Z., HATIBOVIC-KOFMAN S., MILLENAAR D.W., BRAVERMAN I.

The safety and efficacy of treatment with air abrasion technology.
Int J Paediatr Dent, 1999, Jun, 9, 2: 133-140.

176. YAMADA Y., HOSSAIN M., NAKAMURA Y., SUZUKI N., MATSUMOTO K.
Removal of carious dentin by mechanical, chemomechanical and ER-YAG laser in deciduous teeth.

J Oral laser Applic, 2001, 1, 2: 109-114.

177. YAZICI A.R., ÖZGÜMALTAY G., DAYANGAC B.

A scanning electronmicroscopic study of different caries removal techniques on human dentin.

Oper Dent, 2002, 27, 4: 360-366.

178. YIP H.K., STEVENSON A.G., BEELEY J.A.

Chemomechanical removal of dental caries in deciduous teeth: further studies in vitro.

Br Dent J, 1999, 27 février, 186, 4: 179-182.

179. YOUNG D.A.

New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies.

Gen Dent, 2002, Jul-Aug, 50, 4: 320-331

180. ZISKIND D., KUPIERTZKY A., BEYTH N.

First-choice treatment alternatives for carie removal using the chemomechanical methods.

Quint Int, 2005, janv, 36, 2: 9-14.

Références internet :

www.ada.org

www.brooks.af.mil/dis/equip.htm62-18 Airbrator Air Abrasion Handpiece

www.coastaldentistry.com/AirAbrasion.html

www.dentalairabrasion.com/equipment.htm

www.dentistry.com

www.kavo.com

www.laresdental.com/products/airabrasion/producer.asp

www.velopex.com/airab/indexaly.html



Table des matières

Sommaire

Introduction

p1

I Histoire de l'air abrasion

p3

I.1 Ses débuts

p4

I.2 Ses apports à la pratique

p4

I.3 L'abandon de la technique

p5

I.4 La remise au goût du jour

p5



II La carie et les moyens diagnostics

p6

II.1 La carie

p7

II.1.a Définition

p7

II.1.b Mécanismes généraux

p9

1 La carie initiale de l'émail

p10

a Les caries des surfaces lisses

p12

• Localisations

• Mécanismes

b Les caries des puits et fissures

p15

c L'intérêt clinique

p17

2 La progression de la lésion coronaire

p17

3 Les caries de la dentine

p18

a Particularités de la dentine

p18

b Progression de la carie dentinaire

p19

c Description histopathologique de la lésion

p20

d Intérêts cliniques

p22

4 Les caries radiculaires

p23

a Classifications

p23

• Classification histopathologique de Westbook

p22

• Classification clinique de Billings

p23

• Etat du processus carieux

p24

b Carie du ciment

p25

c Carie de la dentine radiculaire

p26

5 Les « Hidden caries » ou caries cachées

p27

a Définition

p27

b Rôle du fluor

p27

c Prévalence

p28

d Carie cachée : un type de carie à part ?

p29

6 Les reprises de caries

p30

a Définitions

p30

b Causes

p30

c Localisations

p31

d Signes cliniques

p31

e Evolution des caries secondaires

p32

f Epidémiologies des caries secondaires

p32

| | |
|--|------------|
| II.2 Les moyens diagnostiques | p33 |
| II.2.a Les moyens diagnostiques classiques | p34 |
| 1 L'exploration visuelle | p34 |
| 2 La transillumination | p35 |
| 3 La sonde | p36 |
| 4 Le fil dentaire | p37 |
| 5 La radiographie | p37 |
| a Avantages | p37 |
| b Inconvénients | p38 |
| 6 Etude comparative et efficacité des différents moyens diagnostiques classiques | p39 |
| II.2.b Les nouveaux moyens diagnostiques | p41 |
| 1 Le révélateur de carie | p41 |
| a Principes | p41 |
| b Applications | p42 |
| c Produits de base | p43 |
| d Discussion | p44 |
| 2 La résistance électrique | p45 |
| 3 La transillumination par fibre optique : FOTI et DI-FOTI | p46 |
| a Principes | p46 |
| b Critères d'évaluation | p47 |
| c Applications | p47 |
| d Avantages | p48 |
| e Inconvénients | p48 |
| f DI-FOTI | p49 |
| 4 L'air abrasion | p49 |
| 5 Systèmes de fluorescence laser | p50 |
| a Autofluorescence quantitative | p50 |
| b Le DIAGNOdent® | p51 |
| • Principes | p51 |
| • Système | p52 |
| • Utilisation | p53 |
| • Avantages | p56 |
| • Inconvénients | p58 |
| 6 Conclusion | p58 |
| III De la dentisterie à la microdentisterie | p59 |
| III.1 Les principes de Black | p60 |
| III.1.a La base de l'odontologie conservatrice | p60 |
| III.1.b Le chemin de la remise en question | p61 |
| III.2 La microdentisterie | p62 |
| III.2.a Evolutions | p62 |
| 1 Modification de la démarche thérapeutique | p62 |
| 2 Les bases de l'adhésion | p69 |
| III.2.b Les nouveaux matériaux | p70 |
| 1 Les composites | p71 |
| a Définition | p71 |
| b Composition | p71 |
| c Classification | p74 |
| d Evolution | p75 |

| | | |
|---------|---|------|
| e | Réaction de polymérisation | p76 |
| f | Propriétés mécaniques | p76 |
| g | Propriétés esthétiques | p76 |
| h | Propriétés de radio-opacité | p77 |
| i | Avantages | p77 |
| j | Inconvénients | p78 |
| 2 | Les ciments verres ionomères | p79 |
| a | Définition | p79 |
| b | Classification | p79 |
| c | Composition | p80 |
| d | Propriétés mécaniques | p81 |
| e | Propriétés physico-chimiques | p82 |
| f | Avantages | p83 |
| g | Inconvénients | p83 |
| 3 | Les matériaux intermédiaires et techniques « sandwich » | p84 |
| a | Les matériaux intermédiaires | p84 |
| • | Les compomères | p84 |
| • | Les verres ionomères modifiés par addition de résine | p85 |
| b | Techniques « sandwich » et stratification | p86 |
| 4 | Les matériaux « smart » | p86 |
| III.2.c | De nouvelles classifications | p87 |
| 1 | Evolutions des concepts en odontologie conservatrice | p87 |
| 2 | Les cavités adhésives | p88 |
| a | Cavités en galerie | p88 |
| b | La tunnélisation | p89 |
| • | Principes | p89 |
| • | Avantages | p91 |
| • | Inconvénients | p91 |
| • | Les échecs | p91 |
| 3 | Les premières propositions de nouvelles classifications | p92 |
| 4 | La classification de Mount et Hume | p93 |
| a | Classification | p94 |
| b | Formes et principes de préparation des cavités | p96 |
| c | Proposition de modification | p96 |
| 5 | Le concept SiSta | p98 |
| a | Classification | p98 |
| b | Guide thérapeutique | p100 |
| III.2.d | Etude des pratiques des chirurgiens dentistes français | p101 |

IV L'air abrasion

| | | |
|-----------|--|-------------|
| IV | L'air abrasion | p104 |
| IV.1 | Place dans la microdentisterie | p105 |
| IV.1.a | Les systèmes oscillatoires | p107 |
| 1 | Sonoabrasion | p108 |
| a | Principe | p108 |
| b | Sonicsys micro® Kavo Vivadent | p108 |
| • | Descriptif | p108 |
| • | Intérêt | p109 |
| • | Applications et indications des différents inserts | p110 |
| • | Cas clinique | p111 |

| | | |
|--------|---|------|
| 2 | Ultrasons | p112 |
| a | Comparaison sonoabrasion et ultrasons | p112 |
| b | Intérêts | p112 |
| c | Systèmes | p113 |
| • | US de 1ere génération: PCS Systèmes EMS | p113 |
| • | US de 2eme génération: PCS mark II Systèmes EMS | p113 |
| 3 | Conclusion | p114 |
| IV.1.b | Le laser | p115 |
| 1 | Introduction | p115 |
| 2 | Principes généraux | p116 |
| a | Caractéristiques de l'émission lumineuse | p117 |
| • | Propriétés de l'émission Laser | p117 |
| • | Les modes d'émission | p118 |
| b | Interaction avec les tissus | p120 |
| • | Généralités | p120 |
| • | Les effets de l'émission laser | p123 |
| 3 | Les différents lasers utilisés en odontologie conservatrice | p124 |
| a | Laser CO2 | p124 |
| • | Traitement | p124 |
| • | Applications | p126 |
| • | Avantages | p126 |
| • | Inconvénients | p126 |
| b | Laser Nd-YAG | p128 |
| • | Caractéristiques | p128 |
| • | Traitement | p128 |
| • | Applications sur les tissus dentaires | p129 |
| • | Avantages | p130 |
| • | Inconvénients | p130 |
| c | Laser infrarouge | p130 |
| • | Principes | p131 |
| • | Applications sur les tissus dentaires | p131 |
| • | Avantages | p131 |
| • | Inconvénients | p132 |
| 4 | Conclusion | p132 |
| IV.1.c | Le curetage chimique | p132 |
| 1 | Historique | p133 |
| 2 | Principes Carisolv® | p135 |
| a | Descriptif | p135 |
| b | Avantages | p136 |
| c | Inconvénients | p137 |
| 3 | Rapport bénéfice/risque de la méthode Carisolv® | p137 |
| a | Efficacité biologique | p137 |
| b | Biocompatibilité | p138 |
| c | Compatibilité avec les techniques adhésives | p138 |
| d | Avis du patient | p139 |
| • | Dans une étude menée par Ericson D. en1999 | p140 |
| • | Etude multicentrique 2001 | p140 |
| e | Avis du praticien et faisabilité | p141 |

| | | |
|--------|---|------|
| 4 | Applications | p142 |
| a | En fonction de la lésion | p142 |
| • | Cervicale | p142 |
| • | Radiculaire | p142 |
| • | Profonde | p143 |
| b | En fonction du patient | p143 |
| 5 | Conclusion | p144 |
| IV.1.d | Les procédés enzymatiques | p144 |
| 1 | Généralités | p144 |
| 2 | Pronase™ | p145 |
| 3 | Conclusion | p146 |
| IV.1.e | Les nouvelles fraises | p146 |
| 1 | Micro fraises | p146 |
| 2 | Fraises en polymère | p147 |
| IV.1.f | Comparatif général | p148 |
| IV.2 | Le jet de particule d'Alumine | p149 |
| IV.2.a | Principes de bases | p149 |
| 1 | Les particules | p150 |
| a | Types de particules | p150 |
| b | Forme | p151 |
| c | Taille | p152 |
| 2 | Le flux | p153 |
| 3 | La pression délivrée | p153 |
| 4 | Les caractéristiques de l'embout | p154 |
| a | Diamètre | p154 |
| b | Angulation | p155 |
| c | Distance séparant l'embout de la surface à traiter | p156 |
| IV.2.b | Sec ou humide | p157 |
| 1 | Sec | p157 |
| 2 | Humide | p158 |
| IV.2.c | Avantages | p159 |
| 1 | Rapidité et efficacité de coupe | p159 |
| 2 | Traitement à minima | p159 |
| 3 | Traitement atraumatique | p160 |
| a | Elimination de l'échauffement | p160 |
| b | Suppression des vibrations et du bruit de la turbine | p160 |
| c | Réduction de la douleur et des indications d'anesthésie | p161 |
| d | Diminution des micro fractures et fêlures | p162 |
| e | Effets pulpaire | p163 |
| 4 | Diagnostic et traitement des puits et fissures | p163 |
| a | Difficultés de diagnostic et traitement des puits et fissures | p163 |
| b | Apport de l'air abrasion | p164 |
| 5 | Amélioration des techniques de collage | p166 |
| a | Forme de la cavité | p166 |
| b | Etat de surface | p166 |
| c | Influence sur la force de collage | p168 |
| 6 | Simplification des protocoles | p169 |
| 7 | Avantages pour le praticien, son équipe et les patients | p170 |
| 8 | Face à un patient particulier | p171 |

| | | |
|--------|--|------|
| 9 | Contrôle de la procédure | p172 |
| a | Généralités | p172 |
| b | Air abrasion de contact | p172 |
| | • Principes | p172 |
| | • Diagnostic et traitement des puits et fissures | p173 |
| | • Elimination du tissu carieux | p173 |
| | • Avantages | p174 |
| 10 | Conclusion | p174 |
| IV.2.d | Inconvénients | p175 |
| 1 | Difficulté de maîtrise tactile du jet | p175 |
| 2 | Temps d'adaptation à la technique | p175 |
| 3 | Efficacité moindre sur la dentine ramollie | p176 |
| 4 | Vision directe ou indirecte | p177 |
| 5 | Pollution de l'air par l'alumine | p177 |
| a | Toxicité des particules d'alumine | p177 |
| | • Etudes des particules d'alumine | p177 |
| | • Les risques encourus lors de l'inhalation | p179 |
| b | Les risques de contamination bactérienne | p179 |
| 6 | Limites d'utilisation | p180 |
| 7 | Encombrement | p181 |
| 8 | Coût élevé | p181 |
| 9 | Technologie encore expérimentale | p183 |
| 10 | Précautions d'emploi | p183 |
| a | Recommandations | p184 |
| b | Contre-indications | p184 |

| | | |
|----------|---|-------------|
| V | Utilisation de l'air abrasion en Odontologie conservatrice | p185 |
| V.1 | Aide au diagnostic | p186 |
| V.2 | Petites cavités | p188 |
| V.3 | Carie de collet | p189 |
| V.4 | Reprise d'un joint composite ou amalgame | p190 |
| V.5 | Elimination d'obturations composite | p191 |
| V.5.a | Au niveau antérieur | p191 |
| V.5.b | Au niveau postérieur | p191 |
| V.6 | Lésions cervicales d'usure | p192 |
| V.7 | Les défauts de l'émail | p192 |
| V.7.a | Fissures | p192 |
| V.7.b | Micro taches | p193 |
| V.7.c | Dysplasies de l'Email | p194 |
| V.8 | Dent ébréchée | p195 |

| | | |
|-----------|---|-------------|
| VI | Autres applications en odontologie | p196 |
| VI.1 | En prophylaxie | p197 |
| VI.2 | En pédodontie | p198 |
| VI.3 | En endodontie | p198 |
| VI.4 | En parodontologie | p199 |
| VI.5 | En Orthodontie | p200 |
| VI.6 | En prothèse | p200 |

| | |
|--|-------------|
| <u>VII</u> Les différents systèmes présents sur le marché | p202 |
| VII.1 Modèle multifonction : Aquacut® Velopex | p203 |
| VII.2 Air abrasion humide: Air flow prep K1® EMS | p204 |
| VII.3 Air abrasion sec sur unit : Rodonflex® Kavo | p205 |
| VII.4 Air abrasion humide sur unit :RodonflexPlus® Kavo | p206 |
| VII.5 Air abrasion à sec : KPC® Laboratoire MVD | p207 |
| VII.6 Air abrasion à sec à usage unique : Biostar Aibrator | p208 |
| Conclusion | p211 |
| Bibliographie | p213 |
| Table des matières | p238 |

HOUTMANN Caroline – Apport de l’Air Abrasion dans les concepts d’économie tissulaire en Odontologie Conservatrice.

Th : Chir.-Dent. : Nancy : 2005

Mots clés :- Air Abrasion

- Préparation cinétique des cavités.
- Microdentisterie
- Préparations des cavités à minima



HOUTMANN Caroline – Apport de l’Air Abrasion dans les concepts d’économie tissulaire en Odontologie Conservatrice.

Th : Chir.-Dent. : Nancy : 2005

Depuis une dizaine d’année, l’évolution des connaissances en cariologie et de la dentisterie adhésive, ont permis le développement de nouvelles démarches diagnostiques et thérapeutiques, toutes orientées vers une dentisterie à minima. C’est dans nouveaux concepts d’économie tissulaire que l’Air Abrasion, déjà mise au point en 1950 mais inapplicable à cette époque, trouve maintenant de nombreuses applications. En effet, la dentisterie est un monde en constante évolution et il est important d’intégrer à la pratique quotidienne des alternatives thérapeutiques nouvelles comme d’Air Abrasion afin de délivrer les soins les plus adaptés possibles aux patients.

| | | |
|------------------------|----------------------------------|-------------|
| JURY : Pr. A. FONTAINE | Professeur 1 ^{er} Grade | Président |
| <u>Dr. C. AMORY</u> | <u>Maître de conférence</u> | <u>Juge</u> |
| Dr M. WEISENBACH | Maître de conférence | Juge |
| Dr J-L. MATHIS | Docteur en chirurgie dentaire | Juge |

Adresse de l’auteur : HOUTMANN Caroline
Résidence des villes de France
5 allée de Savoie
54 500 Vandoeuvre les Nancy

FACULTE D'ODONTOLOGIE

Jury : Président : A. FONTAINE – Professeur de 1^{er} Grade
Juges : C. AMORY – Maître de Conférences des Universités
M. WEISSENBAACH – Maître de Conférences des Universités
JL MATHIS – Docteur en Chirurgie Dentaire

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

présentée par : **Mademoiselle HOUTMANN Caroline , Eliane**

né(e) à: **TOUL (54)**

le **22 août 1978**

et ayant pour titre : «**Apport de l'Air Abrasion dans les concepts d'économie tissulaire en Odontologie Conservatrice**»

Le Président du jury,
Pr. A. FONTAINE



Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie

Dr P. BRAVETTI
FACULTE D'ODONTOLOGIE
96, av. de la République
BP 50208 - 54004 NANCY CEDEX
UNIVERSITE HENRI POINCARÉ - NANCY I
N° 2381

Autorise à soutenir et imprimer la thèse

NANCY, le 9 novembre 2005

Le Président de l'Université Henri Poincaré, Nancy-1



HOUTMANN Caroline – Apport de l’Air Abrasion dans les concepts d’économie tissulaire en Odontologie Conservatrice.

Th : Chir.-Dent. : Nancy : 2005

Mots clés :- Air Abrasion

- Préparation cinétique des cavités.
- Microdentisterie
- Préparations des cavités à minima

HOUTMANN Caroline – Apport de l’Air Abrasion dans les concepts d’économie tissulaire en Odontologie Conservatrice.

Th : Chir.-Dent. : Nancy : 2005

Depuis une dizaine d’année, l’évolution des connaissances en cariologie et de la dentisterie adhésive, ont permis le développement de nouvelles démarches diagnostiques et thérapeutiques, toutes orientées vers une dentisterie à minima. C’est dans nouveaux concepts d’économie tissulaire que l’Air Abrasion, déjà mise au point en 1950 mais inapplicable à cette époque, trouve maintenant de nombreuses applications. En effet, la dentisterie est un monde en constante évolution et il est important d’intégrer à la pratique quotidienne des alternatives thérapeutiques nouvelles comme d’Air Abrasion afin de délivrer les soins les plus adaptés possibles aux patients.

| | | |
|------------------------|----------------------------------|-------------|
| JURY : Pr. A. FONTAINE | Professeur 1 ^{er} Grade | Président |
| <u>Dr. C. AMORY</u> | <u>Maître de conférence</u> | <u>Juge</u> |
| Dr M. WEISENBACH | Maître de conférence | Juge |
| Dr J-L. MATHIS | Docteur en chirurgie dentaire | Juge |

Adresse de l’auteur : HOUTMANN Caroline
Résidence des villes de France
5 allée de Savoie
54 500 Vandoeuvre les Nancy