

2711.3312.11

Université de Montréal

Micro-infiltration et rétention des scellants : évaluation de trois
protocoles de mise en place.

par

Marie-Eve Asselin, DMD

Département de santé buccale
Faculté de médecine dentaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences (M.Sc.)
en médecine dentaire, option dentisterie pédiatrique

Juin 2005

© Marie-Eve Asselin, 2005



WU

5

U58

2005

v. 004

Direction des bibliothèques

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Micro-infiltration et rétention des scellants : évaluation de trois
protocoles de mise en place

Présenté par
Marie-Eve Asselin, DMD

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Hicham El-Khatib	Président du jury
Dr Daniel Fortin	Directeur de recherche
Dr Leonardo Abelardo	Codirecteur de recherche
Dr Duy-Dat Vu	Examineur externe

Mémoire accepté le : _____

RÉSUMÉ

Les agents de scellement de puits et fissures jouent un rôle préventif contre la carie dentaire dans la mesure où ils offrent une adhésion adéquate aux surfaces dentaires, de même qu'une résistance à la micro-infiltration. Il est aujourd'hui reconnu que ces agents nécessitent un suivi rigoureux afin d'éviter les échecs cliniques. De nouveaux protocoles de mise en place ont été proposés pour augmenter le taux de réussite de cette technique préventive. On a ainsi suggéré l'emploi de résines adhésives sous l'agent de scellement. Cette combinaison a été étudiée tant au niveau de l'effet sur l'adhésion que sur la micro-infiltration. Les résines adhésives auto-mordançantes, récemment développées, permettent d'obtenir simultanément le mordantage de la surface d'émail et l'application de la résine adhésive sur celle-ci, éliminant, de plus, toute étape de rinçage. Dans la mesure où ces produits amènent une simplification du protocole opératoire, ils peuvent permettre d'obtenir une diminution du temps d'application et des risques de contamination, avec l'effet bénéfique potentiel des résines adhésives placées sous les agents de scellement.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'adhésion et la micro-infiltration de trois protocoles de mise en place d'agents de scellement. Le premier protocole est un protocole classique où l'agent de scellement (*ClinproTM Sealant, 3M ESPE*) est directement appliqué suite à un mordantage à l'acide phosphorique (37%). Dans le second protocole, l'agent de scellement est appliqué suite à un

mordançage à l'acide phosphorique et à l'application intermédiaire d'une couche de résine adhésive (*AdperTM Single Bond Plus Adhesive, 3M ESPE*). Finalement, le troisième protocole propose l'application d'agents de scellement suite à l'emploi des nouvelles résines adhésives auto-mordançantes (*AdperTM PromptTM L-PopTM, 3M ESPE*).

Afin de tester l'adhésion, l'agent de scellement est appliqué sur une surface plane d'émail préparée à partir de 60 troisièmes molaires extraites. Chacune de ces dents est attribuée de façon aléatoire à un des protocoles d'expérimentation (N = 20 dents / groupe). Suite à l'application des agents de scellement, les spécimens sont remisés dans un bain d'eau distillée (24 heures), puis thermocyclés afin de simuler les conditions de la cavité buccale. Par la suite, des tests d'adhésion sont effectués au moyen de l'appareil *Instron 4201 Serie IX*. La valeur de la force adhésive associée à chacun des échantillons est notée en MPa.

Afin d'évaluer la micro-infiltration, les agents de scellements sont appliqués sur la surface occlusale de 60 troisièmes extraites suivant le protocole propre à chacun des groupes d'expérimentation (N = 20 dents / groupe). Suite à l'application des agents de scellement, les spécimens sont remisés dans un bain d'eau distillée (24 heures), puis thermocyclés afin de simuler les conditions de la cavité buccale. Les échantillons sont ensuite trempés dans une solution de bleu de méthylène à 1% pour une durée de 24 heures. Par après, ceux-ci sont tranchés selon leur plus grand axe mésio-distal. Chaque dent est ensuite nettoyée, puis photographiée. L'évaluation de la micro-

infiltration est alors réalisée par deux examinateurs selon une échelle numérique.

Si l'on considère les valeurs d'adhésion obtenues, l'ajout d'une résine adhésive ne semble pas présenter un attrait particulier ($p > 0,05$), d'autant plus que le coût et le temps d'application associés à la procédure sont augmentés. En revanche, on observe une différence statistiquement significative ($p < 0,05$) entre les échantillons du protocole classique et ceux du protocole utilisant la résine adhésive auto-mordançante. De plus, on remarque une diminution de la variabilité au sein des échantillons de ce dernier groupe.

Si l'on considère l'infiltration, bien que tous les groupes expérimentaux en aient présenté à un certain degré, l'ajout d'un adhésif dentaire simple semble avoir un effet positif sur sa diminution (58,75% des échantillons ne présentent aucune infiltration; $p < 0,05$). Par ailleurs, les résultats obtenus avec la résine adhésive auto-mordançante ne présentent pas de différence statistiquement significative avec ceux obtenus par les deux autres protocoles ($p > 0,05$).

En conclusion, l'emploi de la résine adhésive auto-mordançante ici étudiée dans la mise en place des agents de scellement semble être une alternative intéressante aux deux autres protocoles, particulièrement pour de jeunes patients chez qui une simplification de la procédure clinique est souhaitée.

Mots clés : scellants, rétention, adhésion, micro-infiltration, résine adhésive, résine adhésive auto-mordançante.

ABSTRACT

Pit and fissure sealants play an important role in the prevention of tooth decay. In order to be efficient, they must adhere strongly to the enamel surface and prevent microleakage. Studies have shown that they require a close follow up and maintenance regimen to avoid failures leading to dental caries. New protocols have been developed to enhance their long-term success. One of the suggested protocols, which has been evaluated through bond strength tests and microleakage essays, involves adhesive resin application prior to placement of the sealant. Newly developed self-etching systems have recently become available. These systems combine the etching and adhesive application and eliminate the need for rinsing between these two steps. The use of self-etching systems during placement of pit and fissure sealants could prove to be beneficial by reducing the time required for the adhesive protocol, reducing the risk of field contamination, and by adding an adhesive resin underneath the sealants.

The objective of the present study is to evaluate the adhesion and microleakage of three protocols pertaining to the placement of pit and fissure sealants. The first protocol uses the standard technique where the sealant (*ClinproTM Sealant, 3M ESPE*) is directly applied to the enamel surface following conventional etching with 37% phosphoric acid. The second protocol uses the application of adhesive resin (*AdperTM Single Bond Plus Adhesive, 3M ESPE*) in between the conventional etching step and the application of the

sealing agent. The third protocol uses a self-etching adhesive system (*AdperTM PromptTM L-PopTM*, 3M ESPE) prior to the application of the sealant.

To evaluate bond strength, the sealant is applied to prepared flat enamel surfaces of 60 extracted third molars. Each of the tooth samples is randomly divided within one of the three experimental protocols (N = 20 tooth / group). Following the sealant application, the samples are placed in a distilled water bath for 24 hours and then thermocycled to stimulate the oral environment. Shear bond strengths are determined using the *Universal Testing Machine Instron 4201*. The bond strength is reported in MPa.

To evaluate microleakage, the sealants are applied, following the given protocol, to the occlusal surface of 60 extracted third molars (N = 20 tooth / group). Following the sealant application, the samples are placed in a distilled water bath for 24 hours and then thermocycled to stimulate the oral environment. The samples are then placed in a 1% methylene blue solution for 24 hours. They are then sectioned along their widest mesio-distal axis. Each sample is carefully cleaned and photographed. Microleakage is evaluated by two independent examiners using a numerical scale.

Considering bond strength, the application of an adhesive resin does not seem to improve outcomes ($p > 0,05$) especially when the cost and time of placement are considered. On the other hand, there is a statistical significant difference between samples of the classical protocol and those using the self-etching adhesive system ($p < 0,05$). We also notice a diminution in the variability of results in the latter group.

All three experimental protocols showed a certain degree of infiltration. The placement of an adhesive resin prior to the sealant application however shows a reduction of the observed microleakage ($p < 0,05$). The results do not differ between the self-etch adhesive and the two other protocols ($p > 0,05$).

The use of a self-etch adhesive prior to sealant application seems to be an interesting alternative to the two other protocols, especially in the treatment of young children where a simplified clinical procedure would prove to be beneficial.

Key words: sealants, retention, adhesion, microleakage, dentin bonding agent, self-etching adhesive.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iii
ABSTRACT.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	xiv
LISTE DES FIGURES.....	xv
LISTE DE SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	xvii
REMERCIEMENTS.....	xviii
1. INTRODUCTION.....	1
2. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	4
2.1 AGENTS DE SCELLEMENTS DE PUIITS ET FISSURES. 5	
2.1.1 Puits et fissures et risque carieux.....	5
2.1.2 Agents de scellement de puits et fissures.....	7
2.1.3 Historique des agents de scellement de puits et fissures.....	7
2.1.4 Composition et caractéristiques générales des agents de scellement de puits et fissures.....	8
2.1.4.1 Matériaux utilisés dans la fabrication des agents de scellements de puits et fissures.....	8
2.1.4.2 Agents de scellement à base de verre ionomère.....	11

2.1.4.3 Polymérisation des agents de scellement	11
2.1.4.4 Ajout de particules de remplissage.....	12
2.1.4.5 Libération de fluor par les agents de scellement.....	13
2.1.4.6 Aspect visuel des agents de scellement..	13
2.1.5 Propriétés idéales d'un agent de scellement de puits et fissures.....	14
2.1.6 Efficacité des agents de scellement dans la prévention de la carie dentaire.....	17
2.1.6.1 Effet préventif des agents de scellement partiellement ou complètement perdus.....	20
2.1.7 Rétention des scellants de puits et fissures.....	21
2.2 ADHÉSION.....	22
2.2.1 Critères d'une bonne adhésion.....	25
2.2.2 Adhésion à l'émail.....	27
2.2.3 Mordançage de l'émail.....	28
2.2.3.1 Effets d'un mordançage de l'émail.....	28
2.2.3.2 Mordançage à l'acide phosphorique.....	31
2.2.4 Adhésion à la dentine.....	33
2.2.5 Évaluation <i>in vitro</i> de la force adhésive.....	34
2.2.6 Catégorisation des systèmes adhésifs.....	37
2.2.7 Effet d'une résine adhésive sur l'adhésion ou la rétention des agents de scellement.....	38
2.2.8 Résines adhésives auto-mordançantes.....	44
2.2.9 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur l'adhésion ou la rétention des agents de scellement..	46
2.3 PRÉPARATION DE LA SURFACE DENTAIRE AVANT L'APPLICATION DU SCELLANT.....	48

2.4 MICRO-INFILTRATION.....	49
2.4.1 Micro-infiltration des agents de scellement.....	49
2.4.2 Effets d'une résine adhésive sur la micro- infiltration des agents de scellements.....	51
2.4.3 Effet d'une résine adhésive auto-mordante sur la micro-infiltration des agents de scellement.....	54
2.5 THERMOCYCLAGE.....	54
3. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	59
3.1 HYPOTHÈSES NULLES.....	62
4. TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE.....	63
4.1 SÉLECTION DES DENTS.....	64
4.2 MATÉRIAUX UTILISÉS DANS CETTE ÉTUDE.....	65
4.2.1 Acide phosphorique.....	65
4.2.2 Résine adhésive.....	66
4.2.3 Résine adhésive auto-mordante.....	68
4.2.4 Agent de scellement.....	69
4.2.5 Résine composite.....	71
4.2.6 Résine acrylique.....	72
4.3 APPAREILS UTILISÉS DANS CETTE ÉTUDE.....	73
4.3.1 Lampe à polymériser halogène.....	74
4.3.2 Thermocyclage.....	75
4.4 MÉTHODE EXPÉRIMENTALE.....	76
4.4.1 Tests d'adhésion (A) – 60 dents.....	76

4.4.1.1 Préparation et montage des échantillons.....	76
4.4.1.2 Test de déchirement.....	81
4.4.1.3 Calcul de la force adhésive.....	84
4.4.2 Tests de micro-infiltration (M) – 60 dents.....	84
4.4.2.1 Préparation des échantillons.....	84
4.4.2.2 Mesure de la micro-infiltration.....	88
4.5 SOURCE D'ERREURS ET BIAIS.....	89
4.5.1 Évaluation de la force adhésive.....	90
4.5.2 Évaluation de la micro-infiltration.....	90
4.6 ANALYSE STATISTIQUE.....	91
5. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.....	93
5.1 FORCE ADHÉSIVE.....	94
5.2 MICRO-INFILTRATION.....	98
5.2.1 Tests de fiabilité des observateurs.....	98
5.2.2 Résultats des tests de micro-infiltration.....	99
6. DISCUSSION DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.....	109
6.1 FORCE ADHÉSIVE.....	110
6.1.1 Effet d'une résine adhésive.....	110
6.1.2 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante...	112
6.2 MICRO-INFILTRATION.....	114
6.2.1 Effet d'une résine adhésive.....	116
6.2.2 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante...	116

7. CONCLUSIONS.....	118
8. BIBLIOGRAPHIE.....	122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Variables pouvant influencer les résultats des tests d'adhésion <i>in vitro</i>	35
Tableau II : Résumé des principaux avantages et désavantages des différentes techniques d'évaluation de la micro-infiltration.....	50
Tableau III : Matériaux utilisés et leurs fabricants.....	65
Tableau IV : Composition du <i>AdperTM Single Bond Plus Adhesive (3M ESPE)</i>	67
Tableau V : Composition du <i>AdperTM PromptTM L-PopTM Self-etch Adhesive (3M ESPE)</i>	69
Tableau VI : Composition du <i>Clinpro Sealant (3M ESPE)</i>	71
Tableau VII : Composition du <i>Quixfil, Matériau de restauration postérieure, Dentsply</i>	72
Tableau VIII : Appareils utilisés et leurs fabricants.....	73
Tableau IX : Échelle d'évaluation de la micro-infiltration.....	89
Tableau X : Résultats aux tests d'adhésion groupes 1, 2 et 3.....	96
Tableau XI : Test d'adhésion. Analyse de Mann-Withney U.....	97
Tableau XII : Échelle d'évaluation de la micro-infiltration.....	99
Tableau XIII : Micro-infiltration : résultats du groupe 1.....	104
Tableau XIV : Micro-infiltration : résultats du groupe 2.....	105
Tableau XV : Micro-infiltration : résultats du groupe 3.....	106
Tableau XVI : Valeurs médianes, moyennes, maximales et minimales de micro-infiltration en combinant les différents essais des examinateurs.....	107
Tableau XVII : Test de micro-infiltration. Analyse de Mann-Withney U.....	107

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Fissures superficielles et profondes de l'émail.....	5
Figure 2.2 : Le fond des fissures étroites et profondes ne peut être atteint par les poils de la brosse à dents.....	6
Figure 2.3 : Molécule de Bis-GMA.....	9
Figure 2.4 : Section transversale d'une dent montrant la pénétration de l'agent de scellement au sein d'une fissure occlusale....	15
Figure 2.5 : Lien entre la réduction du risque carieux relatif et la rétention des agents de scellement.....	18
Figure 2.6 : Théorie mécanique de l'adhésion.....	23
Figure 2.7 : Les liaisons ioniques, covalentes et secondaires.....	24
Figure 2.8 : Un liquide sur deux surfaces montrant un angle de contact élevé et faible.....	26
Figure 2.9 : Interface résine – émail suite à un mordantage à l'acide d'une durée de 30 secondes.....	29
Figure 2.10 : Patrons de mordantage de l'émail.....	30
Figure 2.11 : Représentation schématisée des tests d'adhésion effectués en cisaillement et en tension.....	36
Figure 2.12 : Mécanismes d'adhésion à la dentine – traitement de la boue dentinaire.....	38
Figure 2.13 : Résines adhésives auto-mordançantes – effets sur le collagène et l'hydroxyapatite (HAp).....	45
Figure 2.14 : Interface résine – émail suivant l'emploi d'une résine adhésive auto-mordançante forte ou modérée.....	46
Figure 2.15 : Thermocycleur (Université de Montréal).....	57
Figure 4.1 : <i>AdperTM Single Bond Plus Adhesive (3M ESPE)</i>	67

Figure 4.2 : <i>AdperTM PromptTM L-PopTM Self-etch Adhesive (3M ESPE)</i>	68
Figure 4.3 : <i>3MTM ESPETM Clinpro Sealant</i>	70
Figure 4.4 : Résine acrylique <i>SR-IvoIen (Ivoclar)</i>	73
Figure 4.5 : Lampe à polymériser <i>Optilux 500 (Kerr)</i>	75
Figure 4.6 : Montage d'un spécimen au sein du bloc d'acrylique..	77
Figure 4.7 : Spécimen positionné dans le <i>Bonding Clamp</i>	79
Figure 4.8 : Appareil <i>Instron 4201 Serie IX</i>	82
Figure 4.9 : Spécimen positionné dans le <i>Test Base Clamp</i> et placé sur la plateforme de l'appareil Instron.....	83
Figure 4.10 : Pointe du couteau s'apprêtant à déchirer le bouton de composite.....	83
Figure 4.11 : Préparation d'un spécimen servant à tester la micro-infiltration.....	85
Figure 4.12 : <i>Isomet Low Speed Saw (Buchler)</i>	88
Figure 5.1 : Histogramme montrant la force adhésive des trois groupes d'expérimentation.....	97
Figure 5.2 : Photo d'un spécimen ayant obtenu un grade 0 d'infiltration.....	100
Figure 5.3 : Photo d'un spécimen ayant obtenu un grade 1 d'infiltration.....	101
Figure 5.4 : Photo d'un spécimen ayant obtenu un grade 2 d'infiltration.....	101
Figure 5.5 : Photo d'un spécimen ayant obtenu un grade 3 d'infiltration.....	101
Figure 5.6 : Photo d'un spécimen ayant obtenu un grade 4 d'infiltration.....	102
Figure 5.7 : Histogramme montrant la fréquence de distribution des spécimens de l'étude.....	108

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

cm	Centimètre
E	Essai
Ex	Expérimentateur
HAp	Hydroxyapatite
Kg	Kilogramme
Mm	Millimètre
mm/min	Millimètre par minute
MPa	MégaPascal
mW	MilliWatt
mW/cm ²	MilliWatt par centimètre carré
N	Newton
Nm	Nanomètre
SI	Système international
µm	Micromètre
°C	Degré Celcius

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés au Laboratoire de Matériaux dentaires de l'Université de Montréal.

Il m'est difficile de remercier suffisamment le **Docteur Daniel Fortin** pour la patience et la disponibilité de chaque instant dont il a fait preuve pour m'aider à mener à bien ce travail, ainsi que pour tous les conseils qu'il m'a prodigués au cours de cette année. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus vive reconnaissance.

Je remercie le **Docteur Leonardo Abélardo** qui, pendant toutes mes études, a su me conseiller avec compétence et bienveillance. Soyez assuré de ma reconnaissance, de mon respect et de mon amitié.

Je remercie également le **Docteur Hicham El-Khatib** pour son soutien constant au cours de ce cycle d'études. En espérant que notre profession nous donne de nombreuses occasions de nous rencontrer, je vous remercie chaleureusement de votre gentillesse, de votre disponibilité et de votre aide précieuse.

Je remercie **M. Pierre Rompré** d'avoir collaboré à l'élaboration de la portion statistique de ce travail. Votre compétence dans ce difficile domaine s'est avérée essentielle à la finalisation de ce projet.

Je remercie aussi la **Docteure Martine Nicopoulos** qui, en me proposant cette idée de recherche, a permis à ce travail de voir le

jour. Vous serez devenue, au cours de ces trois années, une amie sincère et fidèle. La spontanéité et la qualité de vos conseils n'ont d'égales que vos qualités humaines formidables. En espérant pouvoir vous aider à mon tour, je vous adresse mes plus vifs remerciements.

Je remercie le **Docteur Duy-Dat Vu** d'avoir accepté de siéger parmi les membres du jury pour l'évaluation de ce travail, pour ses précieux conseils tout au long de mes études et pour son amitié indéfectible.

Finalement, je remercie aussi **M. Philippe Hétu** de la compagnie 3M qui m'a si gentiment fourni et apporté les matériaux nécessaires à la réalisation de cette étude.

CHAPITRE UN
INTRODUCTION

1. INTRODUCTION

Ces dernières années, il a été possible d'observer un déclin dans l'incidence de la carie dentaire chez les enfants et adolescents des pays industrialisés. Une étude récente rapportait que 64% des Canadiens âgés entre 13 et 14 ans étaient indemnes de caries (Locker et al., 2003). Cela peut être attribué au fait que les individus de ce groupe d'âge ont bénéficié de l'implantation, au cours des dernières années, de mesures dites préventives. Celles-ci incluent une utilisation optimale et rationnelle du fluor topique et systémique, une amélioration des programmes éducationnels en santé, une meilleure accessibilité aux soins, ainsi qu'un intérêt grandissant de la part des professionnels de la santé dentaire pour les thérapies préventives (Manton et al., 1995).

La gestion des puits et fissures demeure, aujourd'hui encore, un sujet complexe de la dentisterie préventive, lequel intègre des données provenant de multiples domaines, tels les matériaux dentaires, le diagnostic des lésions carieuses et leur épidémiologie, la microbiologie, ainsi que les phénomènes de reminéralisation. Les débats se poursuivent toujours quant à la meilleure façon de diagnostiquer les caries de puits et fissures. En plus de ce débat diagnostique, des questions demeurent en ce qui a trait à la façon la plus adéquate de traiter ces fissures, avec ou sans lésions carieuses (Simonsen, 2002).

Néanmoins, le scellement des sillons est accepté comme une méthode préventive efficace et non invasive. Son importance comme

partie intégrante d'un programme de prévention de la carie dentaire paraît d'autant plus grande qu'au cours des 20 dernières années, si la prévalence de la carie dentaire au sein des pays industrialisés a diminué, la proportion des caries occlusales en relation aux autres types de caries a augmenté (Williams, 1990).

Depuis quelques années, il est discuté, au sein de la littérature scientifique, de l'emploi d'une résine adhésive sous les agents de scellement, afin d'augmenter leur rétention et résistance à la micro-infiltration. Par ailleurs, de nouvelles résines adhésives auto-mordançantes permettant de combiner, en une seule étape, l'application du gel de mordantage, de l'apprêt dentinaire et de la résine adhésive sont apparues sur le marché. Si ces nouveaux produits présentent effectivement des propriétés similaires à ceux qu'ils remplacent, leur intérêt résiderait alors dans la diminution des erreurs potentielles de manipulation, la diminution du temps opératoire ainsi que l'effet négatif d'une coopération non idéale du patient. Cela est d'autant plus attrayant en dentisterie pédiatrique, où le temps opératoire doit être minimisé et où les conditions de travail sont parfois difficiles, vu le comportement du jeune enfant et la difficulté de bien isoler les dents nouvellement éruptées (Feigal, 2004).

À ce jour, bien que quelques études *in vitro* et *in vivo* aient évalué l'effet des résines adhésives sur la rétention et la micro-infiltration des scellants, aucune n'a évalué l'effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur la micro-infiltration. Par ailleurs, la comparaison simultanée entre ces trois modalités de mise en place que sont l'application du scellant suite à un mordantage traditionnel,

l'utilisation d'une résine adhésive entre la dent et le scellant et, finalement, l'utilisation d'une résine adhésive auto-mordançante, n'a pas été faite. Ce mémoire se propose donc de comparer, tant du point de vue de la rétention que de celui de la micro-infiltration, ces trois protocoles, intégrant ainsi également une évaluation de la micro-infiltration pour les résines adhésives auto-mordançantes. Aux vues des résultats, nous tenterons finalement de dégager une méthode préférentielle d'application des agents de scellement.

CHAPITRE DEUX
REVUE DE LA LITTÉRATURE

2. REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 Agents de scellement de puits et fissures

2.1.1 Puits et fissures et risque carieux

Les puits et fissures sont des structures morphologiques des surfaces dentaires. Ils peuvent se présenter sous forme de fissures superficielles, ou d'invaginations complexes et profondes de l'émail (Roulet et Degrange, 2000).

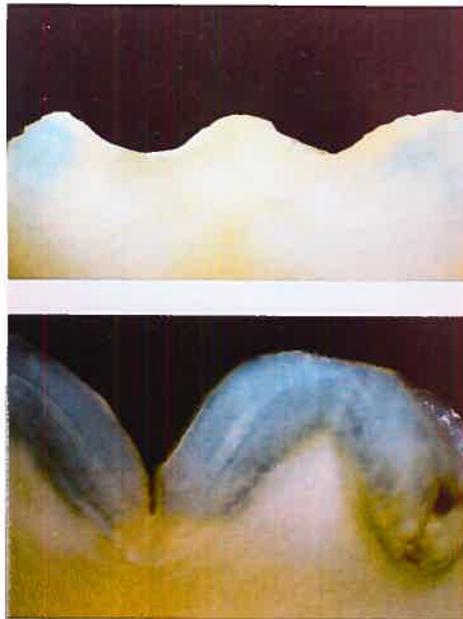


Figure 2.1 : Fissures superficielles et profondes de l'émail. Tirée de Roulet et Degrange (2000).

Il est impossible de nettoyer le fond de ces fissures étroites et profondes avec une brosse à dents, et ces sites sont donc le siège d'une forte accumulation de plaque microbienne, laquelle est responsable des caries dentaires.

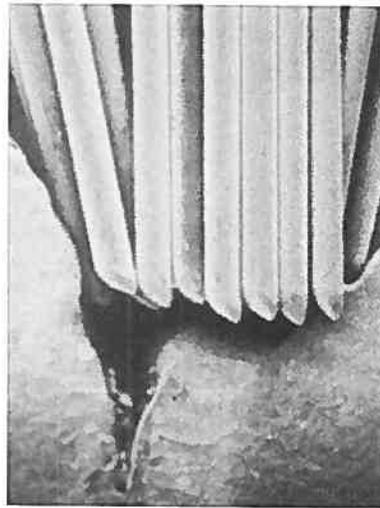


Figure 2.2 : Le fond des fissures étroites et profondes ne peut être atteint par les poils d'une brosse à dents. Tirée de Roulet et Degrange (2000).

Les risques de caries des surfaces lisses et proximales peuvent être efficacement réduits par des mesures de prévention telles qu'une hygiène buccale efficace et des applications de fluor, mais il en va tout autrement des puits et fissures (Zimmer, 2000). En effet, bien que la prévalence de la carie dentaire ait diminué au sein des pays industrialisés au cours des deux dernières décades, cette diminution

est surtout observée en faveur des surfaces lisses. Ainsi, les caries de puits et fissures représentent aujourd'hui la majeure partie des lésions carieuses, supplantant les lésions proximales (Manton et Messer, 1995).

2.1.2 Agents de scellement de puits et fissures

Un scellant pour puits et fissures se définit comme un matériau placé au niveau des puits et fissures d'une dent, de façon à y prévenir l'ingression de plaque dentaire, de bactéries, et d'hydrates de carbone, dans le but d'éviter la formation de lésions carieuses au niveau de ces sites (Williams, 1990).

2.1.3 Historique des agents de scellement de puits et fissures

L'utilisation de résines pour sceller les puits et fissures a débuté il y a environ 25 ans. D'autres matériaux ont également été utilisés, mais les résultats cliniques observés ne sont en rien comparables à ceux obtenus avec les résines actuelles.

Ainsi, le premier matériau utilisé pour sceller les puits et fissures des dents a été le nitrate d'argent (Miller, 1908). Par après, en 1923, Hyatt discute de l'emploi d'amalgame comme pseudo-scellant suite à une odontotomie prophylactique. Cependant, cette pratique fut rapidement discréditée lorsqu'il fut réalisé, d'une part, que les fissures n'étaient pas toutes atteintes par la carie dentaire, et, d'autre part, que cette pratique présentait un coût biologique élevé. Finalement, en 1950, Ast, Bushel et Chase proposent l'utilisation de ferrocyanure de potassium mélangé au chlorure de zinc, lequel

mélange est ensuite appliqué à la surface occlusale des dents. Ce procédé, ainsi que l'utilisation du nitrate d'argent, se sont avérés inefficaces.

C'est en 1955 que Buonocore établit véritablement les bases de l'odontologie conservatrice adhésive et de la dentisterie préventive en suggérant l'utilisation d'un traitement à l'acide des surfaces d'émail, afin de les rendre plus réceptives à l'adhésion des résines acryliques. L'idée de ce traitement de l'émail par un acide phosphorique à 85% appliqué durant 30 secondes lui était venue par l'observation du procédé industriel similaire appliqué aux surfaces métalliques afin d'obtenir une meilleure adhésion des peintures et résines. Le premier agent de scellement pour puits et fissures est alors créé.

2.1.4 Composition et caractéristiques générales des agents de scellement de puits et fissures

2.1.4.1 Matériaux utilisés dans la fabrication des agents de scellements de puits et fissures

Plusieurs types de résines ont été employés comme agents de scellement des puits et fissures depuis l'introduction de cette méthode préventive tels que cyanoacrylates, polycarboxylates, polyuréthanes, polyalkénoates (verres ionomères), et Bis-GMA. Un des premiers matériaux utilisés et testés en tant qu'agent de scellement est le méthyl 2-cyanoacrylate (*Eastman 910 adhesive*) combiné à des particules de remplissage. Bien que les cyanoacrylates présentent une bonne adhésion initiale à l'émail, moins d'un tiers du scellant demeure intact une année après sa mise

en place (Cueto et Buonocore, 1967). Par la suite, l'utilisation de matériaux de la famille des polyuréthanes est tentée, leur intérêt résidant dans la libération de fluor. Cependant, plusieurs études ont démontré leur faible rétention et leur usage comme agent de scellement a été discontinué (Newbrun et al., 1974; Rock, 1974).

Le développement par Bowen (1963, 1970) du Bis-GMA représente une avancée majeure dans le développement des agents de scellement de puits et fissures. Celui-ci dilue cette résine Bis-GMA au moyen d'un monomère de méthyl méthacrylate, afin de produire un matériau de faible viscosité, adéquat pour le scellement des puits et fissures. Ce mélange présente, en comparaison au méthyl méthacrylate utilisé seul, une plus faible contraction de polymérisation et un plus petit coefficient d'expansion thermique, facilitant son adhésion à l'émail (Handelman et Shey, 1996).

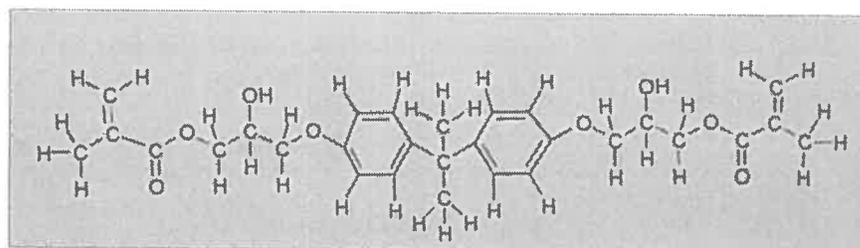


Figure 2.3 : Molécule de Bis-GMA (2,2-bis [4(2-hydroxy-3-méthacryloxy-propoxy)phényl] propane). Tirée de Anusavice (1996).

Les travaux de Buonocore ainsi que la mise en marché en 1970 du *Nuva-Seal* (L.D. Caulk), agent de scellement de première génération polymérisé à l'aide d'une lumière UV (*Caulk Nuva Lite*), popularisent définitivement les agents de scellement.

Par la suite, le remplacement du méthyl-méthacrylate par le glycol diméthacrylate (monomère basé sur une structure chimique contenant des doubles liaisons carbone – carbone) pour la dilution des systèmes Bis-GMA est responsable d'une amélioration significative de la rétention des agents de scellement et, par conséquent, de leur effet anti-cariogène. De plus, ces nouveaux agents de scellement sont chémo-polymérisables. Leur utilisation supplante alors celle du *Nuva-Seal*, en raison des critiques apportées quant à l'usage des lumières UV comme système de photo-initiation. Finalement, à cette époque, une expérimentation *in vivo* s'étalant sur une durée de sept ans compare le *Nuva-Seal* et ces agents de scellement de seconde génération (*Delton, Dentsply*). Cette étude établit la supériorité indéniable de ces derniers pour la protection des puits et fissures de l'émail, écartant déjà le *Nuva-Seal* du marché (Mertz-Fairhurst et al., 1982).

Ce sont ces mêmes résines à base de Bis-GMA, diluées au moyen d'un monomère de glycol diméthacrylate, qui sont encore utilisées de nos jours. Depuis, ces matériaux ont été testés de façon extensive sur de longues périodes de temps, et ont présenté des taux de rétention *in toto* adéquats (Williams, 1990).

2.1.4.2 Agents de scellement à base de verre ionomère

Il est logique d'assumer qu'un matériau permettant la libération de fluor, tel un verre ionomère, apporte un bénéfice additionnel au blocage des fissures par un scellant à base de résine. L'utilisation de différents produits à base de verre ionomère comme agents de scellement de puits et fissures a été testée plusieurs fois, isolément ou en comparaison directe avec des matériaux à base de résine. Les données actuellement disponibles ne permettent pas de recommander préférentiellement l'utilisation de ces matériaux par rapport aux agents de scellement à base de résine Bis-GMA. Effectivement, ces dernières sont nettement supérieures en termes de rétention, et, par conséquent, offrent une prévention supérieure. De ce fait, l'usage des verres ionomères traditionnels comme agent de scellement a progressivement été abandonné (Simonsen, 2002).

2.1.4.3 Polymérisation des agents de scellement

La polymérisation des agents de scellement peut s'effectuer en mélangeant une quantité égale de deux différents produits contenant les activateurs chimiques (amines) et initiateurs (peroxydes) essentiels. Les activateurs et les initiateurs débute la réaction de polymérisation du monomère. La résine durcit en une à deux minutes, permettant un temps de travail suffisant à l'opérateur. Ces agents, auto-polymérisables, sont dits de type I. Une seconde et plus populaire méthode de polymérisation de ces résines (scellants de type II) consiste à utiliser la lumière bleue provenant d'une source lumineuse adéquate. L'initiateur chimique requis pour débute la réaction de polymérisation n'est activé que lorsqu'il est illuminé par

la lumière bleue (440-510 nm). Ainsi, aucun malaxage n'est nécessaire (produits fournis en une seule composante). Parmi les avantages des agents de scellement de type II, on notera un temps de travail augmenté, une plus grande dureté de surface, de même qu'une diminution du risque d'incorporation de bulles d'air au sein du matériau, puisque aucun malaxage n'est nécessaire (Waggoner et Siegal, 1996; Ferracane, 2001). Malgré cela, ces deux types de matériaux semblent présenter une efficacité clinique égale en termes de rétention et de prévention de la carie dentaire (Simonsen, 2002).

2.1.4.4 Ajout de particules de remplissage

Certains fabricants ont décidé d'inclure des particules de remplissage dans la composition des agents de scellement, afin d'augmenter leur résistance à l'usure et à l'abrasion. De plus, l'ajout de ces particules permet une diminution du contenu en résine du scellant, diminuant ainsi sa contraction de polymérisation et son coefficient d'expansion thermique (Anusavice, 1996). Cependant, plusieurs désavantages semblent découler de l'ajout de ces particules de remplissage aux agents de scellement. Tout d'abord, la viscosité du produit augmente, contrariant ainsi la pénétration de la résine au sein du réseau de puits et fissures de la dent. Les études ayant comparé les performances des agents de scellement contenant des particules de remplissage à celles des agents non chargés en termes de rétention et de micro-infiltration montrent une supériorité de ces derniers (Barrie et al., 1990; Rock et al., 1990; Hatibovic-Kofman et al., 1998). De plus, un autre désavantage des agents de scellement contenant des particules de remplissage réside dans la nécessité de procéder à un

ajustement de l'occlusion, suite à la polymérisation du scellant, augmentant ainsi le temps opératoire (Simonsen, 2002).

2.1.4.5 Libération de fluor par les agents de scellement

Dès le tout début du développement des agents de scellement, il est suggéré que l'ajout de fluor à ces agents, ou du moins à l'émail avant leur application, pourrait présenter le bénéfice potentiel d'une protection additionnelle contre la carie dentaire. Cependant, aucune étude n'a démontré de véritables bénéfices cliniques à cet ajout de fluor dans les résines utilisées pour sceller les puits et fissures. Effectivement, le fluor incorporé est libéré sur une très courte période de temps (premières 24 heures principalement) et à de faibles quantités. En fait, l'ajout de fluor au sein des agents de scellement représente davantage un intérêt au niveau des ventes pour les fabricants de produits dentaires qu'un réel effet préventif (Simonsen, 2000). En ce qui a trait à la rétention des agents de scellement contenant du fluor, celle-ci semble comparable à celle des scellants conventionnels (Koch et al., 1997; Ganss et al., 1999; Vrbic, 1999).

2.1.4.6 Aspect visuel des agents de scellement

En 1977, le premier scellant coloré (*Concise White Sealant, 3M ESPE*) est introduit aux Etats-Unis. Ces agents colorés semblent présenter des avantages non négligeables : la visibilité du produit rend son application plus aisée, et il est plus facile pour le clinicien d'évaluer la présence ou non de l'agent lors des visites de contrôle subséquentes (Simonsen, 1991). Certains se sont cependant portés en défaveur de ces scellants opaques, prétextant que leur utilisation

empêchait l'examen continu des puits et fissures, lequel est possible lors de l'emploi d'un agent translucide. En fait, les études portant sur l'application des agents de scellement sur des puits et fissures cariés mettent en évidence l'inhibition de la progression des lésions carieuses sous l'agent de scellement, confirmant ainsi les observations bactériologiques qui montrent que ces lésions ont tendance à devenir stériles avec le temps (Handelman, 1982).

Une étude effectuée par Rock et al. (1989) évalue l'effet de l'aspect visuel des agents de scellement (opaque versus translucide) sur leur détection clinique. Les auteurs notent un pourcentage d'erreur de 1% pour l'identification des agents opaques, à comparer à 23% pour les scellants translucides. L'erreur la plus commune pour ces derniers est leur détection erronée sur des dents en fait non traitées. Les auteurs mentionnent que ces résultats doivent mener à une remise en question de la fiabilité des études effectuées au moyen des résines translucides.

2.1.5 Propriétés idéales d'un agent de scellement de puits et fissures

Les propriétés idéales requises par un scellant de puits et fissures incluent, entre autres, une faible solubilité en milieu humide, ainsi qu'une excellente rétention et longévité. La rétention et la longévité des agents de scellement dépendent de trois éléments : (1) la pénétration de la résine au niveau des surfaces mordancées, (2) une résistance adéquate à l'usure et à l'abrasion, et (3) le scellement marginal (Taylor et Gwinnett, 1973).

La pénétration du scellant dépend de la configuration géométrique des puits et fissures de la dent et des caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés (Boksman et al., 1993). Une pénétration optimale est obtenue lorsque le coefficient de pénétration est élevé, c'est-à-dire lorsque la viscosité est faible, la tension de surface élevée, et la mouillabilité bonne. Dans ces conditions, suite à son application sur les puits et fissures, l'agent de scellement va pénétrer profondément par capillarité, s'étalant sur les surfaces d'émail mordancées et formant des prolongements responsables d'une rétention micromécanique (O'Brien, 1997).

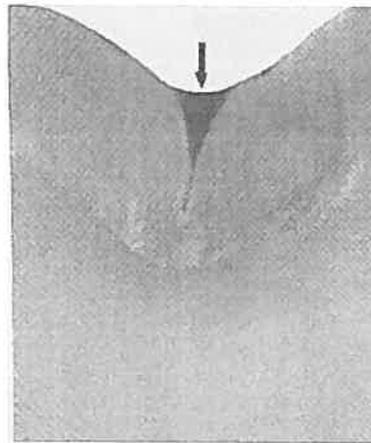


Figure 2.4 : Section transversale d'une dent montrant la pénétration de l'agent de scellement au sein d'une fissure occlusale. Tirée de Anusavice (1996).

Avec le temps, les agents de scellement subissent une certaine usure abrasive. Cependant, il est possible d'expliquer, en partie du moins, qu'une dent scellée puisse continuer de présenter une résistance

accrue à la carie et ce, même en présence d'un scellant usé, puisque les prolongements de résine demeurent au sein des puits et fissures de la dent (Hicks et Silverstone, 1982). Afin de contrer cette usure physiologique des agents de scellement, certains manufacturiers ont décidé d'inclure des particules de remplissage dans la composition de ces produits. Cependant, nous avons vu que cette adjonction de particules augmente la viscosité du scellant, et donc diminue son coefficient de pénétration. À ce sujet, Irinoda et al. (2000) ont évalué *in vitro* l'effet de la viscosité sur la pénétration des scellants au sein des puits et fissures d'un émail mordancé, en comparant la pénétration d'un scellant de faible viscosité (*Teethmate A*) à celle de scellants de viscosité élevée (*Prisma-Shield* et *Concise White Sealant*). Ces auteurs concluent que le scellant à faible viscosité permet une pénétration efficace totale de l'émail mordancé, supérieure à celle des scellants de viscosité élevée, et que cette pénétration totale pourrait améliorer, à long terme, la rétention et la résistance à la micro-infiltration des agents de scellement.

Un autre facteur central dans le succès clinique des agents de scellement est leur résistance à la micro-infiltration. Pour éviter cette dernière à l'interface dent – scellant, il faut un contact intime entre ce scellant et la dent (Zyskind et al., 1998). L'intimité de ce contact dépend ici encore de la mouillabilité des surfaces d'émail mordancées par la résine. Bien qu'il semble logique que la force adhésive et la micro-infiltration soient inversement proportionnelles, l'interaction entre ces deux éléments n'est pas si simple. En effet, il peut y avoir plusieurs petits groupes ou foyers d'adhésion maintenant le scellant en place, alors qu'une infiltration est permise autour de ce dernier (Borem et Feigal, 1994). Kanca (1989) a étudié la micro-

infiltration de cinq systèmes d'adhésifs dentaires et n'a trouvé aucune relation entre la force adhésive et la micro-infiltration. Les études portant sur les agents de scellement se devraient donc idéalement d'explorer simultanément ces deux aspects qualitatifs fondamentaux, seuls garant des propriétés anti-cariogènes des scellants (Borem et Feigal, 1994).

2.1.6 Efficacité des agents de scellement dans la prévention de la carie dentaire

L'efficacité des agents de scellement dans la prévention de la carie dentaire est initialement évaluée au sein d'études cliniques en comparant l'effet inhibiteur des scellants sur des dents traitées à des dents contrôles non scellées au sein de la même bouche (Ripa, 1993). L'Association Dentaire Américaine (ADA) reconnaît, en 1971, que les agents de scellement pour puits et fissures constituent une mesure efficace de prévention de la carie dentaire. Suite à cette prise de position de l'ADA, il n'est plus éthiquement acceptable de procéder à une mesure de l'efficacité des agents de scellement de cette façon, et de nouvelles modalités d'étude ont été proposées. On évalue désormais le pourcentage de rétention complète de l'agent de scellement, le pourcentage de dents scellées présentant des caries ou des restaurations ou, enfin, la nécessité de devoir procéder à de nouvelles applications des agents de scellement (Weintraub, 1989). Il faut souligner qu'à l'exclusion de la présence d'une lésion carieuse, il n'existe aucune définition de ce que constitue véritablement l'échec d'un agent de scellement (Feigal, 1998).

La relation entre la rétention de l'agent de scellement et son effet préventif sur la carie dentaire a été étudiée par plusieurs auteurs (Horowitz et al., 1976; Leake et Martinollo, 1976; Giong et al., 1977; Thylstrup et Poulsen, 1978), qui ont pu montrer la proportionnalité entre ces deux variables.

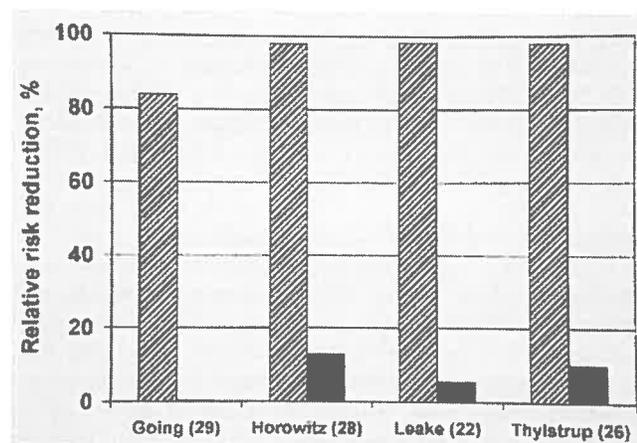


Figure 2.5 : Lien entre la réduction du risque carieux relatif et la rétention des agents de scellement. ▨ Représente les scellants intacts, alors que ■ représente les scellants perdus.

Tirée de Mejàre et al. (2003).

L'efficacité des agents de scellement est rapportée par plusieurs auteurs, les mesures de cette efficacité variant selon les études. Dans le cadre de ces dernières, l'efficacité est déterminée comme étant la capacité des scellants à prévenir la carie dentaire. Cependant, une évaluation de la méthodologie de ces études cliniques permet de constater que les protocoles d'application varient grandement quant à

l'âge des participants, leur risque carieux, le nombre, le type, et la morphologie des dents scellées par individu, ainsi que l'âge post-éruptif de ces dents. De plus, l'expérience du personnel soignant, la technique d'application utilisée, de même que le fait de procéder ou non à une nouvelle application au besoin peut aussi influencer le résultat de ces études (Weintraub, 1989). Ainsi, puisqu'il n'existe aucune uniformité dans les méthodologies employées, la comparaison des résultats est difficile. Néanmoins, plusieurs auteurs (Ripa, 1993; Feigal, 1998; Simonsen, 2000; Roulet et Degrange, 2001) sont d'avis que les caries de puits et fissures peuvent être évitées efficacement en procédant à leur scellement.

D'un autre côté, une revue systématique de l'efficacité des agents de scellement dans la prévention des caries dentaires est réalisée par Mejare et al. en 2003. Sur plus de 390 études passées en revue, seules 13 ont été retenues comme répondant aux critères d'inclusion choisis. En conclusion de leur étude, les auteurs suggèrent que les agents de scellement placés sur les premières molaires permanentes ne présenteraient qu'un effet préventif limité contre la carie dentaire. De la même façon, le scellement des molaires primaires, prémolaires et deuxièmes molaires permanentes ne présenterait qu'un effet préventif relatif au sein de populations d'enfants et d'adolescents, qu'ils présentent un risque carieux faible ou élevé. Ils soulignent aussi la nécessité d'essais randomisés bien construits, et l'évaluation à plus long terme de l'effet préventif des scellants.

Il est aussi nécessaire de mentionner qu'il est difficile d'identifier les fissures à fort risque carieux. Ces fissures sont les plus susceptibles de bénéficier de l'effet préventif des agents de scellement.

Effectivement, l'anatomie occlusale de la dent n'est pas le seul facteur à prendre en considération, des paramètres tels le degré d'éruption, ou encore la susceptibilité de chaque individu influençant aussi le risque carieux (Locker et Jokovic, 2003).

2.1.6.1 Effet préventif des agents de scellement partiellement ou complètement perdus

L'efficacité clinique des agents de scellement partiellement présents dans la prévention de la carie dentaire semble être un sujet de controverse. Horowitz et Kalispell (1976), dans une étude clinique sur cinq ans, concluent que les dents partiellement scellées sont considérablement moins susceptibles à la carie dentaire, en comparaison aux dents non scellées. Les résultats de Charbeneau et al. (1977) abondent dans la même direction. D'un autre côté, Mertz-Fairhurst (1984) mentionne que l'effet protecteur des agents de scellement sur les premières molaires permanentes n'est assuré que si le scellant est complètement maintenu à la surface de la dent. Il est important de comprendre que tous les scellants subissent une perte partielle au sens strict du terme, puisqu'ils présentent tous une réduction de leur volume avec le temps. De plus, cette perte semble, d'une certaine façon du moins, continue. Des changements cliniques significatifs se produisent donc lorsqu'une quantité suffisante du matériau sera perdue, résultant en l'exposition d'une fissure profonde. Le même effet peut aussi survenir suite à la fracture de l'agent de scellement (Feigal, 1998).

2.1.7 Rétention des scellants de puits et fissures

Les données provenant d'études cliniques sur la rétention des scellants indiquent que la perte la plus importante de ces derniers intervient peu de temps après leur pose, comme le montre des observations à intervalles rapprochés. Par la suite, on observe une perte graduelle du scellant (Bagramian et Srivistave, 1979; Rock et Bradnock, 1981; Rock, Weatherill et Anderson, 1990). Aussi, les études suggèrent que cette perte initiale serait associée à des erreurs dans la technique d'application (principalement, contamination de la surface d'émail suite au mordantage). La perte additionnelle graduelle serait, quant à elle, attribuable à l'usure occlusale et aux forces de cisaillement retrouvées au sein de la cavité buccale (Bagramian, Srivistave, et Graves, 1979; Rock et Bradnock, 1981; Simonsen, 1981).

La plus longue étude clinique ayant évalué la rétention des agents de scellement a été effectuée sur un suivi de 10 ans. Wendt et Koch (1988) rapportent qu'après cette période, environ 80% des fissures scellées démontrent une rétention totale du scellant et aucune lésion carieuse.

Finalement, Barnes et al. (2000) mentionnent qu'afin d'assurer une rétention optimale des agents de scellement et une prévention maximale de la carie dentaire, les agents de scellement doivent être mis en place avec un soin méticuleux, et que les puits et fissures traités doivent être évalués à intervalles réguliers afin de détecter la perte éventuelle de matériau.

La rétention des agents de scellement peut sembler compromise dans certaines situations cliniques. Toute d'abord, les premières molaires nouvellement éruptées, lesquelles sont souvent difficiles à isoler, sont plus susceptibles de nécessiter une nouvelle application de l'agent de scellement dans les trois années suivant la mise en place initiale (Dennison et al., 1990). De plus, bien que les puits buccaux et sillons linguaux des molaires comptent pour une portion significative des caries de puits et fissures, ces deux régions sont plus difficiles à protéger que les surfaces occlusales. En effet, il est estimé que 30% de ces scellants seraient perdus annuellement, en comparaison à 10% des agents de scellement positionnés au niveau des surfaces occlusales (Feigal, 1998).

2.2 Adhésion

La dentisterie adhésive fait partie intégrante de l'arsenal thérapeutique actuel. En dentisterie préventive, son utilisation se retrouve dans l'emploi de ces résines adhésives pour le scellement des puits et fissures. On peut définir l'adhésion comme l'union d'une surface à une autre avec laquelle elle est en contact intime (Driessens, 1977). Cette définition contraste avec celle de la cohésion, qui représente plutôt la force d'attraction entre les molécules ou atomes d'un matériau donné (Ferracane, 2001). Par conséquent, l'adhésion peut être définie comme la force qui lie deux matériaux de natures différentes mis en contact intime. L'adhésion est l'attraction des molécules de surfaces, et la résistance du collage dépend de l'intensité des forces présentes sur chaque site de contact. À l'échelle atomique, les solides présentent souvent des surfaces

rugueuses, ce qui veut dire qu'elles ne sont en contact les unes avec les autres qu'en certains points. Leur contact est meilleur si une couche intermédiaire est interposée entre eux. Cette couche est appelée adhésif, alors que les surfaces ou substrats qui sont collés sont appelés les adhérents (Roulet et Degrange, 2000).

Il existe deux principales théories du phénomène d'adhésion. La première théorie, dite mécanique, propose l'engrènement après durcissement de l'adhésif dans les rugosités et irrégularités de la surface adhérente comme mécanisme d'adhésion.

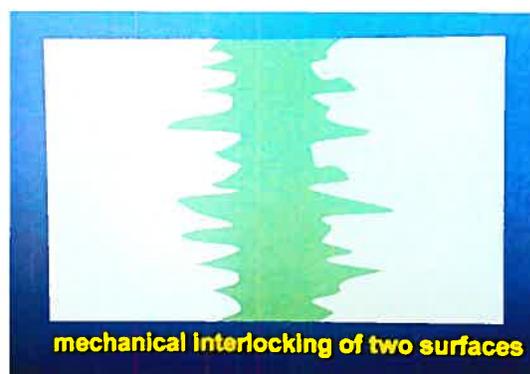
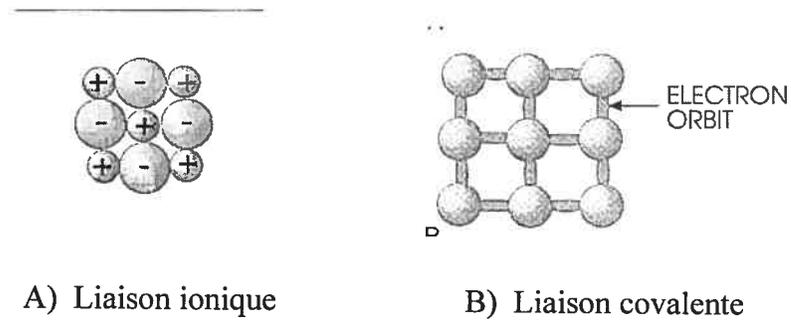


Figure 2.6 : Théorie mécanique de l'adhésion. Tirée de Roulet et Degrange (2000).

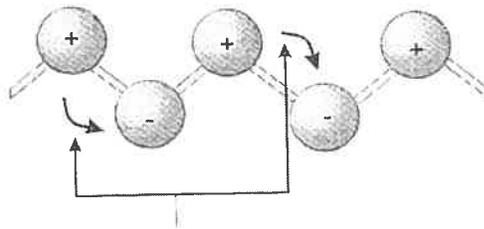
La seconde, théorie dite d'adsorption, s'applique à toutes sortes de liaisons chimiques de l'adhésif à l'adhérent, par des liaisons

primaires (liaisons ioniques et covalentes) ou secondaires (liaisons hydrogène, forces de van der Wäals).



A) Liaison ionique

B) Liaison covalente



C) Liaison secondaire

Figure 2.7 : Liaisons ioniques, covalentes et secondaires. Tirée de Anusavise (1996).

En dentisterie, la rétention micromécanique est l'explication la plus acceptée du mécanisme d'adhésion d'un matériau à la structure

dentaire. La nature chimique du collage à l'émail et à la dentine n'a pas vraiment été prouvée. La preuve de la participation des liaisons chimiques entre les résines et le collagène ou les composantes minérales de l'émail et de la dentine s'est révélée infructueuse (Roulet et Degrange, 2000).

2.2.1 Critères d'une bonne adhésion

Le critère le plus important de l'adhésion de deux matériaux est qu'ils soient en contact intime. Lorsque les substrats sont solides, cet objectif est atteint grâce à l'utilisation des substances fluides que sont les adhésifs. Le contact intime entre l'adhésif et le substrat dépend de trois éléments : la viscosité de l'adhésif, la morphologie et la rugosité du substrat et surtout, la mouillabilité de ce dernier (Van Noort, 1994; Roulet et Degrange, 2000).

La **mouillabilité** est caractérisée par la facilité avec laquelle un liquide s'étale sur une surface. L'angle établi entre le liquide et la surface de contact peut être mesuré. La valeur de cet angle définit la mouillabilité. Une bonne mouillabilité est caractérisée par un angle de contact inférieur à 90° , alors qu'une faible mouillabilité se produit lorsque l'angle est obtus. Une bonne mouillabilité permet d'augmenter la surface de contact entre l'adhésif et l'adhérent, maximisant ainsi les forces de friction permettant de garder en contact ces deux substances (Ferracane, 2001).

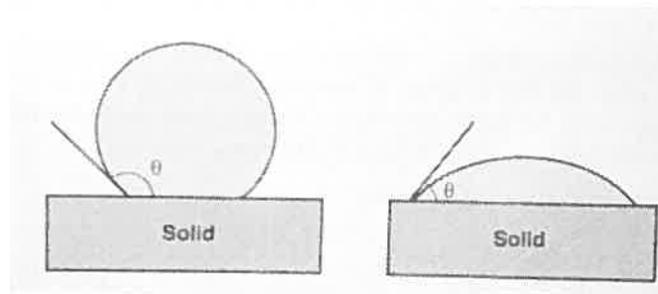


Figure 2.8 : Un liquide sur deux surfaces montrant un angle de contact élevé et faible. Tirée de Ferracane (2001).

Une **tension de surface** (attraction entre les molécules et atomes d'une substance) élevée de l'adhésif empêchera ce dernier de bien s'étendre au niveau de l'adhérent, compliquant ainsi le processus d'adhésion. Une bonne adhésion sera ainsi favorisée par une tension de surface basse de l'adhésif et une énergie de surface élevée de l'adhérent (Ferracane, 2001).

La **viscosité** est une mesure de la résistance d'un liquide aux forces qui tendent à le faire couler (Anusavice, 1996). Un adhésif avec une haute viscosité présentera une résistance élevée à ces forces et sera moins sujet à s'étendre sur une surface. De façon inverse, si la viscosité de l'adhésif est trop faible, il pourra être difficile d'en contrôler la mise en place (Ferracane, 2001). À l'échelle microscopique, la surface d'émail paraît toujours plus ou moins rugueuse. Il s'agit là d'un avantage car la surface développée, et donc la surface du collage, sont augmentées. De plus, les irrégularités de surface créent une pression capillaire de l'adhésif qui aide à sa diffusion au sein de cette surface. Si la viscosité de

l'adhésif est trop élevée pour qu'il imprègne la surface rugueuse, des bulles d'air peuvent être retenues (Roulet et Degrange, 2001).

Bien qu'un adhésif puisse présenter de bonnes propriétés, l'adhésion pourra être compromise par certains éléments présents au niveau de l'adhérent. Pratiquement, tout élément empêchant ou rendant difficile le contact entre les deux surfaces sera susceptible de compromettre l'adhésion. Par exemple, si la surface de l'adhérent est sale ou contaminée, son énergie de surface sera diminuée, contrariant ainsi la mouillabilité de cette surface. Afin de créer une bonne adhésion, il est donc nécessaire de nettoyer la surface de la dent afin d'en retirer la pellicule organique, et tout autre polluant pouvant s'y trouver. De la même façon, la protection du site opératoire (idéalement par une digue) sera déterminante pour la qualité de l'adhésion (Anusavice, 1996; Ferracane, 2001).

2.2.2 Adhésion à l'émail

L'adhésion à l'émail nécessite un traitement à l'acide de cette surface. L'efficacité de l'adhésion à l'émail est aujourd'hui reconnue. Le mécanisme à l'origine de cette adhésion est la formation de brides de résine à l'interface de l'émail traité par un acide (Swift, Perdiggao et Heymann, 1995).

2.2.3 Mordançage de l'émail

2.2.3.1 Effets d'un mordançage de l'émail

Le mordançage de l'émail représente la méthode standard de préparation des surfaces d'émail avant l'application d'un matériau destiné à sceller les puits et fissures d'une dent (Buonocore, 1955). Les buts de ce mordançage sont de nettoyer la surface d'émail, d'en retirer les débris suite à l'emploi d'instrumentation rotative (*enamel smear layer*), de créer des rugosités microscopiques au sein de la surface d'émail par un retrait de minéraux prismatiques et inter-prismatiques, et d'augmenter l'énergie de surface afin d'assurer une infiltration suffisante du monomère pour garantir l'adhésion du matériau (Retief, 1975).

L'effet précis d'un mordançage à l'acide sur l'émail dépend du type d'acide utilisé, de la concentration de cet acide, de la durée du mordançage, du type d'agent (gel, semi-gel ou solution aqueuse), du fait que l'émail est frotté ou non durant l'application de l'acide, de l'instrumentation préalable de l'émail, de même que de la composition chimique de cet émail (Van Merbeek, 1992).

La création d'une surface hautement énergétique par un mordançage à l'acide est une étape essentielle afin d'assurer un lien adhésif durable et fiable entre une résine composite et l'émail (Buonocore, 1955). L'acide appliqué est responsable d'une augmentation de la mouillabilité de surface, en réduisant de moitié l'angle de contact entre l'émail et les différents liquides appliqués (Van Meerbeek et al., 1992; Perdigao et al., 2000; Lopes et al., 2002). De plus, ce

mordançage permet le retrait d'une couche d'environ 10 μm à la surface de l'émail, et crée une couche poreuse d'environ 5 à 10 μm de profondeur. Lorsqu'une résine de faible viscosité est appliquée sur cette surface, elle glisse au sein des micro-porosités de cette couche et forme un lien micro-mécanique avec l'émail en polymérisant (Gwinnett, 1971; Retief, 1973; Silverstone, 1974).

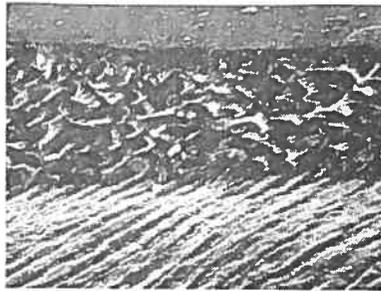
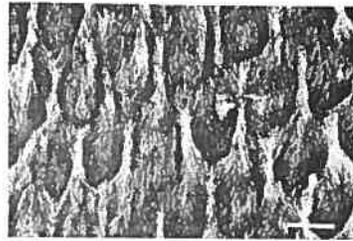


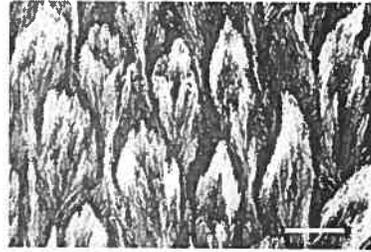
Figure 2.9 : Interface résine – émail suite à un mordançage à l'acide d'une durée de 30 secondes. Tirée de Lopes et al. (2002).

Trois patrons de mordançage de l'émail ont été décrits (Gwinnett, 1971; Silverstone et al., 1975). Le patron de mordançage le plus fréquent (type I) implique un retrait préférentiel du corps des prismes d'émail. Le type II constitue le procédé inverse : la périphérie des prismes est retirée alors que le corps demeure intact. Finalement, le type III est associé à un patron de mordançage moins distinct et inclut des régions similaires aux deux précédents types, de même que des régions au sein desquelles le patron de mordançage ne semble

pas lié à la morphologie des prismes. Cependant, l'opérateur n'a pas de moyens pour déterminer le type de patron qu'il obtiendra.



A) Type I



B) Type II



C) Type III

Figure 2.10 : Patrons de mordantage de l'émail. Tirée de Swift et al. (1995).

2.2.3.2 Mordançage à l'acide phosphorique

A) Concentration de l'acide phosphorique

L'utilisation de l'acide phosphorique pour effectuer le mordançage de l'émail représente aujourd'hui le standard de soin. Initialement, Buonocore utilise un acide phosphorique à une concentration de 85% et mordance l'émail pour une durée de 60 secondes (Buonocore, 1955). Suite à cette première étude, plusieurs concentrations ont été testées, et certaines de ces concentrations seraient responsables de la formation d'un précipité pouvant interférer avec l'adhésion des résines. Chow et Brown (1973) ont ainsi montré que l'application d'un acide phosphorique à 50% pour une durée de 60 secondes produisait un précipité (monohydrate de phosphate monocalcique) qui pouvait néanmoins être rincé. En revanche, l'utilisation d'une concentration inférieure à environ 27% produirait un précipité (dihydrate de phosphate dicalcique) ne pouvant être facilement retiré par rinçage. Silverstone (1974) rapporte quant à lui que l'utilisation de concentrations variant entre 30 et 40% amène la création de surfaces d'émail offrant en apparence le plus de rétention. Aussi, bien que la dissolution du calcium et la profondeur du mordançage de l'émail augmentent avec la concentration de l'acide utilisé, cet effet n'est plus observé avec des concentrations supérieures à 40%. Des concentrations supérieures à 40% seraient responsables d'une dissolution calcique moindre, et de la création d'une profondeur de mordançage inférieure (Manson-Rahemtulla et al., 1984).

En réponse à ces études, la plupart des systèmes de mordantage disponibles actuellement sur le marché utilisent un acide phosphorique dont la concentration varie entre 30 et 40% (fréquemment 37%) (Swift, Perdigao et Heymann, 1995).

B) Temps de mordantage

À l'origine, il est recommandé de mordancer l'émail des dents permanentes pour une durée de 60 secondes. Cependant, des études subséquentes utilisant la microscopie à balayage électronique ont démontré qu'un temps de mordantage de 15 secondes produisait essentiellement la même rugosité de surface qu'un temps classique de 60 secondes (Nordenvall et al., 1980; Barkmeier et al. 1985, 1986). De plus, des études *in vitro* ont aussi établi que l'adhésion et la micro-infiltration étaient similaires suite à un mordantage de 15 ou 60 secondes (Barkmeier et al., 1986; Crim et Shay, 1987; Bastos et al., 1988).

Les études ayant comparé le temps de mordantage sur le taux de rétention des scellants abondent aussi dans la même direction. Eidelman et al. (1988) ont démontré, lors d'une étude *in vivo* sur trois ans, qu'un mordantage de 20 secondes produisait un taux similaire de rétention des scellants en comparaison à un temps conventionnel de 60 secondes. Aussi, Dugal et al. (1997) ont comparé des temps de mordantage de 15, 30, 45 et 60 secondes, tant sur des secondes molaires primaires que sur des premières molaires permanentes, et concluent que le temps de mordantage ne semble pas affecter la rétention des scellants.

2.2.4 Adhésion à la dentine

Si les phénomènes d'adhésion à la dentine ne semblent pas présenter un intérêt direct dans le cadre de l'utilisation des scellants, lesquels adhèrent, par définition, à l'émail uniquement, il n'en reste pas moins vrai que les améliorations apportées aux systèmes de collage se font essentiellement par une augmentation de l'adhésion des résines de collage au substrat dentinaire. Or, depuis quelques années, l'interposition d'une résine adhésive entre l'émail et l'agent de scellement a été proposée afin d'en augmenter l'adhésion (Feigal, 1998). Actuellement, les recherches portant sur les systèmes adhésifs se focalisent essentiellement sur l'amélioration de l'adhésion des résines de collage à la dentine. Il nous paraît donc utile de rappeler brièvement certaines caractéristiques différenciant cette adhésion de celle à l'émail.

Bien que l'adhésion à l'émail soit prévisible et aujourd'hui bien établie, la création d'un lien adéquat à la dentine est plus difficile à obtenir. Cela est attribuable, en partie du moins, aux caractéristiques propres de la dentine, à savoir sa composante organique élevée (55% contrairement à 8% pour l'émail) et sa structure tubulaire contenant le prolongement des odontoblastes et le fluide dentinaire. La dentine est caractérisée par une humidité intrinsèque, et sa structure très complexe rend difficile l'établissement de collages durables sur ce substrat (Pashley, 1990). Ainsi, un adhésif ne pourra entrer en contact avec la dentine s'il n'est pas hydrophile.

Un autre élément caractéristique et problématique de la dentine constitue la présence de la boue dentinaire (0,5-5 μm d'épaisseur)

résultant de l'action mécanique des instruments utilisés pour la préparation des cavités. Puisque cette couche prévient un contact intime entre le système adhésif et le substrat, condition essentielle à l'adhésion, il est désormais reconnu que l'élimination de cette couche est essentielle à l'obtention d'une adhésion efficace (Lopes et al., 2002). Nous reviendrons plus loin sur les différentes modalités d'élimination de la boue dentinaire.

2.2.5 Évaluation *in vitro* de la force adhésive

L'avènement de restaurations dites adhésives en dentisterie a amené de profonds changements dans la pratique de cette discipline. La détermination de la force adhésive d'un adhésif à la dentine ou à l'émail présente un intérêt majeur (Van Noort et al., 1989). Les tests de laboratoire ne dépendent pas des patients et sont donc libres des variables et difficultés opératoires pouvant exercer une influence sur les résultats des études entreprises dans des situations cliniques (Wilson, 1990). Ainsi, des tests d'adhésion *in vitro* sont souvent effectués afin d'évaluer expérimentalement un système adhésif et de prévoir ses performances cliniques. Bien que les études de laboratoires ne permettent pas une extrapolation directe aux différentes situations cliniques, elles sont nécessaires afin de déterminer la pertinence d'évaluations cliniques subséquentes, toujours difficiles à mettre en œuvre (Retief, 1991).

Qualitativement, la force adhésive peut être évaluée en tension, en cisaillement, en torsion, en clivage ou, encore, en extrusion (Pashley et al., 1995). Les forces exercées cliniquement sur les dents et les restaurations étant de nature complexe, aucun test ne parvient à

simuler parfaitement les forces intra-orales (Retief, 1991). De plus, les résultats de ces tests sont sévèrement affectés par les conditions dans lesquelles ils sont effectués. La comparaison des données entre les différentes études est donc pratiquement impossible (Van Noort et al., 1989). Afin de pallier ce problème, Pashley et al. (1995) expriment le souhait de voir se développer des méthodes d'expérimentation standardisées afin de fournir aux chercheurs des outils pouvant favoriser le développement des systèmes adhésifs. Le tableau suivant présente la liste de tous les facteurs susceptibles d'influencer les résultats des tests d'adhésion.

<p>A. Substrat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Type de dents (humaines, bovines)? 2. Dentine superficielle, moyenne ou profonde? 3. Surface buccale, occlusale, proximale? 4. 3^e molaire ou incisive? 5. Préparation de la surface : Al₂O₃, SiC, 320, 600, 800, ou 1000 grit? 6. Fraises? Carbure ou diamant? Basse ou haute vitesse? 7. Réutilisation des dents? 8. Montage : pierre, plastique? 	<p>B. Mordançage</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Avec ou sans mordançage? 2. Type de mordançage? 3. Durée du mordançage? 4. Passif ou actif? 5. Rinçage? Durée? 6. Séchage? Durée?
<p>C. Apprêt dentinaire</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Couvre la surface entière ou appliqué via une matrice? 2. Quantité appliquée? 3. Passif ou actif? Durée? 4. Rinçage ou évaporation? Durée? 5. Photopolymérisation? Durée? 6. Mouillé vs sec? 	<p>D. Adhésif</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Combien d'adhésif et combien de temps? 2. Application d'un jet d'air? 3. Diamètre de la zone d'adhésion? 4. Appliqué avec ou sans pression? 5. Photopolymérisation? Durée?
<p>E. Conservation des dents</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eau, solution saline, ...? 2. Température de la pièce ou 37°C? 3. Préservatif pour conservation? 4. Durée de conservation? 5. Thermocyclage? Températures, temps de trempage, nombre de cycles? 6. Tests de charge? Magnitude, nombre de cycles? 	<p>F. Test</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tension ou cisaillement? 2. Taux de stress? 3. Immédiatement vs 24h vs mois? 4. Unités utilisés pour exprimer la force adhésive? 5. Configuration du test : surfaces plates ou cavités?

Tableau I : Variables pouvant influencer les résultats des tests d'adhésion in vitro. Tiré de Pashley et al. (1995).

Bien que les tests en tension aient été fortement utilisés dans le passé, les tests en cisaillement sont aujourd'hui considérés comme étant plus prévisibles (Van Noort et al., 1989). Ainsi la qualité de l'adhésion est fréquemment déterminée, en laboratoire, en effectuant des tests de cisaillement ou de déchirement (*shear bond strength*). On évalue ainsi la résistance de l'adhésion du scellant testé à l'émail, en appliquant une force dans un plan identique à celui où est appliqué ce scellant (Fuks et al., 2002).

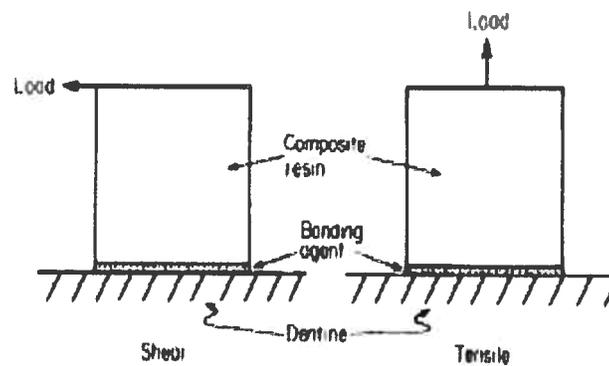


Figure 2.11 : Représentation schématisée des tests d'adhésion effectués en cisaillement et en tension. Tirée de Van Noort et al. (1989)

La force adhésive nominale est exprimée en mégapascals (MPa), selon les unités du système international. Elle est calculée en divisant la charge nécessaire au déchirement de l'interface dent – substrat adhésif par la surface de ce collage (Van Noort et al., 1988).

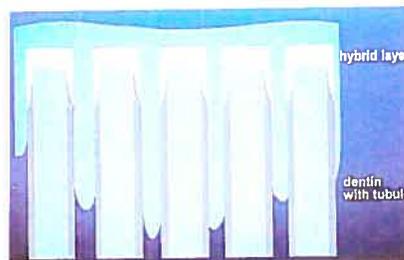
2.2.6 Catégorisation des systèmes adhésifs

Trois mécanismes d'adhésion sont décrits en dentisterie. Ces différents mécanismes diffèrent quant à leur gestion de la boue dentinaire (Van Meerbeek, 1998). Le premier groupe de systèmes adhésifs propose une **modification** de la boue dentinaire et son incorporation au processus d'adhésion. De ces groupes, des systèmes à une ou deux étapes sont disponibles, selon qu'ils utilisent une résine adhésive seule, ou un apprêt puis une résine adhésive. Cette approche de collage au contact de la boue dentinaire ne permet d'obtenir que des collages peu résistants (Roulet et Degrange, 2001). Le second groupe de ces systèmes crée une **élimination** de la boue dentinaire. Ce retrait peut se faire en deux ou trois étapes, selon une application séparée ou combinée de l'apprêt et de la résine adhésive, après mordantage de l'émail. Finalement, le troisième et dernier groupe de systèmes adhésifs agit en créant une **dissolution sélective** de la boue dentinaire plutôt que son retrait total. L'obtention de cette dissolution sélective de la boue dentinaire est réalisée par un traitement à l'acide, lequel crée une couche déminéralisée d'environ 3 à 10 μm selon le type, la concentration et la durée du mordantage. Le traitement à l'acide permet non seulement une dissolution de la boue dentinaire, mais aussi l'élimination de la couche superficielle de dentine et l'ouverture des tubules dentinaires. La dentine déminéralisée est ainsi réduite à une trame de collagène, car le support d'hydroxyapatite a disparu.



A) Modification

B) Dissolution sélective



C) Élimination

Figure 2.12 : Mécanismes d'adhésion à la dentine – gestion de la boue dentinaire. Tirée de Roulet et Degrange (2000).

2.2.7 Effet d'une résine adhésive sur l'adhésion ou la rétention des agents de scellement

Il a été rapidement reconnu qu'une isolation adéquate était un élément primordial dans le succès du scellement des puits et fissures. La contamination salivaire, sauf si la surface est rincée vigoureusement, mène à une réduction significative de la force adhésive. Une étude effectuée par Thomson et al. (1981) démontre

que la force du lien entre le scellant et un émail contaminé par la salive, puis rincé ($168 \pm 14 \text{ kg / cm}^2$), n'est pas significativement différente du lien à l'émail non contaminé ($174 \pm 7 \text{ kg / cm}^2$). Par contre, un émail contaminé non rincé présente une adhésion significativement réduite ($68 \pm 11 \text{ kg / cm}^2$). De plus, la contamination salivaire de l'émail mordancé avant l'application du scellant est citée comme la raison principale associée à l'échec d'un scellant (Ripa, 1985; Gwinnett, 1988). En effet, lorsque l'émail est contaminé, la plupart des porosités normalement présentes au sein de l'émail mordancé sont bloquées. La pénétration de la résine est ainsi altérée, résultant en des prolongements de résine en nombre et en longueur insuffisants.

Les matériaux aujourd'hui utilisés pour sceller les puits et fissures sont incapables de tolérer la moindre quantité d'humidité. Feigal (1998) propose ainsi un concept novateur selon lequel un matériau adhésif hydrophile contenant de l'eau puisse, lorsqu'il est appliqué sous un scellant, minimiser la perte de force adhésive résultant de l'application dans un environnement humide. Par ailleurs, l'ajout de cette résine pourrait compenser la tendance des agents de scellement contenant des particules de remplissage à moins bien pénétrer au sein des puits et fissures de la dent.

Hitt et Feigal (1992) sont donc les premiers auteurs à évaluer *in vitro* l'effet d'un adhésif (*Scotchbond Dual Cure*, 3M, St-Paul, MN) sur la rétention d'un scellant (*White Sealant*[®], 3M, St-Paul, MN) et ce, avec ou sans contamination salivaire. 500 incisives bovines furent donc séparées en huit groupes, selon la présence ou non de la résine adhésive, de même qu'avec ou sans contamination salivaire suite au

mordantage (contamination salivaire franche durant cinq secondes, ou exposition de la dent à 96% d'humidité pour une durée d'une minute). Lorsque la dent n'est soumise à aucune contamination, l'utilisation de résine adhésive sous le scellant résulte en un lien adhésif significativement plus fort, en comparaison à un scellant utilisé seul ($205,0 \pm 45,7 \text{ kg/cm}^2$ versus $167,0 \pm 33,3 \text{ kg/cm}^2$). De plus, en présence de contamination, l'utilisation de la résine adhésive sous le scellant résulte en un lien adhésif équivalent à celui d'un scellant appliqué seul sur un émail non contaminé ($178,0 \pm 41,3 \text{ kg/cm}^2$). Finalement, de cette étude, les auteurs concluent que l'utilisation *in vitro* de cette résine adhésive sous le scellant réduit les effets négatifs de la contamination salivaire sur la force adhésive. Afin d'expliquer le lien entre la résine adhésive et l'émail contaminé, les auteurs mentionnent que la résine *Scotchbond* semble présenter une nature hydrophile supérieure à celle des scellants aujourd'hui utilisés. Ainsi, la résine pourrait en quelque sorte déplacer la salive de la surface de l'émail, permettant la pénétration de cette résine au sein des microporosités de l'émail.

Deux études cliniques ont évalué la relation entre l'ajout d'un adhésif dentaire et la rétention des scellants. Feigal, Hitt et Splieth (1993) ont effectué une étude de deux ans sur 20 patients âgés entre 6 et 15 ans (4 molaires permanentes scellées par patient), afin de comparer l'effet de l'ajout d'un adhésif dentaire (*Scotchbond Dual Cure, 3M*) sur la rétention de scellants (*Concise White Sealant, 3M*). Ces scellants sont mis en place suite à une contamination salivaire intentionnelle (exposition de la dent mordancée à la salive du patient durant 10 secondes). Les scellants furent examinés par un évaluateur indépendant au moyen d'un explorateur et d'un miroir à

différentes périodes (une heure, une semaine, un mois, six mois, un et deux ans) et classifiés selon les trois catégories suivantes : scellant intact, scellant partiellement perdu et scellant totalement perdu. Suite à cette évaluation, les auteurs notent que les scellants placés sur un émail mordancé, rincé, asséché puis contaminé par la salive sont maintenus partiellement ou totalement pour deux années si une couche initiale de résine adhésive est appliquée. Sans cette intervention, les scellants sont perdus en une semaine. Suite à la perte des scellants appliqués sans résine adhésive, les auteurs ont procédé à un nouveau scellement de ces dents, en utilisant cette fois une technique conventionnelle sans contamination. La rétention de ces scellants appliqués sans résine adhésive et sous champ opératoire est similaire à celle des scellants appliqués avec la résine suite à une contamination salivaire.

La seconde étude clinique (Feigal et al., 2000) obtient des résultats similaires, à savoir que l'emploi de résine adhésive (*Tenure primer, Den-Mat, Santa Maria, CA, USA, Scotchbond Multi-Purpose, 3M*, de même que trois adhésifs de cinquième génération) protège la survie d'un scellant (*Fluoroshield, Dentsply / Caulk, Milford, DE, USA*). Suite à une évaluation sur cinq ans de 617 scellants occlusaux et de 441 scellants buccaux ou linguaux réalisés sur des molaires permanentes, le risque d'échec est diminué de 50% au niveau des surfaces occlusales, et du tiers en ce qui a trait aux surfaces buccales et linguales lorsque ces scellants sont appliqués suite à l'utilisation d'un système d'adhésif dentaire de 5^e génération. L'utilisation des systèmes de la génération précédente ne présente pas d'effet protecteur significatif. Contrairement à l'étude précédente, les scellants furent ici appliqués selon un contrôle rigoureux de la

contamination. Cependant, une attention particulière fut portée à certains critères lors du choix des sujets, de façon à augmenter le niveau de difficulté des dents à sceller (dents nouvellement éruptées, coopération difficile de l'enfant).

L'effet de l'ajout d'une résine adhésive sur la rétention d'un scellant a aussi été évalué, *in vitro*, sur des dents primaires (Tulunoglu et al., 1999). Pour ce faire, la rétention de scellants (*Helioseal F*, *Vivadent*, *Schaan*, *Lichtenstein*) a été évaluée avec et sans l'emploi préalable de trois systèmes d'adhésifs dentaires (*Scotchbond Multi-Purpose Plus* (3M), *Syntac* (Vivadent) et *Optibond Dual Cure* (Kerr)). L'adhésion fut évaluée tant sur un émail sec que contaminé par la salive. Dans cette étude, la valeur de force adhésive la plus élevée (test de cisaillement) fut obtenue avec l'emploi préalable du *Scotchbond Multi-Purpose Plus*, tant dans des conditions de contamination salivaire que sur un émail sec non contaminé. De la même façon, pour tous les groupes testés, une force adhésive plus élevée est obtenue lorsqu'un adhésif dentaire est utilisé, et ce, quelques soient les conditions d'application.

Bien que les études précédemment citées semblent favoriser et encourager l'usage d'une résine adhésive sous le scellant, Boksman et al. (1993), quant à eux, n'obtiennent aucun bénéfice à l'emploi de ces résines adhésives. Ces auteurs ont cherché à évaluer si l'efficacité clinique de deux scellants (*Concise Light Cured White Sealant*, 3M et *Prisma Shield Light Cures Sealant*, LD Caulk) était augmentée (en se manifestant par une augmentation du taux de rétention de ces scellants) lorsqu'une résine adhésive (*Scotchbond 2*, 3M et *Prisma Universal Bond*, LD Caulk) était utilisée avant

l'application du scellant. 402 dents furent ainsi scellées puis réévaluées à 6, 12 et 24 mois (55% de l'échantillon initial alors disponible). Suite à cela, les auteurs concluent que l'utilisation d'une résine adhésive avant l'application de ces scellants n'a pas permis une augmentation du taux de rétention à long terme, celui-ci étant défini comme la présence d'un scellant complètement présent (37% de rétention avec l'utilisation de la résine adhésive en comparaison à 42% sans cette résine après 24 mois).

Une revue de la littérature sur les scellants de puits et fissures effectuée par Simonsen, en 2002, mentionne que l'utilisation d'un adhésif dentaire tend à augmenter le temps (et le coût) de la procédure d'application du scellant, et que cela doit être considéré attentivement avant d'en recommander l'utilisation. Bien que toutes les études ne parviennent pas aux mêmes conclusions, il semble cependant approprié d'émettre l'hypothèse que les systèmes adhésifs modernes peuvent améliorer la rétention des scellants. Dans le futur, le scellant pourrait se passer de l'application préalable de résine adhésive, mais il devra présenter certaines propriétés similaires à ces dernières générations d'adhésifs : capacité de pénétration et de mouillabilité notamment. La réduction du nombre d'étapes ainsi obtenue permettrait de minimiser le nombre d'erreurs, le temps opératoire et le coût de la procédure. L'utilisation des résines adhésives auto-mordançantes semble représenter un pas vers cet objectif.

2.2.8 Résines adhésives auto-mordançantes

Les résines adhésives auto-mordançantes représentent la dernière innovation en termes de systèmes adhésifs, mais peu de recherches indépendantes ont été effectuées sur ces nouveaux produits (Venker et al., 2004). Une approche totalement différente est offerte par ces systèmes auto-mordançants qui utilisent des apprêts plus acides afin de déminéraliser non seulement la dentine, mais aussi l'émail (Roulet et Degrange, 2001). Le principal avantage de l'utilisation d'une résine adhésive auto-mordançante réside dans la réalisation de procédures adhésives plus faciles et plus rapides, en raison de la combinaison en un seul produit de toutes les composantes nécessaires à l'adhésion. Grâce à cette procédure en une seule étape, ces produits cherchent ainsi à contrecarrer la très grande sensibilité technique des produits des précédentes générations (Perdigao et al., 2000). Ces produits présentent un attrait particulier dans le traitement de jeunes patients, chez qui des procédures rapides et peu invasives sont particulièrement appréciées.

L'effet auto-mordançant de ces résines est attribuable aux monomères auxquels un ou plusieurs groupements carboxyliques ou phosphates acides sont greffés (Van Meerbeek et al., 2001). Les produits auto-mordançants sont classés en deux principales catégories, selon l'agressivité de leur mordantage (Van Meerbeek et al., 2003). Les auto-mordançants dits "forts" possèdent généralement un pH inférieur à 1. Cette acidité élevée résulte en un effet profond de déminéralisation. Au niveau de l'émail, ces matériaux produisent un effet de mordantage similaire à celui d'un traitement à l'acide phosphorique suivant une approche de mordantage et de rinçage. Au

niveau de la dentine, le collagène est exposé, et il est possible d'observer une dissolution quasi totale de l'hydroxyapatite. Ainsi, le mécanisme d'adhésion de ces produits est similaire à celui des approches de mordantage puis de rinçage. Néanmoins, ces produits sont souvent documentés comme présentant une faible adhésion à la dentine. La seconde catégorie, soit les auto-mordançants "modérés", présente habituellement un pH de 2 et provoque une déminéralisation de la dentine à une profondeur de 1 μm . Cette déminéralisation partielle permet une conservation de l'hydroxyapatite résiduelle attachée au collagène. Ces systèmes créent une porosité de surface tout de même suffisante à l'obtention de rétentions micro-mécaniques. Ici, c'est le potentiel adhésif à l'émail de ces systèmes qui représente leur point faible.

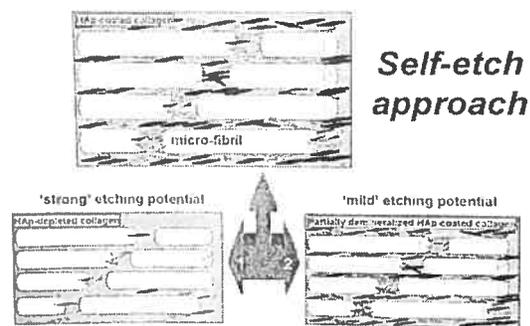


Figure 2.13 : Résines adhésives auto-mordançantes – effet sur le collagène et l'hydroxyapatite (HAp). Tirée de Van Meerbeek et al. (2003).

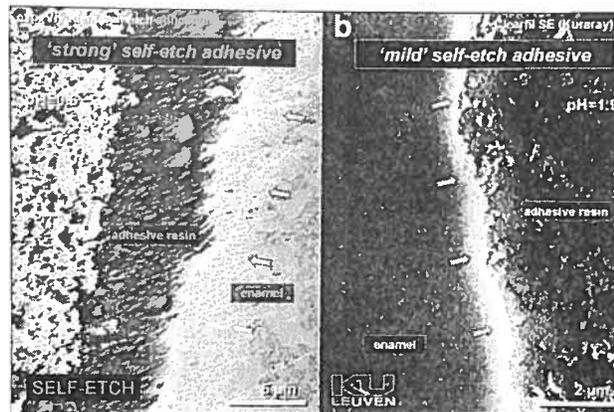


Figure 2.14 : Interface résine – émail selon l'emploi d'une résine adhésive auto-mordançante forte ou modérée. Tirée de Van Meerbeek et al. (2003).

2.2.9 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur l'adhésion ou la rétention des agents de scellement

Feigal et Quelhas (2004) ont évalué la rétention clinique de scellants (*Delton, Densply*) placés suite à l'application d'une résine adhésive auto-mordançante (*Prompt L-Pop, 3M-ESPE*) chez des patients âgés entre 7 et 13 ans. Les premières et deuxièmes molaires de chacun des sujets furent assignées de façon aléatoire au groupe expérimental ou au groupe témoin (application du scellant suite à un mordantage classique à l'acide phosphorique). Une évaluation de ces scellants fut effectuée 24 mois après la mise en place, un succès clinique étant déterminé par l'absence de perte significative du matériau ou de la nécessité de devoir appliquer à nouveau l'agent de scellement. Les résultats de cette étude ne mentionnent aucune différence

statistiquement significative entre les scellants appliqués suite à la résine adhésive auto-mordançante et ceux appliqués directement sur l'émail mordancé. Aussi, un temps moyen de mise en place de 3,1 minutes est enregistré pour les scellants appliqués selon la technique conventionnelle, en comparaison à un temps de 1,8 minutes pour ceux placés suite à la résine adhésive auto-mordançante. Les auteurs concluent donc que le *Prompt L-Pop* est un système efficace permettant l'adhésion des agents de scellement à l'émail et que cette méthode simplifiée réduit considérablement le temps de traitement et sa complexité.

Venker et al. (2004) ont aussi évalué l'efficacité d'une résine adhésive auto-mordançante (*Prompt-L-Pop*, 3M ESPE) sur la rétention de scellants. Cette étude rétrospective a comparé la rétention d'un agent de scellement (*Delton Opaque*, *Dentsply*) 12 mois après sa mise en place initiale, selon qu'il ait été placé suivant un protocole classique avec un mordantage à l'acide phosphorique, ou suivant l'application de la résine adhésive auto-mordançante. Les résultats de cette étude montrent que sur l'ensemble des patients, 60% ont nécessité une nouvelle application de l'agent de scellement sur au moins une des surfaces scellées. Cependant, l'analyse des résultats, selon un modèle de régression logistique, indique que les scellants mis en place suivant le protocole classique présentent un taux de rétention six fois plus élevé.

La seule étude ayant comparé *in vitro* l'effet d'une résine adhésive auto-mordançante à celui d'un mordantage classique sur la force adhésive des agents de scellement (*Delton Light Curing Pit & Fissure Sealant – CLEAR*, *Dentsply*) a été effectuée par Peutzfeldt et

Nielsen (2003). La force adhésive fut évaluée en cisaillement une semaine puis une année après la mise en place initiale. Les auteurs proposent la résine adhésive auto-mordançante comme une alternative intéressante à la technique classique, surtout chez de jeunes enfants chez qui une simplification du protocole opératoire est souhaitable. En effet, aucune différence significative n'est notée quant à la force adhésive entre un protocole classique de mise en place et un protocole utilisant une résine adhésive auto-mordançante ($13,7 \pm 3,6$ MPa versus $15,8 \pm 5,1$; $P > 0,05$).

2.3 Préparation de la surface dentaire avant l'application de l'agent de scellement

L'influence de la préparation de surface sur la rétention des agents de scellement a été étudiée par plusieurs auteurs. Plusieurs procédures de nettoyage et de préparation de la surface occlusale ont été recommandées, telles qu'un traitement au peroxyde d'hydrogène, un nettoyage avec un mélange de pierre ponce et d'eau, un traitement au moyen d'un système de polissage ou d'abrasion à l'air, ou, encore, un brossage sec de la surface à l'aide d'une brosse rotative (Garcia-Godoy et Gwinnett, 1987; Donnon et Ball, 1988; Burrow et Markinson, 1990; Bogert et Garcia-Godoy, 1992; Goldstein et Parkins, 1994;). Cependant, aucune différence n'est notée quant à la rétention des scellants appliqués suite à l'une de ces différentes méthodes. Toutes ces techniques semblent donc relativement similaires quant à leur efficacité clinique.

2.4 Micro-infiltration

La micro-infiltration peut être définie comme le passage indétectable cliniquement de bactéries, fluides, molécules ou ions entre les parois d'une cavité et le matériau de restauration y étant appliqué (Kidd, 1976). Dans l'espoir de créer un matériau de restauration idéal, il est souhaité que celui-ci adhère à la substance dentaire d'une façon telle qu'un scellement parfait existe entre les marges de la restauration et les tissus de la dent (Taylor et Lynch, 1992). Bien que les tests d'infiltration ne présentent pas toujours une corrélation précise avec la situation observée cliniquement, ils demeurent une méthode utile dans l'étude des résines composites (Pazinatto et al., 2003).

Plusieurs techniques ont été proposées afin de tester la qualité du scellement d'une restauration aux marges d'une cavité, tant *in vivo* qu'*in vitro*. Les études *in vitro* incluent l'utilisation de colorants, de traceurs chimiques, d'isotopes radioactifs, de pression d'air, l'analyse de l'activité des neutrons, la microscopie à balayage électronique, les techniques de caries artificielles, et de conductivité électrique (Kidd, 1976; Taylor et Lynch, 1992; Alani et Toh, 1997).

Aucune des méthodes utilisées pour la détection de la micro-infiltration n'est idéale. Le tableau suivant ^(II) présente un résumé des avantages et limitations de chacune d'entre elles.

Méthode de détection	Avantages	Limitations
Colorants	<ul style="list-style-type: none"> DéTECTABLES en concentrations diluées Peu coûteux Non toxiques 	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation subjective des résultats Destruction des spécimens
Traceurs chimiques	<ul style="list-style-type: none"> SÉCURITAIRES Profondeur de pénétration mieux définie Dent observée directement sous microscope Méthode plus objective 	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation subjective des résultats Destruction des spécimens
Traceurs radioactifs	<ul style="list-style-type: none"> DÉTECTION d'une quantité minimale d'infiltration Pénétration profonde dans les défauts 	<ul style="list-style-type: none"> RÉSULTATS évalués subjectivement Complexe, nécessite beaucoup de précautions dans la manipulation Coûteux Destructeur
Bactéries	<ul style="list-style-type: none"> Plus pertinent cliniquement 	<ul style="list-style-type: none"> RÉSULTATS évalués qualitativement
Pression d'air	<ul style="list-style-type: none"> RÉSULTATS peuvent être quantifiés Pas de destruction du spécimen 	<ul style="list-style-type: none"> DÉTECTE les circuits d'infiltration du plancher aux marges de la cavité Une infiltration peut se produire au travers d'un tissu dentaire sain cliniquement
Caries artificielles	<ul style="list-style-type: none"> La micro-infiltration peut être liée directement aux caries secondaires Quantification des résultats Degré de déminéralisation déterminé quantitativement Élimine les variables externes associées à la formation de caries naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> Non approprié pour l'examen de l'infiltration marginale lorsque la préparation inclut un mordantage

Tableau II : Résumé des principaux avantages et désavantages des différentes techniques d'évaluation de la micro-infiltration. Tiré de Alani et Toh (1997).

Une des conséquences de l'existence d'un éventail aussi large de méthodes est ici encore le manque de standardisation, rendant difficile toute comparaison. Bien que certains aient tenté de développer des systèmes de notation standardisés pour l'évaluation de la micro-infiltration, ceux-ci demeurent plutôt subjectifs (Taylor et Lynch, 1992).

L'utilisation d'agents colorés (bleu de méthylène, éosine, érythrosine, fuschine basique, par exemple) pour tester *in vitro* la micro-infiltration demeure, encore aujourd'hui, la technique la plus populaire. De façon générale, elle implique le trempage d'une dent extraite restaurée dans une solution colorée pour une période prédéterminée. Le spécimen est ensuite rincé, coupé puis examiné afin de déterminer l'étendue de l'infiltration autour de l'interface dent – restauration (Alani et Toh, 1997).

2.4.1 Micro-infiltration des agents de scellement

Une des prémisses à la base de l'emploi des agents de scellement pour puits et fissures est que ces matériaux préviennent mécaniquement la pénétration des bactéries et de leur substrat au niveau des puits et fissures susceptibles de la surface occlusale des dents. La présence de tout degré d'infiltration a d'importantes implications pour le succès clinique de ces produits (Powell et al., 1977). Les études *in vitro* de micro-infiltration sont ainsi utilisées afin de prédire les capacités de scellement des agents de scellements de puits et fissures, l'infiltration pouvant provenir tant de l'interface dent – scellant que du scellant lui-même par la présence de porosités au sein de la résine (Övrebö et Raadal, 1989).

Il est parfois difficile de déterminer avec exactitude si un sillon est exempt ou non de toute lésion carieuse. La présence ou non d'infiltration suite à la pose d'un scellant devient particulièrement importante lors du scellement de ces sillons douteux. Handelman (1982) a démontré que l'inhibition de la progression des lésions carieuses sous un agent de scellement était cohérente avec l'observation bactériologique qui montre que ces lésions tendent à devenir stériles avec le temps. La capacité d'un scellant à arrêter une lésion carieuse est grandement dépendante de son degré de résistance à la micro-infiltration, puisque celle-ci peut favoriser, voire même initier, la reprise du processus carieux (Överbrö et Raadal, 1989; Theodoridou-Pahini et al., 1996).

Les études ayant évalué la micro-infiltration des scellants permettent de conclure que ceux-ci présentent tous un certain degré d'infiltration (Williams et al., 1975; Powell et al., 1977; Överbrö et Raadal, 1989; Theodoridou-Pahini et al., 1996, Eronat et al., 2003). Ces études ont porté sur plusieurs types de scellants (résines, verres ionomères, compomères) et préparations des surfaces d'émail (mordançage à l'acide phosphorique, abrasion à l'air et aux particules d'oxyde d'aluminium, fraise, prophylaxie à la pierre ponce) aussi bien *in vitro* que *in vivo* (pose des scellants en bouche puis extraction des dents quelques mois plus tard pour des raisons orthodontiques). Les facteurs évoqués afin d'expliquer cette infiltration incluent un coefficient d'expansion thermique linéaire des agents de scellement beaucoup plus élevé que celui de l'émail, une adhésion déficiente, la contraction de prise des résines, la présence de porosités au sein du scellant, de même qu'une mauvaise technique d'application.

2.4.2 Effets d'une résine adhésive sur la micro-infiltration des agents de scellement

L'effet d'une résine adhésive (*Scotchbond Dual Cure*[®] 3M Dental Products, St-Paul, Minnesota, U.S.A.) sur la micro-infiltration d'un scellant (*Concise white sealant*[®] 3M Dental Products, St-Paul, Minnesota, U.S.A.) placé dans des conditions de contamination salivaire sur des prémolaires extraites a été évalué par Borem et Feigal (1994). Les résultats de cette étude suggèrent une diminution de l'infiltration autour des scellants avec l'emploi de résine adhésive. Tulunoglu et al. (1999) ont étudié l'effet de trois agents adhésifs (*Scotchbond Multi-Purpose Plus*[®] 3M Dental Products, St-Paul, Minnesota, U.S.A.; *Syntac*[®] Vivadent, Schaan, Liechtenstein; *Optibond Dual Cure*[®] Kerr, Romulus, MI, U.S.A.) sur la micro-infiltration et la force adhésive de scellants (*Helioseal F*[®], Vivadent, Schaan, Liechtenstein) appliqués sur l'émail de molaires primaires, et leurs résultats sont en accords avec ceux de Borem et Feigal (1994). Dans cette étude, l'emploi d'une résine adhésive avant l'application du scellant a permis de diminuer de façon significative la micro-infiltration et d'augmenter la force adhésive. Pérez-Lajarin et al. (2003) concluent eux-aussi que l'ajout de résine adhésive (*Prime&Bond*) dans le protocole de mise en place d'un scellant permet de réduire significativement la micro-infiltration de ces agents, bien qu'aucun matériau présentement disponible ne soit en mesure de sécuriser totalement l'espace entre le matériau et le tissu dentaire. Cette conclusion pourrait aussi s'appliquer aux deux études précédemment citées, puisque, bien que la résine adhésive semble réduire la micro-infiltration, celle-ci n'est pas complètement éliminée.

Feigal (1998) mentionne, dans une revue de l'efficacité des scellants et des changements cliniques pouvant améliorer leur performance, que l'usage d'une couche intermédiaire de résine adhésive entre l'agent de scellement et la dent procure une meilleure efficacité de ces matériaux préventifs. Cette performance supérieure serait attribuable à une meilleure force adhésive et une diminution de la micro-infiltration, une meilleure rétention, de même qu'à une mouillabilité supérieure de l'agent de scellement visqueux à la surface de la dent. Ce dernier élément serait d'autant plus pertinent lors de l'utilisation de scellants à teneur élevée en particules de remplissage. Ces derniers, bien que plus résistants à l'usure occlusale, voient leur pénétration au sein de fissures profondes et étroites compromise, du fait de leur viscosité plus élevée. L'utilisation d'une couche de résine adhésive faciliterait l'emploi de ces scellants visqueux en augmentant la mouillabilité des fissures et en assurant une meilleure pénétration.

2.4.3 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur la micro-infiltration des agents de scellement

Aucune étude n'a encore évalué l'effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur la micro-infiltration des agents de scellements pour puits et fissures.

2.5 Thermocyclage

Une des propriétés physiques essentielles que l'on attend d'un matériau dentaire est sa capacité à conserver sa forme et son volume

suite à sa mise en place. La température peut avoir un effet profond sur la précision dimensionnelle des matériaux dentaires. Dès 1929, Fraser suggère l'importance possible des variations de température sur l'adaptation marginale des matériaux de restauration. En 1952, Nelsen étudie l'ouverture et la fermeture des marges de restaurations soumises à des changements de température. Il est alors suggéré que la percolation marginale est causée par une différence entre le coefficient d'expansion thermique de la dent et celui du matériau utilisé pour la restauration, ainsi que par une expansion thermique des fluides occupant l'interface dent – matériau restaurateur.

Le thermocyclage est défini comme un procédé *in vitro* dans lequel la dent et sa restauration sont soumises à des variations de température conformes à celles retrouvées dans la cavité orale (Alani et Toh, 1997). Il s'agit d'une technique largement employée, tant dans les études *in vitro* de micro-infiltration que d'adhésion des agents de scellement (Litkowski et al., 1989; Borem et Feigal, 1994; Symons et al., 1996; Gale et Darvell, 1999; Tulunoglu et al., 1999; Hakimeh et al., 2000). En revanche, certains chercheurs trouvent cette technique discutable (Kidd et al., 1978; Harper et al., 1980; Trowbridge, 1987). Effectivement, ils remettent en question la validité et la signification clinique des méthodes de thermocyclage, puisque les températures utilisées pour stresser les restaurations peuvent ne pas représenter les vraies valeurs de températures froides ou chaudes tolérées par les patients.

L'amplitude du changement dimensionnel d'un matériau dentaire est liée au coefficient d'expansion thermique linéaire. Ce coefficient se définit comme le changement de longueur de ce dernier en fonction

d'une augmentation ou diminution de sa température (Ferracane, 2001). En raison de l'absence ou du faible contenu en particules de remplissage, les agents utilisés pour sceller les puits et fissures présentent un coefficient d'expansion thermique linéaire beaucoup plus élevé que celui de l'émail, ce qui justifie l'utilisation d'un procédé de thermocyclage dans l'évaluation *in vitro* de la performance de ces produits (Borem et Feigal, 1994).

En laboratoire, le thermocyclage s'effectue habituellement au moyen d'un thermocycleur. Cet appareil fut développé par Kidd, Harrington et Grieve (1978) afin d'éviter les critiques apportées aux protocoles expérimentaux proposant un transfert manuel des échantillons dans les différents bains. Cet appareil est constitué d'un panier dans lequel les échantillons sont placés, et ce panier se déplace d'un bassin à un autre pour une durée prédéterminée de cycles. La température des bassins (généralement deux ou trois) est contrôlée, de façon à simuler les extrêmes de températures qui seront rencontrées par le matériau d'obturation dans la bouche du patient.

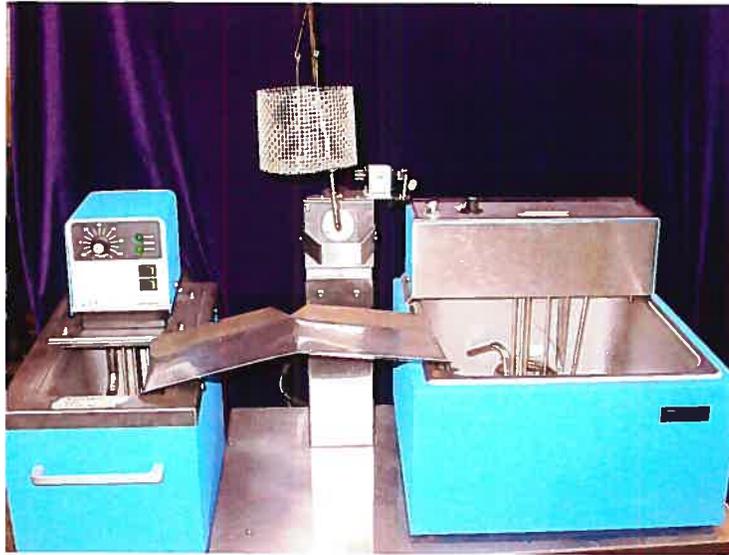


Figure 2.15 : Thermocycleur (Université de Montréal)

Malgré cela, l'examen de la littérature montre qu'il existe un large éventail quant au choix d'un protocole de thermocyclage. En effet, les valeurs de températures, le temps de transfert entre les bains de même que les temps de trempage varient selon les auteurs. Il n'existe donc aucun standard quant à la méthodologie du thermocyclage, et cela permet des discussions et des résultats contradictoires entre les études (Pazinatto, 2004). Gale et Darvell ont effectué, en 1999, une revue de 130 études sur l'utilisation du thermocyclage en dentisterie. Ces auteurs mettent en lumière le fait que les différents protocoles rencontrés au sein des études expérimentales sont utilisés, dans la grande majeure partie des cas, sans prise en compte des variations thermiques expérimentées *in vivo*. D'après ces auteurs, un protocole idéal de thermocyclage serait constitué d'un bain à 35° (28 secondes), d'un bain à 15° (2 secondes), d'un bain à nouveau à 35° (28 secondes), puis d'un bain à 45° (2

secondes). Les échantillons devraient être soumis à 20-50 cycles par jour, pour un total de 10 000 cycles par an. Cependant, la mise en œuvre de ce procédé reste relativement lourde.

CHAPITRE TROIS

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

3. Objectifs de l'étude

L'utilisation des agents de scellement en dentisterie pédiatrique est fréquente. Ces agents sont habituellement appliqués selon un protocole classique de mordançage de l'émail au moyen d'acide phosphorique, suite auquel l'opérateur procède à la mise en place du scellant, puis à sa polymérisation. Ce protocole nécessite une application rigoureuse, avec un contrôle strict du champ opératoire afin d'éviter toute contamination salivaire de l'émail mordancé.

Ainsi, le scellement des dents nouvellement éruptées, lesquelles sont les plus susceptibles de bénéficier de ces mesures préventives, peut être compromis par la difficulté de procéder à une isolation adéquate. De plus, la coopération parfois non idéale du jeune enfant peut compliquer la mise en place des agents de scellement, d'où la nécessité de trouver des procédures plus rapides et moins sensibles à la contamination salivaire.

L'ajout de résines adhésives au protocole de mise en place des agents de scellement est discuté au sein de la littérature scientifique depuis quelques années. Ces résines offriraient, selon certains, une meilleure adhésion des agents de scellement, de même qu'une réduction de la micro-infiltration. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas toujours convergents. Certains auteurs préconisent donc de ne pas utiliser ces résines qui augmentent le coût et la durée de la procédure de mise en place.

Dans la mesure où les nouvelles résines adhésives auto-mordançantes présenteraient des performances similaires aux produits qu'elles remplacent, elles pourraient présenter un intérêt particulier pour le praticien, notamment en raison de la réduction du temps d'application, donc du risque de contamination du site opératoire. De plus, du fait même de la présence de résine adhésive dans ces produits, leur emploi sous des agents de scellement permettrait de retrouver les avantages associés à la combinaison résine adhésive / scellant évoqués par certains auteurs.

Ainsi, cette étude *in vitro* a donc pour but d'évaluer l'effet d'une résine adhésive et celui d'une résine adhésive auto-mordançante sur l'adhésion et la micro-infiltration des agents de scellement, en comparaison à un protocole classique de mise en place. Les résultats obtenus pourront guider l'opérateur dans le choix d'une procédure de mise en place susceptible d'améliorer la performance clinique des agents de scellement ou de faciliter leur emploi.

3.1 Hypothèses nulles

Les résultats de cette étude devraient permettre de confirmer ou d'infirmer les hypothèses nulles suivantes :

1. L'utilisation d'une résine adhésive avant l'application d'un agent de scellement permet l'obtention d'une force adhésive équivalente à celle obtenue avec l'emploi d'une technique classique de mordantage de l'émail.

2. L'utilisation d'une résine adhésive auto-mordançante avant l'application d'un agent de scellement permet l'obtention d'une force adhésive équivalente à celle obtenue avec l'emploi d'une technique classique de mordançage de l'émail.
3. L'utilisation d'une résine adhésive avant l'application d'un agent de scellement permet l'obtention d'une micro-infiltration équivalente à celle obtenue avec l'emploi d'une technique classique de mordançage de l'émail.
4. L'utilisation d'une résine adhésive auto-mordançante permet l'obtention d'une micro-infiltration équivalente à celle obtenue avec l'emploi d'une technique classique de mordançage de l'émail.

CHAPITRE QUATRE
TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

4. TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

Ce chapitre décrit les matériaux utilisés lors des expérimentations ainsi que les méthodes et protocoles employés.

4.1. Sélection des dents

120 troisièmes molaires extraites obtenues de cliniques privées de chirurgie buccale et de la clinique de chirurgie buccale de l'Université de Montréal, exemptes de défauts de formation, de lésions carieuses ou de restaurations ont été utilisées. L'évaluation de la surface de l'émail a été faite à l'œil nu, à l'aide d'une source lumineuse par l'opératrice (Marie-Eve Asselin). Après leur débridement, ces dents sont conservées dans une solution de thymol (0,1% poids/volume) à $4 \pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à leur utilisation, 1 à 3 mois plus tard (Pashley et al., 1995). Les spécimens sont identifiés au moyen d'une lettre, selon que la dent servira à tester l'adhésion (**A**, 60 dents) ou la micro-infiltration (**M**, 60 dents), et de deux nombres, le premier étant celui du groupe expérimental (1, 2 ou 3), le second, le numéro de l'échantillon (1 à 20).

4.2 Matériaux et produits utilisés dans cette étude expérimentale

Matériaux	Fabricants	# Lot
<i>ClinproTM Sealant</i>	3M ESPE (St.Paul, MN)	20040709
Résine adhésive <i>AdperTM Single Bond Plus</i> <i>Adhésive</i>	3M ESPE (St.Paul, MN)	4AF
Résine adhésive auto- mordançante <i>AdperTM PromptTM L-PopTM</i>	3M ESPE (St.Paul, MN)	L5 164870
<i>ScotchbondTM Etching Gel</i> (acide phosphorique 37%)	3M ESPE (St.Paul, MN)	4CF
Résine composite <i>Quixfil Universal</i>	Caulk / Dentsply (Milford, DE)	0403000039
Résine acrylique <i>SR-IvoIen</i>	Ivoclar	7056646
Bleu de méthylène 1%	Personelle	-----
Vernis à ongles <i>New Lengths^{MD}</i> Couleurs # 40, 60 et 99	Sally Hansen ^{MD}	-----

Tableau III : Matériaux utilisés et leur fabricant

4.2.1 Acide phosphorique

L'acide phosphorique utilisé lors de cette étude pour effectuer le mordantage des différents spécimens est un gel à une concentration de 37% (*ScotchbondTM Etching Gel*, 3M ESPE). Ce gel présente une couleur bleue, laquelle facilite la visualisation des zones d'application et de retrait. Le produit est présenté dans des seringues

plastiques translucides de 3 ml. Des embouts jetables sont fournis permettant une application précise.

4.2.2 Résine adhésive

La résine adhésive *Adper™ Single Bond Plus Adhesive (3M ESPE)* a été utilisée afin de préparer les échantillons du second groupe (agent de scellement + résine adhésive). Il s'agit d'un adhésif dentaire avec nanocharges (10% du poids). À l'exclusion des nanocharges, cet adhésif est similaire au *Adper Single Bond Adhesive* introduit par 3M en 1997. La très petite taille de ces charges leur permet de demeurer en suspension colloïdale, et il n'est donc pas nécessaire d'agiter la résine avant son utilisation.

Feigal et al. (2000) discutent de l'effet de la composition des adhésifs sur l'amélioration de la rétention des agents de scellement lorsque ces adhésifs sont incorporés à un protocole de mise en place classique. Ainsi, ces auteurs ont testé la contribution de plusieurs adhésifs sur la rétention d'agents de scellement. Les adhésifs à base d'eau présenteraient une adhésion à l'émail moins importante, comparativement aux systèmes à base d'acétone ou d'éthanol. Ces variations de composition affecteraient la capacité de l'adhésif à bien pénétrer, par capillarité, le système de puits et fissures de la dent. Pour cette raison, nous avons retenu l'*Adper™ Single Bond Plus Adhesive* pour cette étude, considérant sa facilité d'utilisation (incorporation des diverses composantes au sein d'une seule bouteille), la qualité de son adhésion au sein d'études précédentes, (Inoue et al., 2001), de même que sa composition (base d'éthanol).



Figure 4.1 : *Adper™ Single Bond Plus Adhesive, 3M ESPE.*

4.2.2.1 Composition du *Adper™ Single Bond Plus Adhesive, 3M ESPE*

Ingrédients
Bisphénol A Diglycidyl méthacrylate (Bis-GMA)
2-Hydroxyéthyl méthacrylate (HEMA)
Diméthacrylates
Initiateurs basés sur le camphoroquinone (CPQ)
Éthanol
Eau
Copolymère des acides polyacrilyques et polyitaconiques
Nanocharges (particules de silicate de 5 nm de diamètre)

Tableau IV : *Composition du Adper™ Single Bond Plus Adhesive, 3M ESPE.*

4.2.3 Résine adhésive auto-mordançante

Pour cette étude, nous avons retenu la résine adhésive auto-mordançante *AdperTM PromptTM L-PopTM* (3M ESPE) pour sa facilité d'utilisation (système de distribution uni-dose jetable) et, surtout, pour sa popularité au sein des études précédentes (Feigal et Quelhas, 2004; Townsend et Dunn, 2004; Venker et al., 2004). Cette résine présente un pH inférieur à 1 et est donc classifiée comme un adhésif d'auto-mordançage "fort".



Figure 4.2 : *AdperTM PromptTM L-PopTM Self-Etch Adhesive* (3M ESPE).

Il a été démontré que cet adhésif auto-mordançant présentait une force adhésive à l'émail similaire à celle d'une résine utilisée dans le cadre d'un protocole classique de mordançage à l'acide phosphorique (Peutzfeldt et Nielsen, 2004). Pour Kiremitçi et al. (2004), cet

adhésif auto-mordançant présenterait même une force adhésive plus importante.

4.2.3.1 Composition du *AdperTM PromptTM L-PopTM Self-Etch Adhesive (3M ESPE)*

Ingrédients
Liquide 1 (ampoule rouge)
Esters phosphoriques méthacrylés
Bis-GMA
Initiateurs basés sur le camphoroquinone
Stabilisateurs
Liquide 2 (ampoule jaune)
Eau
2-Hydroxyéthyl méthacrylate (HEMA)
Acides polyalkénoïques
Stabilisateurs

Tableau V : Composition du AdperTM PromptTM L-PopTM Self-Etch Adhesive (3M ESPE).

4.2.4 Scellant

Le *3MTM ESPETM Clinpro Sealant* est un scellant photo-polymérisable, de faible viscosité, et permettant la libération de fluor. Il contient aussi des particules de remplissage (silicate, 6%). L'application de cet agent de scellement s'effectue via une étroite aiguille jetable fixée au tube contenant le produit. Cette aiguille permet d'éviter d'appliquer le matériau en excès.



Figure 4.3 : 3MTM ESPETM Clinpro Sealant.

Ce scellant est décrit par le manufacturier comme présentant une caractéristique unique de coloration. Effectivement, lors de son application à la surface de la dent, ce scellant est de couleur rose, et adopte une teinte universelle suite à sa polymérisation. Cette coloration rose initiale permet ainsi au praticien un bon contrôle visuel de la quantité de produit appliquée et de l'endroit où ce dernier est appliqué. Cela permet aussi une certaine uniformité quant à la préparation des différents échantillons. Finalement, cet agent de scellement présente une bonne adhésion à l'émail (Tay et al., 2005). Le tableau qui suit décrit la composition de ce scellant.

Composante	Fonction
Bisphénol A Diglycidyl méthacrylate (Bis-GMA)	Monomère matrice de résine
Triéthylène glycol diméthacrylate (TEDGMA)	Monomère matrice de résine
Éthyl 4-(diméthylamino)benzoate (EDMAB)	Composante du système de photo-initiation
Diphenyliodonium hexafluorophosphate (I ⁺)	Composante du système de photo-initiation
DL-Camphoroquinone (CPQ)	Composante du système de photo-initiation
Hydroxy-toluène butylé (BHT)	Stabilisateur
Dichorodiméthylsilane ayant réagi avec le silicate	Particules de remplissage (taille de 0,16 microns)
Tétraabutylammonium tétrafluoroborate (TBATFB)	Source de fluor
Dioxyde de titane (TiO ₂)	Responsable de la couleur blanche du scellant
Bengal de sodium rose (C.I. 45440)	Ajout de couleur avant polymérisation

Tableau VI : Composition du 3MTM ESPETM Clinpro Sealant.

4.2.5 Résine composite

Un cylindre de résine composite a été appliqué à la surface de chacun des scellants des échantillons servant à tester la force adhésive. Ce cylindre facilite l'application de la force de cisaillement au niveau de l'échantillon, en offrant une surface de contact au couteau de l'appareil utilisé pour tester cette force. La résine composite ici

utilisée est le *Quixfil (Dentsply)*. Cette résine a été choisie pour sa facilité et sa rapidité d'utilisation. Ce composite présente un ratio charges / matrice de 85,5 / 14,5 en poids et 66,4 / 33,6 en volume, respectivement. Cette résine est composée des éléments suivants :

Composante	Fonction
Diméthacrylate d'uréthane (UDMA)	Monomère matrice de résine
Triéthylène glycol diméthacrylate (TEDGMA)	Monomère matrice de résine
Résines de di- et triméthacrylate	Monomère matrice de résine
Résine de di-méthacrylate modifiée par un acide carboxylé	Monomère matrice de résine
Camphoroquinone (CPQ)	Composante du système de photo-initiation
Hydroxy-toluène butylé (BHT)	Stabilisateur
Phosphate-silicate silané au fluorure de strontium, d'aluminium et de sodium	Particules de remplissage

Tableau VII : Composition du Quixfil, Matériau de restauration postérieure, Dentsply.

4.2.6 Résine acrylique

La résine acrylique *SR-Ivolen (Ivoclar)* habituellement utilisée lors de la fabrication de porte-empreinte individuels a été ici employée afin de supporter les dents, tant pour les tests d'adhésion que de micro-infiltration. Cette résine a été choisie pour sa facilité d'utilisation

(simple mélange des composantes poudre et liquide) et son temps de prise adéquat.



Figure 4.4 : Résine acrylique SR-Ivolen (Ivoclar).

4.3 Appareils utilisés dans cette étude expérimentale

Appareils	Fabricants
Lampe halogène <i>Optilux 500</i>	Kerr
Thermocycleur <i>BT-15</i>	SEPRAS
Appareil servant à tester l'adhésion (cisaillement)	Instron 4201 Série IX
<i>Isomet Low Speed Saw</i>	Buchler

Tableau VIII : Appareils utilisés et leur fabricant.

4.3.1 Lampe à polymériser halogène

La lampe halogène est le type de lumière à polymériser le plus utilisé en dentisterie de nos jours. Ces lampes fonctionnent en envoyant un courant électrique au sein d'un fil de tungstène tenu entre deux électrodes se trouvant à l'intérieur d'une enveloppe de quartz remplie d'un gaz halogène. La lumière blanche générée par la lampe est ensuite filtrée entre 400 et 500 nm, laquelle est transmise au matériau à polymériser via l'embout (Anusavice, 1996). L'intensité de ces lampes varie, selon qu'il s'agisse d'une lampe conventionnelle (300-800 mW/cm²) ou à haute intensité (> 1000 mW/cm²).

Afin de procéder à la polymérisation des échantillons, une lampe halogène conventionnelle de type *Optilux 500 (Kerr)* a été utilisée. Cette lampe présente un embout courbe d'un diamètre de 11 mm. Elle est munie d'une ampoule halogène (*Optibulb Demetron*) de 80 watts, et émet un faisceau lumineux d'une longueur d'onde de 400-505 nm. Après une durée d'illumination réglable par le praticien, un signal sonore indique à l'opérateur la fin de la polymérisation puis la lumière s'éteint.

Afin de s'assurer d'une polymérisation uniforme et suffisante, il est recommandé de vérifier périodiquement l'intensité de l'appareil au moyen d'un radiomètre (Rueggeberg, 1993). L'intensité de la lampe a ici été contrôlée avant de procéder à la polymérisation de chacun des échantillons, au moyen du radiomètre digital intégré à l'appareil. Chacun des échantillons a été polymérisé à une intensité supérieure à 700 mW/cm², ce qui est supérieur au minimum requis (400 mW/cm²) (Ferracane, 2001). L'extrémité de la lampe a été placée le plus

près possible de la surface à polymériser (environ 1 cm), le faisceau étant dirigé à un angle de 90° par rapport à cette surface.

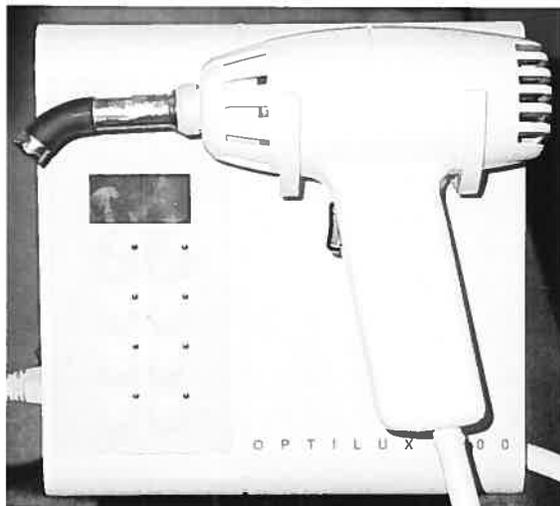


Figure 4.5 : Lampe à polymériser Optilux 500 (Kerr).

4.3.2 Thermocyclage

Lors de cette étude, tous les échantillons ont été soumis à 500 cycles de thermocyclage (bains à 5 et 55°C). Le temps de trempage dans chacun des bains est fixé à 30 secondes, et un temps de transfert de 10 secondes est observé entre les bains, ce transfert étant effectué automatiquement au moyen d'un bras de transfert inclus au sein de l'appareil (*SEPRAS BT-15*). Ce protocole de thermocyclage est similaire à celui employé lors d'études précédentes (Symons, Chu et Meyers, 1996; Tulunoglu et al., 1999).

4.4 Méthode expérimentale

4.4.1 Tests d'adhésion (A) – 60 dents

4.4.1.1 Préparation et montage des échantillons

L'émail est préparé à partir des couronnes de 60 dents extraites. Les racines sont coupées à l'aide d'une turbine et d'une fraise carbure de tungstène à fuseau fissuré (169L; *Patterson Dentaire Canada Inc.*). Les dents sont alors enfouies dans un bloc de résine acrylique auto-polymérisable (*SR-Ivolen, Ivoclar*), de façon à ce que seule la surface buccale ou linguale de la couronne demeure exposée, laquelle surface est placée parallèlement à la base du bloc d'acrylique. Un moule cylindrique de 15 mm de diamètre (*Université de Montréal*) est utilisé comme guide pour couler cette résine acrylique. Le choix entre la surface buccale ou linguale de la couronne de la dent est fait en fonction de celle qui présente la morphologie la plus plate et régulière afin de faciliter sa préparation ultérieure. Cette surface, sur laquelle sera appliquée le scellant, est ainsi parallèle à la direction de l'application de la force de cisaillement lors du test d'adhésion.



Figure 4.6 : Montage d'un spécimen au sein du bloc d'acrylique.

Les surfaces d'émail sont préparées par polissage au moyen d'un papier sablé (600 grit SiC) exposant ainsi une surface plane d'émail sur laquelle le scellant pourra être appliqué. Cette rugosité de surface constitue le standard pour les tests d'adhésion (Mowery et al., 1987). La surface d'émail préparée doit présenter un diamètre minimum de 2,5 mm. Une attention particulière est portée à ne pas exposer la dentine. Cette surface d'émail est ensuite nettoyée à l'aide d'un mélange de pierre ponce (*Patterson Dentaire Canada Inc.*) et d'eau et d'une cupule à prophylaxie en caoutchouc (*Crescent, Patterson Dentaire Canada Inc.*), afin d'éliminer les débris pouvant s'y trouver. Suite à cela, un rinçage abondant à l'eau d'une durée de 15 secondes est réalisé afin d'éliminer tous les résidus du mélange de pierre ponce. Les surfaces d'émail sont alors séchées au moyen d'un jet d'air comprimé sans huile pour une durée de 10 secondes. Finalement, les différents produits sont appliqués au niveau de la surface d'émail, suivant le groupe expérimental auquel appartient

l'échantillon et les recommandations des fabricants, toutes ces étapes étant réalisées par une seule opératrice (Marie-Eve Asselin) :

Groupe 1; 20 dents (*groupe contrôle*) - Application selon protocole classique

1. Application du gel de mordantage durant 15 secondes;
2. Rinçage avec de l'eau pour une durée de 10 secondes;
3. Séchage de la surface d'émail au moyen d'un jet d'air compressé sans huile pour une durée de 15 secondes;
4. Vérification de l'aspect crayeux de l'émail – si non adéquat, reprendre les étapes 1, 2, 3;

Préparation du montage

1. Positionner le cylindre sur le *Bonding Clamp (Ultradent Products, University Department)*;
2. Application du scellant via l'ouverture du montage (*Bonding Mold Insert*);
3. Polymérisation pour une durée de 20 secondes en positionnant l'embout de la lampe à polymériser au-dessus de l'ouverture;
4. Placer, à l'aide d'une spatule à composite, une couche de composite (*Quixfil Universal, Densply*) au-dessus du scellant via l'ouverture du montage afin de permettre l'application ultérieure de la force de cisaillement;
5. Polymérisation pour une durée de 40 secondes;
6. Retirer la dent du montage.

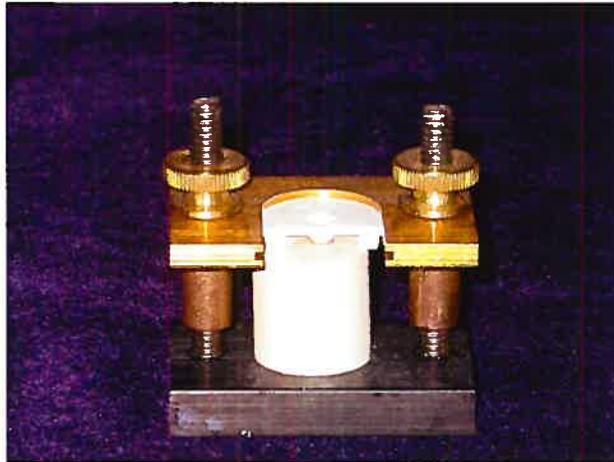


Figure 4.7 : Spécimen positionné dans le Bonding Clamp (Ultradent Products, University Department).

Groupe 2; 20 dents – Ajout de résine adhésive préalablement à l'application du scellant

1. Application du gel de mordantage durant 15 secondes;
2. Rinçage avec de l'eau pour une durée de 10 secondes;
3. Séchage de la surface d'émail au moyen d'un jet d'air compressé sans huile pour une durée de 15 secondes;
4. Vérification de l'aspect crayeux de l'émail – si non adéquat, reprendre les étapes 1, 2, 3;
5. *Appliquer avec une douce agitation 2-3 couches consécutives de résine adhésive pour une durée totale d'application de 15 secondes – utiliser un applicateur pleinement saturé en résine;*
6. Assécher avec un doux jet d'air durant 5 secondes afin d'évaporer le solvant;

Préparation du montage

1. Positionner le cylindre sur le *Bonding Clamp (Ultradent Products, University Department)*;
2. Polymériser durant 10 secondes en positionnant l'embout de la lampe à polymériser au-dessus de l'ouverture du montage (*Bonding Mold Insert*);
3. Application du scellant via l'ouverture du montage;
4. Polymérisation pour une durée de 20 secondes;
5. Placer, à l'aide d'une spatule à composite, une couche de composite (*Quixfil Universal, Densply*) au-dessus du scellant via l'ouverture du montage afin de permettre l'application ultérieure de la force de cisaillement;
6. Polymérisation pour une durée de 40 secondes;
7. Retirer la dent du montage.

Groupe 3; 20 dents - Résine adhésive auto-mordante + scellant

1. *Application de la résine adhésive auto-mordante à la surface de l'émail avec une pression moyenne pour une durée totale d'application de 15 secondes;*
2. Doux jet d'air afin d'assécher l'adhésif en un mince film;
3. Si la surface n'apparaît pas lisse et brillante, reprendre les étapes 1 et 2;

Préparation du montage

1. Positionner le cylindre sur le *Bonding Clamp (Ultradent Products, University Department)*;
2. Polymériser pour une durée de 10 secondes en positionnant l'embout de la lampe à polymériser au-dessus de l'ouverture du montage (*Bonding Mold Insert*);
3. Application du scellant via l'ouverture du montage;
4. Polymérisation pour une durée de 20 secondes;
5. Placer, à l'aide d'une spatule à composite, une couche de composite (*Quixfil Universal, Densply*) au-dessus du scellant via l'ouverture du montage afin de permettre l'application ultérieure de la force de cisaillement;
6. Polymérisation pour une durée de 40 secondes;
7. Retirer la dent du montage.

Après la mise en place des scellants, les spécimens sont ensuite gardés en réserve dans de l'eau distillée à 37°C pour une durée de 24 heures, afin d'éviter leur dessiccation. Après cette période, les échantillons sont soumis au thermocyclage, selon les spécifications précédemment mentionnées.

4.3.1.2 Test de déchirement

Les spécimens sont ensuite positionnés, à tour de rôle, sur le *Instron 4201 Universal Material Testing Machine*, afin d'évaluer leur résistance au déchirement (*shear bond strength*).

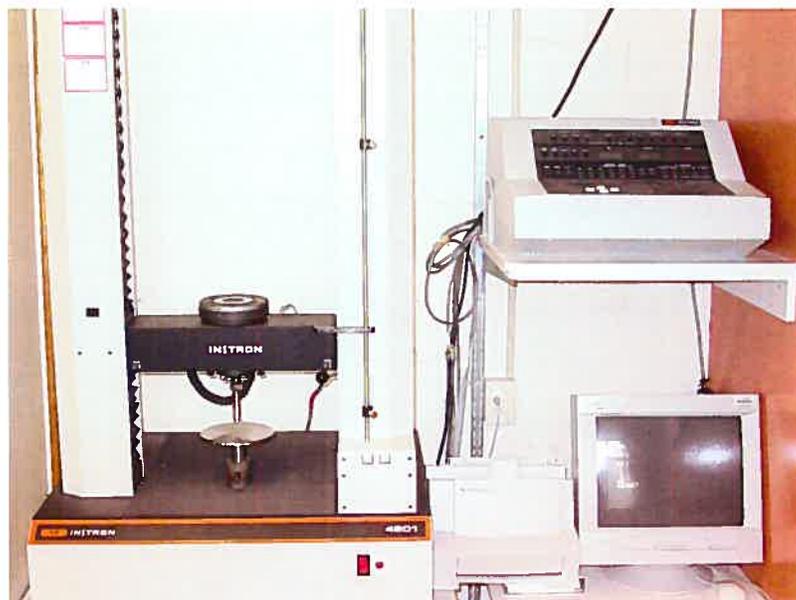


Figure 4.8 : Appareil Instron 4201 Serie IX.

L'ordre de présentation des échantillons sur l'appareil est identique à celui utilisé lors de la mise en place des scellants. Avant de les positionner sur l'appareil, les spécimens sont cerclés horizontalement dans un étau (*Test Base Clamp, Ultradent Product, University Department*), lequel permet une stabilisation du bloc d'acrylique.

Après avoir été fixé dans l'étau, l'échantillon est transporté vers la plateforme du *Instron*. Le bras de l'appareil maintenant la lame est abaissé lentement vers le spécimen, afin de s'assurer de la position adéquate de ce dernier. À ce moment, le test de cisaillement est effectué à une vitesse de 1 mm / minute (*cross-head speed*). La force maximale supportée par l'échantillon avant rupture est enregistrée.



Figure 4.9 : Spécimen positionné dans le Test Base Clamp (Ultradent Product, University Department) et placé sur la plateforme de l'appareil Instron.

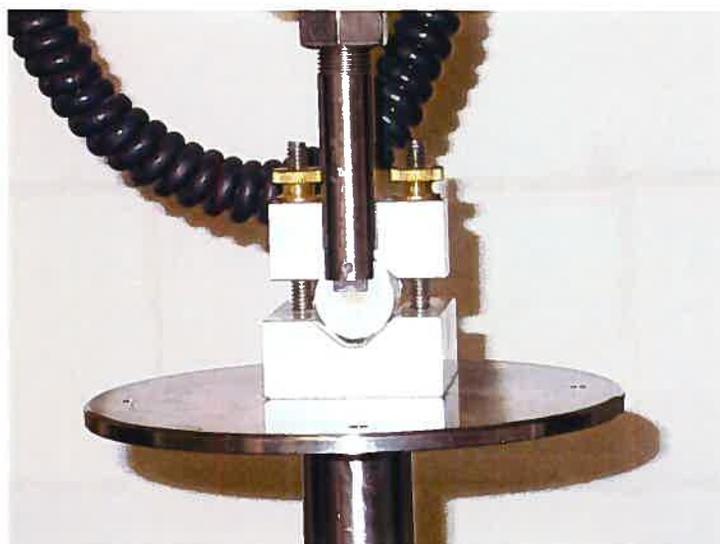


Figure 4.10 : Pointe du couteau s'appêtant à déchirer le bouton de composite.

4.4.1.3 Calcul de la force adhésive

Le logiciel *Instron Series IX* (système automatisé d'essai de matériau), relié à l'appareil *Instron*, est utilisé pour calculer la force adhésive de l'échantillon et permet d'enregistrer la force maximale supportée par l'échantillon avant rupture, laquelle sera prise en considération pour effectuer une comparaison entre les différents groupes expérimentaux. Ce logiciel réalise le tracé des courbes charge (kN) – déplacement (mm) pour chacun des tests effectués et ce, en temps réel. La force de chaque adhésion est convertie en unités du système international (MPa), selon l'équation suivante :

$$\text{Force adhésive (MPa)} = \frac{\text{(Force adhésive exprimée en N x 0,102)}}{\text{(surface exprimée en cm}^2 \text{ x 0,09807)}}$$

La surface d'application de la force de cisaillement est calculée à partir du diamètre du cylindre de composite appliqué à la surface du scellant, lequel est de 2,3798 mm.

4.4.2 Tests de micro-infiltration (M) – 60 dents

4.4.2.1 Préparation des spécimens

Les dents choisies pour effectuer les tests de micro-infiltration ont été sélectionnées afin de présenter le plus de similitudes entre elles en termes de diamètre de la couronne clinique et de morphologie des puits et fissures de la table occlusale pour permettre une uniformité des échantillons à tester. Le scellant sera ici appliqué directement sur

la surface occlusale et non sur une surface préparée d'émail. Cette sélection des dents est effectuée à l'œil nu et à l'aide d'une source lumineuse par l'opératrice (Marie-Eve Asselin), selon la procédure décrite par Symons et al. (1996). Les dents sont ensuite placées dans un bloc de résine acrylique auto-polymérisable (*SR-Ivolen, Ivoclar*), cette résine se terminant à la jonction amélo-cémentaire, scellant ainsi l'apex de la dent. Deux couches de vernis à ongles sont par la suite appliquées au niveau de la couronne, ces couches se terminant à environ 1 mm de la zone où sera ultérieurement appliqué le scellant. Un intervalle d'une minute est observé entre l'application de chaque couche, suivant les recommandations du manufacturier. Ce vernis permet de limiter la pénétration du colorant (bleu de méthylène 1%) aux marges de la restauration.

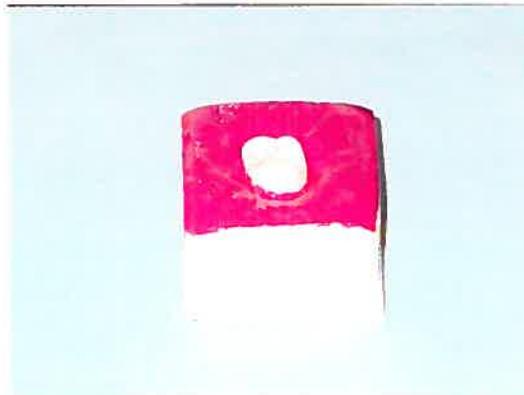


Figure 4.11 : Préparation d'un spécimen servant à tester la micro-infiltration.

La surface d'émail de tous les échantillons est nettoyée à l'aide d'un mélange de pierre ponce (*Patterson Dentaire Canada Inc.*) et d'eau et d'une cupule à prophylaxie en caoutchouc (*Crescent, Patterson*

Dentaire Canada Inc.), dans le but d'enlever la plaque et les débris présents au niveau de la surface d'émail. Suite à cela, un rinçage abondant à l'eau d'une durée de 15 secondes est réalisé afin d'éliminer tous les résidus du mélange pierre ponce - eau. Les surfaces d'émail sont alors séchées au moyen d'un jet d'air compressé sans huile pour une durée de 10 secondes. Finalement, les différents produits sont appliqués au niveau de la surface d'émail, en fonction du groupe expérimental auquel appartient l'échantillon et suivant les recommandations du manufacturier. Toutes ces étapes sont réalisées par une seule opératrice (Marie-Eve Asselin).

Groupe 1; 20 dents (*groupe contrôle*) - Application selon protocole classique

1. Application du gel de mordantage durant 15 secondes;
2. Rinçage avec de l'eau pour une durée de 10 secondes;
3. Séchage de la surface d'émail au moyen d'un jet d'air compressé sans huile pour une durée de 15 secondes;
4. Vérification de l'aspect crayeux de l'émail – si non adéquat, reprendre les étapes 1, 2, 3;
5. Application du scellant;
6. Polymérisation pour une durée de 20 secondes.

Groupe 2; 20 dents – Ajout de résine adhésive préalablement à l'application du scellant

1. Application du gel de mordantage durant 15 secondes;
2. Rinçage avec de l'eau pour une durée de 10 secondes;

3. Séchage de la surface d'émail au moyen d'un jet d'air compressé sans huile pour une durée de 15 secondes;
4. Vérification de l'aspect crayeux de l'émail – si non adéquat, reprendre les étapes 1, 2, 3;
5. *Appliquer avec une douce agitation 2-3 couches consécutives de résine adhésive pour une durée d'application de 15 secondes – utiliser un applicateur pleinement saturé en résine;*
6. Assécher avec un doux jet d'air durant 5 secondes afin d'évaporer le solvant;
7. Polymériser durant 10 secondes;
8. Application du scellant;
9. Polymérisation pour une durée de 20 secondes.

Groupe 3; 20 dents - Résine adhésive auto-mordançante + scellant

1. *Application de la résine adhésive auto-mordançante à la surface de l'émail avec une pression moyenne pour une durée de 15 secondes;*
2. Doux jet d'air afin d'assécher l'adhésif en un mince film;
3. Si la surface n'apparaît pas lisse et brillante, reprendre les étapes 1 et 2;
4. Polymériser pour une durée de 10 secondes;
5. Application du scellant;
6. Polymérisation pour une durée de 20 secondes.

Après la mise en place des scellants, les spécimens sont ensuite gardés en réserve dans de l'eau distillée à 37°C pour une durée de 24 heures, afin d'éviter leur dessiccation. Les dents sont alors

thermocyclées selon les spécifications mentionnées précédemment. Par la suite, les dents sont placées dans une solution de bleu de méthylène 1% pour une durée de 24 heures (Pearson et Longman, 1987, Brackett et al., 1995). Après cette période de trempage, les dents sont retirées du colorant, nettoyées et rincées à l'eau courante. Les dents sont par après sectionnées selon leur plus grand axe mésio-distal au moyen de l'appareil *Isomet Low Speed Saw* (Buchler).

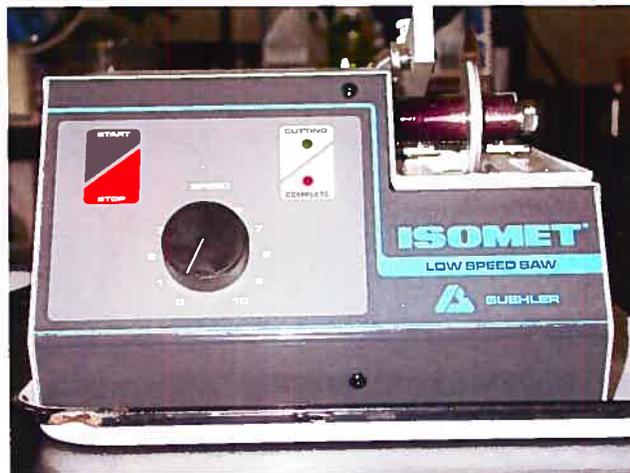


Figure 4.12 : *Isomet Low Speed Saw* (Buchler).

4.4.2.1 Mesure de la micro-infiltration

Après avoir été sectionnés, les échantillons sont photographiés au moyen d'un appareil numérique (*Nikon Coolpix 4500*). Les photos sont par la suite évaluées afin de déterminer le degré d'infiltration. Pour l'observation des clichés, nous avons utilisé le logiciel *iphoto*[®] (*Apple, inc.*) qui permet, au besoin, un grossissement des zones

d'intérêt. L'évaluation de la micro-infiltration est faite selon l'échelle décrite par Theoridou-Pahini et al. (1996).

0	Aucune pénétration du colorant
1	Pénétration du colorant le long de la paroi mésiale ou distale
2	Pénétration du colorant le long des parois mésiales et distales
3	Pénétration du colorant sous le scellant et le long des parois mésiales et distales
4	Pénétration généralisée du colorant

Tableau IX : Échelle d'évaluation de la micro-infiltration. Tiré de Theoridou-Pahini et al. (1996).

Deux évaluateurs externes ont procédé à l'évaluation de la micro-infiltration (Dr Leonardo Abélardo, dentiste pédiatrique et Dr Martine Nicopoulos, résidente en dentisterie pédiatrique). Les photos des dents ont été soumises aux évaluateurs à l'aide d'une table de permutation aléatoire déterminant l'ordre de présentation des échantillons. De plus, afin de déterminer le pourcentage d'accord entre les évaluateurs ainsi que leur fiabilité, l'évaluation des photos a été faite à deux reprises.

4.5 Sources d'erreurs et biais

Il est possible de souligner certaines sources d'erreurs associées à ce protocole expérimental. D'une part, la préparation des échantillons

et la mise en action des différentes machines utilisées se faisant manuellement, il faut s'attendre à une certaine variabilité quant à la qualité de préparation et de manipulation des dits échantillons. D'autre part, l'emploi de dents extraites, s'il présente l'avantage de simuler au mieux les conditions cliniques de l'utilisation d'agents de scellement, présente en revanche l'inconvénient de variations importantes entre les échantillons de chaque groupe. Néanmoins, le nombre d'échantillons de chacun des groupes expérimentaux, l'emploi d'outils statistiques adéquats et la répartition aléatoire des échantillons dans chacun groupe permettent de pallier ces sources d'erreurs.

4.5.1 Évaluation de la force adhésive

Pour cette partie de l'expérimentation, il faut rajouter aux sources d'erreurs ci-dessus mentionnées, la possibilité d'un biais introduit par la machine elle-même. Effectivement, la précision de cette dernière limitera celle des résultats relevés.

4.5.2 Évaluation de la micro-infiltration

Bien que l'évaluation de la micro-infiltration au moyen d'un colorant constitue une méthode simple et largement utilisée, elle présente toutefois un certain degré de subjectivité. Cette dernière doit être prise en considération, puisque des valeurs numériques sont assignées à divers degrés d'infiltration (Perez-Lajarin et al., 2003). L'évaluation de la micro-infiltration par deux examinateurs et la détermination du pourcentage d'accord entre ceux-ci, de même que leur fiabilité, permet une certaine atténuation de cette subjectivité.

Par ailleurs, ce protocole d'évaluation de la micro-infiltration présente aussi un biais dans la mesure où une seule coupe est effectuée au sein de chacun des échantillons. En effet, l'infiltration d'un scellant peut varier selon la localisation ou l'angle du trait de coupe (Perez-Lajarin et al., 2003).

4.6 Analyse statistique

L'analyse des données de cette étude a été effectuée par M. Pierre Rompré, statisticien à la Faculté de Médecine dentaire de l'Université de Montréal. Le but visé par cette étude était de déterminer si l'un des différents protocoles de mise en place des scellants présentait une adhésion supérieure et / ou une micro-infiltration inférieure aux autres protocoles testés.

Pour les spécimens ayant servis à tester l'adhésion, une analyse des données brutes est d'abord effectuée, celle-ci incluant la moyenne, la médiane, l'écart-type, de même que les valeurs minimales et maximales rencontrées dans chacun des groupes d'expérimentation. Des tests statistiques de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney U ont été effectués afin d'établir la présence d'une différence statistiquement significative entre les différents protocoles de mise en place. Toutes ces analyses statistiques ont été considérées comme étant significatives pour P inférieur à 0,05. En ce qui concerne les analyses des résultats des tests de micro-infiltration, la médiane et les valeurs minimales et maximales furent calculées, et ce, pour chacun des essais des observateurs. Ici aussi, des analyses de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney U furent effectuées, en conservant le même

seuil d'acceptation ($P < 0,05$) que pour l'analyse de la force adhésive. Finalement, tel que mentionné précédemment, des tests de fiabilité furent réalisés afin de déterminer l'accord intra et inter-examineur.

CHAPITRE CINQ

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

5. RÉSULTATS

5.1 Force adhésive

Pour chacun des protocoles de mise en place des agents de scellement, 20 échantillons ont été testés. La force adhésive (MPa) enregistrée pour chacun des spécimens testés, de même que la médiane, le coefficient de variation, ainsi que les valeurs minimales et maximales d'adhésion sont présentées au sein du tableau X à la fin de cette section.

La force d'adhésion la plus élevée est retrouvée au sein du groupe 2 (22,0950 MPa). Avant l'application de l'agent de scellement, les échantillons de ce groupe ont été préparés au moyen d'un mordantage à l'acide phosphorique puis d'une application de résine adhésive. La valeur d'adhésion la plus faible est quant à elle retrouvée à l'intérieur du premier groupe d'expérimentation (2,6620 MPa).

L'analyse globale des données brutes nous permet de constater la présence de certaines valeurs hors norme. En raison de ces valeurs extrêmes, retrouvées principalement au sein du groupe 1, la distribution des données ne se fait pas suivant un mode dit normal. Pour cette raison, l'analyse statistique aura ainsi été effectuée au moyen des données ordinales (utilisation de la médiane plutôt que la moyenne). En revanche, en poursuivant notre étude des données brutes, il est possible de constater que le groupe 3 présente le coefficient de variation le plus faible, le protocole de mise en place utilisant la résine adhésive auto-mordante semblant ainsi

présenter davantage de reproductibilité (méthode moins variable) que les protocoles 1 (mordançage à l'acide phosphorique et scellant) et 2 (mordançage à l'acide phosphorique, résine adhésive et scellant).

Afin de déterminer la présence de différences statistiquement significatives entre les protocoles de mise en place d'agents de scellement, une analyse de Kruskal-Wallis est d'abord effectuée ($p = 0,0677$; $p > 0,05$). Cette analyse nous indique qu'il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les trois groupes testés, bien que cette valeur approche un niveau de signification statistique. Par après, une analyse de Mann-Whitney U est réalisée, afin d'établir la présence ou non de différences statistiquement significatives en comparant, cette fois, les groupes deux à deux. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau XI à la fin de cette section. On observe ainsi une différence statistiquement significative entre les groupes 1 et 3 ($p = 0,0373$; $p < 0,05$). Pour les groupes 1 et 2, bien que p soit très proche de 0,05 ($p = 0,0548$), il n'est pas possible de conclure à une différence statistiquement significative. On remarque ainsi que les groupes 2 et 3 sont similaires en terme d'adhésion ($p = 0,9569$; $p > 0,05$), avec cependant une variabilité plus grande pour le groupe 2.

Échantillon	Groupe 1 (Mpa)	Groupe 2 (Mpa)	Groupe 3 (MPa)
1	8,352	9,060	14,442
2	3,712	11,963	9,107
3	7,660	18,763	10,533
4	6,477	10,978	10,164
5	3,797	7,187	17,630
6	11,358	6,234	8,226
7	11,648	8,613	12,830
8	7,345	4,701	16,868
9	8,033	8,709	6,403
10	19,802	20,382	14,654
11	10,899	17,279	11,394
12	2,662	20,598	9,265
13	10,494	3,916	8,619
14	3,844	14,206	12,482
15	13,404	10,605	10,629
16	20,404	11,472	6,614
17	6,592	22,095	11,758
18	4,267	11,045	14,514
19	8,141	10,175	11,057
20	12,288	12,457	9,977
<i>Médiane</i>	8,0870	11,0115	10,8430
Minimum	2,6620	3,9160	6,4030
Maximum	20,4040	22,0950	17,6300
Coefficient de variation	0,5421	0,4427	0,2727

Tableau X : Résultats aux tests d'adhésion des groupes 1, 2 et 3.

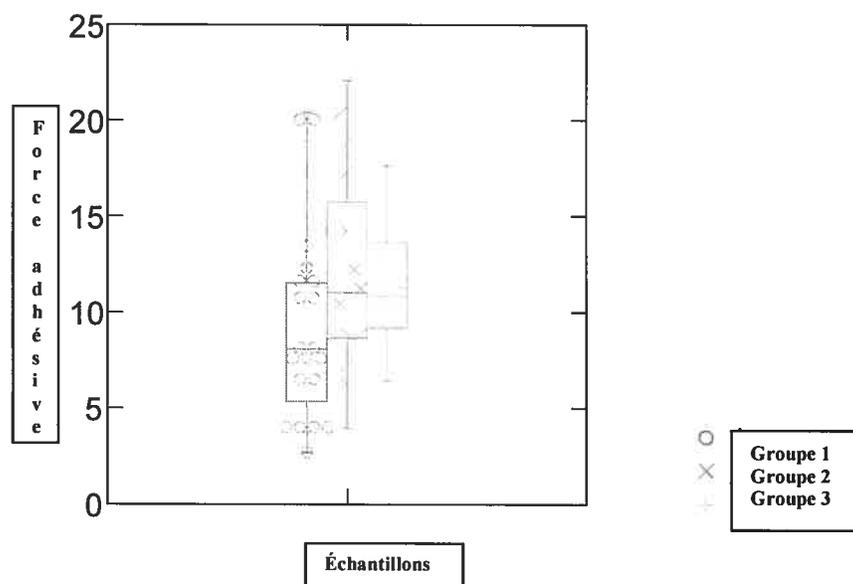


Figure 5.1 : Histogramme montrant la force adhésive (MPa) de chacun des groupes d'expérimentation.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Groupe 1		0,0548	0,0373
Groupe 2	0,0548		0,9569
Groupe 3	0,0373	0,9569	

Tableau XI : Tests d'adhésion.

Analyse de Mann-Withney U : niveau de signification statistique.

5.2 Micro-infiltration

5.2.1 Tests de fiabilité des observateurs

L'évaluation de la micro-infiltration présente sur les spécimens fut effectuée par deux observateurs (Dr Leonardo Abelardo, dentiste pédiatrique et Dr Martine Nicopoulos, résidente en dentisterie pédiatrique) au moyen de photographies des différents échantillons. Ces photographies ont été présentées aux évaluateurs selon un mode aléatoire, chacun des spécimens étant évalué deux fois, selon l'échelle décrite à la section précédente. La fiabilité intra-examineur est excellente (Kappa = 0,82623), et celle inter-examineurs est jugée considérable (Kappa = 0,66879). Ces mesures ont été obtenues selon la relation suivante (Bulman et Osborn, 2002) :

$$\frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

P_o : proportion d'accord observé

P_e : proportion d'accord pouvant être attribué à la chance

5.2.2 Résultats des tests de micro-infiltration

L'évaluation de la micro-infiltration a été effectuée selon l'échelle suivante :

0	Aucune pénétration du colorant
1	Pénétration du colorant le long de la paroi mésiale ou distale
2	Pénétration du colorant le long des parois mésiales et distales
3	Pénétration du colorant sous le scellant et le long des parois mésiales et distales
4	Pénétration généralisée du colorant

Tableau XII : Échelle d'évaluation de la micro-infiltration. Tiré Theoridou-Pahini et al. (1996).

Chacune des catégories de micro-infiltration est illustrée par les photographies qui suivent :



Figure 5.2 : Photographie d'un spécimen ayant obtenu un grade 0 d'infiltration - Aucune pénétration du colorant.



Figure 5.3 : Photographie d'un spécimen ayant obtenu un grade 1 d'infiltration - Pénétration du colorant le long de la paroi mésiale ou distale.

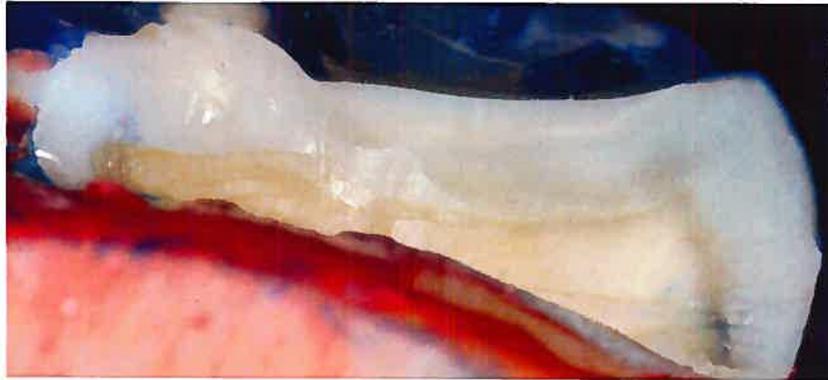


Figure 5.4 : Photographie d'un spécimen ayant obtenu un grade 2 d'infiltration - Pénétration du colorant le long de la paroi mésiale et distale.



Figure 5.5 : Photographie d'un spécimen ayant obtenu un grade 3 d'infiltration - Pénétration du colorant sous le scellant et le long des parois mésiales et distales.



Figure 5.6 : Photographie d'un spécimen ayant obtenu un grade 4 d'infiltration - Pénétration généralisée du colorant.

Les résultats des différents échantillons au test de micro-infiltration sont présentés au sein des tableaux XIII, XIV et XV à la fin de cette section. 25% des échantillons du groupe 1 ont été évalués comme ne présentant aucune infiltration du colorant, comparativement à 58,75% des échantillons du groupe 2 et 40% de ceux du groupe 3. Aucun échantillon du groupe 3 n'a présenté de pénétration généralisée du colorant.

Puisqu'il existe une excellente fiabilité intra et inter-examineurs, l'analyse statistique de la micro-infiltration a été effectuée en combinant la médiane des essais de chacun des examinateurs, et ce, pour chacun des groupes expérimentaux. La médiane et les valeurs maximales et minimales pour chacun des examinateurs est présentée dans le tableau XVI. L'analyse de ces données brutes nous permet de constater que le groupe 2 (mordançage à l'acide phosphorique, résine adhésive et scellant) présente les meilleures performances en

termes de micro-infiltration. Les moins bonnes performances se trouvent quant à elles au sein du groupe 1 (mordançage à l'acide phosphorique et scellant).

Afin de déterminer la présence de différences statistiquement significatives entre ces protocoles de mise en place d'agents de scellement, une analyse de Kruskal-Wallis est d'abord effectuée ($p = 0,0375$; $p < 0,05$). Cette analyse nous indique qu'il existe une différence statistiquement significative entre les trois groupes testés. Par après, une analyse de Mann-Whitney U est réalisée, afin d'établir la présence ou non de différences statistiquement significatives en comparant les groupes deux à deux. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau XVI à la fin de cette section. On observe ainsi qu'il existe une différence statistiquement significative entre les groupes 1 et 2 ($p = 0,0116$; $p < 0,05$), alors qu'aucune différence statistiquement significative n'est notée, tant entre les groupes 1 et 3 ($p = 0,1942$; $p > 0,05$) que 2 et 3 ($p = 0,1832$; $p > 0,05$).

Échantillon	Groupe 1			
	Ex1 E1	Ex1 E2	Ex2 E1	Ex2 E2
1	1	1	3	3
2	1	1	0	1
3	1	1	1	3
4	1	1	1	3
5	0	0	0	0
6	1	1	1	0
7	1	1	1	1
8	3	3	3	3
9	3	2	3	3
10	1	2	3	3
11	3	3	3	3
12	1	3	3	3
13	0	0	0	0
14	0	0	3	3
15	0	0	0	0
16	3	3	3	3
17	3	3	2	3
18	4	4	4	3
19	0	0	3	0
20	3	3	0	3
Médiane	1,0000	1,0000	2,5000	3,0000
Maximum	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tableau XIII : Micro-infiltration : résultats du groupe 1.

Échantillon	Groupe 2			
	Ex1 E1	Ex1 E2	Ex2 E1	Ex2 E2
1	0	0	0	0
2	1	1	1	3
3	3	3	3	3
4	1	1	0	0
5	0	0	0	0
6	3	1	3	3
7	0	0	0	0
8	1	1	3	1
9	0	0	0	0
10	1	1	1	0
11	0	0	3	3
12	0	0	0	0
13	3	3	4	3
14	0	0	1	1
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	1	1	1	1
Médiane	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	3,0000	3,0000	4,0000	3,0000
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tableau XIV : Micro-infiltration : résultats du groupe 2.

Échantillon	Groupe 3			
	Ex1 E1	Ex1 E2	Ex2 E1	Ex2 E2
1	3	3	3	3
2	3	3	3	3
3	1	1	1	1
4	3	3	3	3
5	1	1	3	3
6	0	0	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	0	0
9	1	3	3	3
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	1	1	1	1
14	3	1	3	3
15	0	0	0	0
16	1	1	0	0
17	0	1	1	1
18	3	3	3	3
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
Médiane	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Maximum	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tableau XV : Micro-infiltration : résultats du groupe 3.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Médiane	1,7500	0,2500	1,0000
Moyenne	1,8000	0,7750	1,2750
Maximum	4,0000	3,0000	3,0000
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000

Tableau XVI : Valeurs médianes, moyennes, maximales et minimales de micro-infiltration en combinant les différents essais des examinateurs

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Groupe 1		0,0116	0,1942
Groupe 2	0,0116		0,1832
Groupe 3	0,1942	0,1832	

Tableau XVII : Tests de micro-infiltration. Analyse de Mann-Whitney U : niveau de signification statistique.

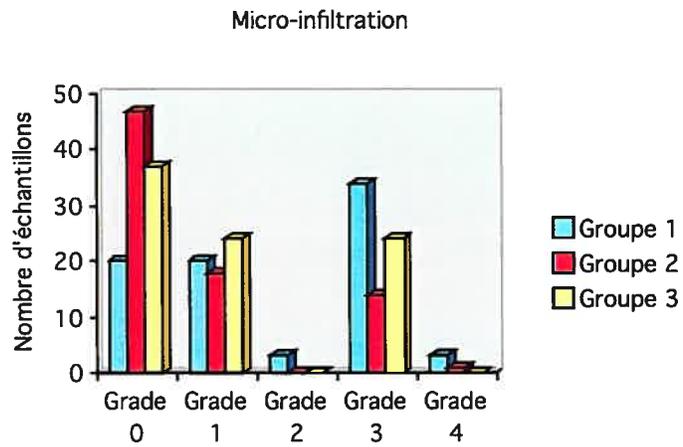


Figure 5.7 : Histogramme montrant la fréquence de distribution des spécimens de l'étude.

CHAPITRE SIX

**DISCUSSION DES RÉSULTATS
EXPÉRIMENTAUX**

6. DISCUSSION DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

6.1 Force adhésive

Il a été précédemment mentionné que les résultats des tests d'adhésion effectués *in vitro* devaient être interprétés avec précaution. En effet, les forces exercées cliniquement sur les dents et les restaurations étant de nature complexe, aucun de ces tests ne parvient à simuler parfaitement les forces intra-orales (Retief, 1991). De plus, les résultats de ces tests sont sévèrement affectés par les conditions dans lesquelles ils sont effectués. La comparaison des données entre les différentes études est donc pratiquement impossible (Van Noort et al., 1989). À cet effet, Pashley et al. (1995) expriment le souhait de voir se développer des méthodes d'expérimentation standardisées afin de fournir aux chercheurs des outils pouvant favoriser le développement des systèmes adhésifs. Toutefois, bien que les études de laboratoires ne permettent pas une extrapolation directe aux différentes situations cliniques, elles sont nécessaires afin de déterminer la pertinence d'évaluations cliniques subséquentes, toujours difficiles à mettre en œuvre (Retief, 1991).

6.1.1 Effet d'un adhésif dentaire

La potentialité des agents de scellement de puits et fissures à prévenir la carie dentaire dépend de leur rétention à l'émail mordancé, donc de leur capacité adhésive. Le succès d'un agent de scellement découle aussi d'une technique d'application adéquate. Certains paramètres peuvent compliquer la procédure clinique. Par exemple, pour les

molaires nouvellement éruptées, les plus susceptibles de profiter d'un scellement de puits et fissures, une isolation de qualité (digue) est souvent difficile à obtenir.

Hitt et Feigal (1992) sont les premiers auteurs à proposer l'ajout d'une résine adhésive sous un agent de scellement afin d'en améliorer la rétention, principalement dans des situations cliniques non idéales, où la dent à sceller est susceptible d'être contaminée par la salive. L'ajout de cette résine adhésive permettrait une meilleure adhésion à l'émail, et une amélioration de la rétention des agents de scellement. De plus, Symons et al. (1996) mentionnent que l'ajout de cette résine serait d'autant plus important lors du scellement des fissures profondes. Étant plus fluides, ces résines pourront pénétrer complètement le réseau de puits et fissures de la dent, évitant ainsi la formation de vides et de porosités entre l'émail mordancé et l'agent de scellement. Ces vides et porosités peuvent en effet conduire à la perte partielle prématurée ou au bris de l'agent de scellement. De plus, il a été démontré que l'incorporation d'air au sein des résines Bis-GMA pouvait favoriser une inhibition de la polymérisation (Ruyter, 1981).

Seules quelques études *in vitro* ont évalué l'effet de l'ajout d'un adhésif dentaire sur l'adhésion des agents de scellement (Hitt et Feigal, 1992; Tulunoglu et al., 1999). Ces expérimentateurs obtiennent une amélioration significative de la force adhésive de l'agent de scellement à l'émail lorsqu'un tel adhésif dentaire est appliqué à l'émail mordancé.

Dans cette étude, la médiane des forces adhésives obtenue lors d'un protocole classique de mise en place d'un agent de scellement (groupe 1; 8,0870 [2,6620 – 20,4040] MPa) est inférieure à celle obtenue suite à l'ajout d'une résine adhésive (groupe 2; 11,0115 [3,9160 – 22,0950] MPa). Ce dernier protocole étant par ailleurs celui ayant obtenu les valeurs d'adhésion les plus élevées. Cependant, la différence des valeurs d'adhésion obtenues n'est pas statistiquement significatives ($p = 0,0548$). La première hypothèse nulle ne peut donc être rejetée ($p > 0,05$).

Waggoner et Seigal (1996) sont d'avis que, bien que l'emploi des résines adhésives ne soit pas contre-indiqué, certains éléments doivent être considérés avant d'en recommander l'usage. En effet, leur utilisation augmente tant le coût que la durée de la procédure clinique d'application, alors que les résultats des études *in vivo* sont contradictoires quant à leur effet bénéfique en termes de rétention. Malgré le fait que les résultats que nous avons obtenus approchent la signification statistique en termes d'adhésion, nous ne pouvons recommander l'emploi routinier d'une résine adhésive sous un agent de scellement en considérant ce seul facteur, du moins dans des conditions d'isolation adéquate.

6.1.2 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante

Il a été démontré que la coopération du jeune enfant, de même que la capacité à isoler les surfaces à sceller, jouaient un rôle significatif dans le succès des scellements des puits et fissures dentaires (Feigal et al., 2000). Les résines adhésives auto-mordançantes, en éliminant

la procédure de rinçage suite à un mordantage classique de l'émail, sont des produits dont l'intérêt est évident. En effet, en réduisant le temps de traitement, ceux-ci diminuent l'effet d'une mauvaise coopération du patient sur le succès de l'agent de scellement, donc les risques de contamination salivaire.

L'évaluation de la substitution des résines adhésives auto-mordançantes à un mordantage à l'acide phosphorique dans l'application des agents de scellement est un sujet peu décrit au sein de la littérature scientifique. Peutzfeldt et Nielsen (2004) ont réalisé la seule étude *in vitro* comparant l'utilisation du *Prompt L-Pop* (3M ESPE) à un mordantage à l'acide phosphorique (38%). Aucune différence statistiquement significative n'est obtenue quant à l'adhésion d'un agent de scellement (*Delton Light Curing Pit & Fissure Sealant – CLEAR*) et ce, une semaine après leur application ($13,7 \pm 3,6$ MPa versus $15,8 \pm 5,1$ MPa).

Par ailleurs, les résultats des différentes études ayant évalué, *in vitro*, l'adhésion du *Prompt L-Pop* (3M ESPE) à l'émail sont contradictoires (Bishara et al., 2001; Pashley et Tay, 2001; Ibarra et al., 2002; Kiremitçi et al., 2004; Townsend et Dunn, 2004). Peutzfeldt et Asmussen (2003) émettent l'hypothèse que la variabilité de ces résultats serait due à une possible incompatibilité entre la résine adhésive auto-mordançante et certains matériaux à base de résine. Cette hypothèse peut être extrapolée aux agents de scellement. Ainsi, la substitution de *Prompt L-Pop* (3M ESPE) à un mordantage classique à l'acide phosphorique pourrait ne pas représenter une procédure acceptable cliniquement selon l'agent de scellement utilisé.

Les résultats de notre étude, quant à l'effet favorable d'une résine adhésive auto-mordançante sur l'adhésion d'un agent de scellement, présentent un triple intérêt. D'une part, les résultats de ce groupe aux tests d'adhésion (10,8430 [6,4030 – 17,6300] MPa) sont significativement supérieurs à ceux du groupe pour lequel un protocole classique de mise en place a été utilisé (8,0870 [2,6620 – 20,4040] MPa). La seconde hypothèse nulle est donc rejetée ($p < 0,05$). D'autre part, ce troisième groupe ne présente pas de différence statistiquement significative avec celui pour lequel le second protocole de mise en place a été employé (11,0115 [3,9160 – 22,0950] MPa). Avec la valeur de p obtenue ($p = 0,9569$), ces groupes peuvent être considérés comme quasi similaires en termes d'adhésion. Finalement, en observant ces résultats, il est possible d'établir que ce troisième groupe est celui qui présente la plus faible variabilité. Cette constatation est importante, dans la mesure où les cliniciens sont à la recherche de techniques fiables, permettant des résultats reproductibles d'un patient à l'autre.

6.2 Micro-infiltration

Bien que les tests d'infiltration ne présentent pas toujours une corrélation précise avec la situation observée cliniquement, ils demeurent une méthode utile dans l'étude des résines composites (Pazinatto et al., 2003). Tout comme pour l'évaluation de la force adhésive, l'existence d'un large éventail de méthodes d'évaluation de même que le manque de standardisation compliquent les comparaisons entre les études. De plus, l'effet d'une procédure de

thermocyclage dans l'évaluation de la micro-infiltration ne fait pas l'unanimité. Certains auteurs sont d'avis que celle-ci augmente le degré de micro-infiltration (Spierings et al., 1985; Litkowski et al., 1989), alors que d'autres n'y voient aucun effet (Xalabarde et al., 1998).

Une des prémisses à la base de l'emploi des agents de scellement pour puits et fissures est que ces matériaux préviennent mécaniquement la pénétration des bactéries et de leurs substrats au niveau des puits et fissures de la surface occlusale des dents. La présence de tout degré d'infiltration a d'importantes implications dans le succès clinique de ces produits (Powell et al., 1977). Ces implications sont encore plus importantes lors du scellement de sillons douteux.

Les études ayant évalué la micro-infiltration des scellants permettent de conclure que ceux-ci présentent tous un certain degré d'infiltration (Williams et al., 1975; Powell et al., 1977; Överbrö et Raadal, 1989; Theoridou-Pahini et al., 1996, Eronat et al., 2003). Les résultats de notre étude abondent dans ce sens, puisque des infiltrations ont été observées pour chacun des groupes d'expérimentation. Leur présence peut s'expliquer par le coefficient d'expansion thermique élevé des agents de scellement (Borem et Feigal, 1994). Cependant, Douglas (1989) reconnaît que l'utilisation de colorants pour évaluer la micro-infiltration est une technique particulièrement sévère, puisque les molécules du traceur sont nettement plus petites que le diamètre des bactéries de la cavité buccale (0-5 μm).

6.2.1 Effet d'une résine adhésive

Les auteurs ayant évalué *in vitro* l'effet d'une résine adhésive dans les protocoles de mise en place des agents de scellement concluent que cette résine présente un avantage significatif quant aux infiltrations observées (Borem et Feigal, 1994; Tulunoglu et al., 1999; Perez-Lajarin et al., 2003). Cette réduction est obtenue tant dans des conditions jugées idéales, qu'avec contamination salivaire. L'utilisation d'une couche de résine adhésive faciliterait l'emploi de ces scellants en augmentant la mouillabilité des fissures et en permettant une pénétration plus complète des résines dans celles-ci.

Les résultats des tests de micro-infiltration de notre étude permettent de préconiser l'emploi d'un adhésif dentaire sous l'agent de scellement. En effet, le second groupe expérimental (mordançage, application de résine adhésive puis agent de scellement) est celui ayant présenté le moins d'infiltration. Ces résultats sont significatifs ($p = 0,0116$) lorsque comparés à un protocole classique de mise en place. De plus, plus de la moitié des échantillons de ce groupe (58,75%) a présenté aucune infiltration, soit un résultat deux fois plus favorable que celui obtenu pour le premier groupe d'expérimentation (25%). Ces résultats mènent à rejeter la troisième hypothèse nulle ($p < 0,05$).

6.2.2 Effet d'une résine adhésive auto-mordançante

Bien que l'ajout d'une résine adhésive à une procédure de mise en place d'agents de scellement puisse présenter un attrait en termes d'infiltration, il a été mentionné précédemment que ces résines

résultaient en une augmentation du coût et de la durée de la procédure. Par une combinaison du mordantage et de l'adhésif dentaire, les résines adhésives auto-mordançantes pourraient répondre aux critiques apportées aux protocoles de mise en place des agents de scellement incluant l'emploi d'un adhésif dentaire. Feigal et Quelhas (2004) ont ainsi démontré que l'emploi d'une résine adhésive auto-mordançante diminuait de façon considérable le temps de mise en place des agents de scellement, en comparaison à un protocole classique (1,8 versus 3,1 minutes).

La présente étude constitue la première évaluation *in vitro* de l'effet d'une résine adhésive auto-mordançante sur l'infiltration des agents de scellement. De ce troisième groupe d'expérimentation, 40% des échantillons n'ont présenté aucune micro-infiltration (grade 0). Par ailleurs, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative ($p = 0,1942$), les échantillons de ce groupe ont présenté une infiltration inférieure à ceux du premier groupe. De plus, la performance des échantillons de ce troisième groupe est jugée équivalente à celle du second groupe d'expérimentation ($p = 0,1832$). La quatrième hypothèse nulle ne peut statistiquement être rejetée ($p > 0,05$), mais en considérant que les performances *in vitro* des résines adhésives auto-mordançantes sont au minimum similaires à celles d'un protocole classique, nous pouvons suggérer que celles-ci présentent un progrès intéressant dans la mise en place des agents de scellement.

CHAPITRE SEPT

CONCLUSIONS

7. CONCLUSIONS

Les agents de scellement sont aujourd'hui couramment utilisés afin de prévenir les caries de puits et fissures. L'efficacité de ces agents dans la prévention de la carie dentaire est directement dépendante de leur capacité à adhérer à l'émail et de leur résistance à la micro-infiltration. Afin d'optimiser ces deux éléments, de nouveaux protocoles de mise en place des agents de scellement ont été suggérés. Cette étude visait donc la comparaison *in vitro* de trois protocoles de mise en place. L'adhésion et la micro-infiltration d'un protocole classique de mise en place (mordançage à l'acide phosphorique puis application de l'agent de scellement) ont donc été comparées à un protocole avec ajout d'une résine adhésive intermédiaire, de même qu'à un protocole employant une résine adhésive auto-mordançante.

En ce qui a trait à l'adhésion, les agents de scellement mis en place au moyen de la résine adhésive auto-mordançante se sont distingués par des valeurs supérieures à celles obtenues lorsqu'un protocole classique a été suivi. De plus, le groupe d'expérimentation utilisant cette résine a présenté une reproductibilité supérieure à celle des deux autres protocoles, ce qui est hautement souhaitable *in vivo*. L'ajout d'une résine adhésive simple n'a présenté, pour sa part, aucun bénéfice significatif, d'autant plus que le coût et le temps de la procédure sont allongés.

En revanche, ces résines adhésives simples semblent présenter un certain avantage en termes de micro-infiltration, puisque ce groupe a présenté une diminution significative de celle-ci. Il s'agit aussi du groupe d'expérimentation ayant présenté le plus grand nombre d'échantillons sans infiltration (58,75% versus 25% pour le protocole classique). Bien que la micro-infiltration des agents de scellement mis en place suite à l'application de la résine adhésive auto-mordançante soit plus importante que celle observée lors du protocole utilisant la résine adhésive simple, les performances de ces résines adhésives auto-mordançantes semblent intéressantes. En effet, non seulement les résultats obtenus aux tests de micro-infiltration sont-ils comparables à ceux du protocole classique, mais encore, les spécimens préparés au moyen de cette résine adhésive auto-mordançante ont présenté un taux plus élevé d'absence d'infiltration (40%). Finalement, les performances des spécimens préparés au moyen de la résine adhésive auto-mordançante ne sont pas significativement différentes de celles des spécimens préparés à l'aide de la résine adhésive simple.

Les résultats de cette étude semblent donc favoriser l'emploi du *Prompt L-Pop* dans l'application des agents de scellement. Néanmoins, si les performances de ce produit paraissent encourageantes, aucune donnée clinique à long terme n'est aujourd'hui disponible pour étayer les conclusions de cette étude *in vitro*. Par conséquent, les résultats obtenus se doivent d'être interprétés avec une certaine circonspection, puisqu'ils ne peuvent être extrapolés directement à une situation clinique. Des études *in vivo* à long terme seraient donc requises afin d'évaluer le

comportement de ces nouveaux agents et de pouvoir en préconiser l'emploi systématique.

CHAPITRE HUIT
BIBLIOGRAPHIE

8. BIBLIOGRAPHIE

Alani AH, Toh CG. Detection of Microleakage around Dental Restorations : a Review. Oper Dent 1997; 22 : 173-185.

Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. 10^e édition. Philadelphie : W.B. Saunders Company, 1996 : 709p.

Ast DB, Bushel A, Chase HC. Clinical study of caries prophylaxis with zinc chloride and potassium ferrocyanide. J Am Dent Assoc 1950; 41 : 437-42.

Bagramian RA, Srivistava S, Graves RC. Pattern of sealant retention in children receiving a combination of caries-prevention methods : Three year results. J Am Dent Assoc 1979; 98 : 46-50.

Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE. Effects of enamel etching on bond strength and morphology. J Clin Orthod 1985; 19 : 36-38.

Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. Oper Dent 1986; 11 : 111-116.

Barnes DM, Kihn P, von Fraunhofer JA, Elsabach A. Flow characteristics and sealing ability of fissure sealants. Oper Dent 2000; 25 : 306-310.

Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ. Fissure sealant retention : a comparison of three sealant types under field conditions. Community Dent Health 1990; 7 : 273-277.

Bastos PAM, Retief DH, Bradley EL, Denys FR. Effect of etch duration on the shear bond strength of a microfill composite resin to enamel. Am J Dent 1988; 1 : 151-157.

Bishara SE, Von Wald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer / adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 119 : 621-624.

Bogert TR, Garcia-Godoy F. Effect of prophylaxis agents on the shear bond strength of a fissure sealant. Pediatr Dent 1992; 14(1) : 50-51.

Boksman L, McConnell RJ, Carson B, McCutcheon-Jones EF. A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of a bonding agent. Quintessence Int 1993; 24 : 131-33.

Brackett WW, Gunnin TD, Johnson WW, Conkin JE. Microleakage of light-cured glass-ionomer restorative materials. Quintessence Int 1995; 26 : 583-585.

Bulman JS, Osborn JF. Statistics in dentistry. Londres : BDJ Books, 2002; 132p.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34 : 849-53.

Burrow MF, Markinson OF. Pit and fissures : remnant organic debris after acide-etching. J Dent Child 1990; 57(5) : 348-351.

Charbeneau GT, Dennison JB, Ryge G. A filled pit-and-fissure sealant : 18-month results. J Am Dent Assoc 1977; 95 : 299-306.

Concil of Dental Materials, Instruments and Equipment. Dentine bonding systems : an update. J Am Dent Assoc 1987; 114 : 91-95.

Council on Dental Materials and Devices. Council on Dental Therapeutics. Pit and fissure sealants. J Am Dent Assoc 1971; 82 : 1101-3.

Crim GA, Shay JS. Effect of etchant time on microleakage. J Dent Child 1987; 54 : 339-340.

Cuerto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin : its use in caries prevention. J Am Dent Assoc 1967; 75 : 121-28.

Dennison JB, Straffon LH, More FG. Evaluating tooth eruption on sealant efficacy. J Am Dent Assoc 1990; 121 : 610-14.

Donnan MF, Ball IA. A double-blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. Br Dent J 1988; 165(8) : 283-286.

Douglas WH. Clinical status of dentine bonding agents. J Dent 1989; 17 : 209-215.

Dugal MS, Tahmassebi JF, Toumba KJ, Mavromati C. The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in the second primary and first permanent molars. Int J Paediatr Dent 1997; 7 : 81-86.

Eidelman E, Shapira J, Houpt M. The retention of fissure sealants using 20-second etching time : a 3-year follow-up. J Dent Child 1988; 55 : 119-120.

Eronat N, Bardakçi Y, Sipahi M. Effects of Different Preparation Techniques on the microleakage of compomer and resin fissure sealants. J Dent Child 2003; 70 : 250-253.

Feigal RJ, Hitt J, Splieth C. Retaining sealant on salivary contaminated enamel. J Am Dent Assoc 1993; 124 : 88-97.

Feigal RJ. Sealants and preventive restorations : review of effectiveness and clinical changes for improvement. Pediatr Dent 1998; 20(2) : 85-92.

Feigal RJ, Musherure P, Gillepsie B, Levy-Polack M, Quelhas I, Hebling J. Improved Sealant Retention with Bonding Agents : A Clinical Study of Two-bottle and Single-bottle Systems. J Dent Res 2000; 79(11) : 1850-1856.

Feigal RJ, Quelhas I. Clinical trial of a self-etching adhesives for sealant application : succes at 24 months with Prompt L-Pop. Am J Dent 2004; 16 : 249-51.

Ferracane JL. Materials in dentistry : principles and applications. Philadelphie : J.B. Lippincott, 1995 : 360p.

Fuks AB, Eidelman E, Lewinstein I. Shear strength of sealants placed with non-rince conditioning compared to a conventional acid etch-rinse technique. J Dent Child 2002; 69(3) : 239-242.

Ganss C, Klimek J, Gleim A. One-year clinical evaluation of the retention and quality of two fluoride releasing sealants. Clin Oral Investig 1999; 3 : 188-193.

Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ. A SEM study of fissure surfaces conditioned witha scraping technique. Clin Prev Dent 1987; 9(4) : 9-13.

Giong RE, Haugh LD, Grainger DA, Conti AJ. Four-year clinical evaluation of a pit and fissure sealant. J Am Dent Assoc 1977; 95 : 972-81.

Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive technology : Its new role in restorative dentistry. J Am Dent Assoc 1994; 125(5) : 551-7.

Gottlieb EW, Retief DH, Jamison HC. An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I. Tensile bond strength studies. J Prosthet Dent 1982; 48 : 48-51.

Gwinnett AJ. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. Arch Oral Biol 1971; 16 : 731-738.

Gwinnett AJ. Bonding of restorative resins to enamel. Int Dent J 1988; 38 : 91-96.

Gwinnett AJ, Kanca J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. Am J Dent 1992; 5 : 73-77.

Handelman SL, Shey Z. Michael Buonocore and the Eastman Dental Center : A Historic Perspective on Sealants. J Dent Res 1996; 75(1) : 529-534.

Handelman SL. Effect of sealant placement on occlusal caries progression. Clin Prev Dent 1982; 4(5) : 11-16.

Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I. Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion penetration of pits and fissures. Pediatr Dent 1998; 20 : 173-178.

Hicks MJ, Silverstone LM. The effect of sealant application and sealant loss on caries-like lesion formation *in vitro*. Pediatr Dent 1982; 4(2) : 111-114.

Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination : an *in vitro* study. Pediatr Dent 1992; 14 : 41-46.

Horowitz HS, Heifetz SB, Poulsen S. Retention and effectiveness of a single application of an adhesive sealant in preventing occlusal caries : final report after five years of a study in Kalispell, Montana. J Am Dent Assoc 1977; 95 : 1133-1139.

Hyatt TP. Prophylactic odontotomy. Dent Cosmos 1923; 65 : 243-41.

Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. J Adhes Dent 2002; 4 : 115-124.

Irinoda Y, Matsumura Y, Kito H, Nakano T, Toyama T, Nakagaki H, Tsuchiya T. Effect of sealant viscosity on the penetration of resin into etched enamel. Oper Dent 2000; 25 : 274-282.

Kanca J. Microleakage of direct dentin bonding systems. 1989; Dent Mater 5(6) : 415-6.

Kidd EAM, Harrington E, Grieve AR. The cavity sealing ability of composite restorations subjected to thermal stress. J Oral Rehab 1978; 5 : 279-286.

Kidd EAM. Microleakage : a review. J Dent 1976; 4(5) : 199-206.

Kiremitçi A, Yalçın F, Gökalp S. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems. Quintessence Int 2004; 35 : 367-370.

Koch MJ, Garcia-Godoy F, Mayer T, Staehle HJ. Clinical evaluation of Helioseal F fissure sealant. Clin Oral Investig 1997; 1 : 199-202.

Leake JL, Martinello BP. A four year evaluation of a fissure sealant in a public health setting. J Can Dent Assoc 1976; 42 : 409-15.

Litkowski LJ, McDonald NJ, Swierczewski MA. A comparison of thermocycling methods for evaluating microleakage. J Dent Res 1989; 68 (special issue). Abstract 208.

Locker D, Jokovic A, Kay EJ. Prevention. Part 8 : The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. Br Dent J 2003; 195 : 375-378.

Lopes GC, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA, Vieira LCC. Dental adhesion : Present state of the art and future perspectives. Quintessence Int 2002; 33 : 213-224.

Manton DJ, Messer LB. Pit and fissure sealants : Another major cornerstone in preventive dentistry. Austr Dent J 1995; 41(1) : 22-9.

Manson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC. Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. J Prosthet Dent 1984; 51 : 495-498.

Mejäre I, Lingström P. Caries-preventive effect of fissure sealants : a systematic review. Acta Odont Scan 2003; 61 : 321-330.

Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CV, Wilkins JE, Della Guistana VE, Brooks JD. A clinical study of two pit and fissure sealants. J Am Dent Assoc 1982; 105 : 237-241.

Miller WD. The preventive treatment of teeth and special reference to nitrate of silver. Dent Cosmos 1908; 47 : 913.

Mowery AS, Parker M, Davis EL. Dentin bonding : The effect of surface roughness on shear bond strength. Oper Dent 1987; 12 : 91-94.

Nelsen RJ, Wolcott RB, Paffenbarger GC. Fluid exchange at the margins of dental restorations. J Am Dent Assoc 1952; 44 : 288-295.

Newbrun E, Plasschaert AJ, König KG. Progress of caries in fissures of rat molars treated with occlusal sealant. J Am Dent Assoc 1974; 89 : 121-126.

Nordenvall KJ, Brännström M, Malmgren O. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. A comparison between 15 and 60 seconds of etching. Am J Orthod 1980; 78 : 99-108.

O'Brien WJ. Dental Materials and their selection. 2^e édition. Illinois : Quintessence Books Publishing Co Inc, 1997 : 312 p.

Övrebö RC, Raadal M. Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. Scand J of Dent Res 1990; 98 : 66-69.

Pashley DH. Interaction of dental materials with dentin. Trans Acad Dent Mater 1990; 3 : 55-73.

Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives Part II : Etching effects on unground enamel. Dent Mater 2001; 17 : 430-444.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents : A review. Dent Mater 1995; 11 : 117-125.

Pazinatto FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. Pesqui Odontol Bras 2003; 17(4) : 337-341.

Pearson GJ, Longman CM. The effect on marginal leakage, *in vitro*, of curing a composite material at elevated temperatures with or without marginal etching of the cavity. J Dent 1987; 15 : 171-174.

Perdigao J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. Am J Dent 2000; 13 : 25D-30D.

Pérez-Lajarin L, Cortés-Lillo O, Garcia-Ballesta C, Cozar-Hildage A. Marginal microleakage of two fissure sealants : A comparative study. J Dent Child 2003; 70 : 24-28.

Petrie A, Bulman JS, Osborn JF. Further statistics in dentistry. Londres : BDJ Books, 2002 : 139 p.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Brand of resin composite vs in vitro performance of two adhesives. J Dent Res 2003; 82 [abstract #174].

Peutzfeldt A, Nielsen LA. Bond strength of a sealant to primary and permanent enamel : phosphoric acid versus self-etching adhesive. Pediatr Dent 2004; 26 : 240-244.

Powell PB, Johnston JD, Hembree JH, McKnight JP. Microleakage around a pit and fissure sealant. J Dent Child 1977; 298-301.

Retief DH. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. J Dent Res 1973; 52 : 333-341.

Retief DH. The use of 50 percent phosphoric acid as an atching agent in orthodontics : A rationale approach. Am J Orthod 1975; 68 : 165-178.

Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent 1991; 4 : 231-236.

Ripa LW. Occlusal Sealants. Rationale and review of clinical trials. Clin Prev Dent 1982; 4(5) : 3-10.

Ripa LW. The current status of pit and fissure sealants : a review. J Can Dent Assoc 1985; 51 : 367-80.

Ripa LW. Sealants revisted : An update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. Caries Res 1993; 27(Suppl 1) : 77-82.

Rock WP. Fissure sealants. Further results of clinical trials. Br Dent J 1974; 136 : 317-321.

Rock WP, Bradnock G. Effect of operator variability and patient age in the retention of fissure sealant resin : 3-year results. Community Dent Oral Epidemiol 1981; 9 : 207-9.

Rock WP, Potts AJ, Marchment MD, Clayton-Smith AJ, Galuszka MA. The visibility of clear and opaque fissure sealants. Br Dent J 1989; 167 : 395-396.

Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ. Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years. Br Dent J 1990; 168 : 323-325.

Roulet JF, Degrange M. Collages et adhésion : la révolution silencieuse. Paris : Quintessence International, 2000 : 358 p.

Rueggeberg FA. Precision of hand-held dental radiometers. Quintessence Int 1993; 24 : 391-396.

Ruyter IE. Unpolymerized surface layers on sealants. Acta Odont Scand 1981; 39 : 27-32.

Silverstone LM. Fissure sealants : Laboratory studies. Caries Res 1974; 8 : 2-26.

Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res 1975; 9 : 373-387.

Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. J Am Dent Assoc 1991; 122 : 34-42.

Simonsen RJ. The clinical effectiveness of a colored pit and fissure sealant at 36 months. J Am Dent Assoc 1981; 102 : 323-7.

Simonsen RJ. Pit and fissure sealant : review of the litterature. Pediatr Dent 2002; 24(5) : 393-414.

Spierings TA, Peters MC, Plaschaurt AJ. Thermal trauma to teeth. Endod Dent Traumatol 1985; 1 : 123-129.

Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin : A brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int 1995; 26(2) : 95-110.

Symons AL, Chu CY, Meyers IA. The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. J Oral Rehab 1996; 23 : 791-798.

Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent 1992; 20(1) : 3-10.

Theoridou-Pahini S, Tolidis K, Papadogiannis Y. Degree of microleakage of some pit and fissure sealants : an *in vitro* sealant. Int J Ped Dent 1996; 6 : 173-176.

Thomson JL, Main C, Gillepsie FC, Stephen KW. The effect of salivary contamination on fissure sealant – enamel bond strength. J Oral Rehabil 1981; 8 : 11-18.

Thylstrup A, Poulsen S. Retention and effectiveness of a chemically polymerized pit and fissure sealant after 2 years. Scand J Dent Res 1978; 86 : 21-4.

Townsend RD, Dunn WJ. The effect of saliva contamination on enamel and dentin using a self-etching adhesive. J Am Dent Assoc 2004; 135 : 895-901.

Tulunoglu O, Bodur H, Üçtasli M, Alaçam A. The effect of bonding agents on the microleakage and bond strength of sealant in primary teeth. J Oral Rehabil 1999; 26 : 436-441.

Van Meerbeek B, Vanherle G, Lambrechts P, Braem M. Dentin and enamel bonding agents. Curr Opin Dent 1992; 117-127.

Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. J Dent 1998; 26 : 1-20.

Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. Oper Dent 2001; (Supplement 6) : 119-144.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts, Vanherle G. Adhesion to Enamel and Dentin : Current Status and Future Challenges. Oper Dent 2003; 28(3) : 215-235.

Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. J Dent 1989; 17 : 61-67.

Van Noort R. Clinical relevance of laboratory studies on dental materials : strength determination – a personal view. J Dent 1994; 22 (Suppl.1) : S4-S8.

Venker DJ, Kuthy RA, Qian F, Kanellis J. Twelve-month sealant retention in a school-based program using a self-etching primer / adhesive. J Public Health Dent 2004; 64(4) : 191-97.

Vrbic V. Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. Quintessence Int 1999; 30 : 825-828.

Waggoner WF, Siegal M. Pit and fissure sealant application : Updating the technique. J Am Dent Assoc 1996; 127(3) : 351-261.

Weintraub JA. The Effectiveness of Pit and Fissure Sealants. J Public Health Dent 1989; 49(5) : 317-330.

Wendt LK, Koch G. Fissure sealant in permanent first molars after 10 years. Swed Dent J 1988; 12 : 181-185.

Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. Dent Materials 1992; 8 : 181-184.

Williams B, Von Fraunhoffer JA, Winter GB. Microleakage in fissure sealants as determined by die penetration and zero resistance current measurement studies. Br Dent J 1975; 139 : 237-241.

Williams B. Fissure Sealants : A Review. J Int Assoc Dent Child 1990; 20(2) : 35-41.

Wilson NHF. The evaluation of materials : Relationships between laboratory investigations and clinical studies. Oper Dent 1990; 15 : 149-155.

Xalabarbe A, Garcia-Godoy F, Boj JR. Microleakage of fissure sealants after occlusal enamoplasty and thermocycling. J Clin Pediatr Dent 1998; 78 : 758-760.

Zyskind D, Zyskind K, Hirschfeld Z, Fuks AB. Effect of etching on leakage of sealants placed after air abrasion. Pediatr Dent 1999; 20(1) : 25-7.