

Dentisterie restauratrice a minima

H. Tassery, J.-L. Victor, G. Coudert, J.-L. Brouillet, S. Koubi

Cliniquement, la pratique d'une dentisterie invasive a minima correspond à la stricte application du principe : respect systématique des tissus originels. La dentisterie invasive a minima devient un concept opératoire applicable quotidiennement avec comme dénominateur commun à toutes les techniques : la préservation des tissus tout en privilégiant la prévention sur toute forme de thérapeutique. Cela implique une meilleure connaissance du processus carieux, l'utilisation des performances croissantes des systèmes adhésifs et de faire un choix parmi de nombreux outils : ozonothérapie, inserts soniques et ultrasoniques, etc. Ces nouveaux outils améliorent le diagnostic pour certains et minimisent les formes de préparations pour d'autres. L'objectif de ce travail est de sérier toute la problématique de la dentisterie invasive a minima. Ces différents outils et leur efficacité ainsi que leurs avantages et inconvénients y sont détaillés, tout en décrivant leur utilisation clinique. Il demeure raisonnable d'appliquer les techniques préventives de la dentisterie a minima (améloplastie partielle, stérilisation des sillons, etc.) pour les risques carieux moyens et élevés et d'oser les préparations a minima qu'en deuxième intention, une fois le risque carieux contrôlé et minoré. Pour les risques carieux nuls à faibles, toutes les thérapeutiques a minima sont applicables en première intention.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Dentisterie a minima ; Insert sonique et ultrasonique ; Préparations en « entonnoir » et en « tunnel »

Plan

■ Introduction	1	■ Phases cliniques	8
■ Problèmes spécifiques	2	Méthodologie opératoire	8
Diagnostic des lésions carieuses	2	■ Méthodologie adaptée aux sites traités	8
Systèmes d'imagerie par fluorescence	2	Matériaux d'obturation	8
Critères d'élimination de la dentine cariée	2	■ Conclusion	12
Valeurs cliniques des critères d'élimination de la dentine cariée	2		
■ Moyens à disposition	3		
Outils du traitement chirurgical	3		
■ Ozonothérapie ou stérilisation de la plaie dentinaire	3		
■ Outils mixtes : traitement chirurgical et préparation	4		
Curetage mécanique	4		
Curetage par air-abrasion	5		
Curetage par sono- et ultrasonoabrasion	5		
Techniques sonoabrasives	5		
Techniques ultrasonoabrasives	5		
Technique ultrasonoabrasive (système Vector, Durr Dental, Allemagne)	5		
■ Efficacité des systèmes	6		
■ États des surfaces dentinaires	7		
Techniques manuelles	7		
Technique manuelle et chimique	7		
Techniques par fraisage rotatif	7		
Techniques par air-abrasion	7		
Technique par sonoabrasion	7		
Technique ultrasonique	7		
Technique ultrasonoabrasive (système Vector, Durr Dental)	7		
Ozonothérapie	7		

■ Introduction

Il est important de situer le concept de dentisterie restauratrice a minima dans un cadre non seulement clinique mais global en termes d'odontologie restauratrice. Depuis 1989, plusieurs concepts précurseurs ont été proposés allant de « la dentisterie à intervention minimale », à la « dentisterie préservatrice », et aux « traitements restaurateurs atraumatiques ». Cliniquement la dentisterie restauratrice a minima (*minimally invasive dentistry*) répond à la stricte application du principe du respect systématique des tissus originels [1, 2]. Aujourd'hui, elle doit devenir un concept opératoire de pratique courante avec comme précepte fondamental la préservation des tissus en privilégiant l'attitude prophylactique sur toute forme de thérapeutique. Une meilleure connaissance du processus carieux, les performances croissantes des systèmes adhésifs et l'apparition de nouveaux outils chirurgicaux sont les raisons qui ont présidé à l'émergence de ce concept.

Différents arguments justifient le bien-fondé de la « dentisterie restauratrice a minima » [1, 2] :

- un taux de survie limité des restaurations : si la carie secondaire associée aux fractures des matériaux sont les principales

raisons de leur remplacement [3], toute réintervention implique, en dehors de la simple réparation, une augmentation de la perte de substance, alors que l'on sait que le taux de survie est inversement corrélé avec le volume de la préparation [4];

- un taux de progression ralenti de la maladie carieuse : le taux annuel de progression entre la zone amélaire et le premier tiers dentinaire décline avec l'âge : Mejare (2004) [5] l'estime entre 32,5 % pour un jeune de 15 ans et 10,9 % pour un adulte jeune de 27 ans ;
- la possibilité d'inverser le processus carieux ou de l'immobiliser [6] (passivation) ;
- des nouveaux outils de diagnostic et d'évaluation : ces moyens doivent permettre de reconnaître la lésion carieuse, de nous renseigner sur sa progression et de nous informer sur les risques d'apparition de nouvelles lésions. On citera le laser, les techniques utilisant la lumière fluorescente, les procédés de conductivité électrique et l'utilisation de modèle prédictif comme le diagramme de Bratthall (1996) [7];
- l'efficacité des mesures de prévention [8], le développement et les progrès de la dentisterie adhésive permettant de réduire la préparation au volume de la carie initiale [1, 2];
- enfin l'apparition de nouveaux outils de préparation et de traitement chirurgicaux qui privilégient l'approche a minima, la désinfection et la réduction des effets iatrogènes de la dentisterie traditionnelle ;

Toutefois, cette thérapeutique ne doit être instaurée qu'après une évaluation approfondie du risque carieux individuel du patient tandis que les critères d'intervention seront :

- l'extension dentinaire du processus carieux ;
- sa rapidité ;
- la présence de douleurs ;
- la nécessité de restaurer la fonction ;
- et éventuellement l'esthétique [1, 2].

Enfin, il est rationnel d'appliquer les techniques préventives de la dentisterie restauratrice a minima (améloplastie partielle, stérilisation des sillons, etc.) pour les risques carieux intermédiaires et élevés (risque carieux de niveau 2 et risque carieux de niveau 3) et de n'oser des préparations a minima qu'en deuxième intention, une fois le risque carieux contrôlé et minoré.

Pour les niveaux de risques carieux « nuls » et « faibles » (risque carieux de niveau 0 et risque carieux de niveau 1) toutes les thérapeutiques a minima sont applicables en première intention une fois le diagnostic précis posé.

■ Problèmes spécifiques

Intervenir a minima engendre des problèmes spécifiques et ce à plusieurs niveaux :

- nécessité d'une plus grande acuité dans le diagnostic de la lésion carieuse ;
- une meilleure connaissance des critères d'élimination de la dentine infectée et de l'antisepsie de la dentine affectée résiduelle ;
- une adaptation et un apprentissage du praticien à des gestes techniques spécifiques ;
- savoir distinguer l'efficacité des nouveaux outils entre le traitement chirurgical et la préparation proprement dite ;
- obturer la préparation avec le matériau de choix.

Diagnostic des lésions carieuses

La plupart des techniques d'observation (sondage, radio) pèchent par leur insuffisance de précision, ce qui minore leurs sensibilité, spécificité et reproductibilité [9]. Pour pallier la faible sensibilité de ces procédés, différents systèmes de détection sont proposés pour aider le praticien à réduire les risques de faux positifs et surtraitement.

Systèmes d'imagerie par fluorescence

Le système DIAGNOdent® (Kavo, Biberach, Allemagne) agréé par la FDA (Food and Drug Administration) mesure quantitativement la perte minérale à l'aide d'une émission laser qui mesure en retour la fluorescence des dérivés bactériens inclus dans la dentine infectée. Ce procédé permet d'augmenter la précision du diagnostic sous réserve d'un nettoyage précautionneux des sillons, d'un séchage complet des sillons et d'un étalonnage précis de l'appareil pour éviter les risques de signaux faux positifs d'hyperfluorescence. Pour des valeurs comprises entre 0 et 13, rien ne doit être entrepris cliniquement, pour des valeurs entre 14 et 20 des mesures prophylactiques sont recommandées et pour des valeurs supérieures, il semble nécessaire d'intervenir. À l'usage, il est cliniquement prudent de recontrôler les mesures une fois la préparation partielle engagée et de limiter l'intervention à la simple mise en place d'un *sealant* si le signal s'inverse [10]. Ce procédé est peu ou non utilisable sur les lésions de site 2 par manque d'accessibilité. Un autre système appelé QLF® (*quantitative light-induced fluorescence*) consiste à illuminer la dent avec une lumière bleue et via un filtre, l'image retour est analysée en valeur de fluorescence. Un logiciel renseigne sur la surface, la profondeur et le volume de la lésion. Ce système offre une sensibilité comprise entre 67 % et 85 % [11]. Un dernier procédé faisant appel au principe de la transillumination ou DIFOTI (*digital imaging fiber optic transillumination*) est constitué de 2 pièces à main (1 pour la face occlusale et 1 pour les faces proximales) et d'un système de mesure de la valeur de la transillumination qui augmente avec la déminéralisation des tissus. L'image est observée directement par le praticien sans analyse via un logiciel [11].

Critères d'élimination de la dentine cariée

Les critères cliniques et données histopathologiques du processus carieux permettant au praticien d'éliminer toute et rien que la dentine cariée demeurent encore trop souvent subjectifs et ont été longuement analysés [12-15]. Cela est d'autant plus problématique dans le cadre de la dentisterie restauratrice a minima que le risque de laisser de la dentine infectée dans les zones difficiles d'accès n'est pas nul d'où l'absolue nécessité d'appliquer les phases curatives sur des patients dont le risque carieux est contrôlable.

La possibilité thérapeutique d'inverser le processus carieux [4, 15] et de le stabiliser ou passivation dans le temps [6] impose et rationalise l'approche minimaliste de l'exérèse de la dentine cariée [16]. Les procédés d'exérèse de la lésion carieuse, depuis une dizaine d'années, se sont multipliés et utilisent des moyens manuels, mécaniques, vibratoires, chimiques et par irradiation (laser). En fonction des situations cliniques, ces procédés peuvent s'utiliser de manière synergique mais Banergee et al. (2000) [17, 18] en ont spécifié les principaux impératifs. Ils doivent être :

- confortables et faciles d'utilisation ;
- sans douleur pour le patient et silencieux ;
- d'une efficacité indépendante de la pression exercée ;
- ne doivent pas générer de chaleur et de vibration tout en discriminant les tissus sains des tissus pathologiques. L'idéal serait, qu'en plus, ces techniques soient :
- une aide à l'accès et à la visualisation de la zone à traiter ;
- que les effets iatrogènes sur le complexe pulpaire et les faces proximales adjacentes soient minimaux ;
- qu'elles aient une capacité antiseptique en soi, tout en assurant le préconditionnement des tissus dentaires ;
- qu'elles soient efficaces quels que soient l'état, l'aspect ou la dureté de surface de la lésion carieuse.

Valeurs cliniques des critères d'élimination de la dentine cariée (Tableau 1)

Les critères visuels, auditifs, tactiles, colorimétriques et sensitifs n'ont de sens que s'ils sont pris dans leur globalité par

Tableau 1.

Valeurs cliniques des principaux critères d'élimination de la dentine cariée.

Critères d'élimination	Valeurs cliniques	Commentaires
Sensation du sondage	+/-	Grande variabilité en fonction de la forme de l'extrémité de la sonde, de la pression exercée et de la dureté des tissus dentaires.
Cri dentinaire	+/-	Idem auquel s'ajoute la variabilité liée aux capacités auditives de l'opérateur.
Couleur de la dentine	++	La dentine affectée est souvent plus foncée et plus sèche que la dentine infectée. La passivation de la lésion carieuse renforce ce mécanisme.
Variation de la dureté	++	La dentine affectée est plus dure que la dentine infectée, mais cette sensation de dureté dépend de la pression exercée et de la qualité instrumentale.
Signal autofluorescent	-	Intérêt in vitro.
Diminution de la charge bactérienne	-	Intérêt in vitro.
Douleur	+	Pour les techniques manuelles et le traitement chimique, la douleur, variable en fonction des patients, est souvent le signe d'arrêt de l'excavation ou du raclage.
Révélateurs de caries	++	À utiliser avec prudence dans les cavités très profondes pour ne pas risquer un surtraitement.

rapport à une approche minimaliste de l'exérèse. Leur objectivité et subjectivité doivent s'additionner pour nous permettre de différencier au mieux les tissus dans l'interface infectée/affectée.

■ Moyens à disposition

Il faut distinguer parmi tous les outils décrits ceux spécifiques aux traitements ou à l'élimination de la dentine infectée des outils plus appropriés à la préparation de la cavité. Le curetage manuel, chimique, l'ozonothérapie sont plus spécifiques aux traitements de la dentine cariée, tous les autres systèmes sont plus efficaces pour réaliser la préparation.

Concernant l'usage du laser, son rapport coût/bénéfice/efficacité étant encore élevé, son utilisation n'a pas été traitée dans ce fascicule.

Outils du traitement chirurgical

Curetage manuel

Les deux procédés font appel à des instruments manuels. Le distingo apparaît au niveau de la forme et de l'efficacité des instruments complétés par l'adjonction d'un gel actif pour le curetage chimique. La forme en cuillère ou excavateur des premiers est remplacée par une série d'instruments ou racleurs de formes variées et spécifiques pour la mise en place du gel et le raclage sélectif de la dentine infectée. Ces instruments sont appelés en fonction de leur forme et de leur application : Flat 0-1-2-3, Star 0-1-2-3, Multistar, etc.

Curetage chimique

Le Carisolv® (Medi Team, Göteborg, Suède) produit constitué de deux gels est actuellement le produit référence et depuis septembre 2002 sa composition chimique a été modifiée. Le premier gel contient 3 acides aminés : la leucine, lysine et l'acide glutamique auxquels s'ajoutent de l'hydroxyde de sodium, du chlorure de sodium et du carboxyméthylcellulose, le second est constitué d'hypochlorite de sodium à 0,95 %. L'ensemble, une fois mélangé forme un gel incolore. Le caractère incolore du gel évite des dyscolorations secondaires des tissus résiduels avant la phase d'obturation, en revanche la réduction de sa viscosité nuit à sa mise en place. Ce procédé demeure une technique de choix en dentisterie non invasive.

Mode d'action

Le mode d'action est une dissolution du collagène altéré par le processus carieux. Les trois acides aminés subissent une chloration par l'ion ClO⁻ de l'hypochlorite de sodium, très actif. Cette chloration réduit l'activité délétère de l'hypochlo-

rite sur les tissus sains tout en permettant une action des chloro-amino-acides. Ces acides aminés, une fois modifiés, agissent sur les liaisons hydrogènes et autres forces stabilisant la triple hélice du collagène affecté sans perturber les liaisons covalentes saines. Le collagène affecté modifié est ensuite éliminé à l'aide d'instruments manuels spécifiques évitant ainsi l'usage du fraisage, source éventuelle de vibrations et douleurs. L'action de l'instrument est un raclage dentinaire et non une excavation dentinaire, ce qui réduit l'usure des instruments et donc leur entretien. Le temps de contact entre la dentine infectée et le gel est de l'ordre de 30 s et celui-ci sera renouvelé tant que la solution restera trouble suite au raclage de la dentine infectée.

Sur le plan clinique, l'utilisation du gel Carisolv® est sans danger [19], permet une élimination adéquate de la dentine infectée [17], et semble moins douloureuse que l'excavation manuelle classique (32 % de cas d'inconfort contre 65 %) [20]. Les paramètres : temps d'excavation, efficacité et demande par le patient d'une anesthésie ne diffèrent pas entre l'excavation manuelle et le raclage avec le gel selon ces mêmes auteurs [20]. Il faut néanmoins, contrairement à l'excavation manuelle classique, rappeler l'action antiseptique importante du gel car cette technique est plus économe en dentine encore active que le fraisage classique. La différence serait de l'ordre de 50 µm. Cette différence est malgré tout cliniquement difficile à observer [21].

Action antiseptique

Outre son aspect contagieux, la carie dentaire est composée sur le plan bactériologique par une association complexe de bactéries dont les plus caractéristiques sont les lactobacilles et streptocoques mutans et sobrinus. L'élimination des tissus infectés en un temps ou en deux temps selon la technique du « *stepwise* » entraîne des modifications majeures de la composition bactérienne des tissus résiduels. Le taux bactérien passe de 3,6 10⁵ cfu/échantillon à 3,6 10³ cfu/échantillon. L'utilisation du Carisolv® via sa composition en hypochlorite de sodium réduit d'une unité logarithmique le nombre de bactérie résiduelle.

■ Ozonothérapie ou stérilisation de la plaie dentinaire

L'ozone a été découvert et ainsi nommé par F. Schonbein en 1840. Sa synthèse naturelle dans l'atmosphère, sous l'action des rayons ultraviolets, correspond à une photodissociation de la molécule d'oxygène, les 2 atomes d'oxygène se recombinaient avec une molécule d'oxygène pour former O₃. La décomposition de cette molécule O₃ ainsi formée, permet-

tant la libération d'oxygène, est une réaction exothermique qui peut être activée par la température et les ultraviolets. Sa demi-vie est de 30 minutes et sa toxicité importante pour de grandes quantités. Les normes recommandent de ne pas dépasser 0,10 ppm (partie par million) d'ozone pour l'air confiné et 0,12 ppm pour l'air ambiant. En présence d'eau, la molécule O₃ se transforme en un anion réactif O₃⁻ qui permet la formation d'un radical hydroxyl (OH[•]) à très fort pouvoir oxydant. L'action oxydante de l'ozone sur un très grand nombre de molécules (protéines, acides gras polyinsaturés, etc.) et ses effets délétères dépendent d'un équilibre dynamique entre la concentration en ozone, la durée d'exposition et la nature et concentration dans le milieu intracellulaire et extracellulaire d'agents antioxydants. L'ozone est donc un agent désinfectant qui agit par destruction, neutralisation ou inhibition de la croissance des micro-organismes et virus au même titre que le chlore mais à des concentrations inférieures, agit plus rapidement et n'a ni goût, ni odeur désagréable. La première utilisation dentaire de l'ozone date du 19^e siècle sous la forme de bain de bouche tandis que les premières applications médicales datent de 1950. Ses applications médicales concernent essentiellement les techniques d'auto-hémothérapie, les insufflations rectales d'ozone, la désinfection de plaies ouvertes par vaporisation d'ozone.

En dentisterie, l'ozone a d'abord été utilisé pour traiter les caries primaires radiculaires. L'exposition de caries radiculaires à l'ozone pendant 10 ou 20 s entraîne une diminution significative des streptocoques mutans et sobrinus de la surface cariée [22, 23]. La zone traitée est ensuite reminéralisée par l'application de solution reminéralisante et antiseptique à base de xylitol, zinc, calcium, phosphates. S'il y a cavitation, la cavité carieuse est alors obturée avec un ciment verre ionomère type FujiVII (GC, Tokyo, Japon) très concentré en fluor. Les indications de ce procédé se sont élargies aux sillons occlusaux, caries de collet, désinfection de la dentine affectée avant obturation, blanchiment des dents, application endodontique avec des embouts adaptés, traitement de l'herpès labial. L'ozone est délivré par une unité ou *HealOzone* (CurOzone, États-Unis). Une pièce à main reliée à l'unité délivre 2100 ppm d'ozone renouvelé toutes les 300 fois par seconde sur le tissu à traiter. L'extrémité de la pièce à main porte une cupule en caoutchouc (5 dimensions disponibles) à usage unique qui doit être appliquée intimement sur les tissus à traiter (Fig. 1). Toute fuite d'ozone stoppe par sécurité l'unité. La difficulté majeure de cette technique est l'obtention d'un joint étanche entre la zone à traiter et la cupule du système. Toutes les cavités complexes interdisent actuellement l'utilisation de ce système (Tableaux 2, 3).



Figure 1. Application d'ozone sur une face occlusale.

Tableau 2.

Temps de contact recommandés de l'ozone en fonction du site et stade carieux [19, 24].

Sites I	Lésion carieuse avec atteinte dentinaire	Stade carieux : 2, 3, 4	40 s d'exposition à l'ozone
Sites II	Lésion carieuse avec atteinte dentinaire et cavitation	Stade carieux : 1, 2	30 s d'exposition à l'ozone
Sites III	Lésion carieuse sans atteinte dentinaire	Stade carieux : 0	20 s d'exposition à l'ozone

■ Outils mixtes : traitement chirurgical et préparation

Curetage mécanique

Les nouveautés concernent surtout les microfraises de préparation permettant d'aborder a minima la zone à traiter. Ce sont principalement des fraises boule, poire, cylindrique à bout arrondi munies d'un long col fin permettant une meilleure visibilité et une meilleure circulation du spray et donc un refroidissement optimal de la zone.

Tableau 3.

Contraintes des principaux systèmes d'excavation de la dentine infectée.

Contraintes liées aux techniques	Présence de boue dentinaire	Action antibactérienne	Nécessité de désinfecter	Usage du révélateur recommandé	Bruit et vibration	Nécessité de conditionner les tissus
Manuelle	++	non	oui	oui	+	oui
Carisolv [®] /racleurs	+	Oui – présence d'hypochlorite de sodium	non	non	+	non
Mécaniques	+++	non	oui	oui	+++	oui
Air-abrasion	+++	non	oui	non	++	oui
Ultrasonoabrasion	++	non	oui	oui	++	oui
Sonoabrasion	++	non	oui	oui	++	oui
Ozonothérapie	Création d'une escarre dentinaire stérile.	oui	non	non	non	?
Système Vector	++	non	oui	oui	++	oui
Lasers	+	oui	non	non	-	oui
Systèmes enzymatiques et médicamenteux	-	-	non	non	-	inconnu

Ces fraises sont souvent regroupées en coffret (ref. 4337 4337F Komet) et ont pour référence : 801 M. 3014.010-012, 835 KRM.314.008-010, 830 AM.314008-010. Une autre fraise permettant spécifiquement de nettoyer les fonds de sillons et d'élargir les fissures porte la référence : 329 VG.314.016.

La dentine doit être éliminée sous spray à l'aide de fraise boule en carbure de tungstène à double entaille pour limiter les vibrations et échauffement (fraise H1SEM Komet, France).

On peut aussi utiliser la fraise SmartPrep™ (SSWhite, États-Unis) : fraise en polymère, à usage unique, d'une dureté inférieure à la dentine saine qui existe en trois tailles différentes. Le principe est que les angles de la fraise s'émoussent au contact de la dentine affectée conservable, d'une dureté supérieure au polymère de la fraise.

La vitesse d'utilisation de cette fraise est de 500 à 800 tr/min. Ce procédé intéressant semble être handicapé par le prix prohibitif du coffret d'introduction constitué de 10 fraises en carbure de tungstène et 30 fraises en polymère à usage unique.

Curetage par air-abrasion

Ce procédé est indiqué en dentisterie restauratrice a minima pour les sites 1 et 3 hors stade 0, dans les techniques esthétiques de microabrasion en complément des produits chimiques pour éliminer des dyscolorations superficielles, pour améliorer les états de surface dentinaire en vue du collage et dans les techniques intraorales de réparation des restaurations. Parmi les systèmes commercialisés en France, on citera le Prep K1 (EMS, France), l'Aquacut (Velopex, France), Rondoflex (Kavo, Allemagne).

Les différents systèmes commercialisés se caractérisent par des pressions inférieures à 80 psi (*pound per square inch*), comprises entre 80 et 100 psi ou supérieures à 100 psi. L'effet de coupe est proportionnel à la pression. Les débits de poudre sont compris entre 3 et 4 g/min pour obtenir un effet optimal tandis que les débits supérieurs entraînent un effet brouillard très important. La réalisation de préparation sous l'effet cinétique des particules demeure dépendante de la pression en sortie, du diamètre des particules (27 ou 50 µm) et de celle de la buse ainsi que de la distance de travail. L'effet de dispersion des particules peut entraîner une abrasion de l'émail sain, certains auteurs recommandent alors l'application de 3 couches de vernis sur la dent afin de limiter l'effet délétère de cette dispersion [25]. Pour réduire ces effets négatifs, certains auteurs recommandent de remplacer les particules d'oxyde d'alumine par des particules de polycarbonates ou d'utiliser un mélange d'alumine-hydroxyapatite moins dure [17, 18, 26]. Concernant la dentine infectée, le procédé est handicapé par la structure ramollie de la dentine qui absorbe l'énergie cinétique des particules et réduit l'efficacité du procédé. Pour les appareils dits de prophylaxie à base de poudre de bicarbonate, leur utilisation en dentisterie a minima se restreint essentiellement aux nettoyages des sillons et puits infiltrés avant la mise en place de *sealants* de recouvrement et ce dans le cadre d'une prophylaxie dentaire individuelle.

Quelques mises en garde sont nécessaires si on décide de réaliser une préparation partielle [27]:

- l'usage de poudre de bicarbonate peut interférer par son pH basique avec des acides de conditionnement faibles (type NRC, Dentsply, France) et réduire son efficacité ;
- l'usage d'acide phosphorique est recommandé après le polissage ou l'air-abrasion ;
- la ponce associée au polissage à base de bicarbonate est moins efficace que le couple air-abrasion/acide phosphorique ;
- il n'y a pas de différence en termes d'adhésion entre l'air-abrasion et une préparation mécanique tant que les tissus sont conditionnés avec de l'acide phosphorique [28] ;
- l'air-abrasion ne permet pas d'éliminer la dentine infectée ;

La préparation est optimale avec une pression de 30-60 psi pour des particules d'oxyde d'alumine de 27 µm et une distance d'action de 0,5 à 2 mm. Sur des cavités plus profondes, il est recommandé de réduire le diamètre de la buse ainsi que la pression d'éjection [10].

Tableau 4.

Fiche technique de la pièce à main SONICflex.

Niveaux de puissance	Amplitude	Fréquence	Niveau sonore	Indications
Niveau 1	120 µm	6 000 Hz	61 dB	Finition et travaux préservant la substance dentaire
Niveau 2	160 µm	6 000 Hz	69 dB	Préparation
Niveau 3	160 µm	6 000 Hz	71 dB	Préparation avec les inserts Approx

Curetage par sono- et ultrasonoabrasion

Tous ces procédés ultrasoniques et soniques ont une efficacité dépendante de la dureté des tissus résiduels et demeurent peu efficaces sur la dentine ramollie. Ces procédés permettent de réaliser des préparations cavitaires complexes type « tunnel » ou en « entonnoir », des finitions et d'autres formes variées de préparation en fonction du type d'insert.

L'évolution des concepts en odontologie conservatrice vise à promouvoir le concept d'économie tissulaire dans le cadre du modèle médical préventif [1]. Les techniques sonoabrasives et ultrasonoabrasives font partie de cette évolution mais se cantonnent surtout dans le cadre de la dentisterie restauratrice a minima.

Techniques sonoabrasives

Le système Komet-SONICflex regroupe une série d'inserts adaptés pour la prothèse, la prophylaxie, la parodontologie et l'odontologie restauratrice. Ces inserts s'adaptent sur une pièce à main fibrée (Pièce 2003 L, 12 000 lux), délivrant 3 niveaux de puissance avec un niveau sonore compris entre 61 et 71dB. Parmi tous les inserts, 1 seul est adapté pour l'élimination de la dentine infectée (Tableaux 4, 5).

Techniques ultrasonoabrasives

L'EMS System® propose des inserts double faces (travaillante et non travaillante) vibrant à une fréquence ultrasonique (15-20 kHz). Le nombre d'inserts est de 5 dont 2 demi-boules, 1 insert boule plein, 1 insert en forme de pointe et 1 insert en forme de flamme. Ce système s'adapte directement sur une pièce à main de détartrage EMS et chaque insert est livré avec son système de vissage résistant à l'autoclave. De par la fréquence vibratoire utilisée, ce système demeure très efficace. Ces inserts sont regroupés dans des coffrets dénommés « *proccavity*, *basic cavity*, *basic finishing* » (Tableau 6).

Les avantages et inconvénients des deux systèmes sont regroupés dans le Tableau 7.

Technique ultrasonoabrasive (système Vector, Durr Dental, Allemagne)

Ce procédé surtout utilisé en parodontie peut aussi s'utiliser en odontologie conservatrice. Il est constitué d'une pièce à main reliée à une unité centrale délivrant deux types de solution, une abrasive de carbure de silicium pour la restauratrice et une de polissage pour la parodontie. Les inserts lisses de formes variées sont regroupés en 5 kits :

- un kit d'inserts paro (couleur argent) ;
- un kit d'inserts pour la maintenance (couleur noire) ;
- un kit d'insert supragingival (couleur jaune) ;
- un kit d'insert pour les préparations (couleur rouge) ;
- un kit d'insert pour les microcavités (couleur violet).

Ces derniers agissent sur la dentine par la double action des vibrations ultrasoniques et des particules abrasives. Cette technique doit absolument s'utiliser sous champs opératoires car

Tableau 5.

Récapitulatifs des inserts soniques.

SONICflex clean	SF402-412-422-432-472-482-porte brosse SF48	Large choix de brochettes vibrantes	Prophylaxie des sites 1-2-3
SONICSYS micro	SF 30-31-32-33 SF28-29	N° 30 à n°33 inserts en forme de demi-boule diamantés sur une face et lisses de l'autre.	Cavité « en entonnoir » sur molaire et prémolaire, site 2 antérieur, lésion proximale difficile d'accès
SONICflex bevel	SF58-59	Inserts en forme de demi-ellipse diamantés sur une face et lisses de l'autre permettent de réaliser une préparation chanfreinée	Cavité « en entonnoir » sur molaire et prémolaire, site 2 antérieur, lésion proximale difficile d'accès
SONICflex angle	SF53-54	Inserts diamantés coudés	Cavité « en tunnel », lésion proximale difficile d'accès
SONICflex seal	SF45	Insert diamanté pointu	Traitement peu invasif des sites 1
SONICflex line	D : SF42-43	Inserts diamantés forme boule	Lésions SJSTA 1.1 (premier tiers dentinaire)
SONICflex line	TC : SF71-72	Insert boule multilame	Élimination de la dentine infectée

Tableau 6.

Récapitulatif des inserts ultrasoniques.

Insert SM	Facilite l'accès clinique pour les restaurations mésiales. Insert en forme de classe II diamanté d'un côté et lisse de l'autre.
Insert SD	Facilite l'accès clinique pour les restaurations distales. Insert en forme de classe II diamanté d'un côté et lisse de l'autre.
Insert VE	Préparation vestibulaire de facette.
Insert PF	Nettoyage et extension des sillons.
Insert SBd et SBm	Insert demi-boule distal (d) ou mésial (m) pour la préparation des microcavités et la finition des bords.

Tableau 7.

Avantages et inconvénients des techniques soniques, ultrasoniques et abrasives.

Systèmes	Avantages	Inconvénients
Système sonique	Préservation des faces proximales adjacentes. Préservation de la crête marginale. Faible risque de créer des fissures amélaire. Insert angulé à 90° disponible. Autoclavable. Pièce à main fibrée.	Pièce à main spécifique. Peu efficace sur la dentine affectée.
Système ultrasonique	Préservation des faces proximales adjacentes. Préservation de la crête marginale. Procédé plus rapide que le procédé sonique. Pièce à main pratique et commune avec celle du détartreur. Autoclavable	Risque de créer des fissures amélaire. Peu efficace sur la dentine affectée.
Système Vector	Préservation des faces proximales adjacentes. Préservation de la crête marginale. Autoclavable.	Pièce à main peu pratique. Digue obligatoire pendant la préparation. Peu efficace sur la dentine affectée. Coût élevé du système. Plus adapté pour la parodontologie.
Air-abrasion	Anesthésie souvent inutile, bien apprécié des patients. Préparation a minima facile, peu d'effets postopératoires. Complément des techniques de microabrasion. Traitement des surfaces dentinaires avant collage. Autoclavable.	Plus efficace sur les tissus sains, n'évite pas le conditionnement des tissus, digue nécessaire, peu d'influence sur l'étanchéité, non recommandé au stade 0. N'élimine pas la dentine infectée. Ne pas éliminer les anciennes obturations à l'amalgame (vapeurs de mercure)

le débit de la solution abrasive est important et comme pour tous les systèmes vibratoires son efficacité sur la dentine ramollie est faible.

■ Efficacité des systèmes (Tableau 8)

La difficulté majeure pour évaluer in vitro la capacité d'un procédé d'excavation a été récemment levée par Banerjee et al. (1999) [13] qui ont montré une corrélation positive entre la dureté de la lésion carieuse et le signal autofluorescent de la dentine cariée observée sous microscope laser confocal (CLSM). La limite du signal autofluorescent correspond à la limite de

l'exérèse de la dentine infectée. Ce signal n'étant pas utilisable in vivo, la difficulté clinique pour distinguer la frontière d'excavation à ne pas dépasser demeure souvent subjective car faire le distinguo entre une dentine réactionnelle, réparatrice, une fibrodentine et/ou de l'orthodentine, avec ou sans révélateur de carie, dans le fond d'une préparation cavitaire type « tunnel » ou « en entonnoir » relève encore de l'utopie. Néanmoins, ces auteurs ont montré sur la base du signal autofluorescent et de la quantité de dentine éliminée un ordre croissant d'efficacité des techniques d'exérèse :

- sonoabrasive ;
- air-abrasion ;
- Carisolv® (traitement chimique et manuel) ;

Tableau 8.
Efficacité des systèmes en fonction des tissus.

Efficacité	Émail sain	Dentine saine	Émail carié	Dentine ramollie	Dentine sclérotique	Temps
Manuelle	-	-	+/-	++++	++	++
Carisolv®/racleurs	-	-	-	+++++	++	+++
Mécaniques	++++	++++	++++	+++	++++	+
Ozonothérapie	-	-	++ (stérilisation)	++++ (stérilisation)	?	+++
Air-abrasion	++	+/-	-	-	+/-	++
Ultrasonoabrasion	++	+	++	-	+	++
Sonoabrasion	++	-	++	-	+	++
Système Vector	+	-	+	-	-	+++
Systèmes enzymatiques et médicamenteux	-	-	-	-	-	+++

- manuelle ;
- mécanique par fraisage.

Les systèmes vibratoires par ultrasons (EMS) ou par ultrasonoabrasion (Système Vector, Durr Dental, Allemagne) n'ont pas été évalués dans ce travail de Banerjee et al. (2000) [17]. Sur le plan de la sélectivité, les techniques manuelles à l'aide d'excavateur et le système Carisolv® avec ses racleurs l'emportent sur les autres méthodes et concernant le temps pour éliminer la zone infectée ou irréversiblement dégradée, les études concordent pour définir un ordre croissant d'efficacité :

- Carisolv® ;
- air-abrasion ;
- sonoabrasion ;
- manuelle ;
- mécanique ;

avec une durée moyenne de 12 minutes pour le Carisolv® et de 6 minutes pour le fraisage [24, 29]. La quantité de gel utilisée est en moyenne de 0,4 (0,2) ml [1].

■ États des surfaces dentinaires

Une des propriétés souhaitées des systèmes d'excavation et préparation serait d'assurer un préconditionnement des tissus avant de pouvoir réaliser l'obturation. La qualité de l'état de surface de la dentine postexcavation : absence de boue dentinaire, réduction, voire élimination des bactéries résiduelles, structure, orientation et contenu des tubuli exposés par rapport à l'efficacité de la technique d'excavation sont des paramètres fondamentaux de la dentisterie adhésive. Bien que les études publiées sur les états de surface soient quelque peu contradictoires, il apparaît néanmoins que les techniques générant une boue dentinaire de recouvrement soient majoritaires [17, 18, 30].

Techniques manuelles

Excavateur seul : la surface dentinaire est recouverte de boue dentinaire avec des images de clivage et l'ensemble ayant un aspect rugueux. Les tubuli ouverts quel que soit le grossissement de l'image, sont très rares.

Technique manuelle et chimique

La surface demeure rugueuse avec des globules de boue dentinaire de l'ordre de 60 µm et des images de microcraquelures. À un grossissement fois 200 et fois 1000, des tubuli ouverts apparaissent avec cette technique. La qualité de la couche hybride obtenue sur la dentine affectée en termes d'épaisseur et de capacité à réduire les risques de *nanoleakage* n'est pas influencée par le traitement de surface au Carisolv® mais semble dépendre uniquement des capacités des systèmes adhésifs [31]. L'application du Carisolv® comparée à une absence de conditionnement des tissus améliore l'adhésion de la plupart des

systèmes adhésifs par une prédissolution de la boue dentinaire [32]. L'association du Carisolv® avec un Laser Yag semble agir de manière synergique en permettant une élimination complète de la boue dentinaire tout en laissant un état de surface dentinaire irrégulier accompagné de microfissure [33].

Techniques par fraisage rotatif

La surface dentinaire est rugueuse, recouverte de débris éparpillés sur la surface et des images de copeaux de dentine. Les tubuli sont tous oblitérés.

Techniques par air-abrasion

La surface dentinaire paraît poreuse et spongieuse et des débris de particules d'oxyde d'alumine sont visibles. Aucun tubuli n'est ouvert.

Technique par sonoabrasion

La surface est entièrement recouverte de boue dentinaire avec des traces instrumentales et des microcraquelures de 30 µm × 1 µm. Une étude contredit ces résultats en montrant certes des traces instrumentales mais des tubuli ouverts avec peu de boue dentinaire.

Technique ultrasonique

La surface de la préparation est entièrement recouverte de boue dentinaire.

Technique ultrasonoabrasive (système Vector, Durr Dental)

Comme les autres systèmes, la surface dentinaire est recouverte de boue dentinaire.

Ozonothérapie

Le procédé stérilise la couche de dentine infectée sans l'éliminer pour autant. Le traitement de cette esquinne dentinaire soit par un liquide reminéralisant enrichi en xylitol, fluorure, calcium et phosphate par des systèmes adhésifs et par la mise en place de matériau bioactif (Fuji VII, GC, Japon) est actuellement sujet à discussion.

Le conditionnement tissulaire demeure donc encore un impératif clinique indispensable pour traiter toutes ces surfaces dentinaires toutes recouvertes de boue et débris divers. L'association des techniques d'excavation entre une technique par fraisage suivi d'une technique sonoabrasive ne semble pas améliorer les états de surface mais plutôt engendrer une sédimentation par strate de la boue dentinaire.

■ Phases cliniques

Les descriptions des modes opératoires cliniques sont limitées aux lésions de stade 1 (atteinte du premier tiers dentinaire) et 2 (tiers médian dentinaire).

Méthodologie opératoire

Les recommandations cliniques sont regroupées dans le **Tableau 9**. Les points communs aux techniques restauratrices a minima sont :

- le champ opératoire ;
- les procédés cliniques d'antiseptie ;
- les aides optiques.

Champ opératoire

La mise en place du champ opératoire type digue s'applique à toutes les techniques d'exérèse chirurgicale de la dentine cariée et offre au praticien les avantages suivants ^[14] :

- concentrer la surface de travail sur une seule zone et ce en toute sécurité ;
- assurer une réduction quasi complète du risque de contamination salivaire secondaire évitant ainsi la réinfection du site d'exérèse et la pénétration de protéine salivaire sur le site de collage ^[34] ;
- travailler dans des conditions d'asepsie en facilitant l'exérèse de la dentine cariée sous désinfectant et en permettant le renouvellement peropératoire de la solution antiseptique ;
- assurer une protection pulpaire en cas d'effraction directe nécessitant soit un coiffage soit une biopulpectomie ;
- protéger les muqueuses du risque de brûlures causées par certains types d'inserts ou de blessures par des effets abrasifs excessifs ;
- réduire les risques d'absorption des particules abrasives en particulier les systèmes ultrasonoabrasifs (système Vector, Durr Dental) et les systèmes par air-abrasion.

Antiseptie

La lésion carieuse se caractérise par un front de pénétration des acides bactériens suivi d'un front bactérien proprement dit à la limite de la dentine appelée zone transparente ^[35]. L'exérèse

de la dentine cariée sur la base du critère dureté des tissus reste bien en deçà de la couche et sous-couche transparente, soit la zone dite d'autofluorescence ^[15-18]. Cela signifie que l'éventualité d'enfermer des bactéries sous nos obturations est une réalité, légitimant l'utilisation d'antiseptique. Il est possible de désinfecter les zones difficiles d'accès typiques en microdentisterie (par exemple : cavité SISTA 2.1) en badigeonnant la surface dentinaire à l'aide d'une solution aqueuse de chlorhexidine, de dérivés fluorés (SnF₂, Silver-Diamin-F, amine fluorés). D'autres techniques existent comme l'application de préparations à base de tétracyclines (Ledermix, Riemser) sur la dentine ^[36] mais qui nécessite une intervention en 2 temps incompatible avec les techniques a minima en première intention.

Leur usage peut être recommandé en peropératoire avant ou après le conditionnement tissulaire à l'acide phosphorique sans que cela semble réellement interférer avec les capacités d'adhésion des systèmes adhésifs de 5^e génération. Pour les systèmes automordantants, l'antiseptique est appliqué avant la procédure ^[37].

Seules deux techniques possèdent un pouvoir antibactérien démontré : le laser et le Carisolv[®] (Medi Team, Göteborg, Suède), avec une synergie d'action ^[33].

Aides optiques

L'utilisation des loupes grossissantes apporte des avantages indéniables en terme de qualité de diagnostic, de suivi des lésions initiales et de précision du geste opératoire surtout dans la réalisation des préparations cavitaires type « tunnel » ou « en entonnoir » (*slot cavity*). Concernant l'usage du microscope, les avantages et inconvénients sont regroupés dans le **Tableau 10** ^[12].

■ Méthodologie adaptée aux sites traités

Matériaux d'obturation

Ils sont spécifiques à chaque cas clinique, cependant il est possible définir quelques principes de bases. On doit privilégier :

- les systèmes adhésifs type *self etching* à 2 temps (contrôle de l'acidité et contrôle de l'humidification des tissus dentaires) ;

Tableau 9.

Recommandations générales de la phase clinique.

1	Évaluer le risque carieux du patient. Appliquer les mesures générales de prophylaxie dentaire individuelle. Évaluer le site et le stade de chaque lésion. Poser l'indication d'un traitement chirurgical. Choisir la technique de curetage et le matériau de restauration adaptés à la situation. Éviter de multiplier les techniques.
2	Décontaminer les surfaces dentaires, afin de réduire la septicité locale et de visualiser la lésion et les tissus adjacents. Si possible, procéder à ce stade à la pose de la digue.
3	Visualiser la lésion à l'aide de révélateurs de caries. Éliminer les couches nécrotiques superficielles. Dans le cas particulier de l'ozonothérapie, ces couches superficielles sont traitées par le système puis éventuellement reminéralisées.
4	Pratiquer le curetage dentinaire sous digue. Éviter les tissus infectés, à l'aide de la technique d'exérèse la plus adaptée. Éliminer les lésions iatrogéniques dentinopulpaire. Prévoir des techniques en 2 temps et avoir à disposition un matériau de coiffage direct (MTA, Dycal, CVIMAR). Utiliser un antiseptique en permanence, pendant l'exérèse et avant la mise en place de l'obturation.
5	Conditionner les tissus pour obtenir une étanchéité maximale. Choisir le système adhésif le mieux adapté à la situation clinique. Adapter le choix des matériaux à la situation. Compléter les restaurations par l'application postopératoire de vernis bioactifs ou de résine d'étanchéité (Biscover ou Fortify). Assurer le monitoring des lésions.

Tableau 10.
Avantages et inconvénients des aides optiques.

Avantages	Inconvénients
Distance de travail fixe assurant au praticien une posture au fauteuil moins nocive.	Entraînement à la technique obligatoire.
Meilleur diagnostic des lésions précoces (53 % des lésions occlusales diagnostiquées contre 41 % sans aide optique et 31 % des lésions proximales avec aide et 21 % sans aide).	Nécessité d'un système adapté au mode de pratique du praticien.
Aide pour instaurer des mesures préventives.	Risque de surtraitement.
Diminue légèrement le volume des préparations dans les cas de réparation ou remplacement.	Ne réduit pas pour autant le risque de lésions iatrogènes adjacentes sur les préparations de site 2.
	Coût élevé.

- la mise en place de matériaux bioactifs type CVIMAR en techniques « sandwich » ouvertes ou fermées ;
- la mise en place de composite dual dans les zones profondes et difficilement accessibles ;
- la mise en place du composite par stratification-addition ou composite « up » ;
- les composites microhybrides nanochargés comme matériaux de recouvrement.

Sites 1 ou classe 1

Stade 0 : lésion circonscrite à l'émail

En complément des thérapeutiques, des mesures de prophylaxie dentaire individuelle [38] doivent être instaurées :

- mesures d'hygiène et maintenance et contrôle de l'ensemble des cofacteurs ;
- idem mais adaptées aussi à la famille et à la nourrice pour les enfants en bas âge (composante verticale et horizontale de la transmission bactérienne) ;
- contrôle de l'alimentation ;
- application topique de fluor, de vernis à la chlorhexidine, etc. ;
- contrôle de la balance déminéralisation/reminéralisation par l'usage de pâte dentifrice, bain de bouche enrichi en CPP (*casein-phospho-peptide*) et ACP (*amorphous calcium phosphate*) (Tooth Mousse, GC, Japon) qui sature le milieu en calcium et phosphates (à pH acide) favorisant la reminéralisation et réduisant l'adhésion bactérienne.

Thérapeutiques.

- Choix 1. Ozonothérapie : application d'ozone sur la surface du site 1 à l'aide d'une pièce à main munie d'un applicateur à usage unique. Une fois la surface nettoyée (aéropolissage) et stérilisée par l'ozone, soit on s'orientera en fonction du risque carieux du patient vers l'application d'un *sealant*, l'application d'un liquide reminéralisant ou l'application d'un vernis fluoré type Fluor protector (Vivadent) ou Duraphat (Colgate) complété par l'application d'un vernis à la chlorhexidine (Cervitec, Vivadent).
- Choix 2. Concept du traitement préventif et/ou thérapeutique [39] : nettoyage des sillons à la ponce ou utilisation du SONICflex clean (insert SF402-412 -422-432, puissance 1 ou 2) en fonction de l'anfractuosité des sillons occlusaux. L'air-abrasion à forte puissance à ce stade est à proscrire pour ces effets iatrogènes. On privilégiera l'air-abrasion à faible puissance (Prophyjet-EMS, Kavo Prophyflex-Kavo, Aquacut-Velopex en mode polissage), un nettoyage systématique à l'acide phosphorique et la mise en place d'une résine de scellement. Une améloplastie, sans ouverture du sillon peut être réalisée pour augmenter la profondeur de pénétration de la résine et la longévité de la restauration et l'usage d'un adhésif à ce stade ne semble pas essentiel [39, 40].

Stade 1 : premier tiers dentinaire atteint (Fig. 1-4)

- Les préparations mécaniques, soniques (SONICflex seal, insert SF45), ultrasoniques (Insert PF ou DS 062) et l'air-abrasion donnent des résultats similaires. L'avantage pour cette dernière est d'éviter dans la plupart des cas l'anesthésie et pour la première une rapidité d'exécution.



Figure 2. Lésion de site 1 stade 0/1.

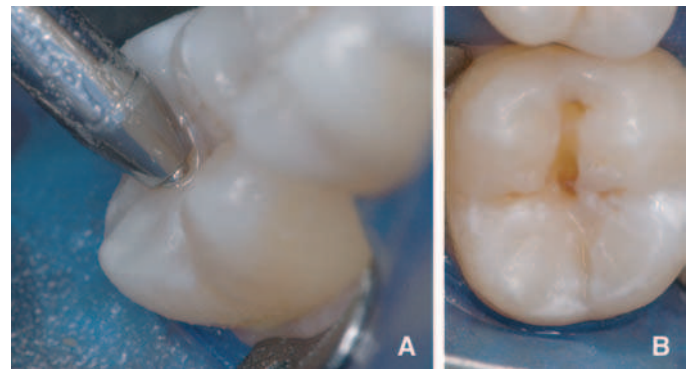


Figure 3. Préparation par air abrasion de la lésion occlusale (A, B).



Figure 4. Obturation de la préparation avec un composite microhybride.

- Forme des préparations : concernant les sites 1, il n'y a pas de forme prédéterminée. Au mieux, la forme en goutte d'eau permet un accès à minima pour éliminer toute la dentine infectée tout en préservant le maximum de surface amélaire. Il est important en revanche de préserver et d'éviter lors de la préparation les structures amélares de résistance que sont les crêtes cuspidiennes et marginales. La réalisation de chanfrein en biseau ou rond n'est pas recommandée à ce stade de lésion.
- Le traitement chirurgical : il sera effectué dans l'ordre de préférence avec le Carisolv®, manuellement et mécaniquement. Avec les techniques soniques, 2 nouveaux inserts non



Figure 5. Lésions de site 2/3 sur 26.

diamantés sont proposés (Insert SF71-72) pour éliminer la dentine infectée mais le recul manque pour en apprécier l'efficacité réelle. Les inserts ultrasoniques efficaces pour la préparation cavitaire pèchent pour le traitement chirurgical. L'obturation doit être réalisée avec un matériau composite et son système adhésif avec ou sans substitut dentinaire à base de CVIMAR (ciment-verre ionomère modifié par apport de résine).

- L'utilisation de l'ozonothérapie (Fig. 1) est possible sous réserve de l'obtention d'une étanchéité entre la cupule et la dent et de différer à 15 jours l'obturation au composite du fait de l'oxygénation massive de la dentine pour éviter l'interaction entre l'oxygène et la photopolymérisation.
- L'utilisation des révélateurs de carie s'avère utile pour discriminer les tissus mais ne doit pas conduire à un surtraitement de la zone affectée.

La restauration est de préférence réalisée avec un composite microhybride condensable ou mixte selon la technique du composite « up » et dans le cas de cavité d'accès difficile ou limitée l'utilisation de système adhésif automordançant à 2 étapes ou SAM2 permet un meilleur contrôle de l'humidification des interfaces à coller. On complètera l'obturation par la pose d'un *sealant* sur les sillons occlusaux restants.

Site 2 ou classe 2

La difficulté majeure dans le traitement des sites proximaux est la faible accessibilité tant instrumentale que visuelle. Les renseignements radiologiques (*bite-wing*) étant plus fiables que ceux obtenus avec les sites 1, l'intervention clinique sur les sites 2 ne s'envisage qu'à partir du stade 1 ou premier tiers dentinaire concerné.

Stade 0 : lésions circonscrites à l'émail

Seules des mesures de prophylaxie individuelle doivent être instaurées, elles sont identiques aux sites 1.

Stade 1 : premier tiers dentinaire atteint

Les préparations de site 2 en « tunnel » (Fig. 5–9). Ces préparations sont dites ouvertes ou fermées en fonction de l'ouverture ou non de la zone proximale lors de la préparation. Dans le cadre de ce travail, seules les techniques ouvertes sont décrites.

Ces préparations sont contre-indiquées :

- sur des patients dont le risque carieux n'est pas stabilisé ;
- si l'épaisseur de la crête marginale est inférieure à 1 mm ;
- si suite à la préparation, la crête marginale présente des fêlures visibles ;
- si la difficulté opératoire réduit le contrôle de la forme de préparation et son obturation.

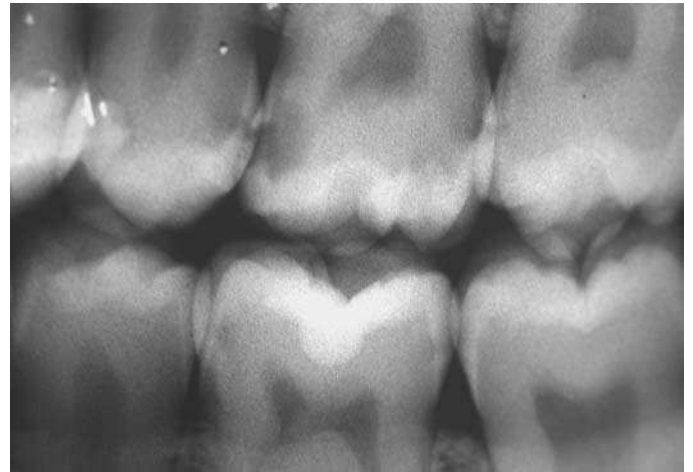


Figure 6. Cliché *bite-wing* des lésions.



Figure 7. Inserts ultrasoniques ou soniques en cours de préparation.



Figure 8. Préparations obturées avec un composite microhybride.

Séquence instrumentale.

- Protéger la face proximale contiguë avec une matrice métallique.
- Ouvrir la fosse de la crête marginale à l'aide d'une fraise diamantée boule qui sera déjà orientée en direction de la zone proximale (angle de 45°).

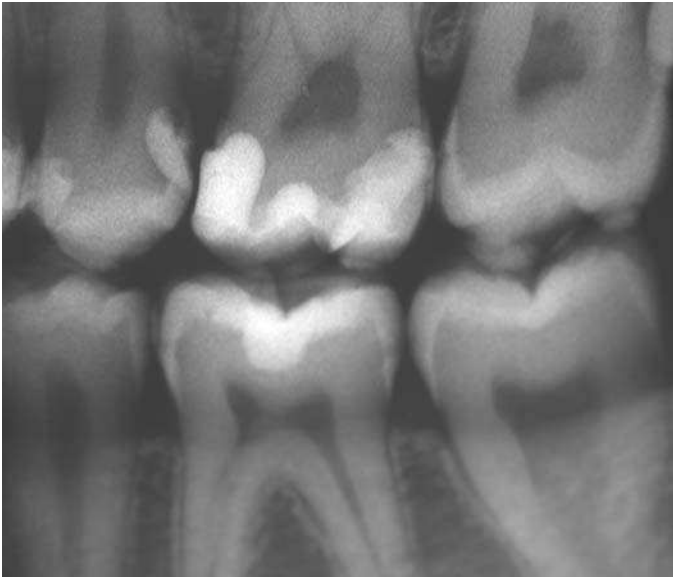


Figure 9. Bite-wing de contrôle.



Figure 10. Lésions de site 2 stade 1/2 sur 25 (mésial et distal) et distal sur 24.

- Compléter la préparation à l'aide d'insert boule diamanté sonique (insert angulé) ou ultrasonique pour que la visibilité soit suffisante.
- Éliminer la dentine infectée selon les mêmes procédés que les cavités « en entonnoir ».
- Finaliser la préparation avec un insert coudé SONICflex angle.
- Installer le champ opératoire et désinfecter la préparation.
- Mettre en place un matricage métallique, conditionner les tissus comme pour les cavités « en entonnoir ».
- Matériaux : injecter dans le fond soit un composite fluide soit, et de préférence, un CVIMAR. Laisser la cavité occlusale libre afin de pouvoir y insérer un composite microhybride classique selon la technique du composite « up ».
- Compléter l'obturation par la mise en place d'un vernis fluoré en surface.

Préparations « en entonnoir » ou « slots » (Fig. 10-14)

Les préparations dites en « en entonnoir » ou « slots » ont pour objectif de préserver la structure de résistance que représente la crête marginale sans interférer avec la structure de la face occlusale.

Ces préparations seront contre-indiquées au même titre que les préparations « en tunnel » :

- sur des patients dont le risque carieux n'est pas stabilisé ;
- si l'épaisseur de la crête marginale est inférieure à 1 mm ;
- si suite à la préparation la crête marginale présente des fêlures visibles.

L'obligation de passer sous la crête marginale implique une séquence opératoire très exigeante.

Séquence instrumentale.

- Engager la préparation à l'aide d'une fraise-boule diamantée sur la face accessible (vestibulaire ou palatine). L'usage d'aide optique avec éclairage est indispensable durant cette phase opératoire.
- Utiliser des inserts demi-boules diamantés (lisse côté non travaillant) soniques ou ultrasoniques sous irrigation et à pression constante pour poursuivre la préparation sous la crête marginale tout en préservant la face proximale opposée.
- Une fois la dentine infectée atteinte, utiliser un insert boule pleine pour finaliser la préparation sans risquer de créer des effets iatrogènes sur les faces proximales.
- La préparation a une base plus large que son sommet ce qui majore la visibilité et assure le passage des outils mécaniques et manuels du curetage dentinaire.
- Si on opte pour un curetage mécanique, il doit être réalisé sous spray à vitesse lente en veillant à ne pas créer d'effets de coin entre le manche et la crête. Pour le curetage manuel, le



Figure 11. Préparation adhésive en distal de 25, en « entonnoir » en mésial de 25 et en distal sur 24.



Figure 12. Insert sonique et ultrasonique.



Figure 13. Insert ultrasonique.



Figure 14. Préparations « en entonnoir » obturées avec un ciment verre-ionomère modifié par apport de résine et un composite microhybride nano chargé en distal de 25.

système Carisolv[®] est le procédé de choix en veillant aussi à ne pas créer d'effets de coin entre le manche et la crête marginale.

- À ce stade, le champ opératoire est mis en place (digue), le matriçage est en général de type métallique complété par un coin en plastique et la surface de la préparation est désinfectée avec une solution aqueuse de chlorhexidine (Cavity Cleanser, Bisco, États-Unis). Le matriçage est complété par l'utilisation de digue liquide (digue Opaldam, Bisco, États-Unis) dans la zone opposée (sommet de l'entonnoir) pour éviter tout débordement du matériau lors de l'injection.
- Matériaux : le matériau d'obturation de choix est un CVIMAR injectable type Fuji LL LC (GC, Tokyo, Japon) qui sera introduit sous pression dans la cavité, matriçage replié. La photopolymérisation est réalisée 40 s via la crête marginale et 40 s sur le côté d'accès. Le conditionnement des tissus avant l'injection est soit réalisé avec le conditionneur adapté soit avec un adhésif type SAM 2 (système adhésif automordançant à 2 étapes). Ces systèmes types SAM 2 offrent l'avantage par l'effet automordançant de mieux gérer l'hydratation des tissus à conditionner et de majorer l'adhésion du ciment-verre-ionomère hybride [41].
- Les excédents sont éliminés de préférence avec une lame 15, puis avec des disques de polissage et des strips abrasifs.
- L'obturation est ensuite recouverte de vernis fluoré afin de compléter l'effet anticarieux du CVIMAR.

Préparations de site 2 adhésive (Fig. 10–14)

Préparations à réaliser lorsque la crête marginale n'est plus récupérable ou que le stade carieux est de niveau 2/3 (tiers médian/tiers interne dentinaire).

Séquence opératoire.

- Protéger la face proximale adjacente avec une matrice métallique.
- Réalisation d'une cavité occlusale d'accès avec des microfraises.
- Ouverture a minima de la crête marginale soit avec une fraise diamantée soit avec un insert ultrasonique type SM ou SD (EMS). Le système sonore Approx peut éventuellement être utilisé sous réserve de choisir le plus petit insert et la pièce en céramique correspondante.
- Finition de la préparation en goutte d'eau avec des inserts sonique type SF51 ou ultrasonique type VE.
- Élimination de la dentine infectée sous antiseptie. Plusieurs choix de techniques sont possibles : manuelle, chimique ou mécanique. L'important est de conserver le maximum de tissus et en cas de carie plus profonde privilégier la mise en place d'un CVIMAR [41] ou d'un composite dual en technique sandwich ouverte une fois le champ opératoire posé.

- Mise en place du champ opératoire, conditionnement des tissus et obturation selon la technique du composite up avec un composite microhybride nanochargé.

Point de contact. La réalisation du point de contact est une des difficultés opératoires des procédures de restauration des sites 2 stade 2/3.

Les règles de base sont :

- toujours utiliser des matrices métalliques de faible épaisseur et prégalbées ;
- brunir la matrice vers le contact proximal avec un fouloir ;
- utiliser des coins d'écartement en plastique ;
- utiliser les anneaux de serrage fournis dans les coffrets ;
- compléter l'adaptation de la matrice sur les faces proximales avec de la digue liquide ;
- choisir en fonction de la largeur de la préparation parmi des techniques de compression du point de contact :
 - compressive : instrument en U à point de contact (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ;
 - compressive avec transillumination : instrument contact former (LM instrument, Dexter) ;
 - compressive avec transillumination : embout de concentration de la lumière type Focus tip ou contactPro (Bisco, États-Unis).

Bilan des préparations « en entonnoir » et « en tunnel »

L'utilisation des CVIMAR comme matériaux d'obturation semble effectivement renforcer la résistance de la crête marginale [42], limiter la progression carieuse [43] et demeure le matériau de choix. Les composites microhybrides sont plus recommandés que les composites condensables et leur mise en place par couches successives est indispensable si l'on veut diminuer les pertes d'étanchéité non négligeables [44]. Ces techniques sont indiquées dans la mesure où les limites des préparations restent dans l'émail, dans le cas contraire, les pertes d'étanchéité sont plus importantes [45]. Enfin le taux moyen d'échec, extrêmement dépendant du risque carieux se situe autour de 15 % à 8 ans [46].

■ Conclusion

La dentisterie restauratrice a minima implique l'utilisation de techniques opératoires sophistiquées nécessitant des outils spécifiques. Il est important de les appliquer soit à titre préventif ou curatif dans le cadre d'une vision globale du patient en termes de risque carieux ou en termes plus optimiste de pourcentage d'évitement d'une lésion carieuse. Ces nouvelles techniques offrent à l'omnipraticien l'avantage de concilier service rendu et haut niveau de technicité tout en préservant au maximum l'organe dentaire. Néanmoins sur le long terme, seules des études cliniques pourront valider l'ensemble de ces techniques afin de pouvoir les vulgariser sans compromettre les dentures de nos patients.



■ Références

- [1] Ericson D. What is minimally invasive dentistry? *Oral health Prev Dent* 2004;2(suppl1):287-92.
- [2] Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Götrick B, Borstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemomechanical removal of caries. *Caries Res* 1999;33:171-7.
- [3] Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reason for failure. *J Adhes Dent* 2001;3:45-64.
- [4] Mjör IA. *Pulp-dentin biology in restorative dentistry*. Milan: Quintessence Publishing Co; 2002.
- [5] Mejare I, Stenlund H, Zelezny-Holmlund C. Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden. *Caries Res* 2004;38:130-41.

- [6] Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ertle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998;**129**:55-65.
- [7] Bratthall D. Dental caries: intervened-interrupted-interpreted. Concluding remarks and carigraphy. *Eur J Oral Sci* 1996;**104**:486-91.
- [8] Anusavice KJ. Dental caries: risk assessment and treatment solutions for an elderly people. *Comp Contin Educ Dent* 2002;**23**:12-20.
- [9] Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997;**31**:224-31.
- [10] Brostek A. Early diagnosis and minimally invasive treatment of occlusal caries-a clinical approach. *Oral Health Prev Dent* 2004;**2**(suppl1):313-9.
- [11] Pretty I, Maupomé G. A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 5. Emerging technologies for caries detection and diagnosis. *J Can Dent Assoc* 2004;**70**:540.
- [12] Christensen GJ. Magnification in dentistry: useful tool or another gimmick? *J Am Dent Assoc* 2003;**134**:1647-50.
- [13] Banerjee A, Sherriff M, Kidd EA, Watson TF. A confocal microscopic study relating the autofluorescence of carious dentin to its microhardness. *Br Dent J* 1999;**187**:206-10.
- [14] Tassery H, Bukiet F, Koubi S, Nicolas M, Baccouche Z, Brouillet JL. Le traitement chirurgical des lésions carieuses. *Real Clin* 2000;**11**:85-102.
- [15] Bjorndal L, Mjör IA. In: *Dental caries: characteristics of lesions and pulp reactions*. London: Quintessence Publishing Co; 2002. p. 55-77.
- [16] White JM, Eakle W. Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry. *JADA* 2000;**131**:13-9.
- [17] Banerjee A, Watson TF, Kidd EA. Dentine caries excavation: a review of current clinical technique. *Br Dent J* 2000;**28**:179-86.
- [18] Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent* 2000;**28**:179-86.
- [19] Dammaschket, Dahne L, Kaup M, Stratmann U, Ott K. Effektivitat von Carisolvnm Vergleich zu Konventionellen Methoden zur Entfernung Karies Dentins. *Dtsch Zahnarzt Z* 1999;**56**:472-5.
- [20] Nadanovsky P, Cohen Carneiro F, Souza de Mello F. Removal of caries using only hand instruments: a comparison of mechanical and chemomechanical methods. *Caries Res* 2001;**35**:384-9.
- [21] Splieth C, Rosin M, Gellissen B. Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with carisolv. *Clin Oral Investig* 2001;**5**:250-3.
- [22] Baysan A, Lynch E, Grootveld M. The use of ozone for the management of primary root carious lesions. Chap 3. In: *Tissue preservation in caries treatment*. London: Quintessence Publishing; 2001.
- [23] Baysan A, Whaley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res* 2000;**34**:498-501.
- [24] Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Res* 2001;**35**:205-10.
- [25] Goto G, Zhang YE. Kinetic cavity preparation: protection of the cavo-surface enamel. *J Clin Pediatr Dent* 1996;**21**:61-5.
- [26] Horiguchi S, Yamada T, Inokoshi S, Tagami J. Selective caries removal with air abrasion. *Oper Dent* 1998;**23**:236-43.
- [27] Courson F, Renda AM, Attal JP, 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**:313-21.
- [28] Lupi-Pegurier L, Muller-Bolla M, Bertrand MF, Ferrua G, Bolla M. Effect of sono-abrasion in the microleakage of a pit and fissure sealant. *Oral Health Prev Dent* 2004;**2**:19-26.
- [29] Kakaboura A, Masouras C, Staikou O, Vougiouklakis G. A comparative clinical study on the carisolv caries removal method. *Quintessence Int* 2003;**34**:269-71.
- [30] Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangac B. A scanning electron microscopic study of different caries removal techniques on human dentin. *Oper Dent* 2000;**27**:360-6.
- [31] Kubo S, Burrow MF, Tyas MJ. Nanoleakage of dentin adhesive systems bonded to carisolv-treated dentin. *Oper Dent* 2002;**27**:387-95.
- [32] Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion? *Eur J Oral Sci* 2001;**26**:60-9.
- [33] Yamada Y, Hossain M, Suzuki N, Kinoshita JI, Nakamura Y, Matsumoto K. Removal of carious dentin by: Yag laser irradiation with and without carisolv. *J Clin Laser Med Surg* 2001;**19**:127-31.
- [34] Lasfargues JJ. Évolution des concepts en odontologie conservatrice. Du modèle chirurgical invasif au modèle médical préventif. *Inf Dent* 1998;**80**:3111-24.
- [35] Kidd EA, Banerjee A. What is absence of caries? In: *Tissue preservation in caries treatment*. London: Quintessence Publishing; 2001. p. 69-79.
- [36] Wicht MJ, Haak R, Schutt-Gerowitt H, Kneist S, Noack MJ. Suppression of caries-related microorganisms in dentine lesions after short-term chlorhexidine or antibiotic treatment. *Caries Res* 2004;**38**:436-41.
- [37] De Castro FL, De Andrade MF, Duarte SL, Vaz LG, Ahid FJ. Effect of 2% clorehexidine on microtensile bond strength of composite dentine. *J Adhes Dent* 2003;**5**:129-38.
- [38] Blique M, Droz D. Évaluation clinique des lésions carieuses en prophylaxie dentaire individuelle. *Inf Dent* 1999;**81**:2375-82.
- [39] Doméjean-Orliaguet S, Collado V, Hennequin M. Les scellements des puits et fissures. *Inf Dent* 2003;**85**:2611-20.
- [40] Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A. Evaluation of fissure sealants retention: following four different isolation and surface preparation techniques: four years clinical trial. *J Clin Pediatr Dent* 1994;**19**:23-5.
- [41] Besnault C, Tassery H, Attal JP. Intérêt de la technique Sandwich ouvert en odontologie restauratrice. *Real Clin* 2004;**15**:191-201.
- [42] Prabdh NT, Munshi AK, Shetty TR. Marginal ridge fracture resistance, microleakage and pulpal response to glass ionomer/glass cermet partial tunnel restoration. *J Clin Pediatr Dent* 1997;**21**:241-6.
- [43] Pilebro CE, Van Dijken JW. Analysis of factors affecting failure of glass cermet tunnel restorations in a multi-center study. *Clin Oral Investig* 2001;**5**:96-101.
- [44] Aranha AC, Pimenta LA. Effect of two different restorative techniques using resin base composites on microleakage. *Am J Dent* 2004;**17**:99-103.
- [45] Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent* 2001;**26**:60-9.
- [46] Jones SE. The theory and practice of internal tunnel restorations: a review of the literature and observations on clinical performance over 8 years in practice. *Prim Dent Care* 1999;**93**:93-100.

H. Tassery, Maître de conférences (tassery.herve@wanadoo.fr).

J.-L. Victor, Assistant.

G. Coudert, Interne.

J.-L. Brouillet, Professeur premier grade.

S. Koubi, Assistant.

Service d'odontologie restauratrice, Faculté de Marseille, Université de la Méditerranée, 27, Boulevard Jean-Moulin, 13385 Marseille, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Tassery H., Victor J.-L., Coudert G., Brouillet J.-L., Koubi S. Dentisterie restauratrice a minima. EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie, 23-145-A-05, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations