

Analyse comparative de la littérature

III.1. Protocole

Sur les interfaces SUMMON, PubMed, Google Scholar, nous avons taper les mots clefs : restaurations partielles postérieures, inlay, onlay, PICN, survie, succès, échec, céramique, hybride, résine, feldspathique, disilicate, enamic, revue systématique, toxicité, bisphénol, charge, fracture, résistance, mécanique, abrasion. Les recherches ont été faites en anglais et les résultats le sont également.

Ainsi 38 articles ont pu être retenus et commentés dans cette partie.

Pour la comparaison des propriétés physiques et mécaniques, les sources sont des études expérimentales, des cours universitaires ou encore issues de la documentation scientifique du fabricant. Une revue systématique a été consulté concernant l'effet des céramiques sur l'email antagoniste.

Pour la comparaison du taux de succès, un rapport de la HAS datant de 2009 a été consulté. Les articles cités par ce rapport ont été commentés. On retrouve cinq revues systématiques.

Deux revues systématiques plus récentes ont également été consultés. Des études sur les matériaux non traités dans des revues systématiques viennent compléter l'analyse.

III.2. Résultats : propriétés physiques et mécaniques

III.2.1. Propriétés physiques

Nous aborderons les propriétés thermiques que nous avons définies dans la première partie.

A propos de la conductivité thermique, pour le composite elle est proche des valeurs des tissus naturels : en moyenne, on l'estime à $1,09 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ contre $0,92 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. (20).

Au contraire, les céramiques sont des isolants thermiques, environ $0,01 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, pour le verre, constituant des céramiques à phase vitreuse, elle est en revanche de $1,3 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Ces deux matériaux jouent donc un rôle de protection pour les tissus restaurés vis-à-vis des agressions

thermiques. (27)

A propos du coefficient de dilatation thermique, celui de la résine est bien supérieur à celui des tissus dentaires. Il est d'environ $30.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et peut aller jusqu'à $70.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, ceci peut engendrer des contraintes entre le matériau et la surface dentaire lors de changements de température menant à une perte d'étanchéité voire une fêlure. (20)

Pour les céramiques vitreuses, il est adaptable en fonction de la teneur en K_2O du verre.(27)

Par exemple pour IPS e.max[®] Press d'Ivoclar Vivadent, le coefficient de dilatation thermique est proche de celui de l'émail ($12.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), il est de $10,3.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. ce qui présage un comportement acceptable face aux variations de température. (28)

III.2.2. Biocompatibilité

En termes de biocompatibilité, les matériaux céramiques restent plus performants que les résines composites. Comme nous l'avons détaillé plus haut, la stabilité chimique de la céramique rend ce matériau bioinerte. Les tissus dentaires et parodontaux tolèrent parfaitement la présence d'une restauration en céramique à leur contact, à condition que celle-ci soit réalisée et assemblée dans de bonnes conditions (29). Cependant, le collage fait appel à des matériaux résineux, ce qui induit une certaine cytotoxicité, bien que celle-ci ne soit pas directement due à la céramique.

Les résines composites, souvent décriées pour leur toxicité causée par les monomères libres formant la matrice ainsi que par les additifs, restent tout de même des matériaux dont la biocompatibilité est largement acceptable. (30)

La toxicité du composite est en partie due à la polymérisation incomplète du matériau lors de sa mise en œuvre. Or, notre travail s'attarde essentiellement sur les restaurations indirectes, réalisées au laboratoire de prothèse, donc dans des conditions optimales permettant d'obtenir un taux de conversion très favorable. De plus, les techniques de mise en œuvre par CFAO augmentent encore ce taux de conversion et donc la biocompatibilité du matériau.

La cytotoxicité des composites provient également de l'usure et la dégradation progressive du matériau. En effet celui-ci est soumis à différentes contraintes inhérentes à l'environnement buccal, telles que la présence de salive, les forces mécaniques dues à la mastication ou encore

les variations thermiques.

Nous trouvons dans la salive des estérases agissant par hydrolyse sur les constituants du composite, ce qui conduit au relargage de monomères tel que le bis-GMA. Les conséquences sur les tissus sont donc différentes selon le matériau composite utilisé.(31)

Prenons l'exemple du bisphénol-A :

Le bisphénol-A est connu comme étant un perturbateur endocrinien, une altération du métabolisme des hormones endogènes est prouvée. (32) Des effets sont également observés sur l'ADN, sur les systèmes nerveux et immunitaire, en plus des conséquences sur les tissus dentaires. (33)

Le placenta est perméable à cette molécule, ce qui rend possible une contamination intra-utérine. De plus, les matériaux résineux sont utilisés en pédodontie ce qui peut avoir un effet délétère sur le développement de l'organisme.

Des scientifiques ont, en 2013, montré un lien entre la présence de bisphénol A et l'altération de l'émail chez le rat, ce qui laisse planer le doute à propos d'un éventuel lien entre la contamination au bisphénol A et le MIH. En effet, l'altération de l'émail chez le rat ressemble sur plusieurs points à celle observée dans des cas de MIH. (34)

Cependant, la principale cause de contamination est d'origine alimentaire et non d'origine dentaire. De ce fait, l'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (ANSES) a été saisie et une étude sur la présence de bisphénol ainsi que sur les conséquences a été réalisée par cet organisme. Chez l'adulte, le niveau d'exposition acceptable doit être inférieur à la dose journalière tolérable de 50 mg/kg/j. (35) L'effet sur les tissus humains du bisphénol A (à une certaine concentration) est donc prouvé, cependant une question subsiste : la quantité de bisphénol A libéré en bouche à cause des matériaux composites est-elle suffisante pour aboutir à des conséquences délétères ?

Des chercheurs ont étudié le taux de bisphénol A dans la salive suite à l'utilisation de composite pour fixer un fil de contention. Il s'avère qu'une forte augmentation du taux est observé une heure après le soin, mais qu'à un jour, une semaine et un mois les taux sont similaires à celui de référence. Donc le relargage de bisphénol A, au long terme ne semble pas significatif. Le bisphénol A n'est pas toujours libéré pure, lorsqu'il y a hydrolyse de constituants de composite c'est le monomère complet Bis-GMA qui est le plus souvent retrouvé dans les études (36).

Concernant les restaurations indirectes, du fait de la manipulation du composite à l'état polymérisé, la libération la plus importante est donc liée à leur assemblage (utilisation de colle résineuse). Ce mode d'assemblage est commun aux restaurations en céramique. De plus les colles d'assemblage sont peu chargées, il prédomine une phase organique constituée de monomères transformés en polymères. Les colles sont donc plus sensibles au relargage de monomères. (37)

Cependant on peut penser que la perte de substance, que ce soit chimiquement ou mécaniquement conduit à terme à fragiliser la restauration. Et cette perte est moins observé sur les restaurations céramiques.(29)

Esthétique

Pour une restauration postérieure, le rendu esthétique des restaurations en résine composite est largement acceptable et satisfaisant.

Néanmoins, soulignons que les matériaux céramiques présentent de manière générale de meilleures qualités optiques, et que ces qualités paraissent plus stables dans le temps.

III.2.3. Adaptation marginale

L'adaptation marginale, et l'étanchéité qui en découle, sont des éléments essentiels à la survie de la dent restaurée. Celle-ci dépend du prothésiste bien sûr mais également du matériau lui-même.

Une étude *in vitro* (38) a été réalisé afin de mesurer l'espace marginal sur différentes formes de restaurations partielles. Ainsi cinq groupes de 16 molaires extraites sont constitués :

- Groupe A : inlay (cavité MOD)
- Groupe B : Restaurations avec recouvrement d'une cuspidé
- Groupe C : Restaurations avec recouvrement de deux cuspides
- Groupe D : Restaurations avec recouvrement de trois cuspides
- Groupe E : Restaurations avec recouvrement de quatre cuspides

Toutes les restaurations sont réalisées en céramique IPS emax® Press en technique pressée. Les mesures sont prises avant et après collage, et après exposition à une mastication simulée dans

de la salive artificielle. Les valeurs moyennes en μm sont rapportées dans le tableau 5.

Groupe	Avant collage	Après collage	Après mastication
A	84,3	104,7	117,5
B	67,7	101,5	114,8
C	59,8	93,8	106,1
D	57	101,7	109,7
E	50,5	99,5	108,7

Tableau 5 : mesure de l'espace marginal in vitro, avec IPS Emax Press. (Valeurs en μm)

Le type de préparation a donc une influence sur l'adaptation marginale d'après cette étude. Il serait intéressant de comparer l'adaptation entre différents matériaux et procédés de fabrication.

Dans une autre étude (39), 60 molaires extraites ont subies une préparation pour Inlay (MOD), quatre groupes ont été définis :

- EC : IPS emax[®] CAD et CEREC
- LU : Lava[™] Ultimate et CEREC
- EL : IPS Empress[®] CAD et CEREC
- EP : IPS Empress[®] Esthetic ingot et technique pressée

Les mesures, par microscope stéréoscopique, sont faites après collage et on obtient les résultats moyens suivants :

- EC : 33,54 μm
- LU : 33,77 μm
- EL : 34,23 μm
- EP : 85,34 μm

D'après cette étude, avec la technique CFAO nous obtenons de meilleurs résultats. Il aurait été intéressant d'avoir une revue systématique traitant ce sujet ou une étude incluant plus de matériaux et un nombre plus élevé de spécimens.

Une étude (40) incluant cinq matériaux a été publiée en 2019. Des prémolaires extraites ont été restaurés selon différentes techniques et cinq groupes ont été définis, les résultats après collage sont dans le tableau 6, cependant on peut regretter que le nombre de spécimens par groupe soit faible (6 par groupe).

Groupe	Technique	Matériau	Valeurs moyennes en μm
A	Barbotine	Noritake (feldspatique)	106
B	Pressée	Ivoclar IPS Emax Press	138,33
C	CFAO	VITA Mark II	50,67
D	CFAO	VITA Suprinity	65,67
E	CFAO	VITA Enamic	186

Tableau 6 : mesure de l'espace marginal in vitro de différents matériaux

Les résultats confirment de meilleurs résultats pour la technique CFAO. On peut cependant se poser des questions par rapport aux matériaux hybrides, en effet dans l'étude précédente nous avons de bons résultats avec le matériau proposé par Lava (33,77 μm) contrairement à Enamic de Vita dans cette étude.

Une étude (41) comparant uniquement des matériaux par CFAO vient compléter notre analyse, cependant les mesures ont été réalisées sur des couronnes périphériques. Quatre groupes de 12 dents ont été définis : VE pour VITA Enamic®, LU pour Lava™ Ultimate, VS pour VITA Suprinity® et IPS pour IPS Emax® CAD. Après avoir scannés les dents couronnées Les mesures ont été réalisées plusieurs fois sur les quatre faces de la dent.

Les résultats moyens sont : 102,4 μm pour VE ; 91,5 μm pour LU ; 132,1 μm pour VS et enfin 155,5 μm pour IPS.

Il est difficile de faire une conclusion, en effet pour le même matériau on peut observer des variations significatives des mesures de l'espace marginal selon les études.

On observe, de manière générale, de meilleurs résultats pour la CFAO contrairement aux autres techniques, et des résultats acceptables que ce soit pour les céramiques ou les matériaux hybrides.

A l'heure actuelle, la CFAO tend à se généraliser, on peut observer sur la figure 13 le joint entre différents matériaux usinés par CFAO et la dent restaurée.

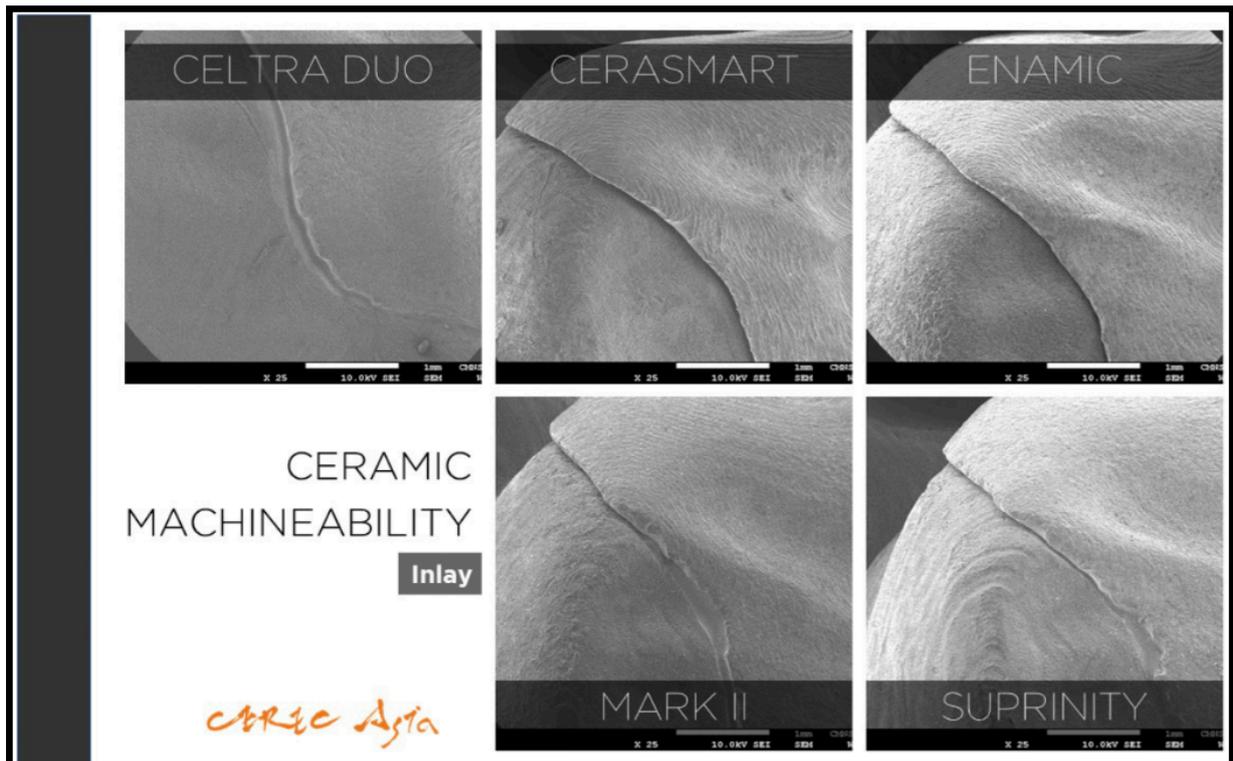


Figure 13 : photos SEM de l'adaptation marginale sur des échantillons d'essai

On observe une limite plus nette pour le matériau Cerasmart™ de GC.

Il s'agit d'une observation subjective, suite à la réalisation d'une pièce prothétique sur un modèle en résine. Puis une analyse photographique est effectuée.

III.2.4. Propriétés mécaniques

Une des propriétés mécaniques la plus décisive pour choisir un matériau de restauration plutôt qu'un autre est le module d'élasticité, ou module de Young, précédemment évoqué.

En effet, lors d'une fracture du matériau ou bien de la dent le supportant, c'est fréquemment le différentiel entre le module d'élasticité du tissu et celui du matériau qui est mis en cause.

Rappelons sa valeur pour les deux tissus dentaires sur lesquels nous sommes amenés à coller : 84,1 GPa pour l'émail, et 18,3 GPa pour la dentine. (cf partie I.1.)

Concernant les matériaux étudiés nous observons des variations importantes. Les matériaux ayant le module d'élasticité le plus faible sont les matériaux hybrides constitués de particules de céramiques renforçant une matrice en résine (Lava™ Ultimate, Cerasmart™...). Pour l'Enamic® (Matrice céramique infiltrée de résine), on observe qu'il est supérieur. (Fig. 14) (42)

Et enfin, à propos des céramiques utilisés pour les restaurations partielles, il est bien supérieur, aux alentours de 100 GPa pour les feldspathiques enrichies au disilicate de lithium, entre 60 et 80 GPa pour celles renforcées à la leucite. (29)

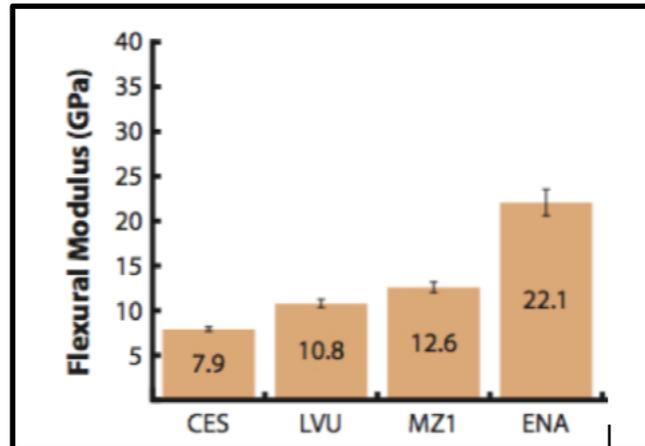


Figure 14 : valeurs du module d'élasticité pour CES Cerasmart , LVU Lava Ultimate, MZ1 Paradigm MZ100, ENA Enamic

Ainsi, nous observons que les matériaux à base résine ont un module d'élasticité proche de celui de la dentine. Alors que celui des céramiques est proche de l'émail. On pourrait penser qu'en fonction du tissu à restaurer il est plus judicieux d'utiliser l'un ou l'autre des matériaux. Cependant nous sommes souvent amenés à remplacer les deux tissus en même temps.

Les résine de par leur module de Young faible joueront un rôle d'absorption des forces et les forces transmises à la dent seront amoindries. Cette propriété paraît intéressante notamment lorsque les forces occlusales sont anormales comme dans les cas de bruxisme.

Une autre propriété mécanique est importante, en effet les fêlures et fractures sont les principale causes d'échecs. Il s'agit de la résistance à la flexion. (Fig.15)

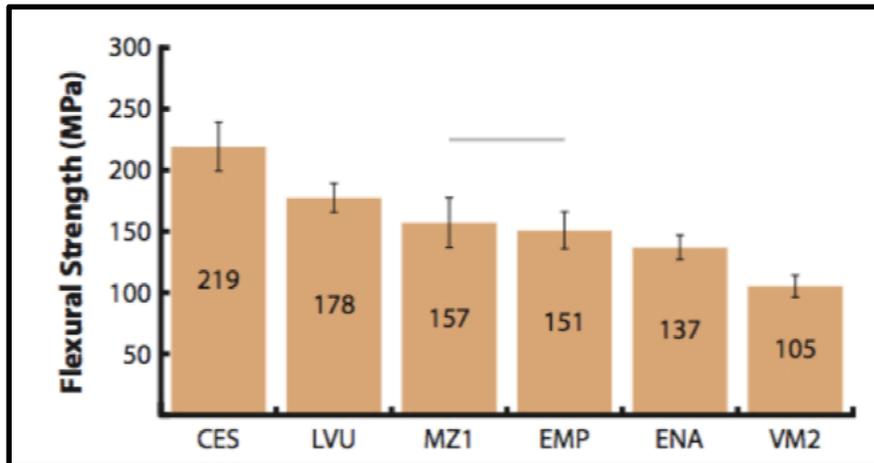


Figure 15 : valeurs de la résistance à la flexion (CES Cerasmart, LVU Lava Ultimate, MZ1 Paradigm MZ100, ENA Enamic, EMP empress, VM2 Cita Mark 2)

On observe que les matériaux résines ont en théorie une meilleure résistance en cisaillement que les premières générations de céramiques. En effet plusieurs études sont rapportés dans la documentation scientifique de IPS e.max® Press (28), et la valeur varie en fonction de la méthode utilisé pour la mesure, la résistance varie de 250 à 450 MPa. Ce qui reste supérieur aux matériaux observés plus haut.

L'émail a une résistance en flexion légèrement inférieur à 100 Mpa et la dentine environ 150 Mpa.

PICN expérimental

Au vu des différences de comportement entre l'émail et la dentine, il parait intéressant de disposer d'un matériau ayant un gradient en termes de qualité mécanique. En effet nous avons souligné l'importance du bio mimétisme pour la réussite du soin, dont la réussite consiste souvent à retrouver la fonction initiale en remplaçant à la fois la dentine et l'émail.

Ce matériau expérimental (25) est donc constitué de neuf couches, celle en surface représente la coiffe protectrice : une résistance et une dureté importantes ainsi qu'une étanchéité marginale parfaite (et donc une inertie chimique) doivent être observées pour assumer sa fonction. Les couches en profondeur reproduisent le rôle amortisseur de la dentine, permettant à la pièce prothétique d'une part d'être protégée des fractures intrinsèques à la pièce, et d'autre part d'absorber les contraintes appliquées sur la dent restaurée afin que celle-ci ne se fracture pas.

Sur la figure 16 on peut voir deux représentations décrivant les différentes propriétés mécaniques selon la couche.

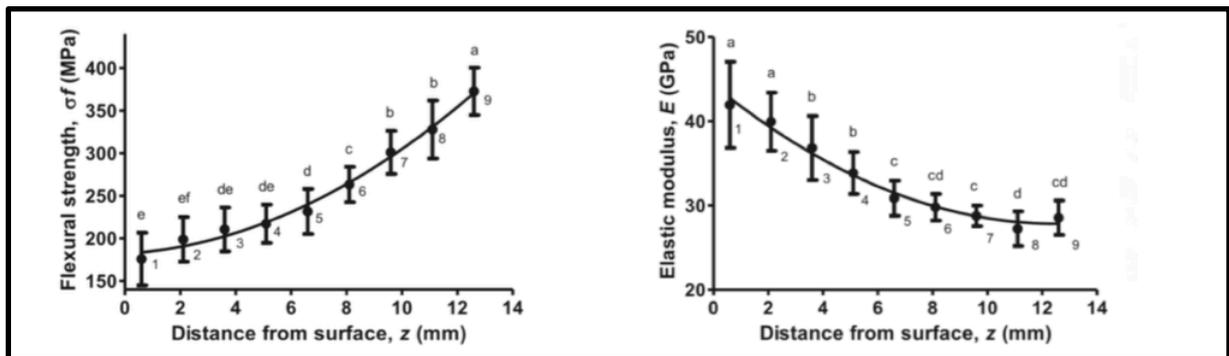


Figure 16 : résistance à la flexion et module de Young en différents point d'un matériau expérimental

C'est essentiellement le taux et la nature des charges qui varient entre les différentes couches. Et on observe que plus on est en profondeur plus la résistance est importante et moins le module de Young est élevé. Cela correspond aux différences qu'on observe entre l'émail et la dentine.

Cela laisse présager une évolution dans la conception des matériaux, même s'il est difficile de reproduire la complémentarité des deux tissus principaux formant la dent.

III.2.5. Dureté et abrasion de l'antagoniste

Comme nous l'avons vu précédemment la dureté est un élément important, elle traduit la capacité d'un matériau à résister à la pénétration. C'est par exemple la capacité du matériau à résister à l'abrasion mécanique due aux contacts dentaires, mais aussi son aptitude au polissage.(5)

En suivant un schéma simplifié, on peut penser qu'un matériau avec une dureté faible, sera facile à polir, n'entraînera pas d'effets délétères sur la dent antagoniste mais risque une perte de matière et ne jouera plus son rôle fonctionnel. Un matériau avec une dureté élevée sera plus résistant au polissage, ne risque pas de perte de matière importante mais pourra engendrer un retrait de tissu pour la dent antagoniste. Mais cela dépend de plusieurs caractéristiques, en plus des propriétés mécaniques des matériaux, et notamment l'état de surface mais aussi la résistance face à toutes les contraintes, tel que l'agression chimique.

Par exemple la valeur de la dureté pour la céramique d'Ivoclar IPS e.max® CAD est d'environ

460 kg/mm² (HV), bien que supérieur, elle est proche de celle de l'émail.

Si on prend une céramique vitreuse renforcé avec de la Zircone, la valeur est d'environ 600 kg/mm², une abrasion sur la dent antagoniste est à craindre bien que ce risque doit être objectivé par des études in vivo.

Et enfin les matériaux résines ou hybrides ont une dureté bien inférieure à celle de l'émail, en effet la dureté est aux alentours de 100 kg/mm² pour le matériau 3M™ LAVA™ Ultimate, à 62,2 kg/mm² pour GC Cerasmart™ et enfin d'environ 160 pour Vita Enamic® . (43)

Il est intéressant d'ajouter à ces valeurs des études qui commente les conséquences de l'abrasion de deux surfaces (matériau/dent). Dans la revue systématique de VITA Enamic® nous retrouvons une étude réalisée à l'université de Zurich par le Pr W.H. Mörmann. (Fig. 17) (44)

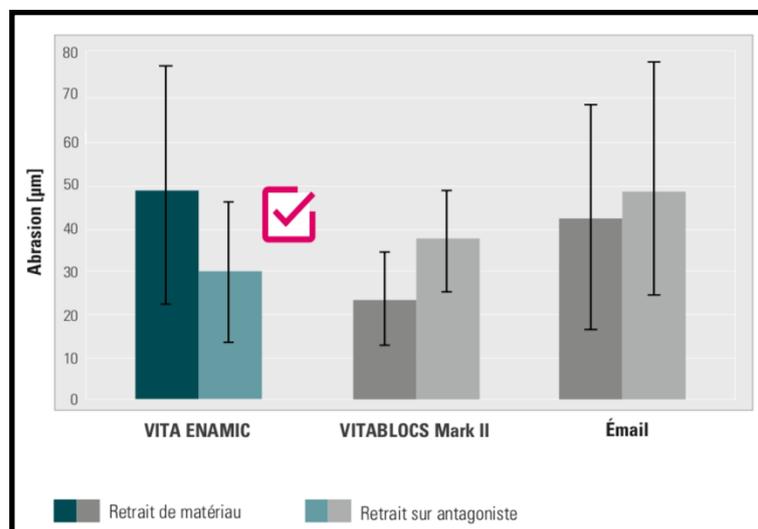


Figure 17 : abrasion du matériau et de la dent antagoniste

Nous remarquons un retrait acceptable entre une pièce en céramique hybride et la dent. Puisque d'après l'étude les valeurs sont proches de l'abrasion entre deux surfaces dentaires naturelles. De même pour la céramique VITABLOCS® Mark II qui est une céramique feldspathique usinable, on remarque une abrasion de la dent antagoniste acceptable, ainsi qu'une moindre abrasion du matériau.

On retrouve une revue systématique (45) concernant l'usure de l'émail face à des surfaces en disilicate de lithium et en zircone. Après sélection 16 études sont retenues.

S'agissant des résultats :

- Certaines études montrent que la zircone polie use moins la dent antagoniste que la céramique enrichie au disilicate de lithium et d'autres études rapportent que le taux

d'usure est similaire

- L'usure est plus importante face aux céramiques feldspathiques que face à la zircone.
- Les composites usent moins l'émail que la zircone.

L'auteur conclut que les céramiques enrichies au disilicate de lithium, ainsi que les céramiques cristallines, usent moins l'émail antagoniste que les céramiques feldspathiques de stratification communément utilisées. Il conclut aussi que le polissage comme mode de finition est préférable au glaçage pour tous les matériaux. Il regrette cependant le peu d'études *in vivo* concernant ces deux matériaux et l'effet sur l'antagoniste. En effet une étude *in vivo* conclut que les zircons usent plus l'antagoniste que les céramiques enrichies au disilicate de lithium, mais le nombre d'études ne permet pas d'aboutir à une conclusion franche.

Donc la dureté n'est pas le facteur principal responsable de l'usure, d'autres facteurs jouent un rôle sur l'effet abrasif d'un matériau : la rugosité, la microstructure de surface.

III.2.6. Synthèse des propriétés physiques, mécaniques et cliniques

	Propriétés physiques		Propriétés mécaniques			Propriétés cliniques			
	Conductivité thermique $W.m^{-1}.K^{-1}$	Coeff. De dilatation thermique $^{\circ}C$	Module de Young Gpa	Résistance en flexion Mpa	Dureté HV Kg/mm^2 Gpa	Bio-compatibilité	Aptitude au collage	Esthétique / adaptation marginale	Abrasion antagoniste
Émail	0,92	12.10^{-6}	84,1	90	408 3,5-6	N.C.	++	N.C.	N.C.
Dentine	0,22	$8,3.10^{-6}$	18,3	138	90 0,8	N.C.	+	N.C.	N.C.
Composite nanochargé	1,09	40.10^{-6}	9	109	50	-	+	-	-
Composite dispersé (CFAO)	N.C.	22.10^{-6} – 34.10^{-6}	10,8	180	80 1	-	+	+	-
PICN (CFAO)	N.C.	N.C.	22,1	137	160 2,2	-	++	+	-
PICN expérimental	N.C.	N.C.	28-42	180-360	1,4-4	N.C.	+	N.C.	-
Céramique feldspathique enrichie leucite	0 - 1	8.10^{-6} - 22.10^{-6}	57	137	6,5	+	++	++	+
Céramique feldspathique enrichie di silicate de lithium	0 - 1	$10,5.10^{-6}$	90	360	460 6	+	++	++	+
Céramique cristalline (zircone)	0,01	10.10^{-6}	200	900	13	++	-	+	+

Tableau 7 : synthèse des propriétés physiques, mécaniques et cliniques

III.3. Résultats : taux de succès

Nous avons précédemment décrit les différents matériaux disponibles de façon théorique, en comparant certaines de leurs caractéristiques : biocompatibilité, propriétés mécaniques, stabilité chimique, esthétique, ...

Ces comparaisons convergent vers un même objectif : l'efficacité clinique des restaurations en fonction des matériaux employés. Pour évaluer cette efficacité, les études retenues comparent

le taux de réussite ou bien le taux d'échec des restaurations.

Des revues, datant de 2000 jusqu'à 2016 pour la dernière, ont été consultés afin d'analyser les taux de succès et les causes d'échecs.

En 2009, la Haute Autorité de Santé (HAS) a publié un rapport complet (11) comparant d'une part l'efficacité des restaurations indirectes comparées aux restaurations directes, et d'autre part, le taux de réussite des restaurations indirectes en fonction du matériau utilisé.

Ainsi, lors de ce travail d'analyse comparative, nous nous appuyerons sur ce rapport ainsi que sur certaines études citées par celui-ci afin de déterminer quel est le matériau de choix, et d'en tirer une conclusion globale.

III.3.1. Données de la HAS

L'or

HICKEL(46) et MANHART (47), respectivement en 2001 et 2004, ont établi une revue de la littérature concernant le taux d'échec des restaurations indirectes par inlay-onlay en Or.

Chacune de ces deux revues de la littérature aboutit à un taux d'échec annuel moyen similaire, égal à 1,4 %, le taux d'échec variant selon les études, de 0 à 5,9 %, sur des périodes d'observation allant jusqu'à 10 ans.

Studer et Al (48), eux, ont préféré, par le biais de leur étude, mettre en évidence le taux de succès des restaurations indirectes en Or à long terme (10 ans, 20 ans, puis 30 ans), et ont obtenu les résultats suivants :

- 96,1 % de taux de succès à 10 ans
- 87 % de taux de succès à 20 ans
- 73,5 % de taux de succès à 30 ans

Erpenstein et Al (49) obtiennent des résultats sensiblement similaires :

- 80 % de taux de succès à 20 ans
- 73,4 % de taux de succès à 25 ans

Ces données de la littérature confirment le statut de référence accordé à l'Or en termes de

longévité pour les restaurations indirectes postérieures.

Les résines composites de laboratoire

Les deux revues de la littérature précédemment citées (47) (46) obtiennent pour les inlays et onlays en résine composite un taux d'échec annuel moyen de 2,9 %, avec un taux d'échec annuel variant de 0 à 11,8 % sur des périodes d'observation similaires à celles étudiées pour l'Or (jusqu'à 11 ans).

Le taux de succès a été évalué par plusieurs études. Celui-ci s'est révélé excellent, avec des taux de succès variant entre 93 % et 98 % en fonction des études.

Ceci étant dit, il n'est pas négligeable de préciser que ces études ont été réalisées sur des périodes d'observation particulièrement courtes (2, 4 et 6 ans). (50) (51) (52)

Les résultats obtenus sont donc satisfaisants, mais ils doivent encore être confirmés prochainement par des études à long terme.

Les céramiques

Le taux d'échec a également été évalué pour les matériaux céramiques. Cependant, les résultats peuvent varier en fonction de la mise en œuvre (stratifiée, pressée ou par usinage) et du type de céramique.

Pour les inlays et onlays réalisés artisanalement au laboratoire de prothèse (stratifiée et pressée), la revue de la littérature de HICKEL et MANHART met en évidence un taux d'échec annuel moyen de 1,9 %, avec un taux d'échec annuel variant de 0 à 7,5 % en fonction des études, sur des périodes allant jusqu'à 11 ans (le recul clinique est intermédiaire entre celui des résines composites et celui de l'Or).

Les causes d'échec sont multiples, pour les matériaux céramiques c'est essentiellement la fracture qui est responsable en cas d'échec.

En 2001, le NHS a publié une revue systématique ayant pour but d'analyser la longévité des restaurations dentaires. Au sujet des restaurations postérieures indirectes en céramique, cette

revue recense trois articles : l'un portant sur différentes céramiques et différents procédés de mise en œuvre, et les deux autres insistant sur la céramique conçue par CFAO. La synthèse de ces trois articles révèle un taux de succès moyen de 80 % à 5 ans pour les restaurations céramiques. (53)

Les céramiques feldspathiques stratifiées

En ce qui concerne la céramique feldspathique stratifiée, les études disponibles sont peu nombreuses, et ces dernières n'indiquent que des résultats à moyen voire court terme (6 ans au maximum). La revue de la littérature la plus complète, celle de BLATZ (54), ne regroupe que trois articles, avec un recul limité à 6 ans, et met en évidence un taux de succès compris entre 88 % et 95 %.

Une étude de Smales et al. (55) conclut à un taux d'échec de 25,8 % à 6 ans.

Le recul clinique étant limité, cela ne permet pas d'établir de conclusion sur leur efficacité clinique.

Les céramiques pressées

Pour ce qui est des restaurations en céramique pressée, la revue de BLATZ (54) conclut que le taux de succès moyen des restaurations céramiques renforcées à la leucite (IPS Empress®) est de 93 % à 6 ans.

Une revue de la littérature (56) , sur le taux de succès des restaurations en céramique IPS Empress®, retient 6 études. Le taux de succès est évalué à 96 % à 4,5 ans et 91 % à 7 ans.

Une étude plus récente portant sur cette même céramique obtient comme résultat un taux de succès moyen de 84 % à 12 ans. (57)

Les céramiques CFAO

Le taux d'échec annuel moyen est de 1,7 %. Les taux d'échec annuels se situent entre 0 et 4,4 % pour des périodes d'observation allant jusqu' à 12 ans. (47) (46)

La revue de littérature de Fasbinder (58) sur les performances cliniques du système Cerec, expose des taux de survie à 5ans de 97 % et à 10 ans de 90 %.

L'étude d'OTTO (59) en 2008 confirme des résultats très satisfaisants à plus long terme, avec un taux de succès moyen de 88,7 % à 17 ans. Les échecs étant essentiellement dues à des fractures (76 % des échecs), des caries secondaires (19%), et des pathologies endodontiques (5%).

III.3.2. Revues plus récentes

Une revue systématique a été publiée en 2013 par Fron Chabouis et Al, dans le but de regrouper les études comparant simultanément les restaurations partielles indirectes en résine composite et en céramique (60). Seules deux études ont été prises en compte après application des critères d'inclusion et d'exclusion.

La réunion de ces deux études représente 80 patients, porteurs de 138 restaurations. De plus, ces études s'étendent au maximum sur trois années.

D'après cette revue systématique, les restaurations en céramique génèrent moins d'échecs que les restaurations en résine composite. Cependant, les auteurs concluent que ces résultats semblent assez peu significatifs, puisque l'échantillon est très faible et le recul clinique très court.

Une autre revue systématique a été publiée dans le Journal of Dental Research en 2016. (61)

Le but de cette étude est de reprendre les sources de 1983 à 2015 (Pubmed, Cochrane, EMBASE), afin de regrouper les résultats sur la survie des inlays et onlays en résine et en céramique. On peut observer sur la figure 18 le schéma aboutissant à l'inclusion de 14 études dans la revue.

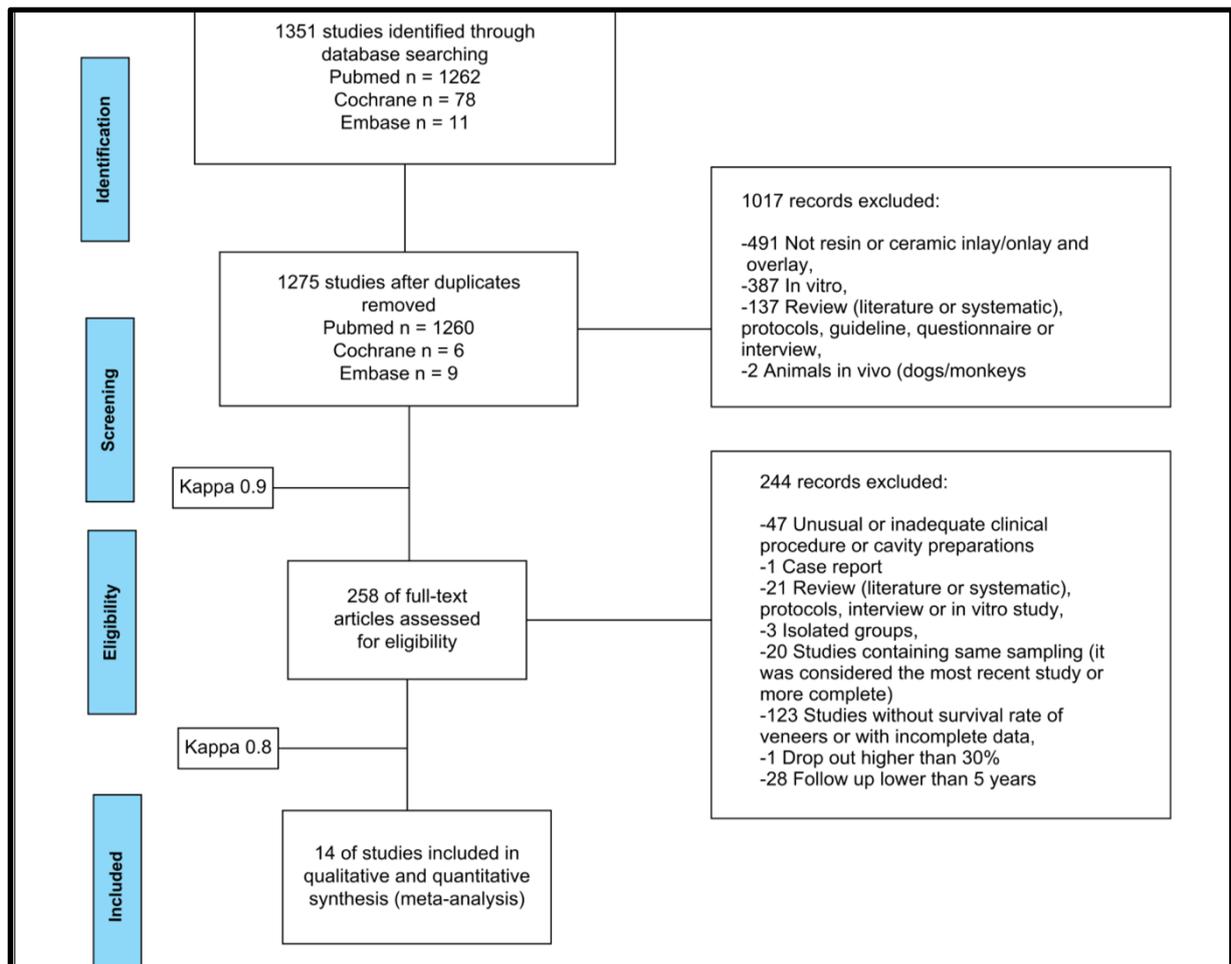


Figure 18 : schéma d'inclusion de la revue publié en 2016 dans le journal of Dental Research

Cependant sur les 14 études sélectionnés aucune ne commente le taux de survie des pièces en résine.

La conclusion de cette revue concerne donc uniquement les céramiques, et un taux de survie moyen de 95% est observé à 5 ans et de 91 % à 10 ans. Il s'agit uniquement de céramique vitreuse (feldspathique ou vitro céramique), mais l'auteur ne fait pas de distinction entre les différentes techniques de mise en œuvre.

Les échecs sont essentiellement dus à une fracture (44%), 34 % des échecs sont dues à des pathologies endodontiques. Les descellements et les caries secondaires représentent chacun 11 % des échecs.

Cette revue conclue aussi que le taux de survie des inlays/onlays est meilleure sur dent vitale.

Dans les revues systématiques consultés, il n'y a pas de résultats concernant les matériaux hybrides.

Une étude (62) traite le taux de survie des restaurations (inlays, onlay) en matériau PICN (Enamic® de la société VITA). L'étude porte sur 103 restaurations. Les résultats sont donnés

pour une période de 3 ans : un taux de survie de 97,4 % pour les inlays et de 95,6 % pour les onlays. Les échecs sont uniquement observés suite à une fracture.

Une seconde étude (63) réalisée sur 40 inlays en matériau hybride dispersé (Paradigm™ MZ100 de la société 3M), conclut à un taux de survie de 95 % à 10 ans. Un cas de fracture de la restauration et un cas de fracture de la dent ont été observés. Et deux cas ont été perdus de vue.

III.3.3. Synthèse des données

	Taux de survie			Taux d'échec annuel	Causes d'échec			
	5 ans	10 ans	10 – 20 ans	À 10 ans	Fracture	Décollement	Carie secondaire	Pathologie endodontique
Or	N.C.	96,1 %	83,5 % à 20 ans	1,4 %	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Composite nanochargé Laboratoire	93 %	83 %	N.C.	2,9 %	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Composite dispersé CFAO	N.C.	95 % *	N.C.	N.C.	100 % à 10 ans *			
Céramique vitreuse Stratifiée	90 %	N.C.	N.C.	1,9 %	44 % à 10 ans	11 % à 10 ans	11 % à 10 ans	34 % à 10 ans
Céramique vitreuse Pressée	93 %	91 %	84 % à 12 ans *					
Céramique vitreuse CFAO	97 %	90 %	88,7 % à 17 ans*	1,7 %	76 % à 17 ans *		19 % à 17 ans *	5 % à 17 ans *

Tableau 8 : taux de succès de restaurations partielles collées avec différents matériaux

* Résultats à faible puissance scientifique

On note de bons résultats à court et long termes pour les céramiques vitreuses (feldspathiques et vitrocéramiques), surtout lorsque les pièces sont mises en forme par pressée ou par usinage. Nous ne pouvons pas établir de conclusions précises si nous limitons notre analyse aux études comparatives du taux de réussite ou du taux d'échec des différents matériaux, en effet des données concernant l'évolution à long terme de tous les matériaux n'existent pas.

Il est indispensable de prendre en compte d'autres facteurs afin de s'orienter vers l'un ou l'autre des matériaux en fonction du cas clinique.

III.4 Perspectives

Les restaurations en céramique offrent de bons résultats, et des études à long terme concernant les céramiques vitreuses confirment ces résultats. En effet que ce soit par pressée ou par usinage nous pouvons recommander l'utilisation de ces matériaux pour la réalisation de restaurations partielles.

Un inconvénient, lié à l'abrasion de l'émail face à ces matériaux, peut être noté. Sur ce point les résines composites semblent mieux répondre à nos attentes. Dans les cas de bruxismes par exemple il paraît important de répondre à cet impératif.

De plus les résines offrent la possibilité d'être modifié, ou restauré en bouche. Cependant on peut émettre des limites, tels que la cytotoxicité ou encore le manque d'études concernant le taux de survie à long terme.

Les matériaux hybrides présentent des propriétés intéressantes. Ils présentent des propriétés mécaniques améliorés comparés aux composites classiques. On peut citer plusieurs avantages communs à ces deux matériaux tels que la faible abrasion des dents antagonistes, la possibilité de retouche en bouche. Mais les mêmes réserves peuvent être émises, notamment la cytotoxicité des composants ou encore le peu d'études jugeant l'évolution à long terme des matériaux hybrides.

Ce sont des matériaux prometteurs mais plus d'études devraient confirmer leur utilisation.

La quête du bio mimétisme est un point important de la recherche actuelle. Dans cet esprit plusieurs matériaux sont à l'expérimentation, l'idée est de se rapprocher des propriétés biophysiques des tissus dentaires mais aussi de mimer le comportement en bouche.

Nous avons abordé un matériau à gradient fonctionnel qui devrait être commercialisé bientôt, c'est un matériau avec 9 couches aux compositions et aux propriétés différentes. (Fig. 16)

Un autre matériau expérimental fait l'objet d'une étude (64) sur la distribution des forces subies par des dents extraites restaurées par inlay. C'est un matériau avec 2 couches l'une représentant l'émail et l'autre la dentine. Une dent est extraite puis reproduite en 3D, avec la méthode d'analyse des éléments finis les auteurs obtiennent des résultats comparant différents matériaux. (Fig. 19)

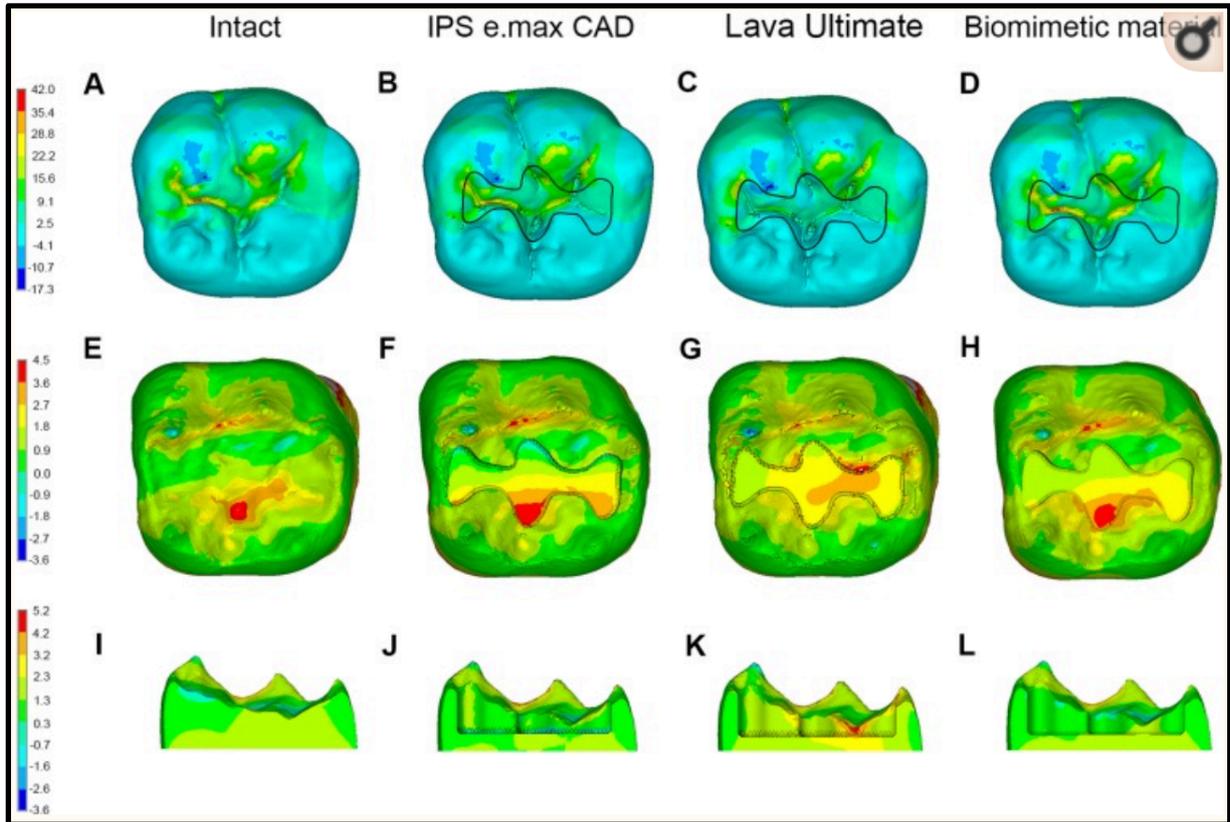


Figure 19 : distribution des forces subies par une molaire restaurée par inlay

On remarque sur la figure 19 une distribution des forces, avec le matériau expérimental, uniforme et proche de celle observée sur la dent intacte.

L'arrivée de ces nouveaux matériaux s'annonce prometteuse. Les résultats à moyen et long terme seront nécessaires avant de commenter leur efficacité.