



HAL
open science

Le scellement prophylactique et thérapeutique des puits, sillons et fissures

Léa Hilt

► **To cite this version:**

| Léa Hilt. Le scellement prophylactique et thérapeutique des puits, sillons et fissures. Sciences du
| Vivant [q-bio]. 2020. hal-03298245

HAL Id: hal-03298245

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298245v1>

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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

**ACADÉMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE**

Année 2020

N° 11312C

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

Présentée et soutenue publiquement le :
18 septembre 2020

par

Léa HILT
Née le 18 juin 1995 à Metz (Moselle)

**Le scellement prophylactique et thérapeutique des puits,
sillons et fissures**

Composition du jury :

<u>Président</u> :	Pr Jean-Marc MARTRETTE
<u>Membres</u> :	Pr Éric MORTIER
	Dr Stéphanie JAGER
	Dr Morgane HOMBOURGER
<u>Directeurs de thèse</u> :	Pr Éric MORTIER
	Dr Stéphanie JAGER

Par délibération en date du 11 décembre 1972, la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ou improbation

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr ARTIS - Pr M. VIVIER

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme	DROZ Dominique	Maître de conférences *
	Mme	JAGER Stéphanie	Maître de conférences *
	M.	PREVOST Jacques	Maître de conférences
	Mme	HERNANDEZ Magali	Maître de conférences *
	M.	LEFAURE Quentin	Assistant
	Mme	HOMBOURGER Morgane	Assistante
Département orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	M.	VANDE VANNET Bart	Maître de conférences associé *
	Mme	SENG Marilyne	Assistante *
Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme	CLÉMENT Céline	Maître de conférences *
	M.	BAUDET Alexandre	Assistant *
	Mme	NASREDDINE Greyce	Assistante
	M.	VEYNACHTER Thomas	Assistant
Département parodontologie Sous-section 57-01	M.	AMBROSINI Pascal	Professeur des universités *
	Mme	BISSON Catherine	Maître de conférences *
	M.	JOSEPH David	Maître de conférences *
	M.	LACH Patrick	Assistant
	Mme	MAYER-COUPIN Florence	Assistante
Département chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme	GUILLET-THIBAUT Julie	Maître de conférences *
	M.	BRAVETTI Pierre	Maître de conférences
	Mme	PHULPIN Bérengère	Maître de conférences *
	M.	CLERC Sébastien	Assistant*
	M.	CHAPUIS Hippolyte	Assistant*
	Mme	KICHENBRAND Charlène	Enseignante univ. – praticien attachée*
Département biologie orale Sous-section 57-01	M.	YASUKAWA Kazutoyo	Maître de conférences *
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des universités *
	Mme	EGLOFF-JURAS Claire	Maître de conférences *
Département dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	M.	MORTIER Éric	Professeur des universités *
	M.	AMORY Christophe	Maître de conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Maître de conférences *
	M.	ENGELS-DEUTSCH Marc	Professeur des universités *
	M.	VINCENT Marin	Maître de conférences*
	Mme	GEBHARD Cécile	Assistante
	M.	GRABER Clément	Assistant
	M.	GISS Renaud	Assistant *
Département prothèses Sous-section 58-01	M.	DE MARCH Pascal	Maître de conférences
	M.	SCHOVER Jacques	Maître de conférences
	Mme	VAILLANT Anne-Sophie	Maître de conférences *
	Mme	CORNE Pascale	Maître de conférences *
	M.	CIESLAK Steve	Assistant
	M.	HIRTZ Pierre	Enseignant univ. – praticien attaché
	Mme	MOEHREL Bethsabée	Assistante
	M.	SYDA Paul-Marie	Assistant
	Mme	WILK Sabine	Assistante
Département fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme	STRAZIELLE Catherine	Professeur des universités *
	Mme	MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de conférences *
	M.	SALOMON Jean-Pierre	Maître de conférences
	Mme	JANTZEN-OSSOLA Caroline	Assistante associée

Souligné : responsable de département * temps plein

Mis à jour le 10/12/2019

REMERCIEMENTS

À NOTRE PRÉSIDENT

Monsieur le Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en sciences pharmacologiques

Spécialiste qualifié en médecine bucco-dentaire

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine

Chevalier des Palmes académiques

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider notre jury.

Nous tenions à travers ce travail exprimer notre gratitude et notre plus profond respect.

À NOTRE CODIRECTEUR DE THÈSE

Monsieur le Professeur Éric MORTIER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré en physique-chimie de la matière et des matériaux

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Responsable du département de dentisterie restauratrice, endodontie

Chef du service d'odontologie du CHRU de Nancy

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant la codirection de cette thèse.

Nous portons une grande estime à votre investissement auprès des étudiants.

Vous savez transmettre votre passion pour la dentisterie, c'est un réel plaisir d'apprendre à vos côtés. Pour cela, nous tenions à vous remercier sincèrement.

Veillez trouver dans cette thèse l'expression de notre gratitude.

À NOTRE CODIRECTRICE DE THÈSE

Madame le Docteur Stéphanie JAGER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine en sciences des matériaux

Maître de Conférences – Praticien Hospitalier

Responsable du département d'odontologie pédiatrique

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté la codirection de cette thèse. Ce travail n'aurait pas été possible sans votre soutien, vos conseils avisés et votre disponibilité. Sincèrement, merci.

Nous sommes touchés par votre confiance et vos qualités humaines.

Veillez trouver ici le témoignage de notre estime et de notre plus profond respect.

À NOTRE JUGE

Madame le Docteur Morgane HOMBOURGER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistante Hospitalo-Universitaire

Nous vous remercions pour la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans le jury de cette thèse.

Nous avons été touchés par votre bienveillance et votre bonne humeur tout au long de cette année.

Nous tenions à vous remercier pour votre disponibilité et votre soutien dans la réalisation de ce travail.

Nous vous souhaitons une belle réussite professionnelle.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	12
INTRODUCTION	13
1. INDICATIONS DU COMBLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES	14
1.1. Historique du comblement des puits, sillons et fissures.....	14
1.2. La molaire permanente.....	17
1.3. Recommandations du scellement des puits, sillons et fissures	33
2. LE SCHELLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES : MISE EN ŒUVRE, CRITÈRES DE CHOIX ET COMPARAISON DES MATÉRIEAUX	49
2.1. Préparation préalable de la surface à sceller.....	49
2.2. Les différents matériaux à disposition.....	58
2.3. Critères de choix des matériaux.....	77
3. RÉSULTATS ET SUIVI.....	91
3.1. Efficacité du scellement des puits, sillons et fissures dans la prévention de la lésion carieuse	91
3.2. Les limites du scellement des puits, sillons et fissures	96
3.3. Quel avenir pour le scellement des puits, sillons et fissures ?.....	106
4. LE SCHELLEMENT DES SILLONS, PUIITS ET FISSURES - RÉSUMÉ.....	113
CONCLUSION	116
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	118
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES.....	136
TABLE DES MATIÈRES.....	141

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : schéma représentant l'action du mordançage sur l'émail, d'après Buonocore (source : Zero, 2013).....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2 : image au MEB (Microscope Électronique à Balayage) montrant le collage entre le sealant (A) et l'émail mordancé à l'acide orthophosphorique (E), d'après Buonocore (source : Zero, 2013).....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : matrice de Bowen, monomère de Bis-GMA.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 4 : prémolaires après mordançage (gauche) et suite à la réalisation du scellement des puits et fissures (droite) (source : Cueto et Buonocore, 1967).....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 5 : représentation des différents reliefs de la face occlusale (source : document personnel).....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 6 : coupe d'une molaire lors du nettoyage à l'aide d'une brosse à dents (source : courtoisie du Pr. Zimmer pour Helioclear®, 2011).....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 7 : coupe d'une molaire montrant les différents types de sillons (source : Bekes, 2018).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 8: représentation par diagrammes du pourcentage de chaque phase de l'émail (source : document personnel).....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 9 : classification ICDAS (source : Muller-Bolla et coll., 2013).....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 10 : la carie dentaire (CAOD) dans le monde chez les enfants de 12 ans (source : OMS, 2003).....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 11 : évolution de la prévalence de la carie (CAOD) dans différents pays (source : Bekes, 2018).....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 12 : proportion d'enfants ayant des dents cariées non traitées selon le niveau de scolarité et la CSP des parents – GSM : grande section de maternelle (source : DRESS, 2011).....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 13 : probabilité de la susceptibilité des différents sites à la lésion carieuse (Source : Batchelor et Sheiham, 2004).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 14 : tableau représentant la part d'actes de soins conservateurs (traitements endodontiques et obturations coronaires) remboursés sur les premières molaires permanentes en fonction de la classe d'âge (Source : Chabert et Legal, 2000).....</i>	<i>38</i>

<i>Figure 15 : patch de polyuréthane-diméthacrylate pour le scellement des faces proximales, commercialisé par Ivoclar (Source : Alkilzy, 2010)</i>	<i>44</i>
<i>Figure 16 : classification des différents types de dens in dente (Source : Vaidyanathan, 2008)</i>	<i>46</i>
<i>Figure 17 : traitement d'une molaire maxillaire droite à l'ozone (source : Tassery et coll., 2008).....</i>	<i>53</i>
<i>Figure 18 : interface émail/sealant au MEB avec (A) ou sans traitement à l'ozone (B). Les flèches indiquent des défauts de collage (source : Cehreli et coll., 2010).....</i>	<i>54</i>
<i>Figure 19: préparation de la surface à sceller à l'aide d'un insert ultrasonore (a) et aspect de la surface obtenue (b) (source : Decup et Lasfargues, 2012).....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 20 : isolation de la dent à l'aide d'une digue dentaire (gauche), mordançage à l'acide orthophosphorique à 37% (milieu) et application du sealant à base de résine Clinpro® (source : Bekes, 2018)</i>	<i>68</i>
<i>Figure 21 : sealant durant la photopolymérisation (droite) et après (gauche) (source : Bekes, 2018)</i>	<i>68</i>
<i>Figure 22 : contrôle de l'occlusion et de l'adaptation (source: Bekes, 2018).....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 23 : libération de fluor en fonction du temps, comparaison entre un CVI conventionnel et le Fuji Triage® (source : GC)</i>	<i>71</i>
<i>Figure 24 : conditionnement à l'acide polyacrylique (droite) et application du Fuji Triage® blanc (gauche) (source : https://biodentistry.eu/how-to-make/).....</i>	<i>74</i>
<i>Figure 25 : technique du press-finger (droite) et retrait des excès à l'aide d'une sonde (gauche) (source : https://biodentistry.eu/how-to-make/)</i>	<i>74</i>
<i>Figure 26 : résultat obtenu après 2min30 de prise (source : https://biodentistry.eu/how-to-make/)</i>	<i>74</i>
<i>Figure 27: graphique définissant le seuil d'intervention pour une restauration au niveau de la face occlusale (en pourcentage de praticien) en fonction de l'atteinte de la dent (classification ICDAS, en 2002 et en 2012 en France) (Doméjean et coll., 2015)</i>	<i>95</i>
<i>Figure 28: graphique définissant le seuil d'intervention pour une restauration au niveau de la face occlusale (en pourcentage de praticien) en fonction de l'atteinte de</i>	

<i>la dent (classification ICDAS, en 1995 et en 2009 en Norvège) (Kopperud et coll., 2016)</i>	<i>95</i>
<i>Figure 29: Décision thérapeutique en fonction de la mesure de la fluorescence à l'aide du DIAGNOdent (Muller-Bolla et coll., 2013)</i>	<i>100</i>
<i>Figure 30: analyse de la face occlusale avant scellement de sillons, examen visuel (a), utilisation de DIAGNOdent (b) et radiographies rétrocoronaires (c) (source : Bekes, 2018)</i>	<i>101</i>
<i>Figure 31: graphique des concentrations salivaires (A) en bisphénol A avant (1), immédiatement après (2) et une heure (3) après le placement du sealant ; graphique des concentrations urinaires (B) en bisphénol A avant (1), 1h après (2) et 24h (3) après le placement du sealant (source : Joskow et coll., 2006)</i>	<i>105</i>
<i>Figure 32 : infographie destinée à la communication sur la sécurité et l'absence de risque lié au bisphénol A des sealants (Source : ADA Professional Product Review, 2016)</i>	<i>106</i>
<i>Figure 33: exemple de campagne de communication sur le scellement de sillons au CVI (Fuji Triage, GC).....</i>	<i>108</i>
<i>Figure 34: graphique rapportant le nombre d'articles indexés sur Pubmed par années selon la recherche "pit and fissure sealant" (Pubmed, 2020).....</i>	<i>111</i>
<i>Figure 35: cycle des 4 D - guide pratique du CariesCare (Beltran et coll., 2019) ...</i>	<i>113</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : guide thérapeutique du concept Si/Sta (source : Lasfargues et Colon, 2009)</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 2 : recommandations de l'Irish Oral Health (Source : Health Research Board, 2010).....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 3 : tableau des différentes cotations CCAM et le tarif correspondant (AMELI)</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 4: avantages et inconvénients de l'isolation par une digue dentaire (source : Tassery et coll., 2008 ; L.A Casto et coll., 2012 ; Duggal et coll., 2013)</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 5: avantages et inconvénients de l'isolation par des cotons salivaires.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 6: avantages et inconvénients de l'isolation par le système Isolite™</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 7 : classification des sealants en fonction du mode de polymérisation (source : Colombo et Beretta, 2018)</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 8 : tableau non exhaustif des sealants à base de résine composite commercialisé en France</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 9 : classification internationale de la First European Union Conference on Glass-ionomer -1996 (source : CNEOC, 2010).....</i>	<i>69</i>
<i>Tableau 10: tableau non exhaustif des sealants à base de CVI commercialisé en France</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 11: taux de rétention des sealants selon différents matériaux à 2, 3 et 5 ans ; estimé par une méta-analyse (source : Kühnisch et coll., 2020).....</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 12 : échelle de Frankl (source : Berthet et coll., 2007).....</i>	<i>85</i>
<i>Tableau 13: échelle de Venham modifiée par Veerkamp (source : Naulin-Ifi,2011) ..</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 14: efficacité du scellement des sillons, puits et fissures au cours du temps selon différentes études</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 15: faut-il ouvrir ou non les sillons en cas de lésion carieuse située dans le 1/3 externe dentinaire (ICDAS 3 ou 4) ?</i>	<i>94</i>
<i>Tableau 16: prévalence du scellement des puits et fissures dans différents pays....</i>	<i>96</i>

INTRODUCTION

Depuis les années 1980, la prévalence de la lésion carieuse ne cesse de diminuer. Mais, avec 3,054 milliards de lésions carieuses non soignées à l'échelle internationale, la carie dentaire est considérée comme la maladie chronique la plus répandue au monde (FDI, 2010).

Entre accumulation de débris alimentaires ou de plaque dentaire et les difficultés inhérentes au brossage, les faces occlusales des premières et deuxièmes molaires permanentes sont, de par leur morphologie, les sites les plus susceptibles à la lésion carieuse chez les enfants et adolescents.

Le scellement des puits, sillons et fissures, aussi appelé *sealant*, est selon la Haute Autorité de Santé, « un acte non invasif visant à combler les sillons avec un matériau adhésif fluide. Il réalise ainsi une barrière physique étanche, lisse et plane, qui s'oppose à l'accumulation de plaque bactérienne au contact de la surface amélaire protégée et prévient de la déminéralisation d'acide à ce niveau » (HAS, 2005).

Les indications de cette thérapeutique évoluent avec le temps et selon les populations concernées. Elles feront l'objet de notre première partie.

Puis, nous comparerons les différents matériaux envisagés pour le scellement des sillons, puits et fissures, ainsi que les différents protocoles établis en adéquation.

Nous aborderons dans une troisième partie, les perspectives et limites du scellement des puits, sillons et fissures dans la prévention de la lésion carieuse.

Et finalement, nous conclurons par une fiche de synthèse sur le scellement des puits, sillons et fissures.

1. INDICATIONS DU COMPLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES

1.1. Historique du comblement des puits, sillons et fissures

Depuis le XIX^e siècle, les puits et fissures des dents cuspidées sont considérés comme des zones de fragilité et de plus grande susceptibilité à la maladie carieuse (Ruby et coll., 2010).

La prévention des lésions carieuses initiées au niveau des faces occlusales suscite depuis cette époque de nombreuses interrogations et fait l'objet de nombreuses recherches.

Un clivage dans la conception de la prophylaxie se crée et deux paradigmes se détachent : une approche conservatrice et une plus invasive.

Wilson, en préconisant dès 1895, un traitement préventif à base de ciment phosphate de zinc sur les prémolaires et les molaires, apparaît comme un pionnier du scellement de sillons. Le protocole comprend préalablement un nettoyage à l'eau chaude, une déshydratation à l'alcool et un séchage soigneux. Le ciment est ensuite appliqué sur la face occlusale et une pression ferme à l'aide du doigt est maintenue jusqu'à ce que la cristallisation ait lieu. Ce traitement doit être répété tant que la dent est immature et le risque carieux élevé (Wilson, 1895).

D'autres auteurs recommandent préférentiellement l'utilisation du nitrate d'argent ammoniacal afin de prévenir et arrêter les lésions carieuses occlusales des dents postérieures (Frank, 1897 ; Klein et Knutson, 1942).

Parallèlement, une approche mécanique, plus invasive, est défendue par Hyatt et Bödecker. Le premier a fait sa renommée par la technique d'odontomie prophylactique dans le but « d'immuniser les dents saines contre la carie » (Hyatt, 1923 ; Hyatt, 1936).

Il s'agit de réaliser une cavité de classe I de Black, dont les parois (forme de contour) sont situées dans la « zone d'immunité », zone indemne de carie et sans risque carieux accru. Une légère contre-dépouille apporte suffisamment de rétention et une profondeur suffisante doit être pratiquée pour apporter la résistance nécessaire. L'intervention est simplifiée du fait de l'absence de dentine cariée à retirer. Bien entendu pour assurer la réussite de cette technique, la dent doit avoir suffisamment

fait son éruption afin d'être isolée à l'aide d'une digue dentaire. Quant à l'obturation, elle peut être faite à l'amalgame ou à la feuille d'or.

La fissurotomie ou « éradication des fissures amélares » est la technique soutenue par Bödecker. En transformant les fissures étroites, profondes et inaccessibles au nettoyage en des zones larges, peu profondes et facile d'accès à la brosse à dents, il cherche à éliminer les zones les plus sujettes à la lésion carieuse (Bödecker, 1924).

Une révolution dans le domaine des *sealants* et de la dentisterie conservatrice de manière générale a débuté avec l'optimisation du collage amélaire par la technique de mordançage.

En 1955, Buonocore s'est basé sur le fait que les surfaces en métal étaient traitées à l'aide d'acide phosphorique pour obtenir une meilleure adhésion de la peinture et des vernis. En transposant ce procédé au domaine dentaire, il lui vient l'idée d'appliquer de l'acide phosphorique à 85% sur l'émail pendant une minute. Il en résulte une élimination de l'émail altéré, une augmentation de sa porosité et un accroissement de la surface exposée (Buonocore, 1955).

Suite à diverses études le pourcentage d'acide orthophosphorique a été réduit, actuellement il convient d'utiliser une solution à 37%. Il en est de même pour le temps d'application, on préconise actuellement 30 secondes sur l'émail (Lo et coll., 2019).

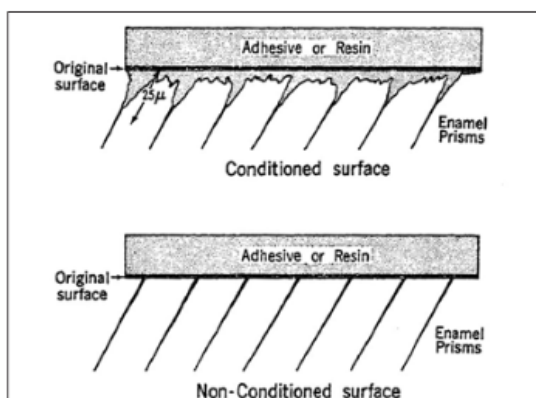


Figure 1 : schéma représentant l'action du mordançage sur l'émail, d'après Buonocore (source : Zero, 2013)

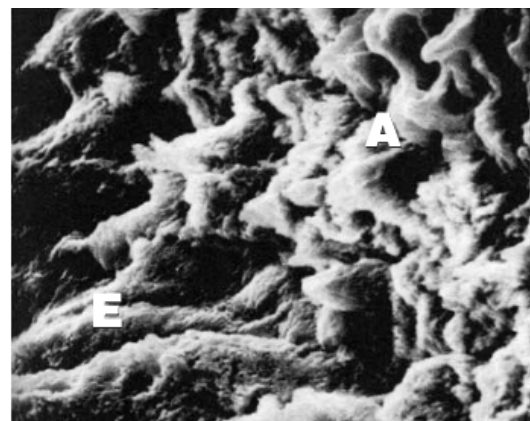


Figure 2 : image au MEB (Microscope Électronique à Balayage) montrant le collage entre le sealant (A) et l'émail mordancé à l'acide orthophosphorique (E), d'après Buonocore (source : Zero, 2013)

Le mordantage rend possible la rétention du comblement des puits et fissures sans qu'une action mécanique préalable soit nécessaire.

Quant au matériau de scellement des sillons, les résines acryliques utilisées initialement ont pour inconvénient une perte importante de rétention avec le temps (Zero, 2013). Elles ont donc été rapidement remplacées par des résines Bis-GMA (résines diméthacrylate glycidique de bisphénol A).

Mises au point par Bowen et soumis à un brevet en 1962, elles résultent de la combinaison d'une phase organique (matériau résineux) et d'une phase minérale (charges de silice). On obtient alors un matériau composite : les propriétés du mélange sont supérieures à l'addition des propriétés de chaque entité prise indépendamment (Bowen, 1962 ; Bowen 1965).

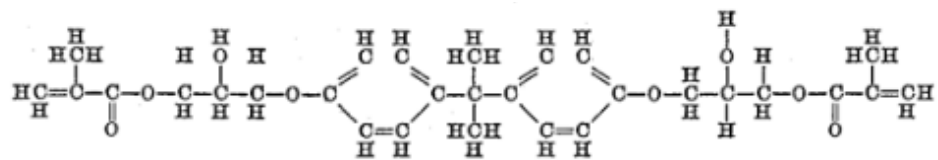


Figure 3 : matrice de Bowen, monomère de Bis-GMA

En 1967, paraît la première publication rapportant la réussite du comblement des puits et fissures. Lors de cette étude d'une durée d'un an, Cueto et Buonocore obtiennent une réduction de l'incidence des lésions carieuses de 83,6% (Cueto et Buonocore, 1967).

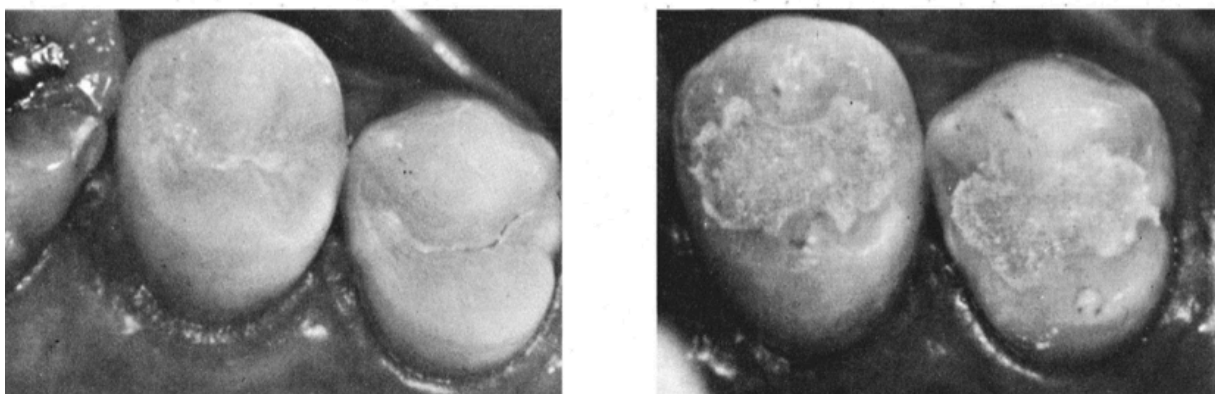


Figure 4 : prémolaires après mordantage (gauche) et suite à la réalisation du scellement des puits et fissures (droite) (source : Cueto et Buonocore, 1967)

Par l'association de ces innovations sur le collage, le premier matériau de comblement des sillons photopolymérisable voit le jour en 1971 : le Nuva Seal® - Caulk (Ulvestad, 1976). Il rentre dans la catégorie des *sealants* de première génération nécessitant une activation par une lumière UV.

En 1971, Wilson et McLean ont mis au point les ciments verres ionomères (CVI). Caractérisés par l'établissement de liaisons ioniques entre le matériau et le substrat amélaire, ils offrent une adhésion intrinsèque aux tissus dentaires. Avec la libération d'ions fluorures, cela constitue une avancée majeure dans les matériaux dentaires (McLean et Wilson, 1977). Ils sont actuellement largement utilisés en denture temporaire et lorsque l'isolation des molaires permanentes est difficile à obtenir.

Parallèlement et depuis les années 70, de nombreuses études sont effectuées cherchant à mettre en évidence l'efficacité et l'intérêt des *sealants*.

L'inscription du « scellement prophylactique des sillons, puits et fissures » à la NGAP (Nomenclature Générale des Actes Professionnels), le 24 janvier 2001, marque le début de la reconnaissance de ce procédé.

1.2. La molaire permanente...

1.2.1. Une anatomie complexe...

- Morphologie coronaire

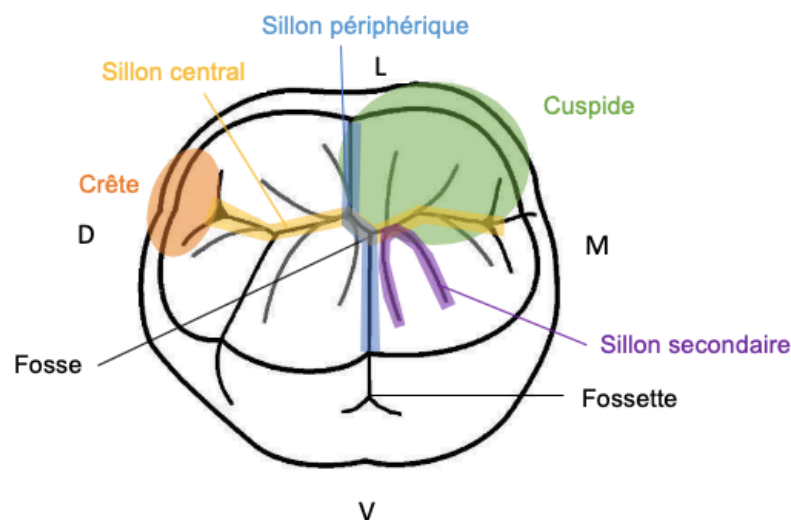


Figure 5 : représentation des différents reliefs de la face occlusale (source : document personnel)

La surface occlusale correspond à la partie active de la dent en répondant à deux impératifs que sont la mastication et la stabilisation. Elle est délimitée par la ligne de plus grand contour et caractérisée par sa morphologie, alternant éléments concaves et convexes.

- Les surfaces convexes

Parmi les éminences convexes, on trouve les cuspides et les crêtes.

Le nombre et la situation des cuspides permet de définir les types de dents.

- Les prémolaires en comptent deux : une cuspide vestibulaire et une linguale/palatine.
- Les premières molaires mandibulaires comportent cinq cuspides : trois vestibulaires et deux linguales.
- Les autres molaires (molaires maxillaires et deuxièmes molaires mandibulaires) comportent chacune quatre cuspides : deux vestibulaires et deux linguales/palatines.
- Les troisièmes molaires comportent souvent 4 cuspides mais sont de forme plus anarchique.

Les crêtes sont quant à elles des éminences de forme plus allongée. On distingue notamment les crêtes marginales situées en mésial et distal des faces occlusales des prémolaires et molaires.

- Les surfaces concaves

Les sillons, fosses et fossettes, ainsi que les puits et fissures constituent les différentes concavités de la face occlusale.

Les sillons sont des dépressions longitudinales correspondant à l'intersection d'éléments occlusaux convexes.

On distingue deux sillons principaux, en direction :

- méso-distale, le sillon central sépare les cuspides vestibulaires et linguales
- vestibulo-linguale, le sillon périphérique sépare les cuspides mésiales et distales

Les sillons secondaires correspondent aux ramifications de ces sillons principaux, situées notamment au niveau des crêtes marginales.

L'intérêt des sillons est double : en plus d'une augmentation considérable du rendement masticatoire, ils constituent des voies d'échappement du bol alimentaire vers les sommets cuspidiens ou les crêtes marginales. Mais il s'agit aussi de zones de fragilité anatomique. En fonction de l'anfractuosité, les poils de la brosse à dents, aussi fins soient-ils ne parviennent pas à accéder au niveau des fissures. Cela constitue une zone de réserve bactériologique à l'initiation potentielle d'une lésion carieuse.



Figure 6 : coupe d'une molaire lors du nettoyage à l'aide d'une brosse à dents (source : courtoisie du Pr. Zimmer pour Helioseal®, 2011)

La classification de Nagano (Nagano, 1961) classe les sillons en différentes catégories selon leur morphologie :

- type U : sillon large sur sa partie supérieure et se rétrécit en direction apicale, il est présent dans 14% des cas ;
- type V : sillon semblable au type U, majoritairement présent (34%) ;
- type I : sillon sous forme de fente très étroite et profonde, dans 19% des cas ;
- type IK : sillon sous forme de fente très étroite associée à un fond élargi dit ampuliforme, présent dans 26% des cas ;
- les autres types de sillons sont retrouvés dans 7% des cas.

Il faut considérer que plusieurs types de fissures coexistent au sein d'une même dent.

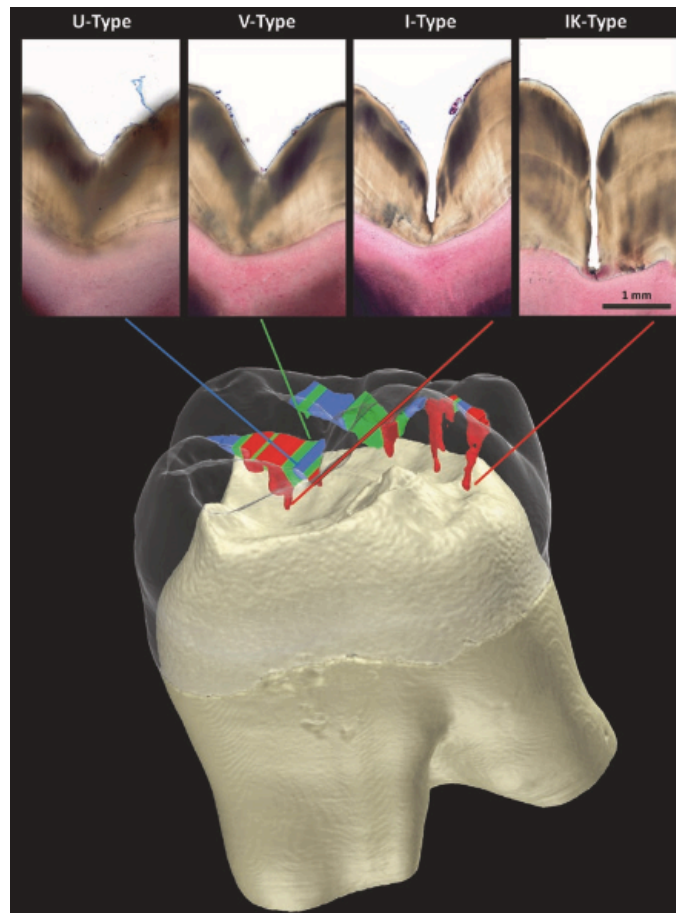


Figure 7 : coupe d'une molaire montrant les différents types de sillons (source : Bekes, 2018)

Les fosses naissent des sillons principaux. Les fosses centrales se situent au centre de la face occlusale, à l'intersection des sillons principaux (central et périphérique). Les fosses marginales sont placées aux extrémités mésiale et distale, à l'intersection du sillon principal central et des crêtes marginales.

Les fossettes sont des dépressions vestibulaires ou linguales correspondant au prolongement des sillons principaux. On distingue essentiellement la fossette vestibulaire d'une première molaire mandibulaire et la fossette palatine de la première molaire maxillaire (Bekes, 2018).

Les puits et fissures sont des défauts de congruence anatomo-histologique de la surface de l'émail, qui peuvent être de nature constitutionnelle lorsqu'ils sont situés au niveau des sillons intercuspidiens (Collège national des enseignants en odontologie conservatrice et endodontie et coll., 2010). L'utilisation des termes puits et fissures n'est pas sans rappeler la traduction de l'anglais « *pit and fissure sealants* ».

La dénomination « scellement des puits, sillons et fissures » comprend finalement le scellement des différents reliefs négatifs des surfaces occlusales (Tilotta, 2018).

- Immaturation amélaire

L'émail, qui recouvre la couronne dentaire, est une structure blanche, acellulaire, avasculaire et non innervée. Il n'y a donc pas de régénération possible qui pourrait compenser son usure ou sa perte liée à une lésion carieuse notamment.

Lors de l'éruption de la dent dans la cavité buccale, l'émail est immature.

Il est composé de seulement 37% de minéraux. La phase organique est de 19% et la phase aqueuse de 44%. Il devient par la suite la structure la plus minéralisée du corps humain, avec 95% de phase minérale, 1% de phase organique et 4% d'eau.

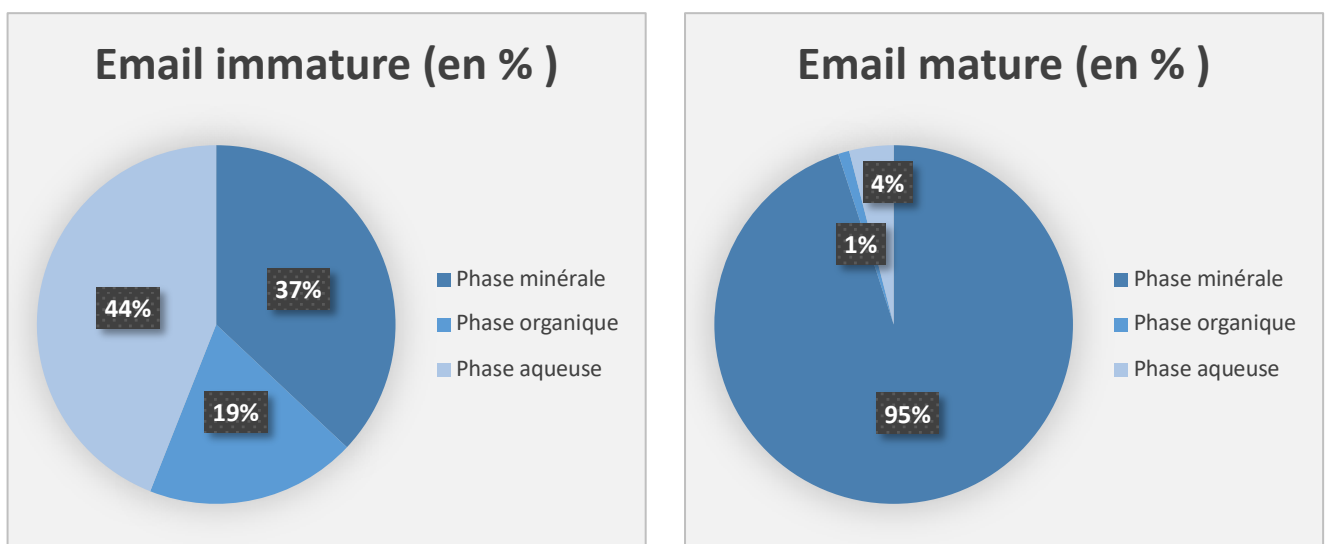


Figure 8: représentation par diagrammes du pourcentage de chaque phase de l'émail (source : document personnel)

L'émail immature est plus poreux et retient davantage la plaque bactérienne, ce qui rend la dent plus cariosusceptible. Avec le temps, la minéralisation de l'émail augmente, il devient moins perméable et plus résistant à la lésion carieuse. Pour que la maturation des molaires permanentes soit complète, il faut compter 2 à 3 ans. Elle s'opère en des changements physiques et chimiques.

Chimiquement, durant cette période post-éruptive a lieu un mécanisme complexe mettant en jeu des phases de minéralisation et déminéralisation. La

déminéralisation a lieu en milieu acide, lorsque le pH baisse en dessous de 5,5. On observe le même phénomène dans la maladie carieuse.

Inversement, on peut tirer profit de cette maturation post-éruptive et de la sensibilité de la dent aux modifications de pH et de son environnement, pour la rendre plus résistante aux bactéries cariogènes par une exposition aux fluorures notamment (Lynch, 2013).

« C'est principalement l'histoire postéruptive de la dent du milieu buccal qui conditionne la résistance de la dent à la carie » (Courson, 2013).

Physiquement, les surfaces occlusales post-éruptives sont caractérisées par un relief marqué. Cela constitue des moyens rétentifs du biofilm qui participe à la fragilité de ces dents fraîchement apparues dans la cavité buccale. Ce relief s'atténue au fil du temps par les phénomènes d'attrition et d'érosion lors de la mastication.

Il en est de même des périkymaties qui s'estompent progressivement, on les reconnaît à leur aspect en « pelures d'oignon ». Il s'agit de l'abouchement en surfaces des stries de Retzius, lignes de croissance transversales traduisant les changements d'orientation des cristaux d'émail. Elles révèlent les différentes appositions de l'émail et soulignent le rythme discontinu de l'amélogénèse (Goldberg, 2008).

De par sa composition, son aspect et les mécanismes post-éruptifs, la dent permanente immature est pleine de fragilités. Il peut néanmoins être judicieux de profiter de cette période pour lui donner les moyens de lutter contre la maladie carieuse et la préserver au maximum toute la vie du patient durant.

- Physiologie de l'éruption

L'éruption dentaire correspond au déplacement que la dent doit effectuer du lieu de son développement, dans les cryptes osseuses de la mâchoire, jusqu'à sa position fonctionnelle dans la cavité buccale.

L'éruption des premières molaires permanentes marque le début de la denture mixte, phase qui s'achève avec la perte de la dernière dent temporaire. Elle se caractérise par la présence simultanée de dents permanentes et temporaires, en général entre les 6 et 12 ans de l'enfant.

L'arrivée en bouche des premières molaires permanentes se fait souvent à bas bruit étant donné qu'elles ne sont pas précédées de la chute d'une dent. Elles peuvent d'ailleurs être confondues avec une molaire temporaire.

L'éruption se fait en moyenne vers 6 ans et 1 mois chez la fille et 6 ans et 3 mois chez le garçon. L'enfant manque à cet âge de dextérité manuelle et le brossage n'est pas toujours réalisé sous le contrôle des parents. L'hygiène bucco-dentaire peut être rendue délicate et sensible par l'inflammation gingivale créée par la perforation de la muqueuse lors de la poussée dentaire et amplifiée par la présence de biofilm (Naulin-lfi et coll., 2011).

A cela s'ajoute, une morphologie occlusale marquée avec des puits et fissures étroits et profonds les premières années suivant l'apparition de la dent en bouche, favorisant la rétention de la plaque dentaire et des débris alimentaires. L'accès aux poils de la brosse à dent est difficile voire impossible. D'autant plus que la dent se situe sous le plan d'occlusion durant la période d'éruption qui est en moyenne de 15,4 mois chez la fille et de 15 mois chez le garçon (Ekstrand et coll., 2003).

L'anfractuosité des sillons rend aussi compliqué l'apport de fluor exogène (dentifrice, application de fluor topique...) et compromet le pouvoir tampon dans ces zones contrairement aux faces lisses.

L'ensemble de ces facteurs de risque intervient également lors de l'éruption de la deuxième molaire permanente. Elle apparaît vers 11 ans et 3 mois chez la fille et 12 ans chez le garçon. On rentre dans la période de l'adolescence parfois synonyme de négligence : dans l'hygiène bucco-dentaire, dans la régularité des rendez-vous chez le dentiste, dans le régime alimentaire (grignotages...). C'est aussi là que débutent les éventuels traitements orthodontiques compliquant le brossage (Naulin-lfi et coll., 2011).

Sa durée d'éruption est largement augmentée en comparaison de la première molaire permanente avec en moyenne 27,14 mois chez la fille et 27,85 mois chez le garçon. La période où la dent est en sous-occlusion peut s'avérer longue et donc à risque carieux accru (Ekstrand et coll., 2003).

Il est essentiel de préserver les molaires de la carie durant leur phase d'immaturation pour ne pas compromettre l'édification radiculaire. Lors de la phase de maturation de l'émail en période post-éruptive, la lésion carieuse progresse vite et augmente le risque de nécrose (Courson et coll., 2013).

Autant d'arguments qui rappellent la fragilité de ces dents et donc la nécessité de les surveiller et de les protéger dès leur éruption.

1.2.2. qui la rend susceptible à la maladie carieuse

- Définition de la lésion carieuse et risque carieux individuel (RCI)

La carie dentaire est la maladie chronique la plus répandue dans le monde. Elle apparaît, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), comme un « processus pathologique localisé, d'origine externe, apparaissant après l'éruption, qui s'accompagne d'un ramollissement des tissus durs et évoluant vers la formation d'une cavité » (OMS, 1972).

C'est une « maladie infectieuse transmissible, multifactorielle impliquant des interactions entre les bactéries de la flore buccale et d'autres facteurs endogènes ou exogènes (alimentaire, salivaire, comportemental) » (Collège national des enseignants en odontologie conservatrice et endodontie, 2010). Elle touche toutes les populations des différentes régions du monde.

L'épidémiologie de la maladie carieuse est notamment mesurée par l'indice CAOD (HAS, 2010). Par ses résultats aisément extrapolables, il est largement utilisé à l'échelle internationale lors d'études comparatives. Il s'agit d'un score variant entre 0 et 28, en fonction du nombre de dents permanentes cariées (C), absentes pour cause de carie (A) ou obturées (O). Une variante : l'indice CAOD-M1 se concentre sur les premières molaires permanentes chez les enfants de 6 et 12 ans (Bourgeois et coll., 2005). En général, seules les lésions carieuses cavitaires sont prises en compte.

Différentes classifications abordant l'étendue de la lésion carieuse et les thérapeutiques en adéquation ont alors été développées.

La classification Si/Sta est un guide thérapeutique en matière d'odontologie conservatrice (Lasfargues et Colon, 2009).

Elle fait apparaître 3 sites :

- Site 1 : sites occlusaux et sillons axiaux
- Site 2 : sites proximaux
- Site 3 : sites cervicaux tant coronaire que radiculaire

Ainsi que 4 stades, présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : guide thérapeutique du concept Si/Sta (source : Lasfargues et Colon, 2009)

Stade	Diagnostic	Indications thérapeutiques
0	Lésion initiale strictement amélaire sans cavitation	Thérapeutique non invasive de reminéralisation
1	Lésion avec micro-cavitations de surfaces dans le tiers externe de la dentine	Préparation cavitaire conservatrice Obturation adhésive injectée et traitement prophylactique des zones adjacentes à la restauration
2	Lésion cavitaire de taille modérée jusqu'au tiers médian dentinaire sans affaiblissement cuspidien	Préparation cavitaire conservatrice ménageant les structures affectées en vue d'une restauration collée directe
3	Lésion cavitaire étendue jusqu'au tiers dentinaire profond avec affaiblissement cuspidien	Préparation cavitaire en vue d'une restauration directe ou indirecte préservant et renforçant les structures dentaires résiduelles affaiblies
4	Lésion atteignant les zones para-pulpaire et destruction d'une partie des cuspides	Préparation cavitaire en vue d'une restauration indirecte protégeant par recouvrement les structures dentaires résiduelles

Quant à la classification ICDAS II (International Carie Detection and Assessment System), elle donne une nouvelle approche en évaluant la sévérité de la lésion carieuse. Elle est basée sur des critères visuels.

Après un nettoyage prophylactique, chaque face est observée d'abord sur dent humide, puis après séchage prolongé au spray d'air pendant 5 secondes. Un code compris entre 0 et 6 est attribuée à chaque face pour caractériser son état carieux.

Le codage des faces porteuses de puits et fissures est le suivant (Doméjean et coll., 2009) :

Code 0 : saine

Aucun signe évident de lésion carieuse même après séchage prolongé.
Les colorations intrinsèques et extrinsèques sont codées comme face saine.

Code 1 : premier changement visuel de l'émail

Absence de modification de teinte attribuable à l'activité carieuse au niveau des puits et sillons sur dent non séchée ; mais présence d'une opacité ou modification de teinte après séchage prolongé, qui n'est pas en corrélation avec l'apparence clinique de l'émail sain.
Présence d'une modification de teinte d'origine carieuse limitée aux puits et fissures, que la face soit séchée ou non. L'apparence diffère de l'émail sain.

Code 2 : changement visuel net de l'émail

Présence d'une opacité d'origine carieuse sur dent non séchée.
Coloration brune plus large que la fissure ou la fossette naturelle et ne correspondant pas à l'apparence clinique de l'émail sain.

Code 3 : rupture localisée de l'émail d'origine carieuse, sans exposition de la dentine ni ombre dans la dentine sous-jacente visible à travers l'émail

Même observation sur dent non séchée que le code 2.
Après séchage, présence d'une rupture localisée d'origine carieuse et d'une nette déminéralisation de l'émail à l'entrée ou dans les sillons.

Code 4 : ombre sombre dans la dentine sous-jacente visible à travers l'émail, avec ou sans rupture localisée de l'émail

Présence d'une ombre (coloration intrinsèque bleutée, grisâtre ou brunâtre) dans la dentine visible à travers l'émail sur dent non séchée. L'émail peut apparaître comme sain ou présenter des signes de rupture localisée.

Code 5 : cavité distincte avec exposition de la dentine

La cavité implique moins de la moitié de la face concernée.
Présence d'une perte de substance dans un émail opaque ou présentant un changement de teinte évident avec exposition dentinaire.

Code 6 : cavité distincte avec exposition de la dentine

Même observation que pour le code 5 mais la cavité implique plus de la moitié de la face concernée.

	0	1	2	3	4	5	6
Examen visuel: ICDAS II	Surface dentaire saine: pas de changement de translucidité ou de coloration	Changements visibles après séchage 1w: blanc 1b: marron	Changements visibles sans séchage 2w: blanc 2b: marron	Rupture localisée de l'émail sans déminéralisation de la dentine sous jacente visible	Dentine cariée visible par transparence sans ou avec rupture localisée de l'émail	Micro cavité avec dentine visible du fait de la perte d'intégrité de surface	Cavité dentinaire étendue (plus de la moitié de la surface coronaire)
Atteinte histologique	Pas de déminéralisation	Déminéralisation limitée à la moitié externe de l'épaisseur de l'émail	Déminéralisation dans la moitié interne de l'épaisseur de l'émail Atteinte de la JAD	Atteinte de la JAD Début de déminéralisation de la dentine dans le tiers externe	Déminéralisation du tiers externe de la dentine Début de déminéralisation dans le tiers moyen possible	Déminéralisation du tiers moyen de la dentine	Déminéralisation du tiers profond de la dentine

Figure 9 : classification ICDAS (source : Muller-Bolla et coll., 2013)

Plus récemment, en 2012, le système ICCM™ (International Caries Classification and Management System) a vu le jour. Il apporte une vision d'ensemble sur la gestion de la maladie carieuse : de sa détection à son traitement personnalisé, en passant par l'évaluation de sa sévérité et de son activité. Le point clé de ce concept est la prévention et la préservation au maximum de l'intégrité de la structure dentaire.

Approuvée par la FDI en septembre 2019, l'ICCM™ cherche en regroupant les preuves scientifiques actuelles, à uniformiser et synthétiser les données pour en faire un outil international et facilement accessible (aussi bien en recherche, en enseignement, en santé publique ou en pratique clinique) (Pitts et coll., 2014).

De nombreux systèmes existent pour définir le risque carieux individuel (RCI) tels que le Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA), le Cariogram, Preventing dental caries in children at high caries risk (SIGN), outil d'évaluation du risque carieux d'après Axelsson, ... A l'heure actuelle, du fait du manque d'études et du peu de preuves scientifiques, aucun d'entre eux ne fait consensus.

Il est tout de même admis que la présence de lésions carieuses est le plus grand prédicteur de lésions futures. Les recommandations de bonnes pratiques indiquent que la préférence d'un système doit se faire en fonction des adaptations locales et de l'âge du patient (Pitts et coll., 2014).

L'exposé qui suit énonce les facteurs de risque les plus souvent rencontrés dans la littérature.

Le risque carieux individuel peut être évalué en deux étapes qui traduisent le déroulement de la consultation. Dès l'interrogatoire sont déterminés les facteurs de risque à l'échelle du patient. L'examen buccal qui suit, définit les facteurs de risque à l'échelle intra-orale.

Les facteurs de risque carieux les plus communs **liés au patient** sont les suivants :

- Hygiène bucco-dentaire insuffisante (brossage irrégulier ou inefficace)
- Exposition aux fluorures insuffisante
- Consommation fréquente de boissons ou aliments sucrés (en dehors des repas) et mauvaises habitudes alimentaires
- Présence de facteurs altérant la salivation (quantité ou qualité) : circonstances, médicaments, drogues...
- Présence de pathologies générales, maladies traitées au long cours par médicaments cariogéniques, maladies ou handicaps réduisant l'habileté manuelle
- Consultation du chirurgien-dentiste en urgence uniquement, à fréquence irrégulière ou absence de dentiste traitant
- Mauvais état de santé bucco-dentaire dans la famille
- Facteurs socio-économiques défavorables

D'autres facteurs de risque liés au patient peuvent compléter la première liste :

- Irradiation de la tête et du cou (ICCMSTM, 2014)
- Allaitement / alimentation au biberon prolongé après éruption des dents sans hygiène orale (ICCMSTM, 2014)
- Peu de connaissances et peu d'intérêt accordé à la cavité orale (SIGN, 2000)
- Comportement du patient, passif ou réticent ; crainte, anxiété ou phobie du chirurgien-dentiste (SFOP, 2004)

Les principaux facteurs de risque carieux intra-oraux sont les suivants :

- Expérience carieuse et lésions actives
- Présence de plaque dentaire importante, visible à l'œil nu
- Présence d'éléments rétentifs de plaque : appareils orthodontiques, prothétiques, restaurations débordantes
- Taux élevé de Streptocoques mutans (Sm) et de Lactobacilles (Lb) (Axelsson, 1999 ; SFOP, 2004)

Des facteurs de risque intra-oraux supplémentaires sont parfois considérés en fonction des organismes :

- Sillons anfractueux (occlusaux, linguaux ou vestibulaires) (SFOP, 2004 ; HAS, 2005)
- Risque anatomique et histologique : dent de grosse taille, présence d'hypoplasie ou hypominéralisation (SFOP, 2004)
- Racines exposées (récessions gingivales) (ICCMSTM, 2014)
- Absence de scellement de sillons (SIGN, 2000)

La présence de ces facteurs de risque classe l'individu en risque carieux élevé, leur absence en risque carieux faible. Certaines recommandations pondèrent le risque carieux en 3 catégories : faible, modéré, élevé. Cependant, le choix est parfois confus entre le risque carieux modéré et élevé et les thérapeutiques de ces 2 groupes sont généralement identiques. La catégorie intermédiaire tend alors à disparaître au profit d'une classification dichotomique : risque faible ou élevé.

Le scellement des sillons, puits et fissures, par exemple concerne aussi bien les individus à risque carieux modéré ou élevé.

- Prévalence de la maladie carieuse

La carie dentaire est la maladie avec la plus forte prévalence dans le monde (James et coll., 2017).

A l'échelle internationale, on estime que plus de 2,3 milliards de personnes souffrent de caries des dents permanentes, soit plus d'un tiers de la population mondiale.

Ce sont aussi 530 millions d'enfants qui souffrent de caries des dents temporaires (FDI, 2015).

En 1981, l'OMS établit des objectifs globaux de santé bucco-dentaire dont l'atteinte est fixée pour l'année 2000. A cette époque, 51% des pays ont un indice CAOD inférieur ou égal à 3 chez les enfants de 12 ans. En 2000, on est passé à 68%. Suite à cela, de nouveaux objectifs ont été instaurés en 2003 avec pour but de les atteindre en 2020.

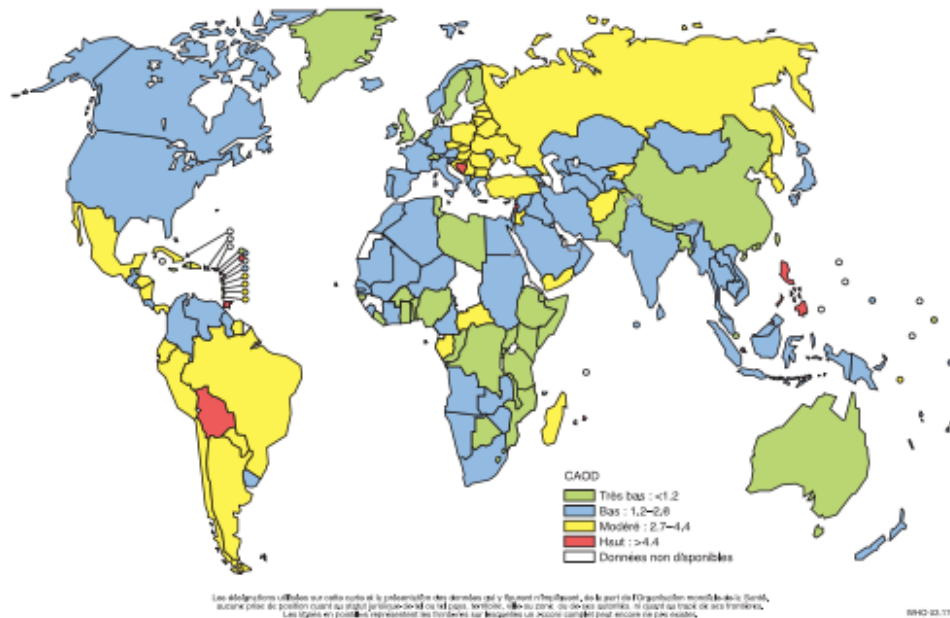


Figure 10 : la carie dentaire (CAOD) dans le monde chez les enfants de 12 ans (source : OMS, 2003)

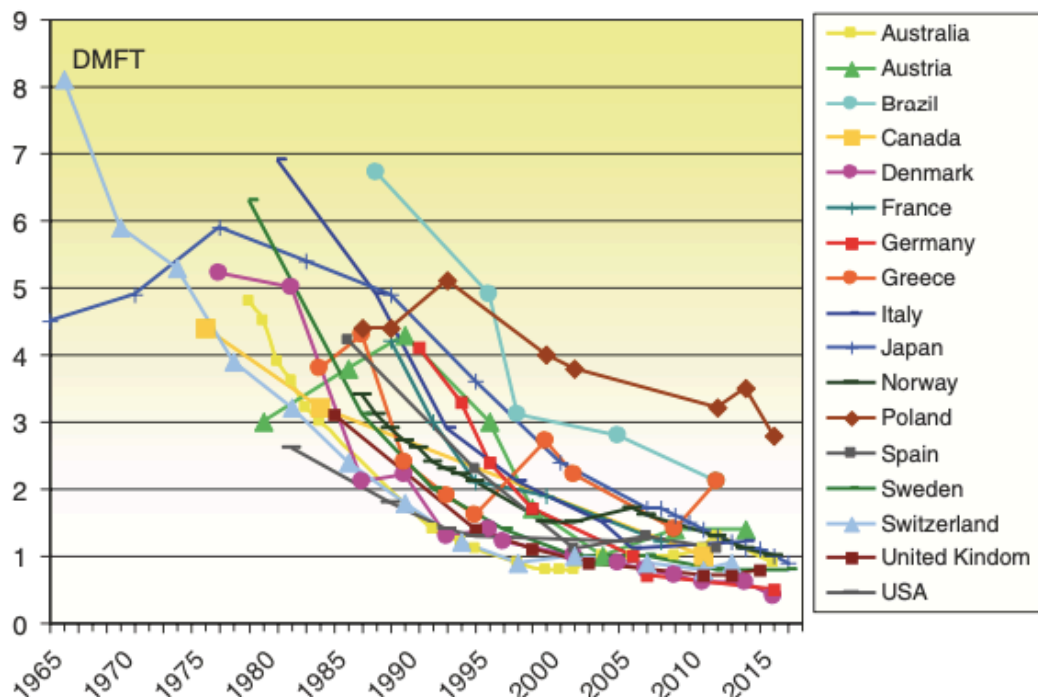


Figure 11 : évolution de la prévalence de la carie (CAOD) dans différents pays (source : Bekes, 2018)

Globalement, on constate une nette diminution de la prévalence de la carie dentaire. Cependant, de fortes disparités entre les différentes régions du monde sont encore présentes.

On observe même une augmentation de la prévalence dans certains pays en voie de développement depuis la fin du XX^e siècle, notamment due aux mauvaises habitudes alimentaires (liées à la mondialisation) et à une exposition au fluor insuffisante.

En France, chez l'enfant de 12 ans, l'indice CAOD est passé de 4,2 en 1987 à 1,2 en 2017. En 2015, 56% des enfants de 12 ans sont indemnes de caries (indice CAO à 0) (Carlac'H, 2018).

Le contraste entre les différentes classes sociales dans les pays industrialisés reste marqué. 73,4% des enfants de cadres sont indemnes de carie contre 59,8% pour les enfants d'ouvriers, selon une enquête nationale de santé menée par la DRESS en 2014-2015 en milieu scolaire (classe de CM2).

La proportion des enfants ayant des lésions carieuses traitées ou non, varie en fonction du niveau de scolarité et de la catégorie socio-professionnelle des parents (CSP) (DRESS, 2011).

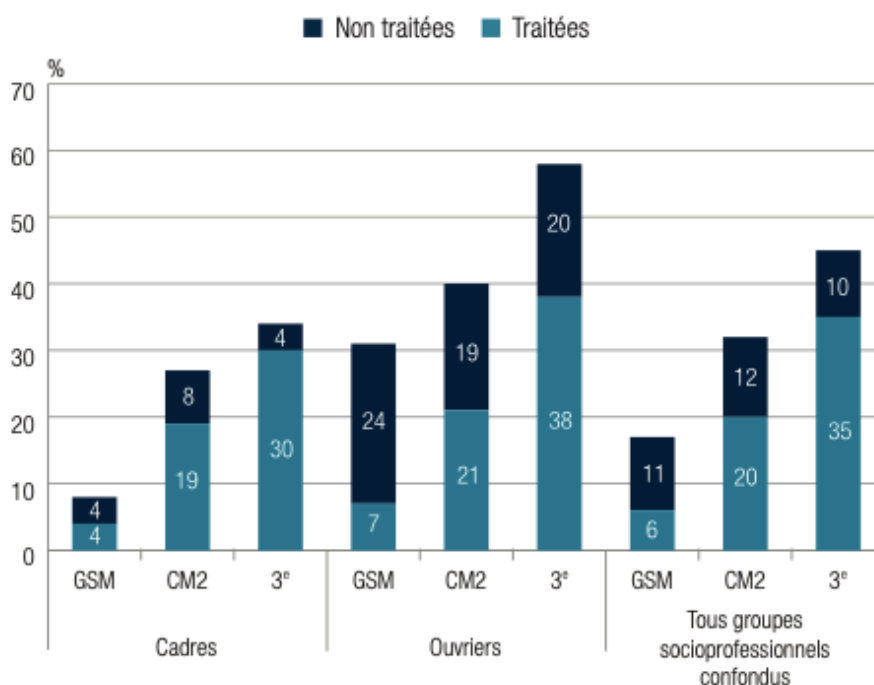


Figure 12 : proportion d'enfants ayant des dents cariées non traitées selon le niveau de scolarité et la CSP des parents – GSM : grande section de maternelle (source : DRESS, 2011)

A savoir aussi, que la première molaire permanente est la dent la plus touchée : 70% des CAOD chez l'enfant de 12 ans en France (Courson et coll., 2013).

De même, toutes les faces des dents n'ont pas la même sensibilité à la lésion carieuse.

Par ordre décroissant, la cariosusceptibilité des différentes zones est la suivante :

- la face occlusale de la première permanente est la zone la plus affectée par la lésion carieuse avec le sillon vestibulaire des premières molaires mandibulaires ;
- suivi des faces occlusales des deuxièmes molaires permanentes, leurs sillons vestibulaires pour les deuxièmes molaires mandibulaires et palatins pour les maxillaires ainsi que les surfaces occlusales des secondes prémolaires ;
- les faces occlusales des premières prémolaires et les faces proximales sont ensuite touchées (Batchelor et Sheiham, 2004).

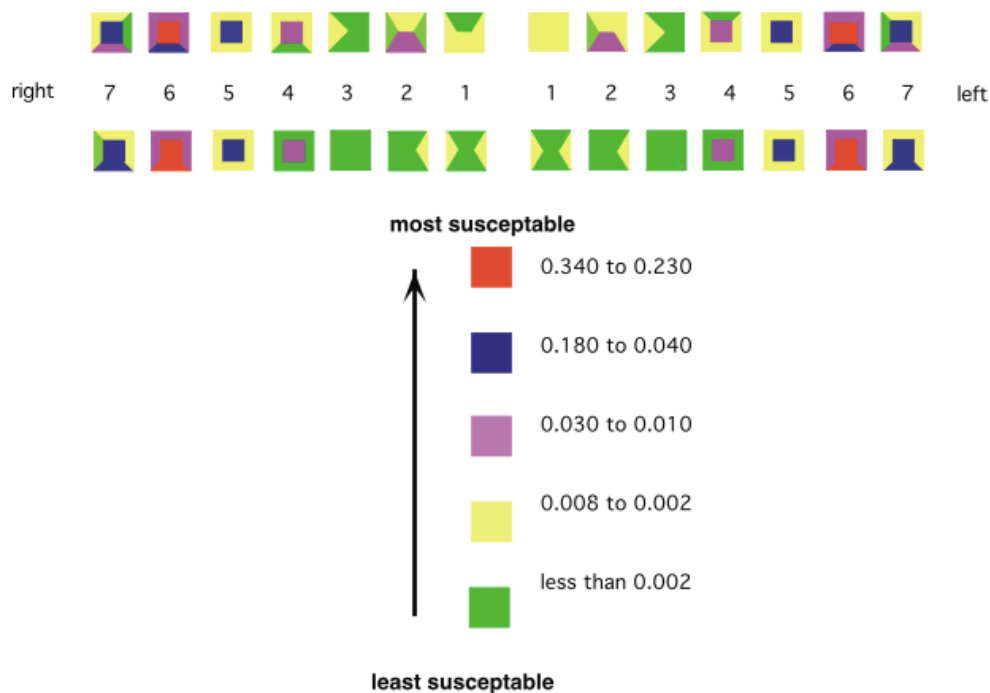


Figure 13 : probabilité de la susceptibilité des différents sites à la lésion carieuse (Source : Batchelor et Sheiham, 2004)

Les faces occlusales des dents postérieures sont plus atteintes que les faces proximales et lisses. Cela justifie les nombreuses recherches à ce sujet et la volonté de préserver ces zones de la lésion carieuse.

1.3. Recommandations du scellement des puits, sillons et fissures

Le comblement des puits et fissures est à niveau de preuves élevées, mais ses indications diffèrent quelque peu en fonction des organismes, pays, politiques de santé...

1.3.1. Arguments cliniques

- Recommandations nationales
 - HAS (HAS, 2005)

La HAS conseille de « sceller dès que possible les sillons des premières et deuxièmes molaires permanentes chez les patients de moins de 20 ans à RCI élevé afin de prévenir le risque de carie occlusale ».

Les arguments qui justifient ces recommandations sont les suivants.

- L'efficacité des scellements à base de résine dans la prévention des caries a été démontrée sur les premières molaires permanentes des sujets de moins de 20 ans par une étude avec un fort niveau de preuve (niveau 1 sur une échelle de 4).
- Chez les patients à RCI élevé, le coût-efficacité du scellement des premières molaires permanentes a été mis en évidence par l'analyse de la littérature médico-économique internationale.
- L'indication du scellement des sillons des 2^e molaires permanentes relève d'un consensus de la profession du fait des similitudes avec la première molaire permanente (morphologie, risque carieux majoré lors la phase de minéralisation post-éruptive...).

Concernant le scellement thérapeutique, si la lésion carieuse est limitée à l'émail, le scellement des sillons est recommandé, mais l'ouverture des sillons n'est pas préconisée.

En cas de suspicion de caries dentinaires, il convient d'ouvrir les sillons (à l'aide d'une fraise ou de l'air-abrasion) et d'utiliser un matériau de restauration. On sort alors du cadre du scellement de sillons.

- SFOP (Droz et coll., 2004)

Les recommandations sur la pratique de scellement des puits et fissures de la SFOP (Société Française d'Odontologie Pédiatrique) ont été éditées en 2004 lors d'une publication dans le journal d'odonto-stomatologie pédiatrique.

Les indications du scellement des sillons concernent :

- toute dent permanente non cariée chez des sujets à risque carieux élevé ;
- toute dent permanente saine mais présentant des puits et fissures anfractueux chez les sujets à risque faible de carie ;
- les enfants et les patients jeunes présentant des troubles médicaux, physiques ou intellectuels - l'application de matériau de comblement sur tous les sites cariosusceptibles en denture temporaire et permanente doit être effectuée.

Les *sealants* peuvent être employés de manière préventive mais aussi de manière thérapeutique pour arrêter la progression des lésions carieuses amélaire. Ceci suggère, évidemment une surveillance régulière de ces lésions scellées.

- Recommandations à l'international
 - EAPD (Welbury et coll., 2004)

Selon l'EAPD (European Academy of Paediatric Dentistry), le comblement des puits et fissures doit concerner :

- les zones fragiles des dents temporaires et permanentes chez les enfants et jeunes patients ayant une atteinte médicale, physique ou intellectuelle, notamment lorsqu'une maladie dentaire ou le besoin d'un traitement dentaire peut porter préjudice à la santé générale du patient ;
- il en est de même chez les enfants et les jeunes patients dont l'activité carieuse est importante ;
- concernant les enfants ou les jeunes patients sans signe d'activité carieuse, seules les fissures profondes ou à risque (qui retiennent de manière importante le biofilm bactérien) doivent être scellées.

Il convient de mettre en place des contrôles réguliers afin de détecter tout changement de facteurs de risque ou modification de l'activité carieuse.

- AAPD et ADA (AAPD et ADA, 2016)

L'ADA (American Dental Association) et l'AAPD (American Academy of Pediatric Dentistry) ont publié en 2016 des directives basées sur les preuves (*Evidence-based*) concernant le scellement des puits et fissures.

Cette publication cherche à apporter des précisions sur trois points en particulier :

- l'efficacité du scellement des puits et fissures des surfaces occlusales saines mais également des lésions occlusales initiales non cavitaires des molaires temporaires et permanentes chez les enfants et adolescents a fait ses preuves dans la prévention de la lésion carieuse, contrairement à l'abstention thérapeutique ;
- il est conseillé de recourir au scellement des puits et fissures des surfaces occlusales saines mais également des lésions occlusales initiales non cavitaires des molaires temporaires et permanentes chez les enfants et adolescents, plutôt qu'à l'utilisation des vernis fluorés ;
- Il n'a pas été démontré de supériorité d'un type de matériau par rapport à un autre du fait du faible niveau de preuves des études réalisées.

Une mise à jour de ces recommandations est attendue pour 2021.

- Irish Oral Health (Health Research Board, 2010)

Le Health Research Board a supervisé en 2010 la création de recommandations concernant le scellement de puits, sillons et fissures destinées aux praticiens irlandais. Ces dernières ont été élaborées en prenant pour acquis les publications de la HAS (2005) et de l'ADA (2008-2009).

Le but de ce rapport est de réduire la prévalence de la carie débutant dans les sillons chez les enfants, adolescents et adultes en Irlande. La réduction des variations dans la pratique clinique (protocole et choix du matériau) compte parmi les objectifs recherchés par ce rapport.

Un tableau reprenant les différentes recommandations en fonction du grade de preuves a été dressé.

Tableau 2 : recommandations de l'Irish Oral Health (Source : Health Research Board, 2010)

	Recommandations	Grade de preuves
Sélection du patient	Les sillons des dents permanentes doivent être scellés à la résine composite puis contrôlés chez les enfants et adolescents dont le RCI est élevé	A
	Les sillons des dents permanentes doivent être scellés à la résine composite puis contrôlés chez les adultes dont le RCI est élevé	B
	Dans le service public, création d'un programme avec la réalisation de <i>sealant</i> de manière généralisée pour une population cible (enfants fréquentant des écoles spéciales ou des écoles défavorisées par exemple)	D
Sélection de la dent	Le scellement de sillon, quand il est indiqué, doit être appliqué sur une surface saine ou dont la déminéralisation est limitée à l'émail	B
	Chez les enfants et adolescents la priorité est de sceller les premières et deuxièmes molaires	D
	L'application systématique de <i>sealant</i> sur les molaires temporaires n'est pas recommandée, elle doit se faire qu'en cas de RCI élevé	D
Période de réalisation	Dès que le scellement des puits et fissures est recommandé, il doit se faire aussi tôt que possible dès que l'éruption de la molaire permanente est suffisante pour permettre son isolation	D

1.3.2. Arguments politico-économiques

- Impact économique du comblement des sillons, puits et fissures

Tous les soins de santé génèrent des coûts. Ils peuvent être attribués aux assurances (sécurité sociale et mutuelle en France) ou au patient directement. Il est admis que les traitements dentaires coûtent cher et représentent 5,6% des dépenses de santé totales et 20,2% des dépenses de santé à la charge des patients en France (DRESS, 2019).

La plupart des soins (traitements conservateurs, avulsions ...) ont des tarifs fixés de manière conventionnelle et sont remboursés à 70% par l'Assurance Maladie. Les soins conservateurs des 4 premières molaires représentent à eux seuls 19% de la

totalité des dépenses bucco-dentaires de l'Assurance Maladie (à l'exception de l'ODF) (Lupi-Pegurier et coll., 2008).

Pour évaluer la rentabilité des comblements de sillons, il est important non seulement d'évaluer le coût initial du traitement mais également d'extrapoler toutes les dépenses liées (complications et leurs traitements) ou évitées (avantages sur la santé) par cette thérapeutique. Il n'existe à ce jour aucune étude de ce type en France qui évalue le réel coût-efficacité des *sealants* (HAS, 2005).

Toutefois cela a fait l'objet de nombreux articles dans le monde, et notamment aux Etats-Unis.

Dans une première étude américaine menée en 2005, le non-scellement est la stratégie la moins coût-efficace, c'est la plus coûteuse et la moins efficace. Sur une période de 10 ans, on estime que cette stratégie coûte 13,5 \$ US par dent de plus que la stratégie de tout sceller et 14,30 \$ US de plus que celle de sceller les enfants à risque carieux élevé. Cette dernière, à savoir le scellement des puits et fissures chez une population cible est la plus rentable (Quinonez et coll., 2005).

Une seconde étude américaine datant de 2016, cherche à évaluer la rentabilité des *sealants* par le biais des programmes scolaires de prévention.

Le coût-moyen d'un scellement de sillons est estimé à 11,64 \$ US (dont 2/3 des coûts sont attribués à la main d'œuvre). L'apport économique annuel moyen suite au comblement s'élève à 6,29 \$ US. Cela crée au bout de quatre ans un bénéfice net de 11,73 \$ US (Griffin et coll., 2016).

Les études réalisées hors Union Européenne sont difficilement transposables à la France, du fait des variations importantes dans l'organisation des systèmes de soins, du type de couverture sociale, des habitudes culturelles et de pratiques dentaires...

Il a été toutefois démontré que la rentabilité des *sealants* dépend des conditions d'application (sélection des bénéficiaires, cadre de réalisation, matériel utilisé, recours à d'autres mesures de prévention...). Elle s'avère très efficace lorsque le scellement des sillons est effectué sur des enfants à risque carieux élevé. Les bénéfices dépassent alors largement les coûts (Akinlotan, 2017).

En France, une étude sur l'impact économique du scellement des premières molaires permanentes en moyen de prévention de la lésion carieuse a été réalisée en 2000, sous la direction de l'Assurance Maladie. Les résultats qui en découlent ont contribué à l'inscription de cet acte à la Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP) l'année suivante.

Il est en effet démontré que les dépenses dentaires en lien avec le traitement des lésions carieuses des premières molaires permanentes sont croissantes avec le temps et relativement importantes chez les sujets de 5 à 19 ans.

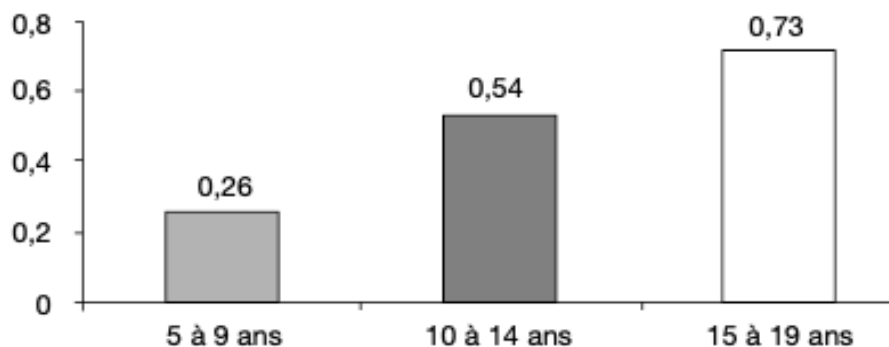


Figure 14 : tableau représentant la part d'actes de soins conservateurs (traitements endodontiques et obturations coronaires) remboursés sur les premières molaires permanentes en fonction de la classe d'âge (Source : Chabert et Legal, 2000)

Dans l'échantillon sélectionné, on observe que si l'une des quatre premières molaires permanentes présente une atteinte carieuse de la face occlusale, dans 80% des cas la face occlusale des autres molaires est atteinte également, chez les enfants de 5 à 9 ans.

Cette étude conclut que la prévention de la carie occlusale par le scellement des sillons, puits et fissures chez les enfants à risque carieux élevé, pourrait diminuer le nombre de lésions carieuses des premières molaires permanentes, et ainsi réduire à moyen et long terme, les dépenses dentaires en relation (Chabert et Legal, 2000).

- Politique de prise en charge

Le 24 janvier 2001, le comblement des puits, sillons et fissures est donc inscrit à la Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP).

La prise en charge de cet acte se limite aux premières et deuxièmes molaires permanentes, et ce jusqu'au quatorzième anniversaire de l'enfant. Seule la réalisation d'un acte par dent en cas de risque carieux élevé peut faire l'objet d'un

remboursement. Cela correspond au scellement de 8 dents au maximum. La cotation est alors SC8 et le tarif conventionnel est de 19,28 € par dent.

Lors de la nouvelle convention appliquée en 2006, la cotation devient SC9 est le tarif est revalorisé à 21,69 € par dent (UFSBD, 2015).

En 2014, la NGAP devient CCAM (Classification Commune des Actes Médicaux). La cotation devient alors HBBD, mais le tarif reste inchangé.

Suite à la nouvelle convention adoptée le 1^{er} avril 2019, la prise en charge du comblement des sillons, puits et fissures est étendue jusqu'au 16^e anniversaire de l'enfant.

A partir de 2023, le tarif du scellement des puits et fissures sera revalorisé. Le tableau ci-dessous définit les nouveaux tarifs.

Tableau 3 : tableau des différentes cotations CCAM et le tarif correspondant (AMELI)

Cotation	Nombre de dents scellées	Tarif actuel (2020)	Tarif revalorisé (2023)
HBBD005	1 dent	21,69 €	26,03 €
HBBD006	2 dents	43,38 €	52,06 €
HBBD007	3 dents	65,07 €	78,08 €
HBBD004	4 dents	86,76 €	104,11 €
HBBD039	5 dents	108,45 €	119,30 €
HBBD404	6 dents	130,14 €	143,15 €
HBBD098	7 dents	151,83 €	167,01 €
HBBD427	8 dents	173,52 €	190,87 €

Une proposition des partenaires conventionnels a été faite à la HAS afin d'étendre le scellement des puits, sillons et fissures aux prémolaires et aux patients de 16 à 20 ans (Buzyn et Darmanin, 2018).

1.3.3. Indications complémentaires du scellement des puits, sillons et fissures

La dentisterie préventive est de plus en plus valorisée et suite aux preuves de l'efficacité des *sealants*, il est normal de voir que leurs indications et le recours aux matériaux de comblement de sillons sont étendues à d'autres pratiques ou domaines de la dentisterie.

- Extension à la denture temporaire

Les lésions carieuses des puits et fissures des dents temporaires représentent 44% des lésions carieuses sur dents temporaires (Hong, 2019).

L'épaisseur amélaire moyenne des dents temporaires est de 1,14 mm, soit moins de la moitié de celle des dents permanentes (2,58 mm). Le pourcentage de calcium et de phosphate réduit et le niveau de minéralisation moindre en comparaison des dents permanentes (80,6% en denture temporaire contre 89,7% en denture permanente), sont autant d'arguments en faveur d'une progression de la lésion carieuse rapide à travers l'émail (De Menezes Oliveira, 2009).

En effet, la lésion carieuse met en moyenne 12 mois pour progresser dans la moitié externe de l'émail d'une dent temporaire, quand elle met un peu moins de 2 ans pour une dent permanente. Ceci est à moduler en fonction du risque carieux et de l'exposition aux fluorures de l'individu (Schwartz, 1984).

La mise en place d'un *sealant* retarde l'apparition de lésions carieuses de 6 à 11 mois (soit 0,49 à 0,93 année) selon une étude menée par Hong et coll. en 2019. Le scellement des molaires temporaires permet également de retarder l'évolution potentielle d'une lésion carieuse et ainsi de différer la restauration jusqu'à ce que l'enfant ait gagné en maturité cognitive et émotionnelle pour supporter un traitement au fauteuil en évitant la sédation ou l'anesthésie générale (Hong et coll., 2019).

Une étude randomisée confronte l'efficacité de 2 thérapeutiques dans la gestion des caries dentinaires (moitié externe de la dentine) de la face occlusale des molaires temporaires : le scellement des puits et fissures en comparaison de l'excavation partielle. Les résultats montrent une efficacité similaire dans l'arrêt de la progression de la lésion carieuse (100% de réussite dans l'arrêt de la progression carieuse à 18 mois). Cependant, le taux de retraitement est significativement plus élevé pour les dents avec *sealant* (35,3% de perte à 18 mois contre 0% pour le traitement restaurateur) (Hesse, 2014).

- Extensions à d'autres zones

Au vu de l'efficacité du comblement des puits et fissures et de la relative facilité de réalisation de l'acte, des interrogations se soulèvent quant au fait de sceller d'autres dents que les molaires et d'autres faces qu'occlusales.

- Aux prémolaires

Considérée comme une dent pluricuspidée, la prémolaire peut être concernée par les scellements de sillons. En effet, par son relief occlusal marqué de concavités et convexités, la deuxième prémolaire se place en seconde position des zones de susceptibilité à la lésion carieuse, juste derrière les surfaces occlusales des premières molaires, au même titre que la face occlusale des deuxièmes molaires. Viennent ensuite les surfaces occlusales des premières prémolaires (Batchelor et Sheiham, 2004).

Aussi, l'éruption des prémolaires se confond à celles des deuxièmes molaires permanentes : au début de l'adolescence, période souvent signe de négligence où le risque carieux est majoré. L'éruption des prémolaires se fait entre 10 et 12 ans, celle des deuxièmes molaires entre 11 et 13 ans.

Il peut être intéressant d'observer les âges d'éruption de l'enfant afin de déterminer le moment opportun pour sceller en même temps les deuxièmes molaires permanentes et les prémolaires (Lewis, 1977). Cette pratique en plus de faciliter la mise en œuvre (isolation unique pour sceller les dents d'une héli-arcade, enchaînement des étapes qui peuvent être mutualisées pour certaines), permet un gain de temps et d'argent.

Le scellement des sillons des prémolaires est au moins aussi efficace que le scellement des molaires. Les résultats en matière de rétention et de prévention contre la lésion carieuse sont même meilleurs pour les prémolaires que pour la première molaire permanente. D'autres facteurs peuvent rentrer en ligne de compte pour expliquer le peu de perte des *sealants* au niveau de cette zone tel que :

- une isolation plus aisée des prémolaires ; la dent est encastrée, le champ opératoire peut être clampé sur la première molaire normalement en occlusion, donc facilement isolable ;
- la surface à recouvrir est plus faible ;

- et les charges occlusales sont moins importantes.

La progression des lésions carieuses consécutives à la perte du scellement est donc réduite. Aussi, la lésion carieuse touche davantage la première molaire permanente que les prémolaires (Gugnani et Gugnani, 2018).

Actuellement, en France, le scellement des prémolaires n'est pas pris en charge par l'Assurance Maladie, mais sa réalisation peut tout de même être conseillée en cas de RCI élevé ou d'anfractuosités importantes des sillons. Son intégration à la CCAM est en cours de discussion (Naulin-lfi, 2011 ; Buzyn et Darmanin, 2018).

En cas de scellement des prémolaires, le praticien doit utiliser la cotation de l'acte (soit HBBD) pour établir un devis à son patient et lui donner une facture suite à sa réalisation. Il ne pourra cependant pas télétransmettre à l'Assurance Maladie. Le chirurgien-dentiste peut sceller les prémolaires gracieusement mais il doit l'inscrire dans le dossier du patient comme ses obligations le prévoient. A contrario il ne peut pas coter une restauration « une face » lorsque la dent ne présente pas de lésion carieuse.

- Aux faces proximales

Le scellement des faces proximales concerne à la fois les dents temporaires et permanentes. Le scellement peut être à la fois prophylactique ou thérapeutique. Il peut être réalisé en présence ou absence de la dent adjacente.

Les faces proximales des molaires temporaires sont très sujettes à la lésion carieuse et il s'agit davantage d'un scellement thérapeutique dans ce cas.

Des études comparent l'efficacité du scellement et de l'infiltration de résine dans le contrôle de la progression carieuse, il en résulte une différence peu significative (Martignon et coll., 2012 ; Basili et coll., 2017 ; Krois et coll., 2018).

Le scellement ou l'infiltration des faces proximales par de la résine se montre plus efficace que l'abstention thérapeutique dans le contrôle de la progression des lésions carieuses après 3 ans (Martignon et coll., 2012).

L'infiltration associée à l'application de vernis fluoré est plus efficace que la seule application de vernis quand il s'agit de limiter la progression des lésions carieuses selon une étude randomisée menée sur un an. Il convient bien entendu d'appliquer

sur la face proximale adjacente une protection à l'aide d'une matrice celluloïde ou métallique afin d'éviter toute déminéralisation ou excès de résine qui pourrait compromettre le point de contact (Ekstrand et coll., 2010).

Concernant les dents permanentes, il a été observé une augmentation considérable du nombre de lésions carieuses sur la face mésiale de la première molaire permanente si la deuxième molaire temporaire est atteinte.

Les surfaces mésiales des premières molaires permanentes sont plus susceptibles à la carie que les autres faces proximales (Batchelor et Sheiham, 2004) : le taux de carie après 6 ans, est 15 fois plus élevé (soit 53,3%) si la molaire temporaire adjacente a développé une carie en distal.

Les praticiens devraient avoir recours à des stratégies de traitements préventifs qui pourrait minimiser l'incidence des lésions carieuses et leur progression.

Le scellement préventif de la surface mésiale des premières molaires permanentes contiguës à des lésions distales des deuxièmes molaires temporaires chez les enfants à RCI élevé prévient de manière efficace le développement des lésions carieuses (Basili et coll., 2017).

Le fait de sceller la face mésiale de la 1^{re} molaire permanente engendre après 12-14 mois une progression des lésions carieuses de seulement 3%, alors que le pourcentage est de 41% quand les surfaces ne sont pas scellées (Gomez et coll., 2014).

Concernant le protocole, le matériau de scellement est appliqué entre les dents après avoir séparé les dents adjacentes, en plaçant par exemple des élastiques orthodontiques placés quelques jours auparavant (Dorri et coll., 2015).

Il existe aussi des patches fabriqués à base de polyuréthane, formant une couche élastique de monomères adhésifs pré-durcis qui est collée à la dent. Ils sont censés être plus facile à manipuler et fournir une couche uniforme de résine (Alkilzy, 2010).

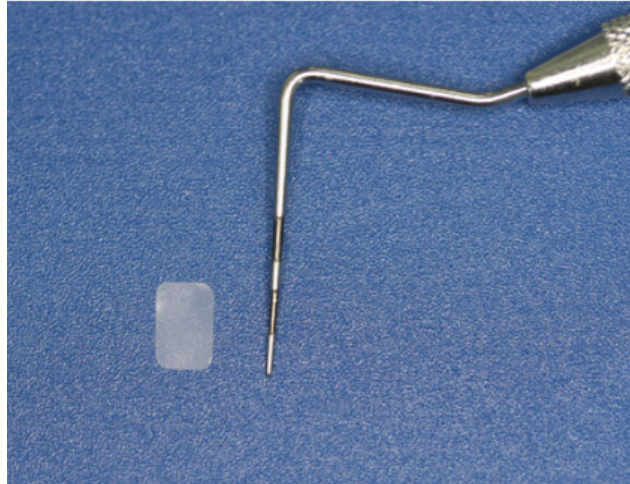


Figure 15 : patch de polyuréthane-diméthacrylate pour le scellement des faces proximales, commercialisé par Ivoclar (Source : Alkilzy, 2010)

- Aux faces vestibulaires

L'utilisation de matériau de scellement des puits et fissures au niveau des faces vestibulaires s'applique essentiellement au cours de traitements orthodontiques.

La présence « d'éléments rétentifs par l'intermédiaire (...) d'appareils orthodontiques » est désormais intégrée dans les facteurs de risque carieux élevé (HAS, 2005).

La présence de déminéralisations, appelées *white spot*, est relativement fréquente lors du port d'un appareillage fixe en vestibulaire. Leur incidence est estimée à 60,9% au niveau des dents antérieures maxillaires à la suite d'un traitement orthodontique (Enaia, 2011).

L'hygiène dentaire devient plus compliquée et les déminéralisations peuvent apparaître en seulement 4 semaines, situées notamment dans le tiers cervical et moyen de la surface vestibulaire des incisives, canines et prémolaires.

Ces déminéralisations semblent la plupart du temps irréversibles et peuvent compromettre l'esthétique tant attendu par les patients lors de ce type de traitement. D'autant plus, qu'il s'agit de leucomes précarieux, qui sans une prise en charge préventive peuvent évoluer vers la lésion carieuse (Montasser, 2014).

L'application de *sealant* en vestibulaire est plus efficace dans la prévention de la lésion carieuse que le simple brossage des dents (Pithon, 2015). Aussi, par le manque de compliance des patients, cette procédure est préconisée par rapport à l'utilisation de bain de bouche fluoré ou l'application quotidienne de fluorures à domicile (O'Reilly, 2013 ; Meller, 2018).

Cependant, des précédentes études présentent des résultats mitigés sur le scellement en vestibulaire autour de la *bracket*. En effet, par le manque de rétention naturelle des surfaces lisses, les matériaux à base de résine résistent difficilement à l'abrasion, à la mastication et au brossage (Benham, 2009).

Les résultats sont améliorés lorsque la mise en place du *sealant* précède ou est consécutive au collage des *brackets*. Par ailleurs, l'utilisation d'un adhésif améliore de façon considérable la rétention (Lowder, 2008).

- Aux faces palatines

Les faces palatines sont les zones les plus concernées par les phénomènes d'érosion.

C'est un processus chimique entraînant une perte progressive et irréversible de tissus dentaires durs. Les acides issus de l'alimentation et la régurgitation des acides gastriques sont des facteurs de risque importants.

L'érosion entraîne une diminution de l'émail au cours du temps et cause un risque d'exposition de la dentine sous-jacente (Kakuda et coll., 2015 ; Zhao et coll., 2017). Le but de l'application de *sealant* est d'empêcher la progression de ce phénomène. Une barrière physique est créée empêchant le contact des agents érosifs avec la surface dentaire (Rios et coll., 2019).

Les matériaux utilisés pour le scellement de sillons sont capables de réduire l'effet de l'érosion et de maintenir cette prévention durant les cycles d'érosion/abrasion (Wegehaupt et coll., 2013). Seulement cette protection est efficace à court terme et nécessite plusieurs réapplications si la protection à long terme est désirée : la durée d'efficacité est de 9 mois, selon une étude de Bartlett (Bartlett, 2011).

L'utilisation de résines composites fluides montre de meilleurs résultats que les résines spécifiquement destinées au scellement des sillons, qui elles même sont

plus efficaces que les résines infiltrantes de type Icon® ou l'application d'une simple couche d'adhésif (Zhao et coll., 2016).

Aussi, pour maximiser les chances de réussite et de rétention, il faut surveiller les molaires dès leur éruption et choisir le moment opportun d'intervention pour garantir une zone de collage essentiellement amélaire.

- Comblement en cas d'anomalie
 - Anomalie de forme

Actuellement, aucune étude sur l'efficacité des matériaux de scellement des puits et fissures sur des dents présentant une anomalie de forme n'a été recensée.

On peut néanmoins trouver des expériences de *sealant* sur des dents invaginées (De Sousa, 1999). La dent invaginée ou *dens in dente* correspond à une pénétration de l'émail dans la dentine pouvant aller jusqu'à la racine, comme une « seconde dent dans la dent ». Cliniquement, on observe une excroissance cingulaire avec une dépression en son centre, qui peut constituer une voie de percolation bactérienne. Essentiellement présente sur les dents monoradiculées, elles touchent majoritairement les incisives latérales (Naulin-Ifi, 2011).

Après contrôle radiographique et nettoyage de l'invagination, si la dent est asymptomatique, la zone invaginée peut être scellée à l'aide de résine composite.

Cela concerne essentiellement les types I ainsi que les cas vitaux et asymptomatiques de type II. Le cingulum doit par la suite faire l'objet d'une surveillance régulière (Vaidyanathan, 2008).

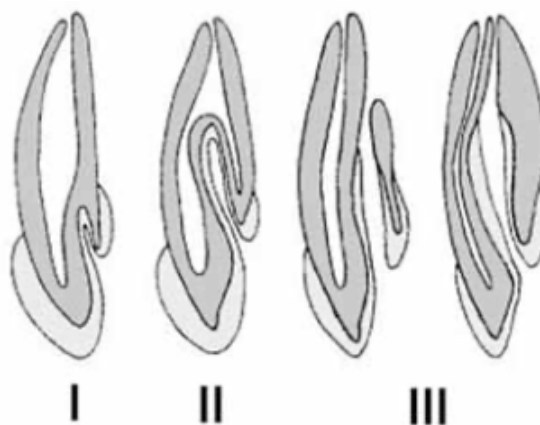


Figure 16 : classification des différents types de dens in dente (Source : Vaidyanathan, 2008)

- Anomalie de structure

Hypominéralisation des molaires-incisives (MIH)

L'hypominéralisation des molaires-incisives, MIH de l'anglais *Molar-Incisor Hypomineralisation*, est un défaut qualitatif de l'émail d'origine systémique qui touche les premières molaires et les incisives permanentes. La prévalence actuelle est de 12,9% (Lagarde, 2020).

Les dents touchées par une MIH nécessitent plus de soins de prévention. Les sensibilités thermiques (au chaud, au froid) et au brossage sont nombreuses et peuvent entraîner des défauts d'hygiène se traduisant par une accumulation de plaque et le développement de lésions carieuses.

L'efficacité des *sealants* dans la prévention de la maladie carieuse a été prouvée dans le cas d'atteinte par MIH. On observe une diminution de l'incidence des caries occlusales de 65,4% quand les sillons des dents hypominéralisées ont préalablement été comblés (Fragelli, 2017).

Les scellements de la face occlusale sont utiles pour des défauts légers (opacités amélaire), sans effondrement et n'entraînant pas de sensibilités (Lygidakis, 2010).

Les *sealants* permettraient alors de réduire la nécessité de traitements ultérieurs et éviter au maximum la destruction de la couronne. Aussi, cela permet d'éviter des soins plus invasifs nécessitant une anesthésie qui peut s'avérer compliquée en cas de MIH. Le contrôle de la douleur est plus difficile par la diminution de l'action des agents anesthésiques, pouvant compromettre le confort des patients durant les soins (da Cunha Coelho, 2018).

Cependant, il s'est avéré dans une étude que les dents scellées sont plus sensibles que celles fluorées, du fait certainement des pertes fréquentes du matériau de comblement (Fütterer, 2020). Le taux de restauration des *sealants* est, en effet trois fois plus important que chez les enfants non atteints d'hypominéralisation (Lagarde, 2020).

Cela peut expliquer en partie la faible prévalence du scellement des puits et fissures (34%) chez les patients atteints de MIH modérée en France (Craveia, 2020).

Fluorose

Avec la diminution de l'incidence des lésions carieuses, on constate parallèlement une augmentation des fluoroses dans certaines régions (notamment aux Etats-Unis où la prévalence de la fluorose est passée de 23% en 1986-1987 à 32% en 1999-2000) (Beltran-Aguilar et coll., 2005).

Cependant, la prévalence des caries sur les molaires permanentes augmente avec la sévérité de l'atteinte. Par la porosité augmentée, le risque carieux peut être accentué et la rétention des débris alimentaires majorée (Almerich-Silla, 2008). Les *sealants* peuvent donc être un bon moyen de prévenir les lésions carieuses des dents affectées par la fluorose.

L'améloplastie présente de meilleurs résultats que la technique conventionnelle : meilleure adaptation et plus grande pénétration des *sealants* (Hasanuddin, 2014).

S'agissant du protocole, le temps de mordançage conseillé est d'au moins 60 secondes pour les dents atteintes de fluorose. L'adhésif est recommandé pour améliorer la rétention (Loyola-Rodriguez, 2006).

2. LE SCELLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES : MISE EN ŒUVRE, CRITÈRES DE CHOIX ET COMPARAISON DES MATÉRIAUX

2.1. Préparation préalable de la surface à sceller

2.1.1. Isolation

La préparation de la surface à sceller et son isolation jouent un rôle majeur dans la réussite du comblement des puits et fissures. Il paraît inconcevable que par négligence de ces étapes, la procédure prophylactique que constitue le *sealant* porte préjudice à l'intégrité de la dent.

L'isolation de la zone à traiter peut être obtenue de différentes façons (Bekes, 2018).

- La digue dentaire

La digue dentaire assure, lorsqu'elle est correctement mise en place, la meilleure isolation et le contrôle de l'humidité le plus efficace, surtout si l'opérateur travaille seul. L'isolation est alors garantie du début à la fin de la thérapeutique (Keys et Carson, 2017).

Une revue Cochrane vient à la conclusion que la pose d'une digue dentaire conduit à de meilleurs taux de survie des restaurations en comparaison à l'utilisation de cotons salivaires, mais les niveaux de preuves sont peu élevés (Wang et coll., 2016).

Cette technique peut avoir des limites dans certaines situations. Les recommandations de l'EAPD soulignent certes l'efficacité de la digue dentaire dans le contrôle de l'humidité. Mais son utilisation peut se révéler délicate notamment chez les enfants en bas âge et sur des dents en cours d'éruption (Welbury et coll., 2004).

Dans ce cas, le scellement de sillons peut être différé et des solutions de temporisation mises en place le temps d'obtenir une isolation parfaite (HAS, 2005).

Tableau 4 : avantages et inconvénients de l'isolation par une digue dentaire (source : Tassery et coll., 2008 ; L.A Casto et coll., 2012 ; Duggal et coll., 2013)

Avantages	Inconvénients
<p>Zone d'intervention exempte d'humidité tout au long du soin Optimisation des propriétés des matériaux</p>	<p>Coût élevé</p>
<p>Conditions d'aseptie optimale Absence de contamination salivaire Frein à la réinfection du site après nettoyage/microabrasion/curetage Contrôle des infections croisées par minimisation des aérosols</p>	<p>Anesthésie conseillée La pose du champ opératoire peut nécessiter une anesthésie alors que la thérapeutique du scellement des puits et fissures en elle-même n'en demande pas. L'anesthésie devient quasi indispensable lorsque la molaire est en cours d'éruption où le crampon a souvent une position sous-gingivale (Kühnisch et coll., 2010).</p>
<p>Temps opératoire diminué Une étude rapporte qu'un gain de temps de 12,4% (soit 108 secondes) est réalisé lors de la pose de <i>sealant</i> lorsque l'isolation est réalisée à l'aide d'une digue dentaire plutôt que des cotons salivaires (Ammann, 2013).</p>	<p>Temps opératoire augmenté</p> <ul style="list-style-type: none"> - en cas d'inexpérience ; - en cas de pose complexe.
<p>Accès à la zone de travail améliorée Protection et rétractation des tissus mous Amélioration de la visibilité du site</p>	<p>Allergie au latex Pour pallier cette contrainte, il existe des feuilles de digue sans latex.</p>
<p>Confort du patient Aide au maintien de la bouche ouverte Soins dentaires sous digue moins stressants Sensation pour l'enfant de travail hors bouche</p>	<p>Sensation d'étouffement éprouvée par certains patients</p>
<p>Sécurité Réduction du risque d'inhalation ou d'ingestion d'instruments ou matériaux utilisés Réduction de l'absorption des particules abrasives lors de l'aéroabrasion</p>	

Malgré ses nombreux avantages, la digue dentaire reste très peu utilisée : des études anglaises montrent que moins de 2% des chirurgiens-dentistes la pose systématiquement (Duggal et coll., 2013).

- Les cotons salivaires

Tableau 5 : avantages et inconvénients de l'isolation par des cotons salivaires

Avantages	Inconvénients
Pose rapide	Faible capacité d'absorption du liquide
Bonne acceptation par le patient	Attention du chirurgien-dentiste porté sur la gestion de l'humidité
Prix avantageux	Interruption du travail pour changer les cotons
Multiplicité des utilisations (matériel de base du cabinet dentaire)	Absence de protection de la voir oropharyngée contre l'ingestion d'instruments ou matériaux lors du soin

Dans la majorité des cas de comblement des sillons, l'isolation se fait à l'aide de cotons salivaires (Muller-Bolla et coll., 2006).

Dans ces situations, un travail à 4 mains ainsi qu'une aspiration efficace (double aspiration à haute et basse vélocité) sont des prérequis (HAS, 2005 ; Griffin et coll., 2008).

On trouve aussi des patchs salivaires (*drytips*) qui s'accrochent à la joue et peuvent compléter l'action des cotons salivaires.

- Le système Isolite™

Tableau 6 : avantages et inconvénients de l'isolation par le système Isolite™

Avantages	Inconvénients
Maintenir l'ouverture buccale	Investissement financier conséquent
Utilisation « mains libres », convient pour un travail seul	Peu d'études réalisées à ce sujet Seules 3 études, concernant l'utilisation de ce système lors de la pose de <i>sealants</i> , sont recensées sur PubMed.
Protection et visibilité du site Partie écarteur avec éclairage : dégager le champ d'intervention et protéger les structures alentours	
Contrôle de l'humidité à 43%	
Gain de temps 22 à 25% de temps gagné par rapport à une isolation à base de cotons salivaires et double aspiration à basse et haute vélocité	

Élu prix de l'innovation au congrès de l'ADF en 2015, ce système cherche à s'imposer comme une solution alternative aux autres méthodes d'isolation (Alhareky et coll., 2014 ; Henig et coll., 2018).

2.1.2. Prétraitement de la dent

Le nettoyage de la surface à sceller doit être systématique afin de retirer les potentiels débris alimentaires et le biofilm adhérent à la face occlusale (Bekes, 2018). Selon l'anfractuosité des sillons ou l'atteinte carieuse de la surface à sceller, des procédures plus ou moins invasives peuvent être indiquées.

- Nettoyage prophylactique

En 2001, la préparation de la face occlusale en amont de son scellement par des pédodontistes est dans :

- 45% des cas réalisée à l'aide d'une cupule montée sur contre-angle et de ponce ou pâte à polir ;
- 15% des cas par une brosette montée sur contre-angle et imprégnée de ponce ou pâte à polir ;
- 13% des cas réalisée par une brosse à dents (brossage effectué par le praticien ou le patient sous supervision du soignant) ;
- 11% des cas rien n'est fait ou alors juste une simple utilisation de la seringue eau/air.

Le nettoyage prophylactique en amont de la pose d'un *sealant* est largement utilisé, d'autant plus que ce geste est indispensable dans le diagnostic de lésions carieuses.

Plusieurs études ne montrent aucune différence dans la rétention du *sealant* selon que le nettoyage préalable de la surface ait été effectué par un simple brossage à l'aide d'une brosse à dents ou l'utilisation d'une brosette montée sur contre-angle (Donnan et Ball, 1988 ; Gillcrist et coll., 1998 ; Gray et coll., 2009).

Concernant la ponce ou pâte à polir, leurs utilisations sont controversées.

Il s'avère que certaines pâtes prophylactiques contiennent des substances pouvant interférer avec un collage ultérieur, de même il se peut que ces pâtes ou ponce laissent des résidus sur la surface (Gray et coll., 2009).

Il est donc conseillé de nettoyer la surface à sceller à l'aide d'une brosette sèche montée sur contre-angle (HAS, 2005).

Cette technique de nettoyage prophylactique montre ses limites pour les fissures profondes et étroites, dont le diamètre peut être inférieur à 0,1 mm, et qui sont inatteignables par les poils de la brosette ou de la brosse à dents (dont les brins ont un diamètre de 0,2 mm). Afin de compenser ces inconvénients, d'autres techniques ont vu le jour (Agrawal et Shigli, 2012 ; Bekes, 2018).

- Ozone

L'ozone est un agent oxydant très puissant. Son utilisation sur les tissus cariés pendant quelques secondes, réduit le nombre de bactéries cariogènes, au point de stopper la progression de la lésion carieuse, voire éventuellement d'entraîner une reminéralisation si une solution reminéralisante est immédiatement appliquée sur la surface (Rickard et coll., 2019 ; Tassery et coll., 2008).



Figure 17 : traitement d'une molaire maxillaire droite à l'ozone (source : Tassery et coll., 2008)

Selon certaines études, le prétraitement de la surface à l'ozone favorise la rétention du matériau de scellement et assure une meilleure adaptation dent/matériau (Cehreli et coll., 2010).

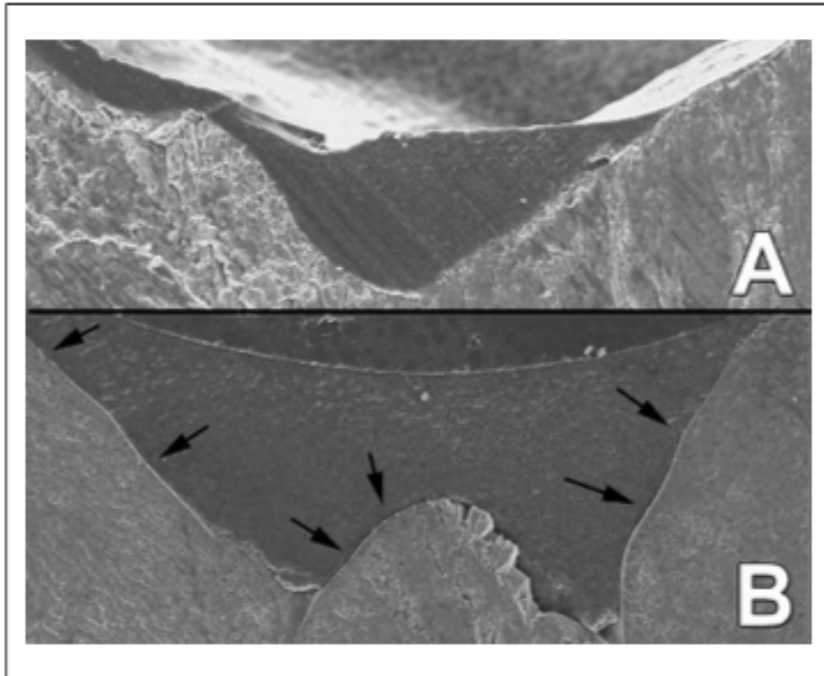


Figure 18 : interface email/sealant au MEB avec (A) ou sans traitement à l'ozone (B). Les flèches indiquent des défauts de collage (source : Cehreli et coll., 2010)

Cependant, d'autres études ont des résultats plus mitigés : aucune différence significative n'est constatée entre la mise en place de *sealants* avec ou sans traitement préalable à l'ozone (Brazelli et coll., 2006).

In vitro, il est admis que l'ozone a fait ses preuves en prétraitement du scellement des puits et fissures (Azarpazhooh et Limeback, 2008). Mais les premiers résultats *in vivo* ne sont pas concluants et d'autres études plus poussées sont nécessaires afin de pouvoir démocratiser cette technique (Rickard et coll., 2019).

Parmi les systèmes commercialisés en France, on peut citer :

- HealOzone® (KaVo),
- Ozonytron® (Mymed),
- Prozone® (W&H).

- Air abrasion

L'air-abrasion correspond à une projection à haute vitesse de poudre d'oxyde d'alumine (particules de 27 ou 50 microns de diamètre) associée à une projection d'eau. Pour que l'élimination soit la plus précise possible, il faut se positionner à 2 mm de la surface dentaire. À ce moment, le diamètre du jet est de 0,38 mm. Il s'agit d'une technique de microabrasion.

La poudre d'alumine peut être remplacée par du bicarbonate, on est alors dans la prophylaxie et l'action se restreint au nettoyage des puits et fissures (Tassery et coll., 2008).

L'absence de vibration et de bruit, la faible pression, l'absence de douleur (dans 85% des cas l'anesthésie locale n'est pas nécessaire) comptent parmi les principaux avantages.

Le plus gros point négatif est la projection difficilement contrôlable, et qui peut donc être à l'origine d'inhalation par le personnel soignant ou l'enfant ou encore entraîner l'altération de surfaces saines. Cette pratique est ainsi déconseillée chez les enfants souffrant d'une affection respiratoire.

Aussi, le champ opératoire et le port de lunettes de protection sont obligatoires (Naulin-lfi, 2011).

L'utilisation de l'air-abrasion montre de meilleurs résultats que le simple nettoyage prophylatique (Yazici et coll., 2006).

Les systèmes commercialisés en France comprennent :

- Prep K1® (EMS, France),
- Aquacut® (Velopex, France),
- Rondoflex® (Kavo, Allemagne),
- PROPHYflex® (KaVo),
- Prophyjet® (EMS).

- Laser

Différents lasers peuvent être utilisés en prétraitement de la surface à sceller : les lasers Erbium (Er : YAG, Er : YSGG, Er, Cr : YSGG) et le laser CO₂. Ces lasers sont majoritairement absorbés par l'hydroxyapatite et l'eau. Ils ont donc une action privilégiée sur les tissus cariés, riches en eau et permettent la préservation des tissus sains (Ziane-Casenave et coll., 2020).

Leur utilisation est relativement confortable pour le patient : pas de contact avec la dent, ni de vibration ou de bruit, l'anesthésie locale est obsolète la plupart du temps.

Les inconvénients majeurs sont le coût et la nécessité d'apprentissage d'une nouvelle technique avec un faible recul clinique (Kornblit et coll., 2008).

Les lasers permettent non seulement un nettoyage, une décontamination, mais également une augmentation de la rugosité de la surface à sceller (Olivi et Olivi, 2015).

Leur utilisation en complément de l'acide orthophosphorique améliore l'adhésion, l'adaptation, la rétention et la réduction des microinfiltrations lors de la réalisation des *sealants* (Güçlü et coll., 2017 ; Zhang et coll., 2019).

Il est même question dans certaines publications que le laser remplace l'effet du mordantage ou du conditionnement de la surface amélaire (Zhang et coll., 2019). Mais cela est loin de faire l'unanimité (Borsatto et coll., 2004 ; Baygin et coll., 2011 ; Ciucchi et coll., 2013).

- Sono- et ultrasonoabrasion

L'enjeu de la sono- et ultrasonoabrasion sur la dent à sceller repose sur l'économie tissulaire avec ablation préférentielle de l'émail altéré et préservation des surfaces saines. On constate par ailleurs une amélioration de la qualité de surface et de la finition de la zone traitée.

Des inserts ont été développés spécifiquement pour les sillons anfractueux et infiltrés : à extrémité travaillante entièrement abrasive, soit de forme conique pointue (SF849 Komet, SONICflex seal insert n°45 KaVo, Tip 1R W&H), soit de forme boule

(SONICflex cariex n°42 KaVo, F02040 EX1 Acteon Satelec) ou bouchon de champagne de petit diamètre.

La sono- et ultrasonoabrasion peuvent être notamment indiquées dans l'ouverture des sillons occluso-distaux des molaires maxillaires, pour lesquels la vision et l'accès sont restreints, pouvant alors entraîner des surpréparations. La forme des inserts avec un col allongé et une extrémité travaillante minimisée permettent un accès privilégié et un dégagement de la vision de la zone concernée (Decup et Lasfargues, 2012).

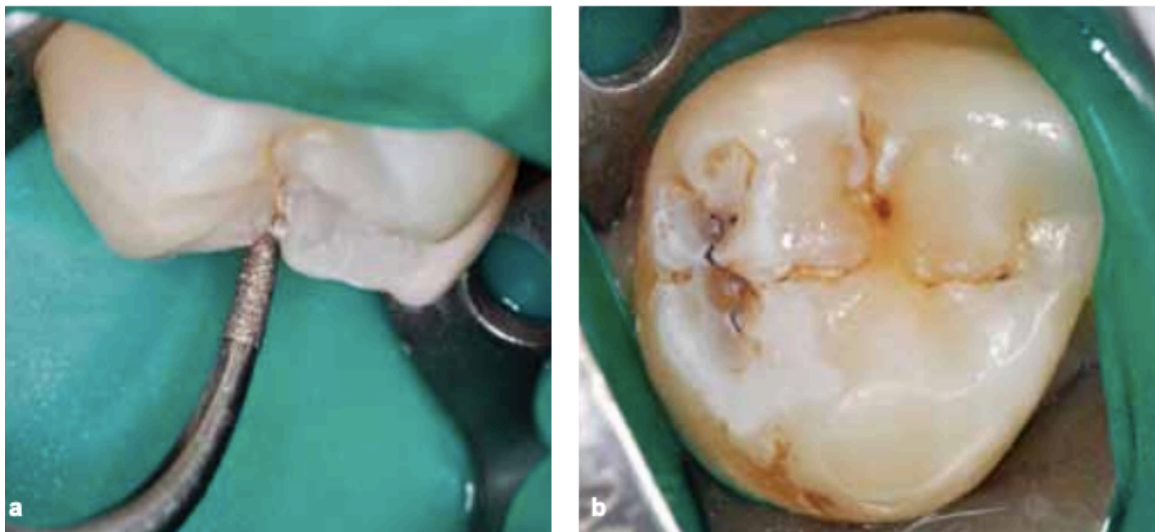


Figure 19 : préparation de la surface à sceller à l'aide d'un insert ultrasonore (a) et aspect de la surface obtenue (b) (source : Decup et Lasfargues, 2012)

Par contre, le temps de travail est augmenté (4 fois plus long que lors de l'utilisation d'une fraise) (Ferrazzano et coll., 2017). Aussi, le bruit et la sensation de vibration peuvent parfois gêner le patient.

- Fraisage

Les études en laboratoire accordent de nombreux points positifs à l'améloplastie. L'ouverture mécanique des sillons permet non seulement d'éliminer la plaque et les débris alimentaires mais aussi d'avoir un meilleur diagnostic sur d'éventuelles déminéralisations ou atteintes carieuses sous-jacentes. Aussi, cela assure une plus grande pénétration et meilleure adaptation du *sealant* (Ferrazzano et coll., 2017).

Pour réaliser cet acte, des fraises de très petits diamètres ou microfraises ont été commercialisées. Komet les a rassemblées dans des coffrets dédiés aux micropréparations (dont la référence est 4337.314 VPE) ou à la dentisterie minimalement invasive (dont la référence est 4383. 314 VPE).

Cependant, le fraisage peut apparaitre contradictoire avec la définition même du *sealant*, qui se veut être une mesure préventive et non invasive.

L'ouverture des sillons s'impose uniquement en cas d'atteinte dentinaire. Lorsque la lésion se limite à l'émail, elle peut être réversible et un processus de reminéralisation peut succéder à la phase de déminéralisation.

- Conclusion sur le traitement préalable de la surface

L'influence du nettoyage en amont de la mise en place du *sealant* sur sa rétention a été mis en avant lors d'étude *in vitro*, cependant très peu d'études ont été réalisées *in vivo*. Seule la nécessité d'un nettoyage de la surface préalablement à son comblement fait l'objet d'un consensus (Künisch et coll., 2010).

La technique la plus adoptée à l'heure actuelle est celle du nettoyage mécanique à la brosse sèche en raison de son moindre coût, sa rapidité et simplicité de réalisation et son utilisation adaptée aux enfants (Bekes, 2018).

L'air-abrasion a également prouvé son efficacité et tend doucement à se démocratiser.

2.2. Les différents matériaux à disposition

2.2.1. Résine composite

- Description

La résine composite se définit par l'association :

- d'une phase organique comprenant la résine matricielle, le système de polymérisation, les abaisseurs de viscosité et divers additifs (tels que les pigments) ;
- des charges (la plupart du temps minérales), présentant une grande diversité de par leur taille, composition et pourcentage ;

- un agent de couplage - le silane, qui est une molécule bifonctionnelle permettant la cohésion entre les deux éléments précédents.

En fonction de la composition organique, du type de charges et du rapport volume de charges/volume de matrice, les caractéristiques du composite sont modifiées.

Il existe différentes classifications des résines composites et notamment en fonction de la viscosité (de la plus faible à la plus élevée) :

Résines composites ultra-fluides < fluides < moyennes < compactables

Il existe une corrélation entre la viscosité, le taux et la dimension des charges : la multiplication des charges et la diminution de leur taille entraînent une augmentation de la viscosité et inversement (Raskin, 2010).

Seules les résines composites fluides et ultrafluides ont un intérêt dans le comblement des sillons, puits et fissures. Les résines composites destinées exclusivement au scellement des puits, sillons et fissures sont des résines ultra-fluides et ne sont pas ou faiblement chargées.

Une classification des *sealants* à base de résine a été introduite en fonction des innovations et du mode de polymérisation.

Tableau 7 : classification des *sealants* en fonction du mode de polymérisation (source : Colombo et Beretta, 2018)

Génération	Innovation
1 ^{re} génération	Photopolymérisation aux rayons UV, n'est plus utilisée de nos jours (Dean et coll., 2016)
2 ^e génération	Chémo- ou autopolymérisation (temps de prise en 1 à 2 minutes)
3 ^e génération	Photopolymérisation à la lumière visible
4 ^e génération	<i>Sealant</i> à base de résine relarguant du fluor, mode de polymérisation, identique à la 3 ^e génération

Les résines de première génération ne sont actuellement plus commercialisées.

Les *sealants* de seconde génération sont peu utilisés du fait du temps de prise augmenté, mais présentent une très bonne rétention (70% de *sealants* intacts à 5 ans) (Kühnisch et coll., 2020).

De plus en plus d'études comparent les comblements des puits et fissures réalisés par des résines composites fluides conventionnelles ou nanochargées à des résines dont l'usage est spécifique à cette thérapeutique.

Il en résulte que le taux de rétention est similaire voire supérieur pour les résines composites fluides, aussi bien en denture temporaire que permanente (Corona et coll., 2005 ; Bagherian et Shiraz, 2018, Singh et coll., 2020). Ces résultats sont similaires pour les résines nanochargées (Arastoo et coll., 2019).

A cela s'ajoute une plus grande résistance à l'usure (du fait de la présence de charges) et un coût réduit par la multiplicité des utilisations possibles des résines composites fluides (Asefi et coll., 2016).

Nonobstant, il manque de données sur l'effet préventif des lésions carieuses de ces résines fluides et nanochargées.

Actuellement, leur utilisation se justifie particulièrement lorsque la surface scellée a subi un traitement amélaire invasif (améloplastie notamment).

- Matériaux disponibles pour le comblement des sillons, puits et fissures

Tableau 8 : tableau non exhaustif des *sealants* à base de résine composite commercialisé en France

Nom du laboratoire	Nom du produit	Couleur	Produit chargé ?	Libération de fluorures ?	Présence de bisphénol A ?	Coût
IVOCLAR VIVODENT	Helioseal® F	Blanc	Oui (40%)	Oui	Oui	18,54 € (seringue de 1,25 g)
	Helioseal® F Plus	Blanc	Oui	Oui	Oui	19,60 € (seringue de 1,25 g)
	Helioseal® Clear	Translucide	Non	Non	Oui	99 € (5 seringues de 1,25 g)
	Helioseal® Clear	Translucide et	Non	Non	Oui	-

	Chroma	changement de couleur réversible sous la lampe à polymériser				
3M ESPE	Clinpro	Photochromatique : rose au moment de l'application, translucide suite à la photopolymérisation	Non	Oui	Oui	76,60€ (2 seringues de 1,2 mL + 1 seringue de 3 mL de etching)
CYBERTECH	Cyber sealant®	Blanc	Oui	Oui	Oui	-
	Fissurit F®	Blanc	Oui	Oui	Oui	54 € (2 seringues de 2 mL)
	Fissurit FX®	Blanc	Oui (>50%)	Oui	Oui	-
	Grandio Seal®	Blanc	Oui (70%)	Oui	Oui	62,50 € (2 seringues de 1,8g)
ULTRADENT	Ultraseal® XT hydro	Vérification visuelle à la lumière noire	Oui (53%)	Non	Non	137,50 € (4 seringues de 1,2 mL)
	Ultraseal® XT Plus	Blanc opaque Translucide	Oui (58%)	Non	Non	125€ (4 seringues de 1,2 mL)
ITENA CLINICAL	Preventseal® (automordançant)	Blanc	-	Oui	Non	32,70 € (seringue de 1,2 mL)
PULPDENT	Embrace sealant puits et fissures®	Translucide Blanc cassé	Peu chargé (5%)	Oui	Non	93,65 € (4 seringues de 1,2 mL)
DENTSPLY	Delton FS +®	Blanc opaque	Oui (55%)	Oui	Oui	-
SDI	Conseal F®	Blanc opaque Translucide Gris clair	Oui (7%)	Oui	Non	54,45 € (3 seringues de 0,91 mL + 1 seringue de 1,25g d'etching)
SHOFU	Beautisealant®	Translucide	Oui	Non	Non	-
VOCO	Control Seal®	Translucide	Oui (55%)	Oui	-	-

Présence de fluorures

Le scellement des sillons est une mesure préventive contre la lésion carieuse par l'élaboration d'une barrière mécanique. Par l'ajout de fluorures, on cherche à établir une barrière chimique : la présence d'ions fluor entraîne à la fois une réduction du risque de déminéralisation et une accélération du processus de reminéralisation. Ces fluorures se trouvent essentiellement sous la forme de verre fluorosilicate ou de fluorure de sodium (NaF).

Malheureusement, il a été montré que les fluorures sont relargués sur une durée relativement courte et que leur taux est très faible - aucune différence du taux de fluorures salivaire n'est observée avant et après scellement des sillons (Simonsen et Real, 2011).

Dans une étude *in vitro*, des *sealants* relarguant des fluorures ou non ont été placés sur la face occlusale de dents exposées à un milieu acide. Au bout de 6 semaines, la déminéralisation est identique pour ces deux matériaux (Prabhakar et coll., 2012). Quant au taux de rétention, il semble également similaire (Morphis et coll., 2000 ; Heifetz et coll., 2004).

Finalement, il existe peu de différences entre les deux et l'ajout de fluorures ne montre actuellement pas de supériorité clinique. Il manque actuellement de preuves et d'études à long terme. La présence ou non de fluorures ne doit pas être un critère décisif pour privilégier le choix d'un matériau à un autre (Morphis et coll., 2000 ; Droz et coll., 2004 ; Kühnisch et coll., 2011).

Présence de charges

L'ajout de charges ou non impacte les propriétés mécaniques et physiques des matériaux de scellement.

La présence de charges (essentiellement du fluorure de sodium, de la zircone ou du silicium) diminue la porosité et améliore la résistance du *sealant* à l'usure. Mais cela exige une étape de contrôle et d'ajustage occlusal rigoureuse. En effet, une résine composite non chargée peut s'abraser en 24h ou 48h si elle est en contact avec une cuspide antagoniste, ce qui n'est pas le cas des résines chargées.

Aussi, le taux de charge augmente la viscosité, ce qui implique qu'une résine chargée pénètre moins bien dans les anfractuosités et assure donc une plus faible rétention et majore le risque de percolation bactérienne dans le temps.

Sur une étude menée sur 12 mois, les taux de rétention complète et de perte totale atteignent respectivement 53,57% et 8,83% pour la résine chargée et 62,29% et 3,57% pour la résine non chargée. Une différence est observée, elle est néanmoins peu significative et résulte de la comparaison de deux produits uniquement (Reedy et coll., 2015).

Couleur

Avant 1977, les *sealants* étaient tous transparents. C'est à cette époque que le premier matériau de scellement blanc a été commercialisé et depuis on les trouve sous différentes couleurs.

La coloration des produits de comblement des puits et fissures permet non seulement de faciliter leur application, mais aussi de pouvoir surveiller aisément leur intégrité et rétention lors des contrôles ultérieurs.

Selon une étude, dans laquelle les praticiens doivent définir si oui ou non les dents ont été scellées, 2% des praticiens n'ont pas remarqué la présence de *sealants* lorsqu'ils étaient opaques, contre 23% lorsqu'ils étaient transparents (Nowak et coll., 2019).

Cependant, certains inconvénients inhérents à la coloration ont été mis en avant. Le scellement des puits et fissures à base de produits colorés peut paraître inesthétique, surtout dans la période actuelle où l'on s'efforce à restaurer en imitant au maximum la couleur et l'anatomie originelles de la dent.

De manière plus notable, l'opacité du *sealant* peut éventuellement dissimuler l'initiation et le développement de lésions carieuses sous-jacentes à l'obturation.

Plus récemment, des matériaux changeant de couleur suite à la polymérisation ont été introduit : il s'agit de *sealants* photochromatiques. Le Clinpro® (3M ESPE) passe ainsi du rose lors de son application à du blanc opaque suite à sa prise. L'Helioseal® Clear Chroma (Ivoclar Vivodent) quant à lui reste transparent mais devient vert sous la lumière de la lampe à photopolymériser.

L'efficacité clinique est inchangée selon la couleur, il convient donc au praticien de faire le choix d'un produit coloré ou non en fonction de ses préférences (Simonsen et Neal, 2011 ; Bekes, 2018).

Présence de bisphénol A

Les résines composites contiennent des dérivés de bisphénol A, avec en première ligne les résines diméthacrylates glycidiques de bisphénol A (résines Bis-GMA). La présence de bisphénol A dans les matériaux de soins dentaires fait souvent l'objet de critiques et soulèvent de nombreuses interrogations concernant son impact sur la santé générale.

- Protocole

Isolation de la dent

La pose d'une digue dentaire s'impose comme le procédé de choix lors du comblement de sillons à la résine composite. L'utilisation de cotons salivaires est néanmoins tolérée lorsqu'il est possible d'obtenir une isolation satisfaisante de la surface à coller. Le but est d'avoir un contrôle de l'humidité et d'éviter les contaminations salivaires.

Nettoyage prophylactique et éventuelle préparation amélaire

Le choix de la technique incombe peu et appartient au praticien, mais sa réalisation est indispensable.

Mordantage de la surface amélaire

Le mordantage de l'émail est réalisé à l'acide orthophosphorique à 35-40% (majoritairement à 37%). Il entraîne une augmentation de la surface développée de 10 à 20 fois et une amélioration de la porosité de la surface sur 10 à 20 microns. Cette étape obligatoire permet l'adhésion de la résine composite (Degrange et Pourreyron, 2010).

Le temps d'application du mordantage doit se faire entre 15 et 60 secondes au niveau de la surface amélaire, aucune étude n'a permis d'établir une véritable corrélation entre le temps d'application et la rétention du *sealant*. Dans la majorité des études sur le scellement des sillons, l'acide est placé durant 30 à 60 secondes.

Concernant les dents temporaires, certains recommandent un temps de mordantage de 120 secondes. Ce temps est doublé du fait de la couche importante d'émail aprismatique. Tandis que d'autre préconisent de réduire le temps de mordantage sur les dents temporaires, afin de rendre la thérapeutique plus rapide et ainsi éviter le risque de contamination salivaire (Naaman et coll., 2017). Mais de même, les études sont peu nombreuses et les résultats peu concluants (Duggal et coll., 1997 ; Lo et coll., 2019).

Il faut se fier aux instructions du fabricant qui définissent la meilleure stratégie à adopter selon le produit choisi.

Concernant le conditionnement, l'acide orthophosphorique se présente sous forme de gel ou de liquide. Aucune différence d'efficacité ou de pénétration du produit dans les anfractuosités n'est à signaler.

Certains préfèrent le gel pour sa facilité d'application et sa coloration qui met en évidence la zone d'application. D'autres vont privilégier la solution liquide qui s'étale davantage et recouvre l'ensemble de la surface.

L'application doit concerner les sillons, puits et fissures mais également s'étendre sur 2-3 mm au niveau des cuspides pour garantir une adhésion au niveau du joint surface dentaire/matériau de scellement (Waggoner et Siegal, 1996).

Il faut aussi veiller à ne pas oublier les sillons palatins des molaires maxillaires et les sillons vestibulaires des molaires mandibulaires (Casamassimo et coll., 2012).

Les systèmes auto-mordançants (SAM), bien qu'ils facilitent les procédures cliniques, entraînent une porosité moins importante que les systèmes conventionnels et sont donc peu recommandés pour le comblement des puits et fissures (Venker et coll., 2004 ; Beauchamp et coll., 2008 ; Barkmeier et coll., 2009).

Pour les mêmes raisons de gain de temps et de simplification du protocole, des *sealants* auto-automordançants ont été introduits. Lors d'une première étude, leur valeur d'adhérence est nettement inférieure à celle obtenue lors de la technique de mordantage standard ou lors de l'utilisation d'un SAM (Biria et coll., 2014). Dans d'autres études, les micro-infiltrations suite au scellement sont semblables à celles observées lors de la technique conventionnelle (Nahvi et coll., 2018 ; Garg et coll., 2019).

C'est une technique prometteuse, qui rend le protocole davantage opérateur-indépendant, et mérite de ce fait d'amples recherches.

Rinçage

Le rinçage permet d'éliminer tout l'acide présent sur la dent. Il doit se faire abondamment à l'aide de la seringue air-eau durant 20 à 30 secondes.

Séchage

Le séchage d'une durée de 15 secondes donne à la surface amélaire un aspect blanc crayeux. Il est réalisé à l'aide de la seringue eau-air en veillant préalablement à vider les tubulures pour obtenir de l'air exempt d'eau et de graisse. Il est indispensable que suite à cette étape la dent reste propre, sèche et à l'abri de contaminations, dans le cas contraire la procédure de mordantage-rinçage-séchage est à réitérer (HAS, 2005).

Application d'un adhésif

L'application d'un adhésif s'impose en cas d'ouverture des sillons (Droz et coll., 2004).

En cas de scellement prophylactique, l'adhésif est sujet à controverse. L'ajout d'une étape au protocole implique une augmentation du plateau technique et du coût de la thérapeutique, ainsi qu'un allongement du temps de travail entraînant un risque supplémentaire de contamination salivaire.

Surtout que selon certaines études menées sur 2 et 5 ans, aucune différence n'est observée s'agissant de la rétention ou de la prévention des lésions carieuses en fonction de l'utilisation d'un adhésif ou non lors de la mise en place du *sealant* (Pinar et coll., 2005 ; Nazar et coll., 2013).

Mais dans de nombreuses études, le recours à un système adhésif améliore de façon notable le collage (Feigal et coll., 2000), à condition qu'il s'agisse d'un système mordantage et rinçage (M&R) (Sakkas et coll., 2013, Bagherian et coll., 2016).

Les recommandations de l'American Dental Association (ADA) indiquent qu'un adhésif (M&R 2 temps) peut être utilisé, si le praticien estime que dans la situation clinique à laquelle il est confronté, son utilisation peut améliorer la rétention du *sealant*. Cela peut être le cas lorsque les sillons sont peu anfractueux (Beauchamp et coll., 2008).

Application du matériau de scellement à base de résine

La résine doit être appliquée sur l'ensemble des anfractuosités de la face occlusale et inclure si besoin les sillons vestibulaires ou palatins. Il convient d'attendre une quinzaine de secondes son étalement. Une sonde peut être passée dans les sillons afin d'éliminer d'éventuelles bulles.

La quantité de produit à appliquer doit être appropriée. Suffisante pour combler l'ensemble des puits et fissures mais mesurée pour ne pas déborder de la zone mordancée ou créer des interférences occlusales. Dans ce cas, il est conseillé de retirer l'excédent à l'aide d'une microbrosse avant photopolymérisation.

Photopolymérisation

Le temps de photopolymérisation nécessaire à la prise du matériau varie notamment en fonction de la lampe utilisée, de la couleur du *sealant* et de la distance entre la lampe et la face occlusale. Une photopolymérisation de 40 secondes à 2,2 mm de distance donne des résultats optimaux en matière de polymérisation (Yue et coll., 2009). Il faut veiller à photopolymériser les différentes faces scellées (face occlusale, mais aussi palatine ou vestibulaire).

Contrôle

Un contrôle visuel et à la sonde permet de vérifier l'absence de bulles, de manque ainsi que l'adaptation du matériau de comblement. La couche d'inhibition à l'oxygène peut être supprimée par un léger polissage ou un rinçage abondant avec aspiration efficace.

L'occlusion est contrôlée à l'aide de papiers articulés et en cas d'interférences, une correction à l'aide d'instruments rotatifs de faible granulométrie doit être pratiquée.

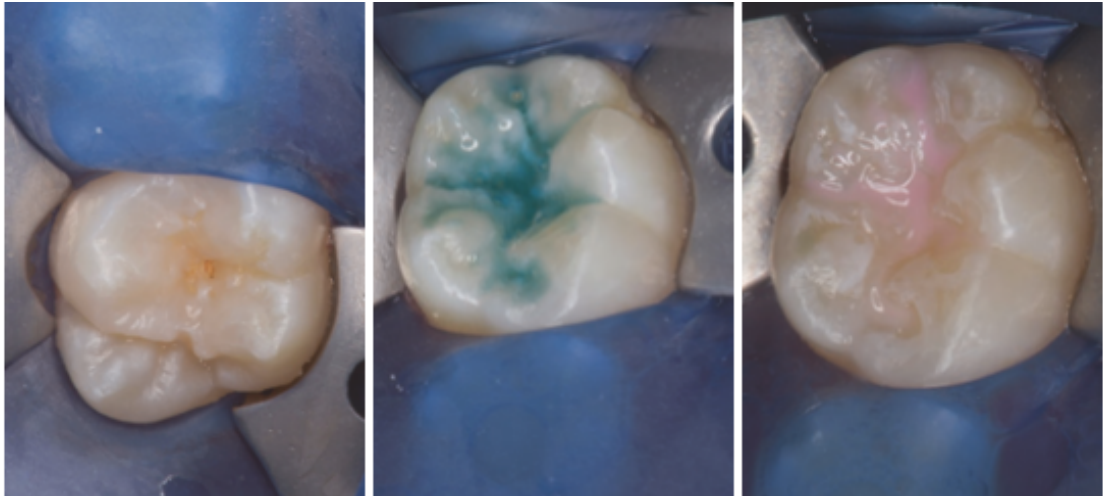


Figure 20 : isolation de la dent à l'aide d'une digue dentaire (gauche), mordantage à l'acide orthophosphorique à 37% (milieu) et application du sealant à base de résine Clinpro® (source : Bekes, 2018)

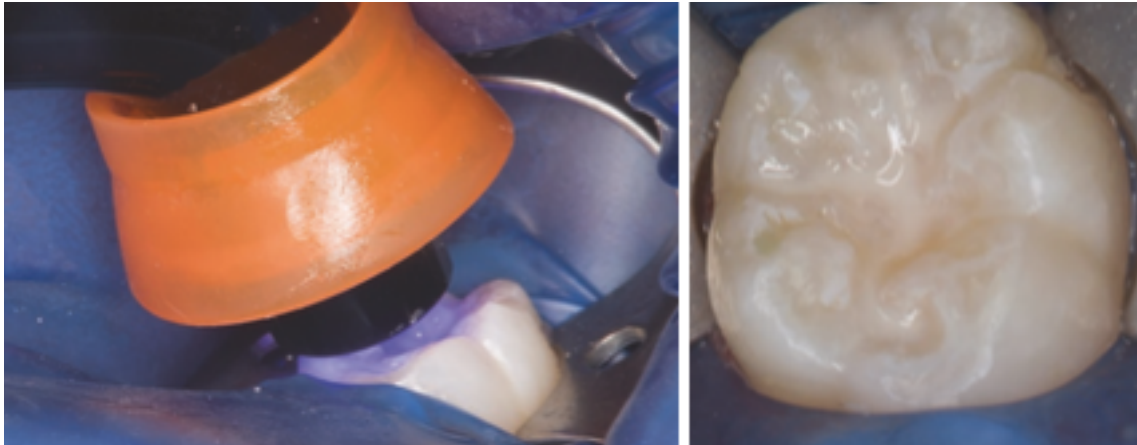


Figure 21 : sealant durant la photopolymérisation (droite) et après (gauche) (source : Bekes, 2018)



Figure 22 : contrôle de l'occlusion et de l'adaptation (source: Bekes, 2018)

2.2.2. Ciment Verre Ionomère (CVI)

- Description

Les CVI ou ciments verres ionomères ont de multiples indications et domaines d'application : odontologie restauratrice, prothétique, pédiatrique, gériatrique...

Comme tous les ciments, les CVI traditionnels sont constitués du mélange d'une poudre et d'un liquide.

- La poudre : il s'agit d'un fluoro alumino silicate.
- L'acide : c'est une solution aqueuse d'acide polyalkénoïque.

L'obtention du ciment fait suite à une réaction acide-base où, la base est la poudre et le liquide, l'acide (Attal, 2010).

Les CVI sont principalement reconnus pour leur capacité d'adhésion intrinsèque et leur bioactivité, ce qui en fait un matériau d'intérêt pour les *sealants*.

Tableau 9 : classification internationale de la First European Union Conference on Glass-ionomer - 1996 (source : CNEOC, 2010)

Famille	Description
Famille I	CVI conventionnels
Famille II	CVI hybrides ou CVI modifiés par adjonction de résine
Famille III	Compomères ou composites modifiés par polyacides
Famille IV	Autres, les autres composites modifiés

Avec l'avènement du concept de dentisterie prophylactique, la technique « ART » ou *Atraumatic Restorative Treatment* a vu le jour. Non seulement, comme son nom l'indique, l'ART inclue les restaurations de lésions carieuses mais comprend également les soins de prévention comme le scellement des puits et fissures.

Initialement, destiné à la médecine humanitaire pour la réalisation de soins sans eau, ni électricité ; l'ART s'étend dans les pays développés et prend toute sa place dans le concept de dentisterie minimalement invasive (Frencken, 2014).

L'objectif principal est de stabiliser et prévenir les lésions carieuses de manière non traumatisante. Il s'agit d'éviter au maximum les instruments dont le visuel ou la fonction sont associés à la douleur (ex : seringue d'anesthésie, sonde). De même, le vocabulaire utilisé doit être surveillé et les termes à connotation négative sont à bannir.

Par ses propriétés et sa facilité d'utilisation, le CVI s'impose comme un matériau de choix pour cette technique.

- Matériaux disponibles pour le scellement des sillons, puits et fissures

Tableau 10 : tableau non exhaustif des sealants à base de CVI commercialisé en France

Nom du laboratoire	Nom du produit	Couleur	Conditionnement	Viscosité	Temps de prise net	Coût
GC	Fuji Triage®	Blanc Rose	Capsules Mélange poudre/liquide	Faible viscosité	2 min 30 (20 à 40 secondes sur commande en accéléré pour le rose)	164,89 € (Boîte de 50 capsules)
	Riva Protect®	Rose Blanc	Capsules Mélange poudre/liquide	Faible viscosité	3 min (prise rapide disponible sous forme de capsules uniquement) 5 minutes (prise normale)	169€ (Boîte de 50 capsules)
VOCO	Ionostar Plus®	A1, A2, A3 et A3.5	Capsules	-	2 minutes	74 € (Boite de 20 capsules)
	Aqua Ionofil Plus®	A1, A2 et A3	Mélange poudre/liquide	-	2 à 3 minutes	79,32 € (15g de poudre + liquide correspondant)

Le Fuji Triage® et le Riva Protect® sont des matériaux à base de CVI destinés spécifiquement aux scellements de sillons. Par leur relative tolérance à l'humidité, ils sont recommandés lorsque l'isolation est imparfaite. Ils sont surtout appréciés pour leur basse viscosité et leur aisance d'application. Aussi, la libération d'ions fluor est quasiment 6 fois supérieure aux CVI conventionnels.

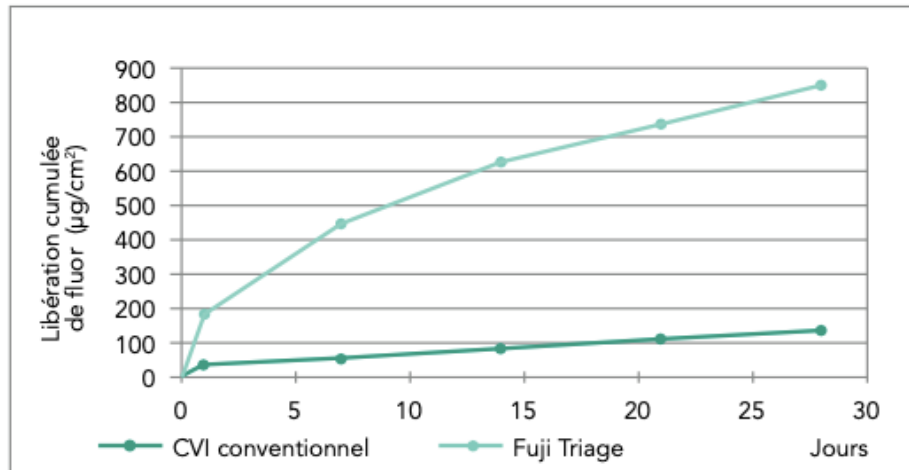


Figure 23 : libération de fluor en fonction du temps, comparaison entre un CVI conventionnel et le Fuji Triage® (source : GC)

Couleur

Pour les mêmes raisons que pour la résine composite, l'ajout de colorant permet une meilleure visualisation lors de l'application et lors du suivi ultérieur. Et de même, l'application d'un matériau coloré au niveau de la face occlusale peut paraître inesthétique.

Le Fuji Triage® (GC) existe en 2 teintes : blanche et rose. Les deux sont chémopolymérisable et le temps de prise net est de 2 minutes 30. Pour le Fuji Triage® rose, la prise peut être accélérée et passée entre 20 et 40 secondes sous la lumière d'une lampe halogène ou plasma. En effet, par l'ajout des pigments de couleurs, le produit est plus réceptif à la chaleur dégagée par la lampe, ce qui accélère sa polymérisation.

Conditionnement

Les CVI existent sous la forme de deux conditionnements en ce qui concerne les *sealants*.

- Sous forme de poudre et liquide, ils nécessitent une phase de préparation où les dosages de chaque constituant doivent être respectés. Aussi, la spatulation doit être chronométrée afin que la consistance du matériau soit optimale au moment de la mise en place sur la phase occlusale.
- Sous forme de capsules pré-dosées, suite à la trituration, le CVI est directement placé grâce à l'embout applicateur au niveau des sillons. Ce conditionnement est donc plus facile d'utilisation.

Dans le cas du Riva Protect® (SDI) le conditionnement impacte le temps de prise. Les capsules pré-dosées existent sous forme de prise normale ou accélérée (avec photopolymérisation durant 20 secondes). Le mélange manuel poudre/liquide n'existe que sous forme de prise normale.

Viscosité

Actuellement, le Fuji Triage® (GC) et le Riva Protect® (SDI) sont recommandés pour leur faible viscosité et donc leur pénétration au niveau des sillons.

Les CVI à haute viscosité sont de plus en plus utilisés pour le scellement des puits et fissures de par leur meilleure rétention que ceux à moyenne ou basse viscosité (van't Hof et coll., 2006 ; de Amorim et coll., 2018).

Temps de prise

Les CVI sont caractérisés par une chétopolymérisation correspondant à une réaction acide/base. Cette dernière se déroule en 3 étapes (Attal, 2010).

- La phase de relargage ionique correspond au temps de travail du matériau, c'est-à-dire à la préparation (trituration ou mélange poudre/liquide) suivi de l'application sur la surface à sceller. Cette phase dure environ 1 à 2 minutes.
- La phase de gélification est la phase de prise initiale d'une durée de 5 minutes, le CVI prend alors un aspect opaque.
- La phase de durcissement ou phase de prise finale s'étend sur plusieurs jours et à l'issue de cette phase le matériau retrouve sa brillance.

Le temps de prise net correspond au temps de prise au bout duquel, il est envisageable d'intervenir, c'est-à-dire retirer les cotons servant à l'isolation, contrôler l'occlusion...

Durant ce laps de temps, il convient de garder la dent au maximum à l'abri de l'humidité et de la contamination salivaire.

- Protocole

Le protocole ci-dessous développe la technique de scellement des sillons en technique ART (Holmgren et coll., 2013 ; Frencken, 2014).

Isolation de la dent

L'isolation est réalisée à l'aide de cotons salivaires, placés de part et d'autre de la dent à sceller.

Nettoyage prophylactique

Réaliser le nettoyage de la dent à l'aide de boulettes de coton humides puis la sécher à l'aide de boulettes sèches.

Conditionnement de la surface

Malgré l'adhésion intrinsèque des CVI à la dent, le traitement préalable de la surface dentaire est tout de même conseillé afin d'optimiser l'adhésion. Il entraîne une légère déminéralisation de surface et une amélioration du mouillage du CVI sur l'émail. Pour cela, une solution d'acide polyacrylique à 10 ou 20% est appliquée sur la face occlusale, ainsi que les sillons vestibulaires ou palatins. Il convient de suivre les instructions du fabricant pour le temps d'application.

Rinçage

Le rinçage s'effectue à l'aide de minimum 2 boulettes de coton humidifiées.

Séchage

Le séchage doit se faire à l'aide d'une boulette de coton sèche.

Application du matériau de scellement

En fonction du conditionnement, la poudre et le liquide sont :

- prédosés en capsule - trituration à l'aide d'un vibreur en respectant les instructions du fabricant ;
- à mélanger manuellement - respecter le dosage poudre/liquide et le spatuler le temps indiqué.

Le produit est placé en excès sur la zone à sceller.

Une petite quantité de vaseline (ou beurre de cacao) doit être placée sur l'index. Avec la pulpe du doigt, le CVI est comprimé dans les sillons. Après une dizaine de secondes, le doigt doit être retiré latéralement. Il s'agit de la technique du *press-finger*.

L'excédent de matériau peut être retiré à l'aide d'une sonde ou d'une microbrosse. Il est indispensable de maintenir la dent au sec le temps de prise du matériau sans pour autant venir sécher le *sealant* (approximativement 2 minutes, mais se fier aux instructions du fabricant pour avoir le temps de prise exact).

Contrôle et protection

Il s'agit de la même procédure que pour le comblement des puits et fissures à l'aide de résine composite : contrôles visuel, tactile et de l'occlusion.

Il peut être intéressant de protéger le CVI à l'aide de vaseline ou d'un *coat* (il s'agit souvent d'une résine non chargée photopolymérisable).



Figure 24 : conditionnement à l'acide polyacrylique (droite) et application du Fuji Triage® blanc (gauche) (source : <https://biodentistry.eu/how-to-make/>)



Figure 25 : technique du press-finger (droite) et retrait des excès à l'aide d'une sonde (gauche) (source : <https://biodentistry.eu/how-to-make/>)



Figure 26 : résultat obtenu après 2min30 de prise (source : <https://biodentistry.eu/how-to-make/>)

2.2.3. Autres matériaux

- Ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMAR)

Les CVIMAR ont été introduits pour suppléer aux défauts majeurs des CVI traditionnels, à savoir la faible rétention et des propriétés esthétiques moins bonnes en comparaison des résines composites. Cependant, leurs propriétés mécaniques sont plus réduites que celles des résines composites et la quantité d'ions fluor relargués est moins importante que celles des CVI.

Il s'agit de CVI, auxquels sont ajoutés des monomères de résine d'hydroxyéthyl-méthacrylate (HEMA) ou de diméthacrylate glycidique de bisphénol A (Bis-GMA), ainsi que des photo-initiateurs. La réaction de prise est double : on observe une réaction acide-base et une polymérisation radicalaire en chaîne (Attal, 2010).

Concernant leur mise en place, elle est identique à celle des CVI. On additionne simplement une étape de photopolymérisation à la fin du scellement.

- Compomères

Les compomères sont des matériaux récents, introduits dans les années 1990. Ce sont des résines modifiées par des polyacides. Leur composition est basée sur un mélange de résines composites et de CVI, d'où leur nom qui correspond à la contraction des termes composite et ionomère. Tout comme les CVIMAR, leur réaction de prise est double (Nicholson, 2007).

La composition des compomères est la suivante :

- matrice composée de monomères diméthacrylates, auxquels sont additionnés des groupements d'acide carboxyliques,
- charges présentant des similitudes à celles des CVI.

Ils ont été créés pour combiner les avantages de chaque matériau dont ils sont inspirés, à savoir :

- pour les résines composites, propriétés esthétiques et mécaniques ;
- pour les CVI, réaction acide-base qui autorise une prise en milieu humide, libération d'ions fluorures.

Mais ces propriétés sont nettement inférieures à celle des résines composites et des CVI conventionnels, ce qui leur vaut parfois la qualification de « produits marketing » (Ruse, 1999 ; Dupas et coll., 2009).

S'agissant de leur manipulation, elle est relativement équivalente à celle des résines composites conventionnelles.

- Vernis fluorés

Le vernis fluoré est un concentré de fluorures dans une base résine ou synthétique. Trois concentrations sont disponibles en Europe (1 000, 22 600 et 56 300 ppm). En cas de RCI élevé, la concentration doit être d'au moins 22 600 ppm et l'application renouvelée au moins 2 fois par an.

Par ses nombreux avantages : application rapide et facile, faible quantité nécessaire pour une application sur l'ensemble de la denture, risque minimisé de fluorose et complications très rares, les vernis fluorés apparaissent comme une potentielle alternative aux *sealants* (Virupaxi et coll., 2016).

Selon des études Cochrane, ils entraînent une diminution significative de l'incidence des lésions carieuses, aussi bien au niveau de la denture temporaire que permanente (réduction de 43% et 37% des indices CAOD et caod respectivement) (Marinho et coll., 2002 ; Marinho et coll., 2013).

Quant au protocole, le vernis est appliqué sur les surfaces dentaires préalablement nettoyées. Il faut ensuite suivre les instructions du fabricant concernant le séchage ou non des dents. La mise en place du vernis se fait à l'aide d'une microbrosse ou d'un pinceau sur l'ensemble des arcades et est complétée par le passage de fil dentaire en proximal. L'application dure de 1 à 4 minutes selon la coopération de l'enfant. Il est important d'indiquer qu'il ne faut ni boire ni manger pendant au moins 2h, et de ce fait il est important de veiller à l'horaire du rendez-vous.

La nécessité d'un suivi et de réapplications régulières (2 à 4 fois par an en fonction du RCI) constituent le principal inconvénient des vernis fluorés.

De nombreux auteurs rapportent que les *sealants* à base de résine sont plus efficaces dans la prévention et l'arrêt des lésions carieuses que les vernis (Wright et coll., 2016 ; Ahovuo-Saloranta et coll., 2016).

En effet, selon une étude, ils réduiraient l'incidence des lésions carieuses de 34% en comparaison avec l'application de vernis fluoré (Nowak, 2019).

Cependant, une revue systématique et méta-analyse récente ne montre pas de différence significative entre ces deux méthodes. Elle privilégie même l'application de

verniss dans les pays sous-développés et en développement du fait de son accessibilité économique et de sa facilité de mise en œuvre (Li et coll., 2020).

Peu d'études comparent les scellements de sillons au CVI et l'application de verniss fluorés.

Il peut aussi être intéressant d'étudier l'association de verniss fluoré aux *sealants*. Il a été démontré que les CVI ont une certaine capacité à se recharger par la présence de fluor topique (notamment lors de l'application de verniss fluoré) et par la suite relarguer des ions fluorures vers le milieu buccal et la dent.

Les verniss fluorés sont considérés pour le moment comme une solution de temporisation lorsque l'isolation est insatisfaisante ou de complément par la suite mais ne se substituent pas au comblement des puits et fissures.

2.3. Critères de choix des matériaux

2.3.1. Cahier des charges du matériau idéal

- Rétention

Le rôle du *sealant* est de créer une barrière physique rendant à la fois le nettoyage plus aisé et empêchant la déminéralisation et l'initiation de lésions carieuses au niveau de la face occlusale. Il paraît donc logique de corréler l'efficacité du scellement des puits et fissures à sa rétention. C'est ainsi que la rétention est un des critères les plus étudiés pour juger de l'intérêt du scellement des sillons.

En effet, certains évoquent que la perte du *sealant* majore le risque de développer des nouvelles lésions carieuses en comparaison d'une dent n'ayant jamais été scellée. Cela peut s'expliquer par les modifications de la structure amélaire, faisant notamment suite au mordantage. Aussi en cas de perte partielle, il peut se créer une accumulation de débris alimentaires et de biofilm entraînant une déminéralisation.

Mais ces remarques sont loin de faire consensus (Griffin et coll., 2009).

Tableau 11 : taux de rétention des sealants selon différents matériaux à 2, 3 et 5 ans ; estimé par une méta-analyse (source : Kühnisch et coll., 2020)

	Taux de rétention à 2 ans (%)	Taux de rétention à 3 ans (%)	Taux de rétention à 5 ans (%)
Résine composite photopolymérisable	68,4	83,1	57,8
CVI	14,1	8,4	1,6

Les *sealants* à base de résine composite présentent de loin le plus haut taux de rétention. Ils sont notamment pour cette raison, considérés comme le gold-standard (Botton et coll., 2015).

Concernant les CVI, le taux de rétention est 5 fois plus faible que pour les résines composites à 2 ans, 10 fois plus faible à 3 ans et 36 fois plus faible à 5 ans.

Ce taux très bas s'explique essentiellement par un manque d'adhésion avec l'émail (Mejare et coll., 1990 ; Kühnisch et coll., 2012).

Cependant, le résultat d'une revue systématique montre que le risque de perte complète du *sealant* est associé au risque de l'initiation de nouvelles caries pour les résines composites mais pas pour le CVI (Mickenautsch et Yengopal, 2013).

En effet, une observation à l'échelle microscopique informe que des traces résiduelles de CVI persistent au fond des puits et fissures malgré la perte du *sealant*, permettant d'assurer ce rôle de barrière et de protection contre la lésion carieuse (Bekins, 2018).

La seule analyse de la rétention ne suffit donc pas à déterminer l'effet préventif du matériau face à la maladie carieuse. Par ailleurs, pour définir de manière précise la rétention, il faudrait étudier non seulement chaque produit individuellement mais aussi les protocoles et conditions d'application (Arhakis et coll., 2007 ; Viridi, 2015).

- Étanchéité
 - Adhésion

Les CVI sont caractérisés par leur adhésion intrinsèque, c'est-à-dire qu'ils adhèrent directement à la surface dentaire. C'est une adhésion chimique entraînant

des liaisons ioniques entre le matériau et la dent. Aucune préparation de la surface au préalable n'est nécessaire mais le conditionnement à l'acide polyacrylique favorise l'échange et la diffusion ionique.

Contrairement au CVI, la résine composite n'adhère pas de manière spontanée aux tissus dentaires. Un système adhésif est indispensable, il comprend une étape de mordantage de l'émail permettant la micro-rétention de la résine de scellement.

L'adhésion de la résine composite à l'émail est de 20 à 30 MPa (Colon et coll., 2010). Celle du CVI, nettement inférieur s'élève à 3-6 MPa sans conditionnement préalable à l'acide polyacrylique et monte à 6-7 suite au conditionnement à l'acide polyacrylique (Attal, 2010). Cette différence d'adhésion traduit en grande partie le manque de rétention des CVI.

- Résistance à l'usure

L'usure naturelle de l'émail est estimée à 30 $\mu\text{m}/\text{an}$ au niveau des prémolaires et à 50 $\mu\text{m}/\text{an}$ au niveau des molaires. Selon la norme ADA, cliniquement l'usure acceptable pour un matériau est de 40-50 μm par an.

En ce qui concerne le scellement des puits et fissures, la résistance à l'usure reflète notamment la résistance au brossage, à l'acidité buccale (suite à une prise alimentaire par exemple). Mais l'importance de ce critère est à modérer car une faible épaisseur de matériau suffit à créer une barrière physique au niveau des sillons.

Dans le cas des résines composites, la matrice subit une usure plus rapide que les charges. Ainsi une résine non chargée, s'use plus vite. De ce fait, le contrôle de l'occlusion suite au scellement est moins important que pour une résine chargée.

En ce qui concerne les CVI, les CVI conventionnels ont une résistance à l'usure limitée. En effet, lorsqu'ils sont soumis à des contraintes, des fissures apparaissent et peuvent se réparer mais dans une moindre mesure. Les CVI à haute viscosité ont quant à eux une meilleure résistance à l'usure.

- Stabilité dimensionnelle

Les variations dimensionnelles, qu'elles interviennent lors de la prise ou plus tard, peuvent être à l'origine d'une perte d'étanchéité. Dans ce cas, il peut avoir apparition de hiatus à l'origine de percolation bactérienne, de dyscolorations marginales et de lésions carieuses.

Module d'élasticité de Young (Colon et coll., 2010 ; Attal, 2010)

Le module d'élasticité de Young informe sur le comportement du matériau lorsqu'il est soumis à des contraintes. En effet, plus le module d'élasticité est faible, moins le matériau est rigide et plus il se déforme.

Les résines composites fluides et les CVI ont un module d'élasticité relativement faible, respectivement 4,5 et 20 GPa, par rapport à l'émail (84 GPa). Ces matériaux ont tendance à se déformer sous la contrainte et donc ne pas entraîner de rupture.

Contraction de polymérisation (Kleverlaan et Feilzer, 2005 ; Al Sunbul et coll., 2016)

La contraction de polymérisation est relativement similaire entre les résines composites (2,5 à 5%) et les CVI (3%). Cependant du fait de la polymérisation lente des CVI, qui s'étend sur plusieurs jours, cette contraction se dissipe dans l'ensemble du matériau et non seulement à l'interface dent/matériau, ce qui permet de s'assurer d'une bonne étanchéité.

La contraction de polymérisation pose davantage de problèmes pour les résines et notamment les résines composites fluides qui font généralement l'objet d'une contraction de polymérisation plus importante, du fait du pourcentage de charges moins élevé.

Coefficient de dilatation thermique (Colon et coll., 2010)

La température buccale varie entre 5 et 55°C en fonction de l'alimentation. Ces changements de température entraînent des phénomènes de dilatation et rétraction aussi bien au niveau des matériaux que des tissus dentaires. Plus le

coefficient de dilatation thermique est supérieur à celui de l'émail, plus le joint dent/matériau est soumis à des contraintes pouvant perturber son intégrité.

Le coefficient de dilatation thermique des résines micro-chargées (45 à 70. $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) est 4 à 6 fois supérieur à celui de l'émail et du CVI (respectivement $11,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et $11 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

Le risque de hiatus et de percolation bactérienne est donc plus important pour les *sealants* à base de résine et peut ainsi compromettre son étanchéité.

- Bioactivité

Les CVI sont reconnus pour leur bioactivité et la libération de fluorures.

Cette libération se fait aussi bien dans la salive que vers la dent, avec un pic survenant les premières heures après leur mise en place.

Elle entraîne entre autres :

- une activité antibactérienne (l'accumulation de plaque au niveau du *sealant* réalisé au CVI est moins importante que pour les autres matériaux tels que le composite) ;
- une augmentation de la résistance à la solubilité des tissus dentaires en milieu acide ;
- une reminéralisation des surfaces partiellement déminéralisées ;
- un relargage d'ions fluor suite à la recharge du CVI en fluorures au contact du milieu buccal (dentifrice, fluoration topique...).

La quantité d'ions fluor relarguée est plus importante pour les CVI à haute viscosité que pour les CVI conventionnels (Attal, 2010). Selon une étude, grâce à cette propriété, l'effet préventif face à la lésion carieuse des CVI à haute viscosité est 3,1 à 4,5 fois supérieur que les résines composites après 3 à 5 ans (Beiruti et coll., 2006).

Concernant les résines composites, l'ajout de fluorures n'a pas fait ses preuves et nécessite davantage de recherches.

- Facilité d'emploi et de mise en œuvre

Nombre d'étapes du protocole

La durée de réalisation de la thérapeutique du scellement des puits et fissures est inhérente au nombre d'étapes.

Il est sensiblement identique entre les résines composites et les ciments verres ionomères :

- 8 étapes au minimum sont requises pour les *sealants* à base de résines composite,
- contre 7 pour la technique en ART au CVI.

Dans le cas d'un scellement à la résine, une étape d'anesthésie est à additionner si une digue dentaire est mise en place. Aussi, l'application d'adhésif, soumise à débat, fait éventuellement l'objet d'une étape supplémentaire.

Concernant le CVI, l'étape de conditionnement peut être facultative du fait de l'adhésion intrinsèque mais néanmoins fortement recommandée (Attal, 2010).

Complexité de réalisation et manipulation

Certains matériaux comme la résine composite impliquent un respect strict des conditions d'utilisation et de ce fait imposent des conditions de travail particulières.

En effet, la résine composite ne tolère pas l'humidité. L'isolation doit être rigoureuse et garantie tout le long du scellement. Elle nécessite donc si possible la pose d'un champ opératoire.

L'étape de mordantage est indispensable lors de la réalisation de *sealants* à la résine composite, contrairement au conditionnement en amont du scellement au CVI, qui lui peut être facultatif.

La manipulation des CVI conventionnels requiert une certaine minutie du fait de la sensibilité à la fois à l'humidité et à la déshydratation. Il convient de trouver la juste « balance d'eau ».

Un excès d'humidité provoque :

- une réduction des propriétés mécaniques ;
- un aspect mat et crayeux ;
- une augmentation du risque de dyscolorations.

Un excès de déshydratation entraîne une contraction de prise importante à l'origine de fissures internes au sein du matériau et une fragilité accrue du CVI.

Il faut veiller à travailler au maximum à l'abri de la salive, mais pour autant il ne pas sécher le CVI une fois mis en place (Attal, 2010).

De par ses propriétés, le protocole du comblement des puits et fissures à base de résine composite demande davantage de rigueur, ce qui augmente sensiblement le temps opératoire.

Temps de prise

La plupart des *sealants* à base de résine à l'heure actuelle sont photopolymérisable. Le temps de photopolymérisation recommandé est de 20 à 40 secondes. Il existe certaines résines qui sont chémopolymérisables, dans ce cas le temps de prise s'élève à 1 à 2 minutes.

Le temps de prise net est de minimum 2 minutes pour le CVI. La polymérisation globale nécessite plusieurs jours.

Cette période implique un respect des conditions du protocole, il faut préserver au maximum la zone scellée de l'humidité et des possibles contaminations. Les temps de prise sont à pondérer selon les recommandations du fabricant.

Possibilité de réfection

En cas de perte totale, il convient de remplacer le *sealant* perdu (HAS, 2005).

En cas de perte partielle, les résines composites aussi bien que les CVI autorisent la réfection à condition de reprendre le protocole dans son entièreté.

Les deux situations requièrent en préalable, l'analyse de la face occlusale afin de s'assurer de l'absence d'apparition ou de progression de lésions carieuses, ainsi que de l'adaptation marginale du scellement restant (Bekes, 2018).

- Coût acceptable voire faible

Pour définir le produit le plus intéressant financièrement, il est nécessaire de comptabiliser l'ensemble des coûts associés à la thérapeutique que ce soit en matériel (plateau technique avec digue, mordantage, conditionnement, tritrateur, adhésif...), en personnel (travail à deux ou quatre mains) ou en temps (coût horaire du cabinet).

La technique ART dispense d'eau et d'électricité et peut se réaliser en dehors de l'infrastructure du cabinet dentaire. De ce point de vue-là, elle peut se montrer avantageuse.

Il est difficile de définir lequel de ces matériaux entre la résine composite et le CVI est le plus économique. En effet, il faudrait savoir combien d'applications sont possible avec une seringue de résine ultrafluide par exemple, ou encore le nombre de dents que l'on peut sceller à l'aide d'une capsule de CVI tout en respectant les conditions d'utilisation (contrôle de l'humidité notamment).

- Conclusion sur les matériaux utilisés pour le scellement des sillons

À l'heure actuelle, aucun matériau n'est idéal et ne remplit l'ensemble de ces critères. Par le manque de preuves, il est prématuré de déterminer la supériorité d'un matériau par rapport à un autre.

Il est néanmoins possible de définir en fonction des propriétés des matériaux leurs indications selon la situation clinique à laquelle on fait face (Nowak et coll., 2019).

2.3.2. Choix du matériau

- En fonction de l'isolation

Le taux d'échecs moyen des *sealants* est de 5 à 10% par an. Le principal facteur d'échec est lié à un contrôle de l'humidité insuffisant et une contamination salivaire de la zone scellée lors de la réalisation de l'acte (Nogourani et coll., 2012).

De par leurs propriétés hydrophiles, les CVI sont largement recommandés lorsque l'isolation ne peut être totalement satisfaisante, et notamment en cas d'éruption incomplète de la dent.

Dans une étude évaluant l'application de *sealants* sur des molaires en cours d'éruption et en présence de contamination salivaire, la pénétration du matériau est bien meilleure pour le CVI que pour la résine composite ultra-fluide.

Aussi, lorsque la résine composite est utilisée, 40,07% des surfaces font à 24 mois l'objet d'une perte partielle ou totale alors que pour le CVI ce sont 23,12% des surfaces (Antonson et coll., 2012).

Une autre étude analysant la percolation bactérienne des *sealants*, montre que le CVI Fuji Triage® (GC) ne présente pas de différence selon qu'il y ait eu une contamination salivaire ou non lors de son application, contrairement à la résine composite (Al Jobair, 2010).

Selon les recommandations de la HAS (2005), si l'isolation de la dent est possible, il est préférable d'utiliser un matériau de scellement à base de résine.

Si l'isolation est imparfaite, deux possibilités s'offrent au praticien :

- réaliser le scellement des puits et fissures à l'aide d'un ciment verre ionomère ;
- réaliser des applications de vernis fluoré.

En cas d'isolation impossible, à ce moment il convient de différer la pose de *sealants* et d'insister sur les mesures de prévention (hygiène bucco-dentaire et conseils sur l'alimentation notamment).

Lorsque l'isolation est devenue satisfaisante et après réévaluation du RCI (s'il est toujours élevé), le comblement des puits et fissures à base de résine composite est recommandé. Si un scellement a préalablement été réalisé au CVI et que ce dernier est intact, il est conseillé de le laisser tel quel.

- En fonction de la coopération et de l'âge

Lors de la prise en charge d'un enfant, il est important d'étudier son comportement et d'évaluer sa coopération. Cette dernière peut faire l'objet d'une hétéro-évaluation.

Elle peut être scorée par l'échelle de Frankl, reconnue pour sa facilité d'utilisation.

Tableau 12 : échelle de Frankl (source : Berthet et coll., 2007)

Score	Observations
0	Comportement complètement négatif
1	Comportement négatif, réticent
2	Comportement positif, mais l'enfant reste sur ses gardes
3	Comportement complètement positif

L'échelle de Venham modifiée par Veerkamp est plus précise et donc plus largement utilisée.

Tableau 13 : échelle de Venham modifiée par Veerkamp (source : Naulin-Iff, 2011)

Score	Observations
Score 0	Détendu, souriant, ouvert, capable de converser, meilleures conditions de travail possibles Adopte le comportement voulu par le dentiste spontanément ou dès qu'on le lui demande Bras et pieds en position de repos Attentif
Score 1	Mal à l'aise, préoccupé Pendant une manœuvre stressante, peut protester brièvement et rapidement Les mains restent baissées ou sont partiellement levées pour signaler l'inconfort Elles sont parfois crispées Expression faciale tendue Pâleurs, sueurs Respiration parfois retenue Capable de bien coopérer avec le dentiste Regards furtifs sur l'environnement
Score 2	Tendu Le ton de la voix, les questions et les réponses traduisent l'anxiété Pendant une manœuvre stressante, protestations verbales, pleurs (discrets), mains tendues et levées, mais sans trop gêner le dentiste Pâleurs, sueurs Inquiet de tout nouvel événement Obéit encore lorsqu'on lui demande de coopérer La continuité thérapeutique est préservée Cherche un contact corporel rassurant (main, épaule)
Score 3	Réticent à accepter la situation thérapeutique, a du mal à évaluer le danger Protestations énergiques mais sans commune mesure avec le danger ou exprimées bien avant le danger, pleurs Pâleurs, sueurs Utilise ses mains pour essayer de bloquer les gestes du dentiste, mouvement d'évitement Parvient à faire face à la situation, avec beaucoup de réticence La séance se déroule avec difficultés Accepte le maintien des mains
Score 4	Très perturbé par l'anxiété et incapable d'évaluer la situation Pleurs véhéments sans rapport avec le traitement, cris Importantes contorsions nécessitant parfois une contention Peut encore être accessible à la communication verbale mais après beaucoup d'efforts et de réticence pour une maîtrise relative La séance est régulièrement interrompue par les protestations
Score 5	Totalement déconnecté de la réalité du danger Pleure à grands cris, se débat avec énergie Le praticien et l'entourage ne contrôle plus l'enfant Inaccessible à la communication verbale Quel que soit l'âge, présente des réactions primitives de fuite : tente activement de s'échapper Contention indispensable

L'évaluation de la coopération permet d'adapter les soins, ainsi que le choix des protocoles et matériaux. Elle est malheureusement rarement considérée dans les études concernant l'efficacité d'un produit (Kühnisch et coll., 2020).

En cas d'absence de coopération, il faut opter pour un protocole rapide et facile à réaliser. De par le peu de matériel nécessaire et la relative tolérance à l'humidité, le CVI et le protocole en ART sont adaptés à ce type de situation (Smallridge, 2010).

Au contraire, les *sealants* à base de résine composite qui demandent de la rigueur dans leur mise en œuvre et un respect strict du protocole, semblent plus sensibles et délicats à réaliser lorsque l'enfant est peu coopérant.

Cela s'applique également lors de la prise en charge de très jeunes patients, vite impatients et pour lesquels il est difficile de rester immobile sur le fauteuil.

- En fonction de l'anatomie de la dent

La morphologie anfractueuse correspond à la seconde indication du comblement des puits et fissures. En effet, le risque carieux peut soit concerner le patient, soit la dent en elle-même.

Une étude exposant les habitudes des pédodontistes et omnipraticiens français en 2001 montrent une très large diversité dans la gestion des sillons anfractueux. En effet, par l'absence de consensus, la décision de sceller ou non, de pratiquer une améloplastie ou de choisir tel ou tel matériau relève plus de l'appréciation du praticien (Courson et coll., 2011).

L'anatomie des puits et fissures influe sans aucun doute sur la pénétration du *sealant*. Elle est la meilleure dans les sillons en forme de U (91,69%), suivi des sillons en V (75,42%), en IK (71,24%) et en I (63,98%) - mesures obtenues lors d'une étude *in vitro* (Muntean et coll., 2020).

Concernant les matériaux, les résines composites non chargées ou le Fuji Triage® (GC), ainsi que le Riva Protect® (SDI) sont à privilégier. Ils présentent une faible viscosité et assurent donc une meilleure pénétration dans les sillons.

Les résines chargées ou les CVI condensables sont à éviter, de par leur viscosité plus importante, ils s'adaptent moins aux anfractuosités de la face occlusale.

Les techniques invasives peuvent aider à obtenir une configuration géométrique permettant une meilleure adaptation du matériau de scellement dans les fissures profondes et étroites notamment (Grewal et Chopra, 2008).

En cas d'améloplastie, il est préférable alors d'utiliser une résine composite fluide ou ultrafluide et d'y additionner l'application d'un adhésif.

- En cas de scellement thérapeutique

Le scellement thérapeutique inclue les dents classées en ICDAS 1 et 2 (lésion carieuse amélaire) ainsi que ICDAS 3 (lésion carieuse limitée au tiers externe dentinaire) voire ICDAS 4 (lésion carieuse non cavitaire avec début de déminéralisation du tiers moyen de la dentine) (Pitts et coll., 2014 ; Muller-Bolla, 2018). Il est essentiel que la lésion ne soit pas cavitaire pour garantir un joint matériau/dent intact situé au niveau d'une surface saine.

Lorsque la lésion est cavitaire, le choix d'un traitement restaurateur ne fait aucun doute.

Lorsque la lésion est non cavitaire et limitée à l'émail, le scellement des puits et fissures est recommandé. On passe alors dans la prévention secondaire : le but est de stopper la progression de lésions carieuses occlusales.

Lorsque la lésion concerne le tiers externe dentinaire, la question d'ouvrir ou non les sillons se pose.

À l'heure actuelle, aucun matériau de la résine composite ou du CVI ne se distingue (Bekes, 2018 ; Fontana et Innes, 2018).

Chacun a ses avantages :

- une rétention importante pour la résine composite ;
- une libération de fluorures pour le CVI pouvant entraîner la reminéralisation de la surface scellée.

Mais ils présentent également des inconvénients :

- une contraction de prise pour la résine composite, pouvant favoriser l'apparition d'une percolation bactérienne,
- une faible rétention et résistance à l'usure pour les CVI.

Dans tous les cas, si le praticien opte pour un scellement thérapeutique, l'isolation doit être optimale et le protocole parfaitement respecté.

Si une intervention mécanique au préalable au niveau des sillons est réalisée, une restauration collée à la résine composite est alors recommandée (Muller-Bolla et coll., 2018).

- Selon le cas particulier de la molaire présentant une MIH

Les *sealants* font partie des thérapeutiques non invasives largement utilisées en cas d'hypominéralisation des molaires.

Cependant, l'adhésion paraît plus compromise sur les dents affectées par une MIH (Jedeon et coll., 2016). En effet, la force de liaison est plus faible entre la résine et l'émail affecté et le mordantage par l'acide orthophosphorique moins efficace.

Les différents facteurs pouvant expliquer la fragilité de cette interface adhésive sont :

- la porosité de l'émail et son effondrement en post-éruptif entraînant des hypersensibilités ;
- une densité de prismes réduite retenant l'humidité et augmentant le contenu protéique ;
- une dureté et un module d'élasticité diminués par un agencement des cristallites défailant.

Sur dents atteintes de MIH, une rétention totale de 70,2% des *sealants* au bout de quatre ans, a été obtenue par Lygidakis avec l'utilisation d'adhésif de 5^e génération. Aucune perte totale n'a été signalée lors de cet essai clinique randomisé (Lygidakis et coll., 2009).

Cela est toutefois contraire aux résultats d'une méta-analyse menée en 2015, révélant que l'absence d'adhésif assure une meilleure rétention sur molaires MIH (da Cunha Coelho, 2018).

D'autres procédures ont été testées afin de maximiser l'adhésion sur dents hypominéralisées :

- L'application hebdomadaire de vernis fluoré pendant un mois ou la temporisation à l'aide d'un CVI deux mois auparavant la mise en place de *sealant* entraîne une reminéralisation partielle de l'émail.
- La suppression de l'émail hypominéralisé permet une adhésion comparable à l'émail sain et améliore le taux de survie.

Quant au protocole, il peut en partie être modifié pour s'adapter aux particularités des dents hypominéralisées.

Au niveau du mordantage il peut être judicieux d'utiliser un SAM, car l'émail atteint de MIH contient plus d'eau (et se rapproche de la composition de la dentine). En cas d'hypominéralisation sévère, la déminéralisation est alors réduite et les sensibilités en post-opératoire sont amoindries.

Une déprotéinisation peut être conseillée. Il s'agit d'un pré-traitement avec un oxydant (hypochlorite de sodium à 5% ou Papacarie®) afin de retirer les protéines amélares intrinsèques, qui réduisent l'adhésion micromécanique (Lagarde, 2020).

3. RÉSULTATS ET SUIVI

3.1. Efficacité du scellement des puits, sillons et fissures dans la prévention de la lésion carieuse

Le scellement des sillons, puits et fissures est à la fois une mesure de prévention primaire, en agissant en amont de l'apparition de lésions carieuses, mais peut devenir une mesure de prévention secondaire par l'interception de lésions initiales.

3.1.1. Prévention primaire

L'OMS définit la prévention primaire comme « l'ensemble des actes visant à diminuer l'incidence d'une maladie dans une population et donc à réduire, autant que faire se peut, les risques d'apparition de nouveaux cas » (OMS, 1948).

En odontologie, la prévention primaire s'adresse essentiellement aux maladies carieuse et parodontale. Lors de la consultation, le chirurgien-dentiste doit identifier les potentiels facteurs de risque et intervenir en conséquence.

Favoriser la reminéralisation et freiner la déminéralisation sont les principales voies d'action pour enrayer le phénomène carieux.

Pour cela, différentes mesures de prévention s'offrent aux praticiens et notamment le comblement des sillons.

Son efficacité dans la prévention de la lésion carieuse est telle et, largement prouvée par la littérature, que la conception d'études avec un groupe témoin « dent non scellée » n'est plus considéré comme éthiquement acceptable (Naaman et coll., 2017). Actuellement, il convient davantage de comparer l'efficacité de différents matériaux ou techniques de réalisation.

Cette efficacité est d'autant plus marquée que le recul clinique est relativement important : des études portant sur ce sujet remontent à plus d'une cinquantaine d'années.

Tableau 14 : efficacité du scellement des sillons, puits et fissures au cours du temps selon différentes études

Date	Types d'études	Nombre d'enfants inclus et âge	Suivi	Résultats
Llodra et coll., 1993	Méta-analyse	24 études (enfants âgés de 5 à 15 ans)	>48 mois	L'efficacité des <i>sealants</i> à base de résines autopolymérisantes est de 71 %
Bravo et coll., 2005	Essai clinique	120 enfants de 6 à 8 ans (371 molaires évaluées)	9 ans	26,6% des surface scellées cariées et 76,7% des surfaces non scellées cariées
Beauchamp et coll., 2008	Méta-analyse	38 études (7924 enfants)	1 an	Réduction de l'incidence des lésions carieuses chez les enfants et adolescents de 86% lorsque les dents ont été scellées
			2 ans	Réduction de l'incidence des lésions carieuses chez les enfants et adolescents de 78% lorsque les dents ont été scellées
			4 ans	Réduction de l'incidence des lésions carieuses chez les enfants et adolescents de 58% lorsque les dents ont été scellées
Wright et coll., 2016	Revue systématique d'essais cliniques randomisés	23 études (menées entre 1976 et 2016, enfants âgés de 3 à 16 ans)	2 ans	Réduction de 76% du risque de développer de nouvelles lésions carieuses lorsque les dents ont été scellées
			7 ans	29% des surface scellées cariées et 74% des surfaces non scellées cariées

Cela explique notamment que les *sealants* font l'objet de recommandations de haut grade : ADA, AAPD, SOP, HAS, revue systématique Cochrane...

Le scellement des sillons, puits et fissures a fait ses preuves pour les premières et deuxièmes molaires permanentes. Même s'il manque de preuves les résultats sont encourageants pour les prémolaires, les molaires temporaires, les molaires atteintes de MIH, ou encore en cas d'anomalies de forme ou lors des traitements orthodontiques (Lam et coll., 2020).

Pour que le traitement soit optimal, il est nécessaire pour le praticien d'évaluer les risques individuels à l'échelle du patient et de la dent et de l'intégrer dans une démarche globale de prévention.

L'addition d'autres mesures de prévention primaire permet de potentialiser les effets des *sealants*.

- L'enseignement du brossage notamment doit être au cœur du métier de chirurgien-dentiste, il doit constituer un préalable avant tous types de soins.
- Des conseils de modifications des habitudes alimentaires et des informations sur le potentiel cariogénique des aliments peuvent être donnés au patient.
- La fluoruration topique concerne l'ensemble de la denture et n'est pas seulement destinée aux dents cuspidées.

La prévention primaire doit être une priorité aussi bien pour les praticiens que pour les autorités si l'on veut évoluer dans une société indemne de lésions carieuses.

3.1.2. Prévention secondaire

Selon l'OMS, la prévention secondaire a pour but de « diminuer la prévalence d'une maladie dans une population. Ainsi, ce stade de la prévention recouvre les actions en tout début d'apparition visant à faire disparaître les facteurs de risques » (OMS, 1948).

Dans le cas du scellement des puits et fissures, la prévention secondaire consiste à stopper la progression des lésions carieuses occlusales non cavitaires. Le rôle est quasi identique que lors de la prévention primaire à savoir supprimer le biofilm présent et inhiber l'initiation ou la progression de lésions carieuses en bloquant l'apport nutritionnel.

Aussi, le fait de sceller les faces occlusales rend les dents moins susceptibles à la lésion carieuse et retarde donc une éventuelle restauration pouvant être nécessaire avec le temps, en comparaison d'une dent non scellée. Cela vaut également avec l'étendue de la lésion qui tend à être réduite en cas de scellement des sillons préalable.

L'effet bénéfique de sceller des dents saines est de 4,5%, le fait de sceller des lésions initiales augmente l'incidence à 41%, soit quasiment une multiplication par 10 (Nowak et coll., 2019). Il a été montré que le pourcentage annuel de progression des lésions carieuses au niveau des *sealants* placés sur lésions non cavitaires est de 2,6%, ce pourcentage s'élève à 12,6% sur des dents non scellées (Griffin et coll., 2008).

Lorsque la lésion est cavitaire, le choix d'un traitement restaurateur ne fait aucun doute, contrairement à une lésion du tiers externe dentinaire, où la question d'ouvrir ou non les sillons se pose. Ce sujet fait d'autant plus l'objet d'interrogations que le taux de rétention semble équivalent suite au scellement d'une surface amélaire saine ou cariée (Bekes, 2018).

Quant au mordantage à l'acide orthophosphorique, il éliminerait à lui seul 75% des microorganismes vivants (Nowak et coll., 2018).

Tableau 15 : faut-il ouvrir ou non les sillons en cas de lésion carieuse située dans le 1/3 externe dentinaire (ICDAS 3 ou 4) ?

	Ouvrir les sillons de manière mécanique	Ne pas ouvrir les sillons
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de retirer le tissu carieux et ainsi supprimer les potentiels foyers infectieux - Meilleure visibilité et permet de traiter des lésions carieuses « cachées » 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de prise en charge au fauteuil moins long - Pas d'anesthésie nécessaire → Davantage recommandé en cas de patients peu coopérants - Retarde et minimise les interventions invasives
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Procédure invasive, on rentre dans le cadre de la restauration 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de progression de la lésion carieuse en cas de manque de rigueur lors du protocole ou d'absence de suivi de la part du patient - Isolation optimale requise - Nécessite un suivi trimestriel (Muller-Bolla et coll., 2013)

En confrontant 5 études portant sur le scellement de lésions carieuses s'étendant entre la jonction amélo-dentinaire et le tiers moyen dentinaire, de Assunção prétend que sur quatre de ces études on observe un arrêt de la

progression des lésions. Cela s'explique notamment par la privation en apport nutritif des bactéries responsables de la maladie carieuse (de Assunção et coll., 2014). Cependant, 50% des sillons paraissant scellés de manière correcte présente des défauts marginaux visibles au microscope électronique à balayage (Smallridge, 2014). Cette affirmation souligne les risques potentiels du scellement thérapeutique et peut expliquer en partie les résultats d'une revue systématique et méta-analyse menée en 2017 : les praticiens des 17 pays interrogés ont tendance à intervenir de manière plus invasive dans une situation où une thérapeutique non invasive pourrait être envisagée (Innes et Schwendicke, 2017). D'autres études sur le plus long-terme doivent être menées pour étayer la procédure de scellement thérapeutique et son efficacité (Zandona et Swift, 2015).

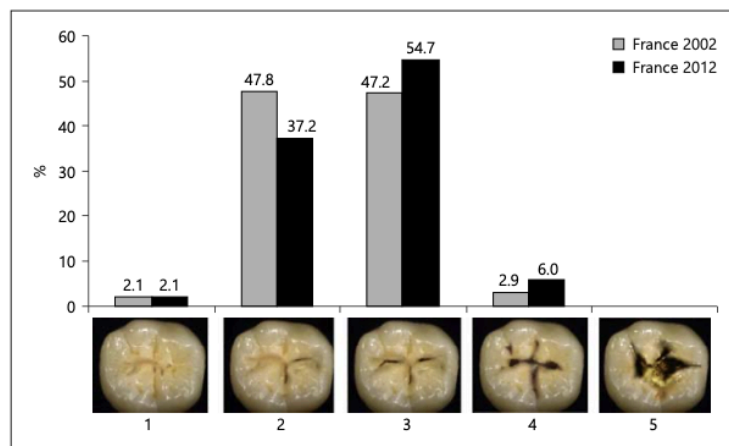


Figure 27 : graphique définissant le seuil d'intervention pour une restauration au niveau de la face occlusale (en pourcentage de praticien) en fonction de l'atteinte de la dent (classification ICDAS, en 2002 et en 2012 en France) (Doméjean et coll., 2015)

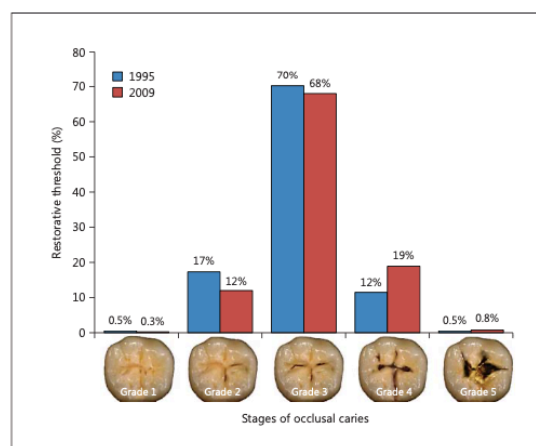


Figure 28 : graphique définissant le seuil d'intervention pour une restauration au niveau de la face occlusale (en pourcentage de praticien) en fonction de l'atteinte de la dent (classification ICDAS, en 1995 et en 2009 en Norvège) (Kopperud et coll., 2016)

La gestion des lésions carieuses évolue tout de même avec le temps et selon les différentes régions.

S'agissant des mêmes cas cliniques, en l'espace de 10 ans, les praticiens semblent davantage opter pour des traitements plus conservateurs.

Dans les pays scandinaves, les thérapeutiques invasives sont repoussées dans le temps voire évitées, au profit de mesures préventives qui permettent d'inverser ou du moins de ralentir ou stopper le phénomène carieux (Kopperud et coll., 2016).

Dans tous les cas, il est essentiel d'associer au scellement thérapeutique un brossage efficace à l'aide de dentifrice fluoré, une alimentation équilibrée et limitée en carbohydrates, ainsi que des rendez-vous de contrôles réguliers. Le scellement thérapeutique implique encore plus de suivi, de rigueur de la part du praticien et de régularité de la part du patient.

3.2. Les limites du scellement des puits, sillons et fissures

3.2.1. Prévalence du scellement des puits, sillons et fissures

La prévalence du scellement de sillons a fait l'objet d'une croissance jusqu'en 2004 puis tend à se stabiliser. La progression la plus importante a été observée au début de l'année 2001 suite à l'inscription à la NGAP (HAS, 2005).

« En 2005, seulement 765 764 scellements des sillons sur 6 millions d'actes côtés en soins conservateurs ont été réalisés chez les enfants de 6 à 18 ans, soit un peu moins de 13% des actes de soins conservateurs réalisés sur ces tranches d'âges » (Lupi-Pégurier et coll., 2008).

Malgré la connaissance de l'existence de cet acte et la relative facilité d'exécution, sa fréquence de prescription est encore relativement faible en comparaison avec d'autres pays, en particulier les USA ou les pays scandinaves.

Tableau 16 : prévalence du scellement des puits et fissures dans différents pays

Pays	Années	Âge	Prévalence
USA (Beltran-Aguilar et coll., 2005)	1999-	6-11 ans	29,5%
	2002	12-15 ans	37,4 %
Grèce (Oulis et coll., 2011)	2011	12 à 15 ans	8%
Danemark (Ekstrand et coll., 2007)	2003	15 ans	35% (2 ^e molaire permanente) 32% (1 ^{re} molaire permanente) 15% (prémolaires)
Arabie Saoudite (Al Agili et coll., 2012)	2012	Classe 3 ^{ème} à 8 ^{ème} (Soit environ 9 ans à 13 ans)	9%

Ce faible recours à cet acte en France peut s'expliquer de différentes manières.

Il peut exister, en effet, un manque de confiance dans la thérapeutique. Malgré le changement progressif de dogme, la dentisterie pratiquée de nos jours est encore largement tournée vers le curatif.

Le comblement des puits et fissures est un acte préventif qui requiert du temps et une réalisation rigoureuse, notamment par l'obtention d'une isolation optimale parfois délicate à obtenir chez l'enfant lorsque le praticien opte pour un scellement à base de résine composite.

Aussi, par l'absence de formation continue ou la mauvaise connaissance des indications du scellement des puits et fissures, de nombreux praticiens craignent d'être iatrogène en scellant des lésions carieuses ou en perturbant l'occlusion par l'ajout de matériaux sur une surface non ou peu préparée (Simonsen, 2011).

Des raisons économiques peuvent également expliquer pourquoi certains dentistes boudent la mise en place de *sealants*. La méconnaissance du remboursement ou des conditions de remboursement ainsi que son aspect peu rémunérateur rendent cet acte peu attractif pour les praticiens.

Cet argument financier concerne également les patients. L'avance de frais et l'absence de remboursement en cas de perte peuvent apparaître comme des barrières pour les patients. D'autant plus, que le scellement des puits et fissures ne répond pas directement à une demande du patient (soulagement d'une douleur, raison esthétique...).

Les caractéristiques mêmes des chirurgiens-dentistes donnent des indications sur leurs pratiques : « Les dentistes de sexe féminin, diplômés depuis peu ainsi que les praticiens ayant une importante patientèle d'enfants réalisent plus de scellements de sillons » (Lupi-Pégurier et coll, 2008).

3.2.2. Diagnostic de la lésion carieuse

L'analyse de la face occlusale et le diagnostic d'une éventuelle lésion carieuse sont des prérequis indispensables avant même la réalisation du scellement des sillons (Kühnisch et coll., 2010).

Cela consiste non seulement en une identification de la lésion en elle-même, mais aussi une évaluation de son activité et du risque carieux individuel.

Le but de cette étape est de classer la dent selon trois catégories :

- dent saine ;
- lésion initiale strictement amélaire et non cavitaire ;
- lésion modérée ou sévère avec atteinte dentinaire.

Le diagnostic repose essentiellement sur 2 examens de référence : visuel et radiographique.

L'examen visuel doit se pratiquer sous un éclairage optimal et si possible avec des aides optiques. Il consiste à observer les changements de couleur, de translucidité ou de texture au niveau de la surface amélaire préalablement nettoyée, et ainsi objectiver l'atteinte en se référant à la classification ICDAS.

Cet examen visuel témoigne de la meilleure sensibilité dans les cas de lésions amélaire occlusales.

Aussi, il permet de définir l'activité de la lésion en fonction de la présence ou non de plaque dentaire, de l'aspect (mat ou brillant, rugueux ou lisse) ainsi que de la couleur de la lésion (blanchâtre, jaunâtre ou alors noire).

Il faut cependant veiller à ne pas confondre sillons colorés et sillons cariés. En effet, de nombreux sillons apparaissent colorés du fait des épisodes successifs de déminéralisation et reminéralisation de l'émail. Ces derniers ne nécessitent pas d'intervention mécanique et se distinguent des sillons cariés, qui en fonction de l'atteinte doivent faire l'objet d'un scellement thérapeutique ou d'une restauration (Lasfargues et Colon, 2010).

Le sondage n'est pas considéré comme une technique fiable et peut favoriser l'initiation ou le développement de lésions carieuses (Selwitz et coll., 2007). Il permet néanmoins de donner des indications sur l'activité de la lésion en appréciant la texture de la surface et en constatant la présence éventuelle de plaque dentaire. Il faut cependant veiller à ne pas se montrer iatrogène, et donc préférer une sonde à bout sphérique (sonde parodontale par exemple) (Ekstrand et coll., 2007).

L'examen radiographique par le biais de clichés rétrocoronaires ou *bitewing* est l'examen complémentaire essentiel au diagnostic des lésions carieuses. Mais du fait des différences de radio-opacité entre émail et dentine, les lésions localisées à la jonction peuvent parfois porter à confusion.

D'autres méthodes ont été développées pour faire face aux incertitudes de diagnostic ou aux éventuelles contradictions entre l'examen visuel et radiographique. Ces dernières sont essentiellement basées sur la fluorescence laser. L'outil le plus connu est le DIAGNODent™ (Kavo). Il apporte une aide essentiellement dans la détection des lésions carieuses non cavitaires. Le principe repose sur l'émission d'une diode laser d'une longueur d'onde de 655 nm, les tissus cariés apparaissent davantage fluorescent que les tissus sains (Lasfargues et Colon, 2010).

Il présente une plus grande sensibilité que l'examen visuel dans le cas des lésions occlusales initiales et dentinaires (Muller-Bolla et coll., 2015 ; Muller-Bolla, 2018).

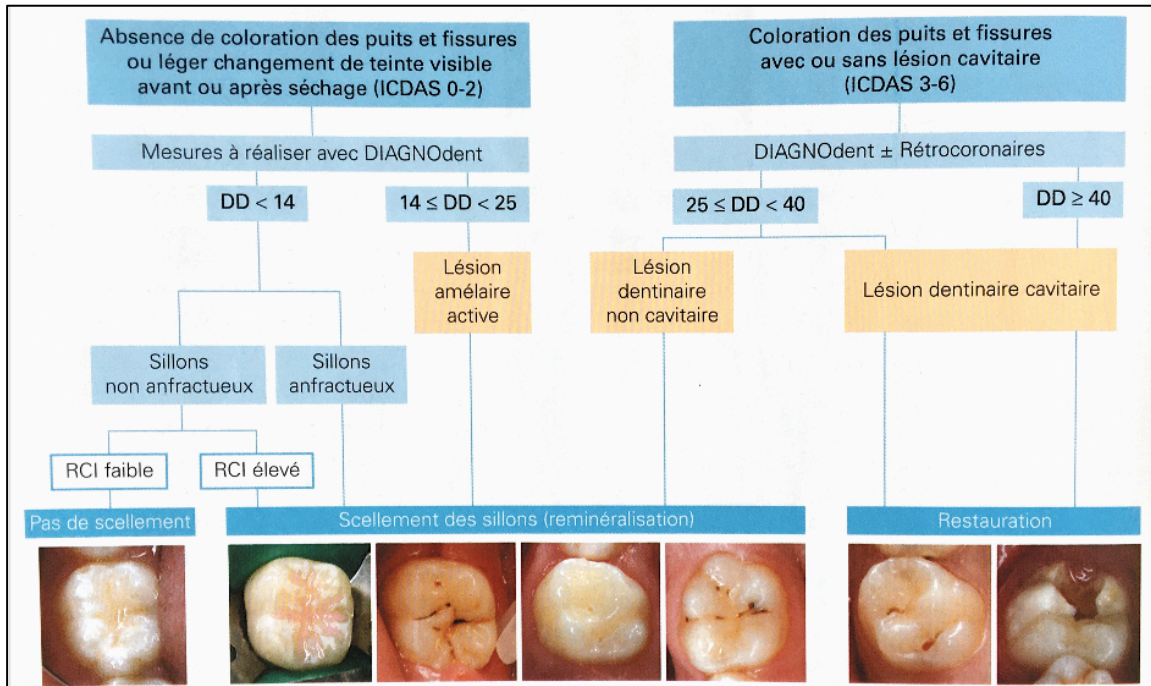


Figure 29 : Décision thérapeutique en fonction de la mesure de la fluorescence à l'aide du DIAGNOdent (Muller-Bolla et coll., 2013)

La meilleure méthode, pour détecter les lésions carieuses, repose donc sur un examen visuel suivi d'une mesure de la fluorescence à l'aide du DIAGNODent™ (Gomez et coll., 2013).

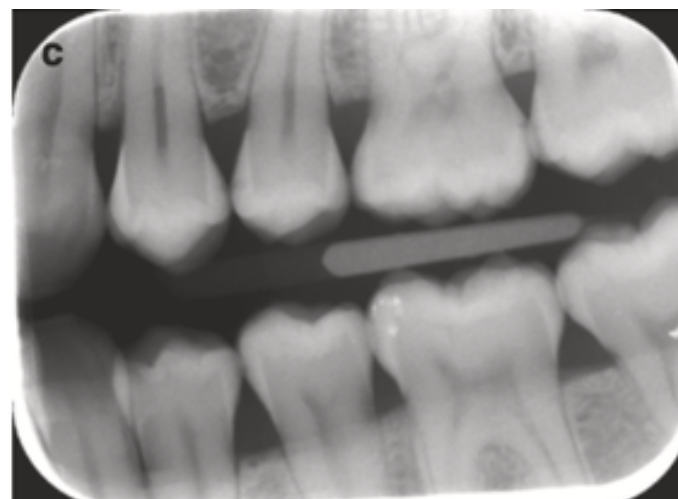
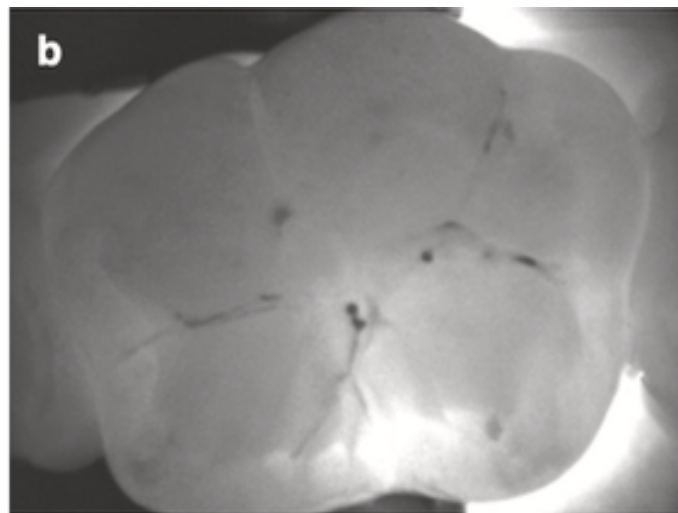


Figure 30 : analyse de la face occlusale avant scellement de sillons, examen visuel (a), utilisation de DIAGNOdent (b) et radiographies rétrocoronaires (c) (source : Bekes, 2018)

3.2.1. Contre-indications et effets indésirables

- Contre-indications

Le scellement des puits et fissures présentent des contre-indications, certes peu nombreuses mais il faut tout de même les considérer.

Parmi les contre-indications relatives, on distingue :

- l'isolation impossible, qui pourrait compromettre la réussite du *sealant* ;
- le scellement de dents temporaires à un stade avancé de rhizolyse et dont l'exfoliation est prochaine ;
- les lésions carieuses dentinaires cavitaires atteignant les tiers dentinaires moyen ou profond (ICDAS 5 et ICDAS 6).

La seule contre-indication absolue est l'allergie à un des composants du matériau de scellement (Kühnisch et coll., 2010 ; Muller-Bolla, 2018).

- Effets indésirables

- Allergies

Des cas de réactions allergiques suite au scellement de sillons ont été rapportées, mais ces dernières sont très rares.

Dans certaines situations le lien de cause à effet est même discutable :

« Une fille de 6 ans, dont l'allergie aux acariens est connue, s'est fait sceller ses premières molaires permanentes à base de résine composite Delton®. Durant la nuit suivant le traitement, elle a commencé à avoir des troubles asthmatiques. Aussi, des manifestations urticaires sont apparues les jours suivants. Un traitement à base de cortisone a été donné, sans résultat. Lorsque le matériau de scellement a été retiré, l'asthme et l'urticaire ont disparus » (Hallstöm, 1993).

En cas d'allergie suspectée à des produits dentaires, il convient de prendre contact avec un allergologue afin d'objectiver et de confirmer ou non l'existence de cette allergie. En cas d'allergie avérée, le matériau devient formellement contre-indiqué.

Au niveau des résines composites la plupart des allergies sont liées aux monomères (Syed et coll., 2015). En étudiant les différents méthacrylates et acrylates contenus dans les matériaux dentaires, Aalto-Korte et coll. ont mis en évidence que le 2-HEMA (hydroxyéthyl méthacrylate) est plus allergène que les autres monomères (Aalto-Korte et coll., 2007).

Au niveau des ciments verres ionomères, ce sont les acides (acide tartrique, acide polyacrylique...) qui sont à risque d'entraîner des allergies.

Les manifestations les plus nombreuses concernent le personnel soignant. Dans une première étude menée sur 3500 dentistes suédois, la prévalence d'eczéma au niveau des mains suite à la manipulation d'acrylates est de 1% chez les praticiens (Ortengren, 2000). Dans une seconde étude concernant 700 dentistes suédois, la prévalence d'eczéma liée à une exposition aux acrylates est de 3,7% (Ohlson et coll., 2001).

En effet, avec la multiplication et la démocratisation des produits tel que la résine composite, un nombre croissant de manifestations allergiques ont été signalées parmi le personnel soignant : asthme, symptômes respiratoires et dermatites de contact notamment (Jaakkola et coll., 2007).

Dans les années 1990, on estime à 2% la proportion du personnel soignant présentant des réactions allergiques aux produits utilisés lors des soins dentaires. Dix ans plus tard, on est passé à 4% (Kühnisch et coll., 2010).

- Mésusage des matériaux

Il est essentiel de respecter les protocoles de manière rigoureuse afin d'éviter tout effet indésirable lié à un mésusage des matériaux.

L'acide orthophosphorique utilisé lors du mordantage peut s'avérer dangereux en cas de contact avec la peau ou pulvérisation dans les yeux. De même, il est essentiel d'éviter tout contact accidentel avec les muqueuses et les surfaces dentaires non concernées par le scellement de sillons.

De ce fait, l'isolation de la zone de travail à l'aide d'une digue dentaire, l'utilisation d'une aspiration efficace, ainsi que le port de lunettes de protection par le patient et

le praticien, sont vivement recommandés (Kühnisch et coll., 2010 ; Degrange et Pourreyron, 2010).

Par contre, aucun dommage de la pulpe n'a été signalé suite à un mordançage dans le cas du comblement des puits et fissures.

- Bisphénol A

En 2011, l'ANSES (agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail) met en garde la population sur la toxicité potentielle du bisphénol A et informe de la nécessité de réduire les expositions (ANSES, 2013).

Les risques recensés concernent principalement :

- le cerveau et le comportement,
- l'appareil reproducteur femelle,
- le métabolisme et l'obésité,
- la glande mammaire.

L'année suivante, le Parlement a adopté « une loi visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A » (Journal officiel de la république française, 2012).

Le bisphénol A n'est pas un composant actif des composites et *sealants*, mais leurs dérivés tel que le bis-GMA ou le bis-DMA sont des composants majeurs des résines composites, massivement utilisées lors des restaurations dentaires.

Des taux non négligeables de bisphénol A sont mesurés dans la salive juste après l'application du *sealant* (0,3-2,8 ppm) et des traces persistent encore 3h après.

La présence de bisphénol A dans les urines a également été signalée. Par contre, aucune trace n'a été retrouvée dans le sérum sanguin (Rathee et coll., 2012).

En 2006, Joskow et coll. étudient la concentration salivaire et urinaire en bisphénol A de 2 produits : Delton LC® (Dentsply) et Heliioseal F® (Ivoclar). Une différence significative est observée entre les deux scellements de sillons : les concentrations aussi bien salivaire et urinaire sont plus importantes pour le *sealant* Delton LC® (Dentsply) que pour le *sealant* Heliioseal F® (Ivoclar) (Joskow et coll., 2006).

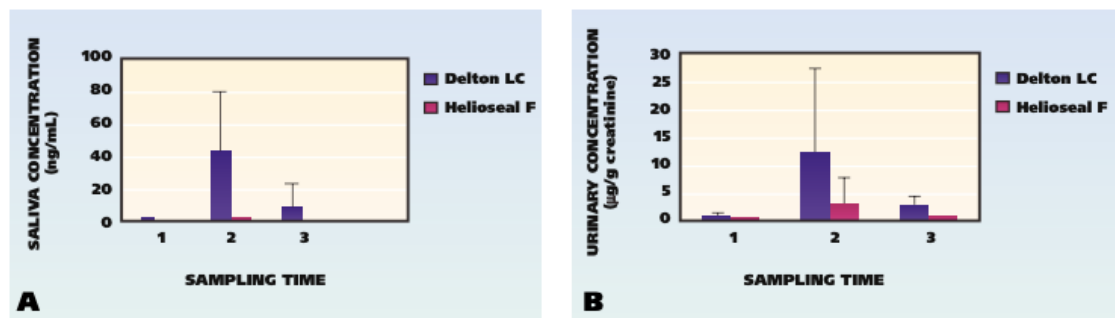


Figure 31 : graphique des concentrations salivaires (A) en bisphénol A avant (1), immédiatement après (2) et une heure (3) après le placement du sealant ; graphique des concentrations urinaires (B) en bisphénol A avant (1), 1h après (2) et 24h (3) après le placement du sealant (source : Joskow et coll., 2006)

Des recommandations ont été établies afin de limiter l'exposition du patient au bisphénol A.

En premier lieu, il est préférable d'avoir recours à des résines contenant du bis-GMA plutôt que du bis-DMA (bisphénol A diméthacrylate). En effet, le bis-DMA s'hydrolyse en bisphénol A au contact des estérases salivaires et entraîne des taux salivaires plus importants de BPA, ce qui n'est pas le cas des bis-GMA (Fleisch et coll., 2010).

Dans un second temps, la présence de bisphénol A au niveau de la salive peut être limitée par la pose de la digue dentaire. Elle permet en effet d'isoler le champ d'intervention et ainsi empêcher le contact des produits utilisés avec le milieu buccal.

On estime à 20 à 45% le pourcentage de monomères présent dans la couche superficielle de l'obturation, couche d'inhibition à l'oxygène, non photopolymérisée. Ces monomères sont directement en contact avec le milieu buccal et sont principalement responsables des effets indésirables.

Un léger polissage, ou du moins un rinçage abondant en fin de thérapeutique pourrait diminuer drastiquement l'exposition au bisphénol A (Kloukos et coll., 2013).

L'ADA (American Dental Association) estime que l'exposition au bisphénol A par le biais de soins dentaires est très faible en comparaison de l'exposition quotidienne totale. L'alimentation et l'environnement sont considérés comme les principaux responsables. On estime à 96% l'exposition au bisphénol A liée à l'alimentation.

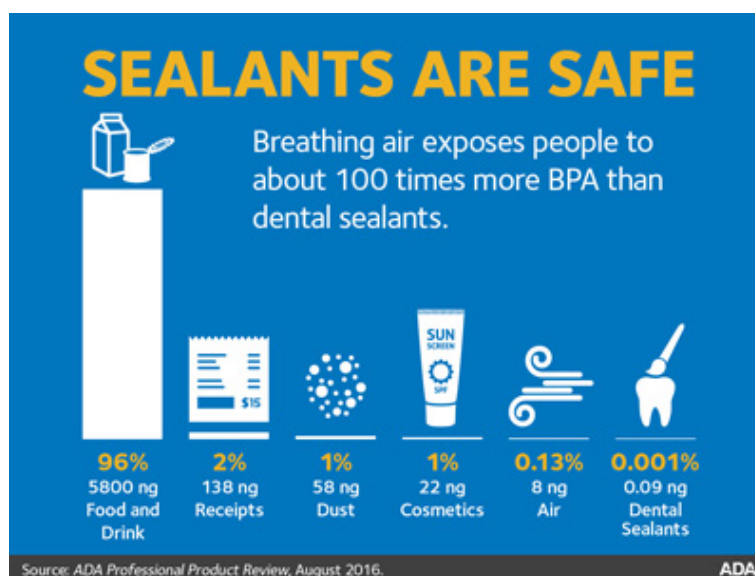


Figure 32 : infographie destinée à la communication sur la sécurité et l'absence de risque lié au bisphénol A des sealants (Source : ADA Professional Product Review, 2016)

Le scellement des sillons est considéré comme une procédure thérapeutique sans risque et efficace dans la prévention des lésions carieuses. L'ADA souligne néanmoins la nécessité d'études supplémentaires sur l'impact éventuel des bisphénols A contenus dans les matériaux dentaires sur la santé globale (Azarpazhooh et Main, 2008 ; Health Research Board, 2010, Nowak et coll., 2012).

3.3. Quel avenir pour le scellement des puits, sillons et fissures ?

3.3.1. Suivi du comblement des puits et fissures

Le contrôle doit être à la fois clinique et radiologique (réalisation de clichés rétrocoronaires). Ce dernier doit avoir lieu tous les 3 à 6 mois en cas de risque carieux élevé et tous les 6 à 12 mois en cas de RCI faible.

En cas de scellement thérapeutique, un suivi trimestriel s'impose (Muller-Bolla et coll., 2013).

Ce suivi permet de maximiser l'efficacité des *sealants* et d'intervenir précocement en cas de défaut d'intégrité du matériau de scellement. La perte partielle doit faire l'objet d'une restauration et la perte totale d'un remplacement (Nowak et coll., 2019). Cependant, la réfection ne peut pas être cotée.

Certains prétendent que le risque carieux est plus important sur une dent ayant perdu le *sealant* que sur une dent non scellée mais cela est loin de faire consensus (Griffin et coll., 2009).

Aussi, il a été montré que « la perte précoce des *sealants* révèle souvent un non-respect ou un manque de rigueur lors du protocole » (Muller-Bolla, 2018). Le suivi est donc essentiel dès la réalisation du comblement des puits et fissures et doit s'étendre sur le long terme. A cela s'ajoute la nécessité de respecter de manière rigoureuse le protocole indiqué.

Une étude basée sur le suivi de 8000 scellements de puits et fissures montre un taux de réussite de 85% après 8 à 10 ans. Cela se justifie essentiellement par la présence d'un contrôle annuel et la réalisation de remplacement ou réparation si besoin (Naaman et coll., 2017).

Il est néanmoins inconcevable de ne pas réaliser le scellement des sillons chez des patients peu compliant et pour lesquels le suivi n'est pas assuré, si les indications de *sealants* sont posées, les bénéfices sont largement supérieurs aux risques encourus (Bekes, 2018).

3.3.2. Vers une démocratisation du scellement des puits, sillons et fissures ?

De par la facilité d'accès aux informations sur internet, l'augmentation de la prévalence de réalisation des *sealants* ainsi que les campagnes et programmes de sensibilisation scolaire, le scellement de sillons, puits et fissures commence doucement à se démocratiser.

- Les *sealants* : un acte connu du grand public ?

Même si la prévention dans le domaine dentaire est encore timide en France, le scellement des sillons a déjà une certaine notoriété.

On trouve en effet, des brochures et campagne de publicité à la fois des organismes tels que l'UFSBD ou des fabricants afin de faire connaître cette thérapeutique d'un plus grand nombre de personnes.

Fuji Triage™

Agissez maintenant
parlez-en avec votre dentiste :

Sans douleur, sans
percer, sans aiguille, protection
contre les caries avec Fuji Triage de GC.



Protéger en toute simplicité

La protection effective de la carie chez les jeunes enfants
en seulement 3 étapes !

1. Nettoyer la dent
2. Sécher avec de la laine de coton
3. Appliquer Fuji Triage avec une brosse à dents

Le traitement complet est réalisé
en 4 à 6 minutes



Figure 33 : exemple de campagne de communication sur le scellement de sillons au CVI (Fuji Triage, GC)

Il est connu que l'entourage familial et de surcroît les parents jouent un rôle non négligeable dans l'accès aux soins dentaires et notamment aux soins prophylactiques (Hilton et coll., 2007).

Même si son efficacité n'est plus à prouver et que les bénéfices que peuvent apporter les *sealants* sont connus de la société, de nombreux enfants qui pourtant répondent aux indications de ce type de soins n'en bénéficient pas.

Selon une étude transversale, 71% des parents interrogés sont convaincus de l'efficacité du scellement des puits, sillons et fissures. Cependant, seulement 34% de leurs enfants présentent un scellement de sillons (Lakshmanan et Gurunathan, 2020).

- Programme M'T dents

Le programme M'T dents a été instauré par l'Assurance Maladie en 1997 et s'est étendu depuis. Aujourd'hui, les enfants de 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 et 24 ans peuvent bénéficier d'un rendez-vous gratuit (c'est-à-dire sans avance de frais) chez le chirurgien-dentiste. Il s'agit d'un examen de prévention bucco-dentaire qui comprend généralement une anamnèse, une éducation à l'hygiène orale et un examen clinique.

Il peut être complété de radiographies intra-buccales ainsi que la réalisation d'un plan de traitement si besoin.

Les éventuels soins consécutifs peuvent également faire l'objet d'une prise en charge à 100% sans avance de frais s'ils ont débuté dans les trois mois suivant cette visite et doivent s'achever dans les 6 mois après le début des soins.

On distingue essentiellement deux catégories :

- les soins de prévention parmi lesquels figurent la fluoruration ou le scellement des puits, sillons et fissures (la prise en charge se limite entre 6 et 9 ans pour la fluoruration et entre 6 et 16 ans pour les *sealants*) ;
- les soins curatifs (soins conservateurs ou chirurgicaux).

Les familles reçoivent la feuille d'examen de prévention bucco-dentaire par le courrier, de manière à les inciter à consulter le chirurgien-dentiste pour des contrôles et non plus seulement en cas de douleurs ou de besoins. Ce programme s'adresse aux âges clés de l'enfant, notamment à 6 et 12 ans qui correspond au moment d'éruption des premières et deuxièmes molaires permanentes, période de fragilité pour ces dents et où le scellement de la face occlusale peut être un moyen de les protéger.

M'T dent est un franc succès sur le papier, mais en pratique seulement 46% des enfants de 6 ans y ont eu recours en 2016 (UFSBD, 2016).

- Programme scolaire

Parallèlement à l'introduction du programme M'T dents, un accompagnement personnalisé pour les enfants défavorisés scolarisés en classes de CP a été développé. Une première action de sensibilisation à l'école est effectuée par des chirurgiens-dentistes. Suite à cela, des formulaires de prise en charge sont distribués aux familles pour les inciter à emmener leurs enfants en consultation dans un cabinet dentaire. En 2017- 2018, ce sont un peu plus de 20 000 enfants scolarisés en CP qui ont été sensibilisés par ce biais (AMELI, 2019). Sachant que la même année scolaire, 840 000 enfants ont été scolarisés en CP, seul 2,4% des élèves de cet âge ont pu bénéficier de ce programme (Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, 2019).

Le comblement de sillons s'adresse généralement aux enfants de 6 à 16 ans, soit la période de scolarité obligatoire en France et dans de nombreux pays. L'avantage d'aller directement dans les écoles est la possibilité d'atteindre l'ensemble de la population cible.

Dans d'autres pays, notamment aux Etats-Unis, les programmes scolaires vont encore plus loin : les soins et notamment des campagnes massives de scellements des puits, sillons et fissures sont réalisés directement en classe (Gooch et coll., 2009).

Cela est notamment permis par le fait que les assistantes dentaires soient autorisées à réaliser cette thérapeutique. Il en est de même avec les hygiénistes dentaires.

- Réalisation des *sealants* par les hygiénistes ou assistants dentaires

Les *sealants* sont un acte destiné à un grand nombre de personnes. C'est ce qui, en plus de sa relative facilité d'exécution, a poussé d'autres professions que les chirurgiens-dentistes à réaliser ce type de soins.

Avec l'essor de l'intérêt pour la prévention, une nouvelle profession émerge : les hygiénistes dentaires.

Les détartrages, l'éducation à l'hygiène orale et le scellement des sillons, puits et fissures notamment font partis des actes qui peuvent leur être confiés.

Les compétences demandées et les conditions d'exercice varient selon les différents pays. Du fait de cette hétérogénéité et du manque de réglementations en vigueur, la reconnaissance de la profession n'est pas encore d'actualité en France mais elle est au cœur de nombreux débats. En effet, depuis 2015, l'Europe tente une harmonisation de la formation et de plus en plus de pays autorisent l'exercice des hygiénistes dentaires : Canada, Suisse, ainsi que la majorité des pays de l'Union Européenne.

Certains pays, plutôt que de développer la profession d'hygiéniste, s'orientent davantage vers une spécialisation de l'assistant dentaire. Au Danemark, par exemple, les assistants dentaires sont également habilités à réaliser des *sealants* (Quilliet et coll., 2008 ; CNO, 2015).

Une étude évaluant l'efficacité du scellement de sillons en fonction de l'opérateur n'a montré aucune différence significative en fonction qu'ils soient réalisés par le chirurgien-dentiste ou l'assistant dentaire (O'Connor, 2002). Par contre, le coût des *sealants* est réduit lorsqu'il est effectué par l'hygiéniste plutôt que par le dentiste.

Finalement, le scellement de sillons est un acte dont la notoriété augmente avec le temps, mais sa pratique reste encore faible au vu des besoins de la population.

3.3.3. Les innovations en matière de scellement de puits et fissures

En se basant sur les articles indexés sur Pubmed, en inscrivant les termes « *pit and fissure sealant* », on obtient 3576 articles avec une moyenne de 67 articles par années entre 1971 et 2020. Le scellement des sillons, puits et fissures est, et reste un sujet d'actualité.

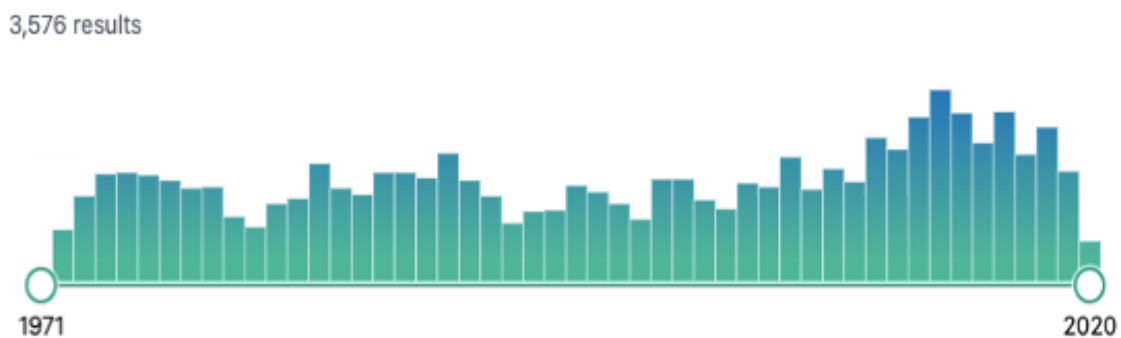


Figure 34 : graphique rapportant le nombre d'articles indexés sur Pubmed par années selon la recherche "pit and fissure sealant" (Pubmed, 2020)

Les recherches évoluent en fonction de la mise au point des techniques ou matériaux. L'objectif est de simplifier les procédures tout en maximisant l'efficacité de la thérapeutique afin d'encourager sa démocratisation.

Aujourd'hui, le plus grand point faible des *sealants* reste le risque de contamination salivaire et l'application en milieu humide sur des dents en cours d'éruption (Bekes, 2018). Les études actuelles vont essentiellement dans ce sens et les CVI (notamment de type Fuji Triage®, GC) présentent des résultats prometteurs.

Récemment, un monomère aux propriétés antibactériennes a été ajouté à la résine classiquement utilisée lors des *sealants*. Les résultats montrent une inhibition significative des *Streptococcus mutans* à son contact. Son intérêt repose essentiellement dans la prévention des lésions carieuses secondaires lorsqu'il existe une percolation bactérienne suite à la réalisation du scellement de sillons (Yu et coll., 2016). Un autre *sealant* aux propriétés antibactériennes et à fort pouvoir de relargage de fluorures a été mis au point. Il contient des nanoparticules de CaF_2 et du DMAHDM (diméthylaminohexadecyl méthacrylate) (Li et coll., 2020). Il faut tout de même attendre que les niveaux de preuves soient suffisants pour en faire des recommandations « officielles » (Nowak et coll., 2018).

4. LE SCHELLEMENT DES SILLONS, PUIITS ET FISSURES - RÉSUMÉ

L'ICCMS™ (International Caries Detection and Assessment System), récemment introduit en dentisterie, permet de définir une stratégie de prise en charge totalement personnalisée et adaptée au patient. Il prône la prévention et une dentisterie ultra-conservatrice, le scellement prophylactique et thérapeutique des puits, sillons et fissures figure donc parmi les mesures clés de ce système.

Le CariesCare est un guide pratique dérivé de l'ICCMS™. Il permet d'aider le praticien dans sa gestion du patient en fonction de ses besoins. Pour savoir, par exemple si le scellement des sillons est pertinent chez un individu, il lui suffit de suivre un cheminement, qui l'emmène de l'analyse des facteurs de risque du patient jusqu'à la réalisation du scellement en lui-même, en passant par l'étude de la face occlusale ou du choix des matériaux (Martignon et coll., 2019).

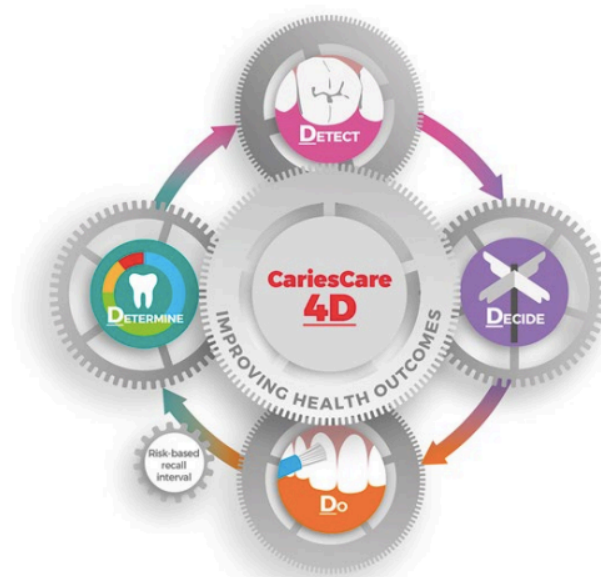


Figure 35 : cycle des 4 D - guide pratique du CariesCare (Beltran et coll., 2019)

DÉTERMINER

= Risque pour le patient de développer de nouvelles lésions carieuses

Facteurs de risque liés au patient ✓	
Hygiène bucco-dentaire insuffisante	
Exposition aux fluorures insuffisante	
Consommation fréquente de boissons ou aliments sucrés, grignotages	
Absence de contrôle régulier chez le dentiste	
Facteurs socio-économiques défavorables	
Mauvais état de santé bucco-dentaire dans la famille	
Pathologies générales, handicap ou facteurs rendant l'hygiène bucco-dentaire compliquée (manque de dextérité, médicaments cariogéniques, altération de la salive...)	

Facteurs de risque intra-oraux ✓	
Expérience carieuse et présence de lésion(s) active(s)	
Présence de plaque en quantité importante (visible à l'œil nu)	
Présence d'éléments rétentifs de plaque (appareils orthodontiques notamment)	
Risque morphologique ou histologique (présence de sillons anfractueux, MIH...)	






RCI : faible / élevé

DÉTECTER

= Détecter, puis évaluer la sévérité et l'activité des lésions

Examen visuel rigoureux sur dents nettoyées après avoir éliminé la plaque dentaire + examen radiographique (bitewing)

→ Se reporter à la classification ICCMS™ (classification ICDAS simplifiée)

	Exemples cliniques (photographies)	Description
Face saine (ICDAS 0)		Aucun signe clinique de lésion carieuse après nettoyage prophylactique et séchage prolongé (5 secondes)
Lésion carieuse initiale (ICDAS 1 et 2)		Présence d'une opacité ou d'une coloration qui n'est pas en corrélation avec l'apparence de l'émail sain, absence de rupture de l'émail, absence d'ombre dans la dentine sous-jacente
Lésion carieuse modérée (ICDAS 3 et 4)		Opacité nette d'origine carieuse Rupture localisée de l'émail et absence d'exposition dentinaire visible
		Présence d'une ombre dans la dentine sous-jacente avec rupture localisée de l'émail ou non
Lésion carieuse sévère (ICDAS 5 et 6)		Présence d'une perte de substance dans un email opaque ou présentant un changement de teinte évident avec exposition dentinaire

	Lésion active	Lésion inactive
Couleur	Blanchâtre ou jaunâtre	Blanchâtre, brunâtre ou noirâtre
Opacité	Perte de brillance	Brillant
Texture	Rugueuse ou molle au sondage précautionneux	Lisse et dur au sondage précautionneux
Présence de plaque dentaire stagnante	La lésion est située dans une zone de rétention de plaque, peut être recouverte de plaque visible avant nettoyage prophylactique	Pas forcément présence de plaque avant le nettoyage prophylactique

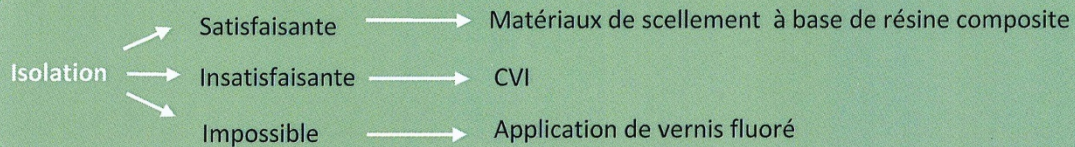
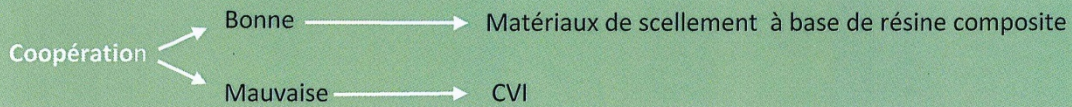
Lésion carieuse : oui / non
Sévérité : initiale / modérée / sévère
Activité : active / inactive

DÉCIDER

= Combinaison des deux premiers D : DÉTERMINER et DÉTECTER

- Si **RCI élevé** et **absence de lésion carieuse** : scellement **prophylactique** des sillons, puits et fissures
- Si **RCI faible** et **lésion carieuse initiale inactive** : pas de traitement spécifique, surveillance accrue
- Si **RCI élevé** et **lésion carieuse initiale inactive** : scellement **thérapeutique** des sillons, puits et fissures
- Si **lésion carieuse initiale active** : scellement **thérapeutique** des sillons, puits et fissures
- Si **lésion carieuse modérée active ou inactive** : scellement **thérapeutique** des sillons, puits et fissures OU traitement restaurateur
- Si **lésion carieuse sévère active ou inactive** : traitement restaurateur

Choix des matériaux



La résine composite est considérée comme le matériau de choix notamment du fait du nombre d'études prouvant son efficacité. Elle est recommandée lorsque les conditions sont optimales. Concernant le CVI, le nombre d'études et le recul sont plus faibles. Mais de par ses propriétés et sa relative tolérance à l'humidité il peut être indiqué dans les situations où il existe un risque de contamination.

DÉLIVRER

Protocole (résine composite)

1. Isolation de la dent
2. Nettoyage prophylactique et éventuelle préparation de la surface
3. Mordançage de la surface
4. Rinçage
5. Séchage
6. (Application de l'adhésif)
7. Application du matériau de scellement à base de résine
8. Photopolymérisation
9. Contrôle

Protocole (CVI)

1. Isolation de la dent
2. Nettoyage prophylactique et éventuelle préparation de la surface
3. Conditionnement de la surface
4. Rinçage
5. Séchage
6. Application du matériau de scellement (CVI)
7. Contrôle et protection

RCI élevé : rendez-vous de contrôle à intervalle de **3 à 6 mois**

RCI faible : rendez-vous de contrôle à intervalle de **6 à 12 mois** (chez l'enfant), de **6 à 24 mois** (chez l'adulte)

Mesures complémentaires

- **Brossage 2 x/ jour avec un dentifrice fluoré (quantité de fluor adaptée à l'âge)**
- **Conseils alimentaires**
- **Application de vernis fluoré en fonction du RCI**

CONCLUSION

Le scellement des sillons, puits et fissures a largement fait ses preuves aussi bien d'un point de vue de la littérature qu'en pratique et ce, depuis une cinquantaine d'années.

Actuellement, la résine composite s'impose comme le matériau de choix lorsque les conditions optimales sont réunies (bonne coopération, isolation satisfaisante de la dent, respect rigoureux du protocole...). Néanmoins, le CVI par sa facilité d'utilisation et sa tolérance à l'humidité tend à s'affirmer et n'apparaît plus seulement comme un second choix ou un compromis.

La recherche du matériau idéal est toujours en cours, les évolutions sont nombreuses et les études pour simplifier les protocoles constantes.

À la fois mesure de prévention primaire et secondaire, les *sealants* jouent un rôle non négligeable dans la gestion de la maladie carieuse.

Le scellement prophylactique peut faire l'objet de campagne de réalisation massive lors de programme de prévention scolaire comme aux Etats-Unis ou peut être vu comme une manière d'aborder l'enfant en douceur pour lui faire découvrir le cabinet dentaire.

Le scellement thérapeutique quant à lui voit ses indications se développer petit à petit, mais nécessite davantage de recul clinique et une plus grande implication des patients vis-à-vis de leur santé bucco-dentaire.

Initialement réalisé par les chirurgiens-dentistes, le scellement des puits et fissures est de plus en plus confiés aux assistants dentaires qualifiés ou aux hygiénistes, permettant de le rendre plus accessible et d'atteindre ainsi un maximum de personnes. Cela concerne essentiellement l'Amérique du Nord, de nombreux pays européens mais n'est pas encore autorisé en France.

Malheureusement, les praticiens français se montrent encore quelque peu réticents vis-à-vis des *sealants* et la prévalence de réalisation n'est pas à la hauteur des réels besoins de la population. C'est seulement avec le temps, en accordant une réelle importance à la prévention et en bousculant la vision de l'exercice que l'on

peut espérer voir sa démocratisation. Pour cela, il ne faut pas seulement considérer la lésion carieuse comme une infection localisée à une dent, mais comme une maladie globale impliquant une démarche de diagnostic, une évaluation des facteurs de risque ainsi qu'une modification des habitudes de vie et d'hygiène, la multiplication des mesures de prévention et la mise en place d'un suivi régulier. On parle alors de stratégie préventive personnalisée pour chaque individu.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aalto-Korte K, Alanko K, Kuuliala O, Jolanki R. Methacrylate and acrylate allergy in dental personnel. *Contact Dermatitis*. 2007; 57(5): 324-30.
2. Agrawal A, Shigli A. Comparison of six different methods of cleaning and preparing occlusal fissure surface before placement of pit and fissure sealant: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2012; 30(1): 51.
3. Ahrakis A, Damianaki S, Toumba K. Pit and Fissure Sealants: Types, Effectiveness, Retention, and Fluoride Release: A Literature Review. *Balk J Stom*. 2007; 11 :151-62.
4. Akinlotan M, Chen B, Fontanilla TM, Chen A, Fan VY. Economic evaluation of dental sealants: A systematic literature review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2018; 46(1): 38-46.
5. Al Agili DE, Niazy HA, Pass MA. Prevalence and socioeconomic determinants of dental sealant use among schoolchildren in Saudi Arabia. *East Mediterr Health J*. 2012; 18(12): 1209-16.
6. Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dental Materials*. 2016; 32(8): 998-1006.
7. Al-Jobair A. In-vitro evaluation of microleakage in contaminated fissures sealed with GC Fuji Triage glass ionomer cement. *J King Saud Univ*. 2010; 12(1) :25-32.
8. Alhareky MS, Mermelstein D, Finkelman M, Alhumaid J, Loo C. Efficiency and patient satisfaction with the Isolite system versus rubber dam for sealant placement in pediatric patients. *Pediatr Dent*. 2014; 36(5): 400-4.
9. Alkilzy M, Berndt C, Splieth CH. Sealing proximal surfaces with polyurethane tape: three-year evaluation. *Clin Oral Invest*. 2011; 15(6): 879-84.
10. Almerich-Silla JM, Montiel-Company JM, Ruiz-Miravet A. Caries and dental fluorosis in a western Saharan population of refugee children. *Eur J Oral Sci*. 2008; 116(6): 512-7.

11. American Academy of Pediatric Dentistry and American Dental Association. Use of Pit-and-Fissure Sealants. *Pediatr Dent*. 2017; 39(6): 156-72.
12. Ammann P, Kolb A, Lussi A, Seemann R. Influence of rubber dam on objective and subjective parameters of stress during dental treatment of children and adolescents - a randomized controlled clinical pilot study: *Influence of rubber dam on stress parameters*. *Int J Paediatr Dent*. 2013; 23(2): 110-5.
13. Antonson SA, Antonson DE, Brener S, Crutchfield J, Larumbe J, Michaud C, et coll. Twenty-four month clinical evaluation of fissure sealants on partially erupted permanent first molars. *J Am Dent Assoc*. 2012; 143(2): 115-22.
14. Asefi S, Eskandarion S, Hamidiaval S. Fissure sealant materials: Wear resistance of flowable composite resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016; 10(3): 194-9.
15. Assunção IV de. Systematic review of noninvasive treatments to arrest dentin non-cavitated caries lesions. *World J Clin Cases*. 2014; 2(5): 137.
16. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *J Dent*. 2008; 36(2): 104-16.
17. Azarpazhooh A, Main PA. Is there a risk of harm or toxicity in the placement of pit and fissure sealant materials? A systematic review. *J Can Dent Assoc*. 2008; 74(2): 179-83.
18. Bagherian A, Shiraz AS. Flowable composite as fissure sealing material? A systematic review and meta-analysis. *Br Dent J*. 2018; 224(2): 92-7.
19. Bagherian A, Sarraf Shirazi A, Sadeghi R. Adhesive systems under fissure sealants: yes or no?. *J Am Dent Assoc*. 2016; 147(6): 446-56.
20. Barkmeier WW, Erickson RL, Kimmes NS, Latta MA, Wilwerding TM. Effect of Enamel Etching Time on Roughness and Bond Strength. *Oper Dent*. 2009; 34(2): 217-22.
21. Basappa N, Raju O, Dahake PT. Fluoride: Is It Worth to be added in Pit and Fissure Sealants?. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2012; 5(1): 1-5.

22. Basili CP, Emilson CG, Corvalan GC, Moran MP, Torres C, Quiroz MD, et coll. Preventive and Therapeutic Proximal Sealing: A 3.5-Year Randomized Controlled Clinical Trial Follow-Up. *Caries Res.* 2017; 51(4): 387-93.
23. Batchelor PA, Sheiham A. Grouping of tooth surfaces by susceptibility to caries: a study in 5–16 year-old children. *BMC Oral Health.* 2004; 4(1): 2.
24. Baygin O, Korkmaz FM, Tüzüner T, Tanriver M. The effect of different enamel surface treatments on the microleakage of fissure sealants. *Lasers Med Sci.* 2012; 27(1): 153-60.
25. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, et coll. Evidence-Based Clinical Recommendations for the Use of Pit-and-Fissure Sealants. *J Am Dent Assoc.* 2008; 139(3): 257-68.
26. Beiruti N, Frencken JE, van't Hof MA, Taifour D, van Palenstein Helderma WH. Caries-Preventive Effect of a One-Time Application of Composite Resin and Glass Ionomer Sealants after 5 Years. *Caries Res.* 2006; 40(1): 52-9.
27. Bekes K, éditeur. Pit and Fissure Sealants. Cham: Springer International Publishing; 2018. 179 p.
28. Beltrán-Aguilar ED, Barker LK, Canto MT, Dye BA, Gooch BF, Griffin SO, et coll. Surveillance for dental caries, dental sealants, tooth retention, edentulism, and enamel fluorosis--United States, 1988-1994 and 1999-2002. *MMWR Surveill Summ.* 2005; 54(3): 1-43.
29. Benham AW, Campbell PM, Buschang PH. Effectiveness of pit and fissure sealants in reducing white spot lesions during orthodontic treatment. A pilot study. *Angle Orthod.* 2009; 79(2): 338-45.
30. Berthet A, Droz D, Maniere M-C. Le traitement de la douleur et de l'anxiété chez l'enfant. Paris : Quintessence International ; 2007. 125 p.
31. Biria M, Ghasemi A, Torabzadeh H, Shisheean A, Baghban AA. Assessment of Microshear Bond Strength: Self-Etching Sealant versus Conventional Sealant. *J Dent (Tehran).* 2014; 11(2): 137-42.
32. Bodecker CF. Microscopic Study of Enamel Fissures with Reference to Their Operative Treatment. *Dent Cosmos.* 1924; 66: 1054-67.

33. Borsatto MC, Corona SAM, Dibb RGP, Ramos RP, Pécora JD. Microleakage of a Resin Sealant after Acid-Etching, Er: YAG Laser Irradiation and Air-Abrasion of Pits and Fissures. *J Clin Laser Med Surg.* 2001; 19(2): 83-7.
34. Bowen RL. Adhesive Bonding of Various Materials to Hard Tooth Tissues. II. Bonding to Dentin Promoted by a Surface-active Comonomer. *J Dent Res.* 1965; 44(5): 895-902.
35. Bowen R, inventeur. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate. US patent US79030859A. 27 nov 1962.
36. Bravo M, Montero J, Bravo JJ, Baca P, Llodra JC. Sealant and Fluoride Varnish in Caries: a Randomized Trial. *J Dent Res.* 2005; 84(12): 1138-43.
37. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34(6): 849-53.
38. Casamassimo PS. Pediatric dentistry: infancy through adolescence. St. Louis, Mo.: Elsevier/Saunders; 2013. 638 p.
39. Cehreli SB, Yalcinkaya Z, Guven-Polat G, Çehreli ZC. Effect of Ozone Pretreatment on the Microleakage of Pit and Fissure Sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 2010; 35(2): 187-90.
40. Ciucchi P, Neuhaus KW, Emerich M, Peutzfeldt A, Lussi A. Evaluation of different types of enamel conditioning before application of a fissure sealant. *Lasers Med Sci.* 2015; 30(1): 1-9.
41. Collège national des enseignants en odontologie conservatrice et endodontie (France), Lasfargues J-J, Machtou P. Dictionnaire francophone des termes d'odontologie conservatrice endodontie & odontologie restauratrice: lexique anglais-français et annexes inclus. Paris : Espace ID ; 2010. 96 p.
42. Colombo M, Dagna A, Molino D, Poggio C, Maiolatesi D, Pietrocola G. Bacterial adhesion on fissure sealants: Effects of exposure to acidic drink. *J Clin Exp Dent.* 2018;0-0.

43. Corona SAM, Borsatto MC, Garcia L, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Randomized, controlled trial comparing the retention of a flowable restorative system with a conventional resin sealant: one-year follow up. *Int J Paediatr Dent.* 2005; 15(1): 44-50.
44. Courson F, Vital S, Muller-Bolla M. Restaurations coronaires sur les molaires permanentes immatures. *EMC-Médecine buccale.* 2013 ; 8(2) : 1-9.
45. Courson F, Velly AM, Droz D, Lupi-Pégurier L, Muller-Bolla M. Clinical decision on pit and fissure sealing according to the occlusal morphology. A descriptive study. *Eur J Paediatr Dent.* 2011; 12(1): 43-9.
46. Craveia J, Rouas P, Carat T, Manton D, Boileau M, Garot E. Knowledge and Management of First Permanent Molars with Enamel Hypomineralization among Dentists and Orthodontists. *J Clin Pediatr Dent.* 2020; 44(1): 20-7.
47. Cueto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc.* 1967; 75(1): 121-8.
48. da Cunha Coelho ASE, Mata PCM, Lino CA, Macho VMP, Areias CMFGP, Norton APMAP, et coll. Dental hypomineralization treatment: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31(1): 26-39.
49. de Amorim RG, Frencken JE, Raggio DP, Chen X, Hu X, Leal SC. Survival percentages of atraumatic restorative treatment (ART) restorations and sealants in posterior teeth: an updated systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest.* 2018; 22(8): 2703-25.
50. De Menezes Oliveira MAH, Torres CP, Gomes-Silva JM, Chinelatti MA, De Menezes FCH, Palma-Dibb RG, et coll. Microstructure and mineral composition of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microsc Res Tech.* 2009; 73(5): 572-7.
51. de Sousa SMG, Tavano SMR, Bramante CM. Unusual case of bilateral talon cusp associated with dens invaginatus. *Int Endod J.* 1999; 32(6): 494-8.

52. Doméjean S, Léger S, Maltrait M, Espelid I, Tveit AB, Tubert-Jeannin S. Changes in Occlusal Caries Lesion Management in France from 2002 to 2012: A Persistent Gap between Evidence and Clinical Practice. *Caries Res.* 2015; 49(4): 408-16.
53. 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): 283-6.
54. Droz D, Courson F, Muller M, Nancy J, Terrie B. Recommandations sur la pratique de scellement des puits et fissures. *Rev Fr Odonto-stomatol.* 2004 ; 11(4) : 223-228.
55. Duggal M, Cameron A, Toumba J. *Paediatric Dentistry At a Glance.* Oxford: John Wiley & Sons; 2012. 120 p.
56. Duggal MS, Tahmassebi JF, Toumba KJ, Mavromati C. The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. *Int J Paediatr Dent.* 2009; 7(2): 81-6.
57. Ekstrand KR, Martignon S, Christiansen MEC. Frequency and distribution patterns of sealants among 15-year-olds in Denmark in 2003. *Community Dent Health.* 2007; 24(1): 26-30.
58. Ekstrand KR, Bakhshandeh A, Martignon S. Treatment of Proximal Superficial Caries Lesions on Primary Molar Teeth with Resin Infiltration and Fluoride Varnish versus Fluoride Varnish Only: Efficacy after 1 Year. *Caries Res.* 2010; 44(1): 41-6.
59. Ekstrand KR, Christiansen J, Christiansen MEC. Time and duration of eruption of first and second permanent molars: a longitudinal investigation. *Commun Dent Oral Epidemiol.* 2003; 31(5): 344-50.
60. Enaia M, Bock N, Ruf S. White-spot lesions during multibracket appliance treatment: A challenge for clinical excellence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140(1): e17-24.

61. Fédération dentaire internationale (FDI). L'Atlas de la santé bucco- dentaire. 2e édition. Genève : Fédération dentaire internationale ; 2015. L'enjeu des maladies bucco-dentaires – un appel pour une action mondiale ; 119 p.
62. Fei X, Li Y, Weir MD, Baras BH, Wang H, Wang S, et coll. Novel pit and fissure sealant containing nano-CaF₂ and dimethylaminohexadecyl methacrylate with double benefits of fluoride release and antibacterial function. *Dent Mater.* 2020; 36(9): 1241-1253.
63. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie 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): 1850-6.
64. Ferrazzano GF, Ingenito A, Alcidi B, Sangianantoni G, Schiavone MG, Cantile T. In vitro performance of ultrasound enamel preparation compared with classical bur preparation on pit and fissure sealing. *Eur J Paediatr Dent.* 2017; (4): 263-7.
65. Fleisch AF, Sheffield PE, Chinn C, Edelstein BL, Landrigan PJ. Bisphenol A and Related Compounds in Dental Materials. *Pediatrics.* 2010; 126(4): 760-8.
66. Fontana M, Innes N. Sealing Carious Tissue Using Resin and Glass-Ionomer Cements. Dans : Schwendicke F, Frencken J, Innes N, éditeurs. *Monographs in Oral Science.* Basel : Karger; 2018. p. 103-12.
67. Fragelli CMB, Souza JF de, Bussaneli DG, Jeremias F, Santos-Pinto LD, Cordeiro R de CL. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Braz Oral Res.* 2017; 31: e30.
68. Frencken JE. The state-of-the-art of ART sealants. *Dent Update.* 2014; 41(2): 119-24.
69. Fütterer J, Ebel M, Bekes K, Klode C, Hirsch C. Influence of customized therapy for molar incisor hypomineralization on children's oral hygiene and quality of life. *Clin Exp Dent Res.* 2020; 6(1): 33-43.

70. Garg D, Mahabala K, Lewis A, Natarajan S, Nayak A, Rao A. Comparative evaluation of sealing ability, penetration and adaptation of a self etching pit and fissure sealant- stereomicroscopic and scanning electron microscopic analyses. *J Clin Exp Dent*. 2019; 11(6): 547-552.
71. Gillcrist JA, Vaughan MP, Plumlee GN, Wade G. Clinical Sealant Retention Following Two Different Tooth-cleaning Techniques. *J Public Health Dent*. 1998; 58(3): 254-6.
72. Goldberg M. Histologie de l'émail. *EMC Médecine buccale*. 2008 ; 8(6) : 1-9.
73. Gomez SS, Emilson C-G, Corvalan GC, Quiroz MD, Moran MPH. Efficacy of sealing the mesial surfaces of first permanent molars with respect to the status of the distal surfaces of the second primary molars in children at high caries-risk. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2014; 15(2): 65-73.
74. Gooch BF, Griffin SO, Gray SK, Kohn WG, Rozier RG, Siegal M, et coll. Preventing Dental Caries Through School-Based Sealant Programs. *J Am Dent Assoc*. 2009; 140(11): 1356-65.
75. Gray SK, Griffin SO, Malvitz DM, Gooch BF. A comparison of the effects of toothbrushing and handpiece prophylaxis on retention of sealants. *J Am Dent Assoc*. 2009; 140(1): 38-46.
76. Grewal N, Chopra R. The effect of fissure morphology and eruption time on penetration and adaptation of pit and fissure sealants: An SEM study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2008; 26(2): 59.
77. Griffin SO, Jones K, Gray SK, Malvitz DM, Gooch BF. Exploring Four-Handed Delivery and Retention of Resin-Based Sealants. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139(3): 281-9.
78. Griffin SO, Naavaal S, Scherrer C, Patel M, Chattopadhyay S. Evaluation of School-Based Dental Sealant Programs: An Updated Community Guide Systematic Economic Review. *Am J Prev Med*. 2017; 52(3): 407-15.
79. Güçlü ZA, Hurt AP, Dönmez N, Coleman NJ. Effect of Er:YAG laser enamel conditioning and moisture on the microleakage of a hydrophilic sealant. *Odontology*. 2018; 106(3): 225-31.

80. Gugnani N, Gugnani S. Sealants generally show equal performance regardless of tooth type and position. *Evid Based Dent*. 2018; 19(2): 40-1.
81. Hallström U. Adverse reaction to a fissure sealant: report of case. *ASDC J Dent Child*. 1993; 60(2): 143-6.
82. Hasanuddin S, Reddy ER, Manjula M, Srilaxmi N, Rani ST, Rajesh A. Retention of fissure sealants in young permanent molars affected by dental fluorosis: a 12-month clinical study. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2014; 15(5): 309-15.
83. Heifetz SB, Yaari A, Proskin HM. Retention of a fluoride-releasing sealant compared with its non-fluoride analogue: interim results of a clinical study after an average of eight months. *J Clin Dent*. 2004; 15(1): 1-5.
84. Hesse D, Bonifácio CC, Mendes FM, Braga MM, Imperato JCP, Raggio DP. Sealing versus partial caries removal in primary molars: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2014; 14: 58.
85. Hilton IV, Stephen S, Barker JC, Weintraub JA. Cultural factors and children's oral health care: a qualitative study of carers of young children. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 2007; 35(6): 429-38.
86. Hof MA, Frencken JE, Helderma WH van P, Holmgren CJ. The Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J*. 2006; 56(6): 345-51.
87. Holmgren CJ, Lo ECM, Hu D. Glass ionomer ART sealants in Chinese school children - 6-year results. *J Dent*. 2013; 41(9): 764-70.
88. Hong M, Vuong C, Herzog K, Ng MW, Sulyanto R. Sealed primary molars are less likely to develop caries. *J Am Dent Assoc*. 2019; 150(8): 641-8.
89. Hyatt T. Prophylactic odontotomy: the cutting into the tooth for the prevention of disease. *Dent Cosmos*. 1923; 65: 234-41.
90. Hyatt T. Prophylactic Odontotomy the Ideal Procedure in Dentistry for Children. *Dent Cosmos*. 1936; 78: 353-70.

91. Innes NPT, Schwendicke F. Restorative Thresholds for Carious Lesions: Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res.* 2017; 96(5): 501-8.
92. Jaakkola MS, Leino T, Tammilehto L, Ylöstalo P, Kuosma E, Alanko K. Respiratory effects of exposure to methacrylates among dental assistants. *Allergy.* 2007; 62(6): 648-54.
93. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et coll. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018; 392(10159): 1789-858.
94. Jedeon K, Maupile S, Babajko S, Naulin-Ifi C. Les hypominéralisations Molaires-Incisives (MIH): prévalence, étiologie et pratique médicale. *Rev Odont Stomat.* 2016 ; 45(1) : 234-50.
95. Joskow R, Barr DB, Barr JR, Calafat AM, Needham LL, Rubin C. Exposure to bisphenol A from bis-glycidyl dimethacrylate–based dental sealants. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137(3): 353-62.
96. Keys W, Carson SJ. Rubber dam may increase the survival time of dental restorations. *Evid Based Dent.* 2017; 18(1): 19-20.
97. Klein H, Knutson JW. XIII. Effect of Ammoniacal Silver Nitrate on Caries in the First Permanent Molar. *J Am Dent Assoc.* 1942; 29(11): 1420-6.
98. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater.* 2005; 21(12): 1150-7.
99. Kloukos D, Pandis N, Eliades T. In vivo bisphenol-A release from dental pit and fissure sealants: A systematic review. *J Dent.* 2013; 41(8): 659-67.
100. Kopperud SE, Tveit AB, Opdam NJM, Espelid I. Occlusal Caries Management: Preferences among Dentists in Norway. *Caries Res.* 2016; 50(1): 40-7.
101. Kornblit R, Trapani D, Bossù M, Muller-Bolla M, Rocca JP, Polimeni A. The use of Erbium:YAG laser for caries removal in paediatric patients following Minimally Invasive Dentistry concepts. *Eur J Paediatr Dent.* 2008; 9(2): 81-7.

102. Krois J, Göstemeyer G, Reda S, Schwendicke F. Sealing or infiltrating proximal carious lesions. *J Dent*. 2018; 74: 15-22.
103. Kühnisch J, Bedir A, Lo Y-F, Kessler A, Lang T, Mansmann U, et coll. Meta-analysis of the longevity of commonly used pit and fissure sealant materials. *Dent Mater*. 2020; 36(5): e158-68.
104. Lagarde M, Vennat E, Attal J, Dursun E. Strategies to optimize bonding of adhesive materials to molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review. *Int J Paediatr Dent*. 2020; 30(4): 405-420.
105. Lakshmanan L, Gurunathan D. Parents' knowledge, attitude, and practice regarding the pit and fissure sealant therapy. *J Family Med Prim Care*. 2020; 9(1): 385.
106. Lam PPY, Sardana D, Ekambaram M, Lee GHM, Yiu CKY. Effectiveness of Pit and Fissure Sealants for Preventing and Arresting Occlusal Caries in Primary Molars: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2020; 20(2): 101404.
107. Lasfargues J-J, Decup F. Préparations et restaurations adhésives a minima. Apport des techniques sono-abrasives. *Real Clin*. 2012; 23(3): 1-12.
108. Lasfargues J-J, Colon P, Vanherle G, Lambrechts P. Odontologie conservatrice et restauratrice. Tome 1. Paris : Éditions CdP ; 2009. 480 p.
109. Lewis DW, Hargreaves JA. Epidemiology of dental caries in the premolar and second molar teeth of Scottish children in relation to pits and fissures. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 1977; 5(1): 46-54.
110. Li F, Jiang P, Yu F, Li C, Wu S, Zou J, et coll. Comparison between Fissure Sealant and Fluoride Varnish on Caries Prevention for First Permanent Molars: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sci Rep*. 2020; 10(1): 2578.
111. Llodra JC, Bravo M, Delgado-Rodriguez M, Baca P, Galvez R. Factors influencing the effectiveness of sealants - a meta-analysis. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 1993; 21(5): 261-8.

112. Lo Y-F, Crispin A, Kessler A, Hickel R, Künisch J. What is an Appropriate Etching Time For Sealant Application on Permanent Molars? Results from a Meta-Analysis. *J Adhes Dent.* 2019; 21(6): 487-95.
113. Lowder PD, Foley T, Banting DW. Bond strength of 4 orthodontic adhesives used with a caries-protective resin sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(2): 291-5.
114. Lupi-Pégurier L, Poullié A-I, Martel P, Muller-Bolla M. Scellement prophylactique des sillons des premières et deuxièmes molaires permanentes. Une revue de littérature médico-économique. *Rev Odont Stomat.* 2008; 37(1): 199-207.
115. Lusine Alves de Castro F, Barbosa Campos B, Bittencourt Pazinato F, Marra J, Kely Firmino B, Vieira Reges R. Improving patient care: alternative rubber dam isolation methods. *ROBRAC.* 2013; 21(59): 538-542.
116. Lygidakis NA. Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010; 11(2): 65-74.
117. Lygidakis NA, Dimou G, Stamataki E. Retention of fissure sealants using two different methods of application in teeth with hypomineralised molars (MIH): A 4 year clinical study. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2009; 10(4): 223-6.
118. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, Espelid I. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010; 11(2): 75-81.
119. Lynch RJM. The primary and mixed dentition, post-eruptive enamel maturation and dental caries: a review. *Int Dent J.* 2013; 63(2): 3-13.
120. Marinho VC, Higgins JP, Logan S, Sheiham A. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002; (3): CD002279.

121. Martignon S, Ekstrand KR, Gomez J, Lara JS, Cortes A. Infiltrating/Sealing Proximal Caries Lesions: A 3-year Randomized Clinical Trial. *J Dent Res*. 2012; 91(3): 288-92.
122. Martignon S, Pitts NB, Goffin G, Mazevet M, Douglas GVA, Newton JT, et coll. Caries Care practice guide: consensus on evidence into practice. *Br Dent J*. 2019; 227(5): 353-62.
123. McLean JW, Wilson AD. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust Dent J*. 1977; 22(1): 31-6.
124. Mejäre I, Mjör IA. Glass ionomer and resin-based fissure sealants: a clinical study. *Eur J Oral Sci*. 1990; 98(4): 345-50.
125. Meller C, Schott T. Integrity testing of a smooth surface resin sealant around orthodontic brackets using a new Fluorescence-aided Identification Technique (FIT). *Angle Orthod*. 2018; 88(6): 765-70.
126. Mickenautsch S, Yengopal V. Validity of Sealant Retention as Surrogate for Caries Prevention – A Systematic Review. *PLoS ONE*. 2013; 8(10): e77103.
127. Montasser MA, Taha M. Effect of enamel protective agents on shear bond strength of orthodontic brackets. *Prog Orthod*. 2014; 15(1): 34.
128. Morphis TL, Toumba JK, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent*. 2002; 10(2): 90-8.
129. Muller-Bolla M, Courson F, Doméjean S. Comprendre les bases de la Cariologie en 10 points – Partie 1. *Inf dent*. 2015 ; 22(1): 3-9.
130. Muller-Bolla M. Guide d'odontologie pédiatrique : la clinique par la preuve. Malkoff : Cdp ; 2018. 496 p.
131. Muller-Bolla M, Courson F, Dridi S-M, Viargues P. L'odontologie préventive au quotidien maladies carieuse et parodontales, malocclusions. Paris : Quintessence international ; 2013. 120 p.
132. Muller-Bolla M, Lupi-Pegurier L, Tardieu C, Velly AM, Antomarchi C. Retention of resin-based pit and fissure sealants: a systematic review. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 2006; 34(5): 321-36.

133. Muntean A, Simu M-R, Suhani R, Mesaros AS. Pit and fissure sealants penetration capacity and their correlation with fissure morphology. *Med Pharm Rep.* 2019; 92(3): S50-4.
134. Naaman R, El-Housseiny A, Alamoudi N. The Use of Pit and Fissure Sealants - A Literature Review. *Dent J.* 2017; 5(4): 34.
135. Nahvi A, Razavian A, Abedi H, Charati JY. A comparison of microleakage in self-etch fissure sealants and conventional fissure sealants with total-etch or self-etch adhesive systems. *Eur J Dent.* 2018; 12(2): 242-6.
136. Naulin-Ifi C. *Odontologie pédiatrique clinique.* Rueil-Malmaison : Cdp ; 2011. 327 p.
137. Nazar H, Mascarenhas AK, Al-Mutwa S, Ariga J, Soparker P. Effectiveness of Fissure Sealant Retention and Caries Prevention with and without Primer and Bond. *Med Princ Pract.* 2013; 22(1): 12-7.
138. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater.* 2007; 23(5): 615-22.
139. Nogourani MK, Janghorbani M, Khadem P, Jadidi Z, Jalali S. A 12-month clinical evaluation of pit-and-fissure sealants placed with and without etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in newly-erupted teeth. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20(3): 352-6.
140. Nowak AJ, Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, Wells M, éditeurs. *Pediatric dentistry: infancy through adolescence.* 6e édition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2019. 656 p.
141. O'Reilly MT, De Jesús Viñas J, Hatch JP. Effectiveness of a sealant compared with no sealant in preventing enamel demineralization in patients with fixed orthodontic appliances: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143(6): 837-44.
142. Ohlson CG, Svensson L, Mossberg B, Hök M. Prevalence of contact dermatitis among dental personnel in a Swedish rural county. *Swed Dent J.* 2001; 25(1): 13-20.

143. Olivi G, Olivi M, éditeurs. *Lasers in Restorative Dentistry*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2015. 274 p.
144. Ortengren U. On composite resin materials. Degradation, erosion and possible adverse effects in dentists. *Swed Dent J Suppl*. 2000; (141): 1-61.
145. Oulis CJ, Berdouses ED, Mamai-Homata E, Polychronopoulou A. Prevalence of sealants in relation to dental caries on the permanent molars of 12 and 15-year-old Greek adolescents. A national pathfinder survey. *BMC Public Health*. 2011; 11: 100.
146. Pablo Loyola-Rodriguez J, Mendoza-Razo V, Rodriguez-Juarez F, Campos-Cambranis R. Flowable resin used as a sealant in molars affected by dental fluorosis: a comparative study. *J Clin Pediatr Dent*. 2006; 30(1): 39-43.
147. Pinar A, Sepet E, Aren G, Bölükbaşı N, Ulukapi H, Turan N. Clinical performance of sealants with and without a bonding agent. *Quintessence Int*. 2005; 36(5): 355-60.
148. Pithon MM, Santos M de J, de Souza CA, Leão Filho JCB, Braz AKS, de Araujo RE, et coll. Effectiveness of fluoride sealant in the prevention of carious lesions around orthodontic brackets: an OCT evaluation. *Dental Press J Orthod*. 2015; 20(6): 37-42.
149. Ponomareva RB, Kavunenko TN, Kalatcheva TN, Tikhomirova-Sidorova NS, Samsonov GV. [Modification of pancreatic ribonuclease activity in complexes with polyanions]. *Biokhimiia*. 1975; 40(3): 468-75.
150. Quilliet P, L'Hopital A-S, Bourgeois D, Muller-Bolla M. Professions annexes aux dentistes de l'union européenne. *Actual Odonto-Stomatol*. 2008; (241): 39-52.
151. Quiñonez RB, Downs SM, Shugars D, Christensen J, Vann WF. Assessing Cost-Effectiveness of Sealant Placement in Children. *J Public Health Dent*. 2005; 65(2): 82-9.
152. Rathee M, Malik P, Singh J. Bisphenol A in dental sealants and its estrogen like effect. *Indian J Endocrinol Metab*. 2012; 16(3): 339-42.

153. Reddy Vr, Chowdhary N, Mukunda K, Kiran N, Kavyarani B, Pradeep M. Retention of resin-based filled and unfilled pit and fissure sealants: A comparative clinical study. *Contemp Clin Dent*. 2015; 6(5): 18.
154. Rickard GD, Richardson RJ, Johnson TM, McColl DC, Hooper L. Ozone therapy for the treatment of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019; (3): CD004153
155. Rios D, Oliveira G, Zampieri C, Jordão M, Dionisio E, Buzalaf M, et coll. Resin-Based Materials Protect Against Erosion/Abrasion - a Prolonged *In Situ* Study. *Oper Dent*. 2019; 44(3): 302-11.
156. Ruby JD, Cox CF, Akimoto N, Meada N, Momoi Y. The Caries Phenomenon: A Timeline from Witchcraft and Superstition to Opinions of the 1500s to Today's Science. *Int J Dent*. 2010; 2010: 1-10.
157. Ruse ND. What is a « compomer »?. *J Can Dent Assoc*. 1999; 65(9): 500-4.
158. Sakkas C, Khomenko L, Trachuk I. A comparative study of clinical effectiveness of fissure sealing with and without bonding systems: 3-year results. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2013; 14(2): 73-81.
159. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*. 2007; 369(9555): 51-9.
160. Shwartz M, Gröndahl H-G, Pliskin JS, Boffa J. A longitudinal analysis from bite-wing radiographs of the rate of progression of approximal carious lesions through human dental enamel. *Arch Oral Biol*. 1984; 29(7): 529-36.
161. Simonsen R, Neal R. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants: Pit and fissure sealants. *Austr Dent J*. 2011; 56(1): 45-58.
162. Singh C, Kaur K, Kapoor K. Retention of pit and fissure sealant versus flowable composite: An in vivo one-year comparative evaluation. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2019; 37(4): 372.
163. Smallridge J. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry: Use of fissure sealants including management of the stained fissure in first permanent molars. *Int J Paediatr Dent*. 2018; 28(5): e1-9.

164. Tassery H, Victor J-L, Coudert G, Brouillet J-L, Koubi S. Dentisterie restauratrice a minima. Paris : Elsevier Masson; 2008. 145 p.
165. Tilotta-Yasukawa F, Lautrou A, Lévy G. Anatomie dentaire. Paris : Elsevier Masson ; 2018. 320 p.
166. Ulvestad H. Evaluation of fissure sealing with a diluted composite sealant and an UV-light polymerized sealant after 36 months' observation. Eur J Oral Sci. 1976; 84(6): 401-3.
167. Vaidyanathan M, Whatling R, Fearne J. An Overview of the Dens Invaginatus with Case Examples. Dent Update. 2008; 35(10): 655-63.
168. Venker DJ, Kuthy RA, Qian F, Kanellis MJ. Twelve-month Sealant Retention in a School-based Program Using a Self-etching Primer/Adhesive. J Public Health Dent. 2007; 64(4): 191-7.
169. Waggoner WF, Siegal M. Pit and fissure sealant application: updating the technique. J Am Dent Assoc. 1996; 127(3): 351-61.
170. Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T. Durability of the anti-erosive effect of surfaces sealants under erosive abrasive conditions. Acta Odontol Scand. 2013; 71(5): 1188-94.
171. Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Eur J Paediatr Dent. 2004; 5(3): 179-84.
172. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. J Appl Chem. 2007; 21(11): 313-313.
173. Wilson IP. Preventive Dentistry. Am J Dent Sci. 1895; 29(1): 10-3.
174. Wright JT, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Crall JJ, Fontana M, et coll. Sealants for Preventing and Arresting Pit-and-fissure Occlusal Caries in Primary and Permanent Molars. Pediatr Dent. 2016; 38(4): 282-308.
175. Yazici AR, Kiremitçi A, çelik çigdem, özgünaltay G, Dayangaç B. A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers. J Am Dent Assoc. 2006; 137(10): 1401-5.

176. Yu F, Yu H, Lin P, Dong Y, Zhang L, Sun X, et coll. Effect of an Antibacterial Monomer on the Antibacterial Activity of a Pit-and-Fissure Sealant. PLoS ONE. 2016; 11(9): e0162281.
177. Yue C, Tantbirojn D, Grothe RL, Versluis A, Hodges JS, Feigal RJ. The Depth of Cure of Clear Versus Opaque Sealants as Influenced by Curing Regimens. J Am Dent Assoc. 2009; 140(3): 331-8.
178. Zandona AF, Swift EJ. Evidence for Sealing versus Restoration of Early Caries Lesions: Critical Appraisal. J Esthet Restor Dent. 2015; 27(1): 55-8.
179. Zero DT. How the introduction of the acid-etch technique revolutionized dental practice. J Am Dent Assoc. 2013; 144(9): 990-4.
180. Zhang W, Mulder J, Frencken JE. Is preventing micro-cavities in dentine from progressing with a sealant successful?. Br Dent J. 2019; 226(8): 590-4.
181. Zhao X, Pan J, Malmstrom HS, Ren Y-F. Protective effects of resin sealant and flowable composite coatings against erosive and abrasive wear of dental hard tissues. J Dent. 2016; 49: 68-74.
182. Zhao X, Pan J, Zhang S, Malmstrom HS, Ren Y-F. Effectiveness of resin-based materials against erosive and abrasive enamel wear. Clin Oral Invest. 2017; 21(1): 463-8.
183. Ziane-Casenave S, Hein V, Pannerec V, Devillard R, Bertrand C. Les lasers en odontologie. EMC - Médecine buccale. 2020 ; 13(1) : 1-14. [Article 28-639-T-10].

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES

184. ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Dossier de presse : évaluation des risques sanitaires du bisphénol A [Internet]. 2013 [consulté le 2 juin 2020]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/PRES2013CPA09.pdf>
185. Arastoo S, Behbudi A, Rakhshan V. In Vitro Microleakage Comparison of Flowable Nanocomposites and Conventional Materials Used in Pit and Fissure Sealant Therapy [Internet]. 2019 [consulté le 10 mai 2020]. Disponible sur : <https://publish.kne-publishing.com/index.php/fid/article/view/1105>
186. Attal J. Les ciments verres ionomères [Internet]. 2010 [consulté le 13 mai 2020]. Disponible sur:
<http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap11/site/html/cours.pdf>
187. Bourgeois D, Llodra JC, Norblad A, Pitts N. Health Surveillance in Europe : European Global Oral Health Indicators Development Project : Final report [Internet]. 2005 [consulté le 19 mars 2020]. Disponible sur : <https://www.mah.se/upload/fakulteter/od/avdelningar/who/euro/eu/eureportoralheath200305.pdf>
188. Brazzelli M, McKenzie L, Fielding S, Fraser C, Clarkson J, Kilonzo M, et coll. Systematic review of the effectiveness and cost-effectiveness of HealOzone® for the treatment of occlusal pit/fissure caries and root caries. Health Technol Assess [Internet]. 2006 [consulté le 10 mai 2020]; 10(16). Disponible sur : <https://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/hta/hta10160/>
189. Buzyn A, Darmanin G. Arrêté du 20 août 2018 portant approbation de la convention nationale organisant les rapports entre les chirurgiens-dentistes libéraux et l'assurance maladie [Internet]. 2018 [consulté le 10 mai 2020]. Disponible sur :
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=A3C32E384BAC877BEC60500529D13DEC.tplgfr29s_2?cidTexte=JORFTEXT000037335538&dateTexte=20190427

190. Carlac'H D, Ouadirhi M, Romeo K. L'organisation des soins bucco-dentaires en Allemagne, en Suède et aux Pays-Bas [Internet]. 2018 [consulté le 12 mai 2020]. Disponible sur : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dt136.pdf>
191. Colon P, Bolla M, Leforestier E. Cahier des charges des matériaux de restauration utilisés en technique directe [Internet]. 2010 [consulté le 26 mai 2020]. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap8/site/html/cours.pdf>
192. Degrange M, Pourreyron L. Les systèmes adhésifs amélo-dentaires. 2010. [Internet]. 2010 [consulté le 20 mars]. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap12/site/html/cours.pdf>
193. Doméjean S, Bourgeois D, Tubert-Jeannin S. Traduction française du document Appendix - Manual Criteria - International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) [Internet]. 2009 [consulté le 12 mars 2020]. Disponible sur : <https://www.iccms-web.com/uploads/asset/59286196d83b5849670137.pdf>
194. Dorri M, Dunne SM, Walsh T, Schwendicke F. Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanent teeth. Cochrane Database of Syst Rev [Internet]. 2015 [consulté le 22 avr 2020]. Disponible sur <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010431.pub2>
195. Fourcade N, von Lennep F, Grémy I, Bourdillon F. L'état de santé de la population en France - Rapport 2017 [Internet]. 2017 [consulté le 12 mai 2020]. Disponible sur : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/esp2017.pdf>
196. Gonzalez L, Héam J-C, Mikou M, Ferretti C. Les dépenses de santé en 2018-édition 2019 Résultats des comptes de la santé [Internet]. 2019 [consulté le 20 mars 2020]. Disponible sur : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/cns2019.pdf>
197. Goršeta K. Fissure Sealing in Occlusal Caries Prevention. Dans : Viridi MS, éditeur. Emerging Trends in Oral Health Sciences and Dentistry [Internet]. Rijeka: InTech; 2015 [consulté le 10 mai 2020]. Disponible sur : <http://www.intechopen.com/books/emerging-trends-in-oral-health-sciences-and-dentistry/fissure-sealing-in-occlusal-caries-prevention>

198. Haute Autorité de Santé. Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxièmes molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans [Internet]. 2005 [consulté le 2 mars 2020]. Disponible sur :
https://www.has-sante.fr/jcms/c_272496/fr/appreciation-du-risque-carieux-et-indications-du-scellement-prophylactique-des-sillons-des-premieres-et-deuxiemes-molaires-permanentes-chez-les-sujets-de-moins-de-18-ans
199. Haute Autorité de Santé. Stratégies de prévention de la carie dentaire [Internet]. 2010 [consulté le 2 mars 2020]. Disponible sur : https://www.has-sante.fr/jcms/c_991247/fr/strategies-de-prevention-de-la-carie-dentaire
200. Henig M, McGrath E. White Paper Sealant Placement Efficiency: A Comparison of Isolite® to Cotton Rolls [Internet]. 2018 [consulté le 15 mai 2020]. Disponible sur: <https://www.zyris.com/wp-content/uploads/2019/01/WP-1802-001-B-PDA-Sealant-Study-2018.pdf>
201. Hollande F, Ayrault J-M, Moscovici P, Touraine M, Montebourg A, Le Foll S. Loi no 2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A [Internet]. 2012 [consulté le 3 mai 2020]. Disponible sur :
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026830015&categorieLien=id>
202. Irish Oral Health Services. Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries [Internet]. 2010. [consulté le 3 mars 2020]. Disponible sur :
<https://www.ucc.ie/en/media/research/ohsrc/PitandFissureSealantsFull.pdf>
203. Kühnisch J, Reichl FX, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. Leitlinie Fissuren- und Grübchenversiegelung [Internet]. 2010 [consulté le 10 mars 2020]. Disponible sur : https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-002l_S3_Fissuren-Gruebchenversiegelung_2017-04.pdf

204. Organisation Mondiale de la Santé. Étiologie et prévention de la carie dentaire : rapport d'un groupe scientifique de l'OMS [réuni à Genève du 30 novembre au 6 décembre 1971] [Internet]. 1972 [consulté le 15 février 2020]. Disponible sur : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/38778>
205. Peterson PE. Rapport sur la santé bucco-dentaire dans le monde 2003 [Internet]. 2003 [consulté le 18 février 2020]. Disponible sur : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/68507>
206. Pitts N, Ismail A, Martignon S, Ekstrand KR, Douglas G, Longbottom C. Guide ICCMS à destination des praticiens et enseignants [Internet]. 2014 [consulté le 18 mars 2020]. Disponible sur : <https://www.iccms-web.com/uploads/asset/592847697f237178236959.pdf>
207. Raskin A. Les résines composites [Internet]. 2010 [consulté le 10 mars]. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap10/site/html/cours.pdf>
208. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Preventing Dental Caries in Children at High Caries Risk Targeted prevention of dental caries in the permanent teeth of 6-16 year olds presenting for dental care [Internet]. 2000 [consulté le 22 mars 2020]. Disponible sur : <https://www.scottishdental.org/library/preventing-dental-caries-in-children-at-high-caries-risk/>
209. UFSBD (Union française pour la santé bucco-dentaire). Scellement de sillons : des recommandations à la prise en charge : ayez le bon réflexe [Internet]. 2005 [consulté le 2 février 2020]. Disponible sur : <http://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2019/09/Pratiques-dentaires-Scellement-sillons.pdf>
210. Virupaxi SG. Comparative Evaluation of Longevity of Fluoride Release From three Different Fluoride Varnishes – An Invitro Study. J Clin Diagn Res [Internet]. 2016 [consulté le 10 mai 2020]; 10(8): ZC33-6. Disponible sur : http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=8&page=ZC033&issn=0973-709x&id=8242

211. Wang Y, Li C, Yuan H, Wong MC, Zou J, Shi Z, et coll. Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2016 [consulté le 10 mai 2020]; 9(9): CD009858. Disponible sur : <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009858.pub2>

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	12
INTRODUCTION	13
1. INDICATIONS DU COMBLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES	14
1.1. Historique du comblement des puits, sillons et fissures.....	14
1.2. La molaire permanente... ..	17
1.2.1. Une anatomie complexe... ..	17
• Morphologie coronaire.....	17
• Immaturité amélaire.....	21
• Physiologie de l'éruption.....	22
1.2.2. qui la rend susceptible à la maladie carieuse.....	24
• Définition de la lésion carieuse et risque carieux individuel (RCI).....	24
• Prévalence de la maladie carieuse	29
1.3. Recommandations du scellement des puits, sillons et fissures	33
1.3.1. Arguments cliniques	33
• Recommandations nationales	33
• Recommandations à l'international	34
1.3.2. Arguments politico-économiques	36
• Impact économique du comblement des sillons, puits et fissures.....	36
• Politique de prise en charge	38
1.3.3. Indications complémentaires du scellement des puits, sillons et fissures	39
• Extension à la denture temporaire.....	40
• Extensions à d'autres zones.....	41
• Comblement en cas d'anomalie	46
2. LE SCHELLEMENT DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES : MISE EN ŒUVRE, CRITÈRES DE CHOIX ET COMPARAISON DES MATÉRIAUX	49
2.1. Préparation préalable de la surface à sceller	49
2.1.1. Isolation	49
• La digue dentaire	49

• Les cotons salivaires.....	51
• Le système Isolite™	51
2.1.2. Prétraitement de la dent	52
• Nettoyage prophylactique	52
• Ozone	53
• Air abrasion.....	55
• Laser	56
• Sono- et ultrasonoabrasion.....	56
• Fraisage.....	57
• Conclusion sur le traitement préalable de la surface.....	58
2.2. Les différents matériaux à disposition	58
2.2.1. Résine composite	58
• Description	58
• Matériaux disponibles pour le comblement des puits et fissures	60
• Protocole.....	64
2.2.2. Ciment Verre Ionomère (CVI).....	69
• Description	69
• Matériaux disponibles pour le scellement des sillons, puits et fissures	70
• Protocole.....	72
2.2.3. Autres matériaux	75
• Ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine	75
• Compomères.....	75
• Vernis fluorés.....	76
2.3. Critères de choix des matériaux.....	77
2.3.1. Cahier des charges du matériau idéal.....	77
• Rétention.....	77
• Étanchéité.....	78
• Bioactivité	81
• Facilité d'emploi et de mise en œuvre	81
• Coût acceptable voire faible	83
• Conclusion sur les matériaux utilisés pour le scellement des sillons.....	84
2.3.2. Choix du matériau	84
• En fonction de l'isolation.....	84

• En fonction de la coopération et de l'âge	85
• En fonction de l'anatomie de la dent	87
• En cas de scellement thérapeutique	88
• Selon le cas particulier de la molaire présentant une MIH.....	89
3. RÉSULTATS ET SUIVI.....	91
3.1. Efficacité du scellement des puits, sillons et fissures dans la	
prévention de la lésion carieuse	91
3.1.1. Prévention primaire	91
3.1.2. Prévention secondaire.....	93
3.2. Les limites du scellement des puits, sillons et fissures	96
3.2.1. Prévalence du scellement des puits, sillons et fissures.....	96
3.2.2. Diagnostic de la lésion carieuse	98
3.2.1. Contre-indications et effets indésirables.....	102
• Contre-indications.....	102
• Effets indésirables	102
3.3. Quel avenir pour le scellement des puits, sillons et fissures ?.....	106
3.3.1. Suivi du comblement des puits et fissures	106
3.3.2. Vers une démocratisation du scellement des puits, sillons et fissures ?	107
• Les sealants : un acte connu du grand public ?.....	107
• Programme M'T dents	108
• Programme scolaire.....	109
• Réalisation des sealants par les hygiénistes ou assistants dentaires..	110
3.3.3. Les innovations en matière de scellement de puits et fissures	111
4. LE SCHELLEMENT DES SILLONS, PUIITS ET FISSURES - RÉSUMÉ.....	113
CONCLUSION	116
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	118
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES.....	136

HILT Léa - Le scellement prophylactique et thérapeutique des puits, sillons et fissures

Nancy 2020 : 150 pages. 35 figures ; 16 tableaux

Th. : Chir.-Dent. : Nancy 2020

Mots-clefs :

- odontologie pédiatrique
- odontologie conservatrice
- *sealant*
- prévention

Résumé :

Développé dès le XIX^e siècle, le scellement des sillons, puits et fissures est encore aujourd'hui en pleine évolution. D'abord pensé pour les faces occlusales des premières et deuxième molaires permanentes, ces indications se sont progressivement multipliées (molaires temporaires, prémolaires ou encore scellement thérapeutique des lésions carieuses initiales voire modérées).

Leur réalisation peut s'envisager aujourd'hui majoritairement avec des résines composites ultra-fluides ou des ciments verres ionomères. Il appartiendra au praticien de choisir son protocole en fonction des conditions cliniques.

Malgré les recommandations internationales, la prévalence de réalisation des *sealants* n'est à ce jour pas à la hauteur des besoins de la population. Sa démocratisation implique un changement de dogme et une vision plus préventive de la dentisterie, aussi bien pour les praticiens que pour les patients.

Jury :

Président : Pr Jean-Marc MARTRETTE

Membres : Pr Éric MORTIER

Dr Stéphanie JAGER

Dr Morgane HOMBOURGER

Directeurs de thèse : Pr Éric MORTIER

Dr Stéphanie JAGER

Adresse de l'auteur :

Léa HILT
64 rue Haute-Seille
57000 METZ

Vu la demande du doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine sur le rapport du jury :

Président : J-M MARTRETTE – Professeur des universités

Membre du jury : É. MORTIER – Professeur des universités (Co-directeur de thèse)

Membre du jury : S. JAGER – Maître de conférences des universités (Co-directeur de thèse)

Membre du jury : M. HOMBOURGER – Assistante hospitalier universitaire

le président de l'université de Lorraine autorise

Madame Léa HILT

née à METZ (Moselle) le 18 juin 1995,

à soutenir le vendredi 18 septembre 2020

et imprimer sa thèse en vue d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire intitulée :

« LE SCHELLEMENT PROPHYLACTIQUE ET THERAPEUTIQUE DES PUIITS, SILLONS ET FISSURES »

Nancy, le 26 août 2020

N° autorisation : **11312 C**

Le président de l'université de Lorraine



P. MUTZENHARDT