

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2017

N° 51

**THÈSE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire  
le 6 décembre 2017

Par

MATHIS Vincent

né le 26/02/1992 à Nogent-sur-Marne

**ÉTUDE COMPARATIVE *IN VITRO* ENTRE OVERLAY ET  
TABLE-TOP DANS LE TRAITEMENT DES USURES**

Présidente : Pr Béatrice Walter

Assesseurs : Dr Sophie Bahi-Gross

Dr Olivier Etienne

Dr René Serfaty

Membre invité : Pr Christian Gauthier

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG**

Doyen : Professeur C. TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur R. FRANK  
Professeur M. LEIZE  
Professeur Y. HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur W. BACON  
Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

**Professeurs des Universités**

V. BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
A. BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
F. CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
J-L. DAVIDEAU	Parodontologie
Y. HAÏKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
O. HUCK	Parodontologie
M-C. MANIERE	Odontologie Pédiatrique
F. MEYER	Sciences Biologiques
M. MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
A-M. MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
C. TADDEI	Prothèses
B. WALTER	Prothèses

**Maîtres de Conférences**

S. BAHİ-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
L. BIGEARD	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Y. BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
F. BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
A. BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
O. ETIENNE	Prothèses
F. FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
C-I. GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
S. JUNG	Sciences Biologiques
N. LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
F. OBRY	Odontologie Pédiatrique
D. OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
R. SERFATY	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SOELL	Parodontologie
E. WALTMANN	Prothèses

**Equipes de Recherche**

N. JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche
Ph. LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
H. LESOT	CNRS / Directeur de Recherche
M-H. METZ-BOUTIGUE	INSERM / Directeur de Recherche
P. SCHAAF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité
B. SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

## Remerciements

### **À Madame le Professeur Béatrice WALTER, présidente du jury,**

Vous nous avez fait l'honneur de présider notre jury de thèse et nous vous en remercions.

Veillez également recevoir toute notre gratitude pour l'attention et les conseils que vous nous avez apportés tout au long de nos études, et notre admiration quant à votre mémoire.

### **À Monsieur le Docteur Olivier ETIENNE, directeur de thèse,**

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur de bien vouloir diriger notre travail.

Merci pour votre disponibilité, votre confiance, votre écoute et vos qualités d'enseignant et de chercheur qui ont su rendre ce travail, mêlant théorie et clinique, intéressant et extrêmement instructif.

Permettez nous de vous exprimer aujourd'hui toute notre admiration.

### **À Madame le Docteur Sophie BAHI-GROSS, membre du jury,**

Vous avez accepté de siéger dans notre jury de thèse et nous vous remercions pour cette faveur.

Vous nous avez également permis de réaliser ce travail en nous fournissant la matière première qu'étaient les dents extraites, ceci grâce à vos qualités de chirurgienne hors-pair.

Enfin, nous avons apprécié votre sympathie et votre pédagogie tout au long de nos études.

### **À Monsieur le Docteur René SERFATY, membre du jury,**

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur de siéger dans ce jury.

Nous avons apprécié vos enseignements rigoureux ponctués de touches humoristiques durant ces différentes années.

Ma 75 vous remercie également pour sa restauration directe en composite, stratifiée, toujours bien vivante.

**À Monsieur le Professeur Christian Gauthier, membre invité, directeur de l'Institut Charles Sadron**

Nous vous remercions de nous avoir permis d'effectuer nos travaux au sein de l'Institut Charles Sadron, et pour votre accueil dans l'unité Physique-Mécanique et tribologie des polymères dont vous êtes le responsable.

**À Leandro Jacomine et Damien Favier, ingénieurs,**

Pour leur sympathie, leur patience, et pour avoir œuvré à la réalisation de nos tests mécaniques à l'Institut Charles Sadron.

**Aux prothésistes de la faculté de chirurgie dentaire, notamment Igor,**

Pour leurs aides diverses quant à la fabrication et finitions des restaurations.

**À Philippe Kress, gérant du laboratoire Flecher,**

Ainsi qu'à leurs prothésistes, pour leur collaboration à la réalisation du porte-pièce.

**À nos partenaires commerciaux et à leurs correspondants :**

**GC**, via Monsieur Ludovic Moreau, pour le don de blocs composite Cerasmart,

**Ivoclar Vivadent**, via Monsieur Chakib Taleb, pour le don de blocs de céramique IPS e.max CAD,

**Komet**, via Madame Elisabeth Eder, pour les fraises,

**Lyra** et **3shape** pour la mise à disposition de leurs outils de CFAO à la faculté de chirurgie dentaire (merci à Mathieu pour ses conseils d'utilisation).

**À mes parents,**

Pour le soutien indéfectible que vous m'avez toujours apporté. Merci pour votre éducation.

**À ma sœur,**

Pour m'avoir fait découvrir les études médicales et pour m'avoir supporté depuis ma naissance *gal*. Je t'apprécie de plus en plus maintenant que tu as déménagé.

**À mon frère,**

Pour tout ce qu'on a vécu ensemble, pour ton humour et ta belle barbe.

**À mes grands-parents, oncles, tantes, cousins, cousines, parrain, marraine et autres membres de cette grande famille,**

Pour tous les moments que l'on a partagés, et pour vos encouragements.

**À Marion,**

Pour m'avoir recueilli depuis quelques mois maintenant, merci pour ce que tu m'apportes au quotidien.

**À Franck B.,**

Ce personnage ! Co-équipier de cours, superman du clavier au cliquetis des touches impressionnant, devenu un co-équipier de soirées hautes en couleurs. Merci !

**À Laurianne, Charlotte C. et Annabelle,**

Pour les soirées, les cours et la clinique passés ensemble, toujours dans la bonne humeur et la rigolade.

**À François, Renaud, Jean et Thomas Z.,**

Mes gros, pour tout ce capital d'amitié accumulé en six ans. *Jui* vraiment heureux de vous connaître.

**À Thomas V.,**

Mon roumain préféré, merci pour tes frasques, tes différents accueils et tes chants magnifiques, quel artiste !

**À Gautier,**

Pour ton amitié indéfectible depuis 10 ans, et pour ton « humour ».

**À Jules, Franck M., Fanny, Nico K., Nico B., Céline D., Céline S., Géraldine, Nico O.,**

Partenaires week-ends indispensables, merci pour tous ces excellents moments.

**À Marie H.,**

Juste parce que tu ne me croyais pas que tu n'étais pas regroupée avec d'autres remerciements ;) )

**À Antoine, Julien et Jordan,**

Pour la découverte de la cafet' pharma, de la coinche, de l'isolation de la terrasse et des remontées mécaniques fantastiques, merci pour ces fous rires !

**À Nico Z.P., Johan et Yann,**

Pour votre amitié de longue date et ces différents moments passés ensemble.

**À Alicia, Emma, Augustin et Damien,**

Pour votre gaieté sans faille et sans jeu de mots, merci !

**À Marie K., Vanessa, Laurie, Mathilde R., Thibault, Claire A., Stéphanie, Nico T., Charlotte H., Adrien R., Nico P et Vincent H.,**

Pour les moments agréables passés à vos côtés durant ces différentes années

**À Octavie, Lauren, Gauthier, Déborah, Clara et Danaé**

Pour avoir retardé mon vieillissement par votre fouguese jeunesse, merci.

**À Colas,**

Pour ton écoute et tes conseils de thésard averti. Merci pour ta sympathie.

**À Hélène et Marie-Sophie,**

Pour la distraction au congrès de Bâle, et pour tenir ma promesse.

**À Cléa et Claire T.,**

Pour leur intérêt concernant ce travail, et pour m'avoir souvent diverti pendant ces petits moments d'attente du noble Docteur E.

**Aux patients qui avaient des dents de sagesse à extraire,**

Merci de m'avoir donné cet organe si cher afin que je puisse réaliser ce travail.

**À Cyrielle, Martine et Fabienne,**

Mes assistantes, qui m'ont rendu ou me rendent la vie plus facile, merci.

**À Mickaël,**

Pour avoir été ton « jeune padawan », merci.

**Au Docteur Kittel senior,**

Pour m'épauler et m'apprendre au quotidien.

**Au Docteur Monique Thiebaut-Lehmann,**

Pour m'avoir permis de travailler en cabinet tout en réalisant ma thèse.

**Au Docteur Marc Haeffner, mon ancien maître de stage actif et attaché,**

Pour ses enseignements tant sur le plan clinique que sur la gestion d'un cabinet libéral.

**Et enfin, au Docteur Martine Saettel,**

Ma dentiste depuis mon plus jeune âge, pour m'avoir donné envie de faire ce beau métier.

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2017

N° 51

**THÈSE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire  
le 6 décembre 2017

Par

MATHIS Vincent

né le 26/02/1992 à Nogent-sur-Marne

**ÉTUDE COMPARATIVE *IN VITRO* ENTRE OVERLAY ET  
TABLE-TOP DANS LE TRAITEMENT DES USURES**

Présidente : Pr Béatrice Walter

Assesseurs : Dr Sophie Bahi-Gross

Dr Olivier Etienne

Dr René Serfaty

Membre invité : Pr Christian Gauthier

## Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>Chapitre I : les pertes de substances non carieuses .....</b>	<b>6</b>
I.1. Définitions .....	7
I.1.1. Usure dentaire .....	7
I.1.2. Attrition .....	7
I.1.3. Abrasion .....	8
I.1.4. Erosion .....	9
I.1.5. Abfraction .....	9
I.2. Epidémiologie .....	10
I.3. Diagnostic .....	11
I.3.1. Diagnostic étiologique .....	11
I.3.1.1. Etiologies .....	11
I.3.1.1.1. Attrition .....	11
I.3.1.1.2. Abrasion .....	11
I.3.1.1.3. Erosions .....	12
a. Erosions d'origine extrinsèque .....	12
b. Erosions d'origine intrinsèque .....	12
c. Erosion idiopathique .....	13
I.3.1.2. Facteurs de risques .....	13
I.3.1.2.1. Facteurs comportementaux .....	13
I.3.1.2.3. Facteurs chimiques .....	15
I.3.2. Diagnostic différentiel .....	15
I.3.3. Classifications .....	16
I.3.3.1. Classifications à but non thérapeutique .....	17
I.3.3.2. Classification spécifique aux érosions : indice BEWE .....	18
I.3.3.3. Classification à but thérapeutique proposée par Colon et Lasfargues .....	19
I.3.3.4. Tooth wear evaluation system .....	20

<b>Chapitre II : Traitements des usures</b> .....	<b>22</b>
II.1. Prévention et prophylaxie .....	23
II.1.1. Fluoration .....	25
II.1.2. Modification des constituants des boissons .....	26
II.1.3. Modification des habitudes alimentaires .....	26
II.1.4. Modification des habitudes d'hygiène bucco-dentaire .....	27
II.1.5. Modification de la salive .....	28
II.1.6. Gestion des reflux gastriques .....	29
II.1.7. Les gouttières occlusales et de fluoration .....	29
II.1.8. L'hypersensibilité dentinaire .....	30
II.2. Traitements thérapeutiques .....	31
II.2.1. Restaurations directes .....	32
II.2.1.1. Avantages .....	32
II.2.1.2. Inconvénients .....	32
II.2.1.3. Pronostic .....	33
II.2.1.4. Indications .....	33
II.2.1.5. Structure .....	33
II.2.1.6. Les différents types de composites .....	34
II.2.2. Restaurations indirectes par overlay .....	35
II.2.2.1. Les différents types d'overlays .....	36
II.2.2.1.1. Overlays de type I .....	37
II.2.2.1.2. Les overlays conventionnels : type II, III ou IV .....	38
II.2.2.2. Les matériaux utilisés pour les overlays .....	40
II.2.2.2.1. Restaurations indirectes en composite .....	40
a. Les composites stratifiés de laboratoire .....	40
b. Les composites usinés .....	42
II.2.2.2.2. Restaurations indirectes en céramique .....	44
a. Les céramiques alumineuses .....	44
b. Les céramiques denses .....	44
c. Les vitrocéramiques .....	45
II.2.2.2.3. Composite ou céramique ? .....	47

<b>Chapitre III : Etude in vitro comparant la résistance à la compression des overlays en composite ou céramique CAD/CAM selon différentes épaisseurs</b>	<b>52</b>
III.1. Matériel et méthodes	54
III.1.1 Radiographies	54
III.1.2. Préparation des échantillons	55
III.1.2.1 Pré-scannage	55
III.1.2.2 Préparations des dents	56
III.1.2.3. Scannage des préparations	58
III.1.2.4 Conception des restaurations	58
III.1.2.5 Usinage des restaurations	60
III.1.2.6. Collage des restaurations	61
III.1.2.6.1. Traitement de la dent	62
III.1.2.6.2 Traitement de surface des restaurations	63
a. IPS e.max CAD	63
b. Cerasmart	63
III.1.2.6.3. Assemblage des restaurations et finitions	64
III.1.2.7. Vieillessement artificiel	64
III.1.2.8 Préparation des dents au test de compression	64
III.1.3. Réalisation des tests de compression	65
III.1.4. Analyse statistique des résultats	66
III.2. Résultats	66
III.2.1. Résistance maximum à la rupture	66
III.2.2. Apparition des premières fissures	69
III.2.2.1. Apparition des premières fissures dans les restaurations	70
III.2.2.2. Apparition des premières fissures dans les dents	72
III.3. Discussion	75
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>80</b>
Références	82
Annexe	89

## INTRODUCTION

Le terme d' « usure » est défini dans le dictionnaire comme une « détérioration que produit l'usage, le frottement, etc. » (1) . En dentisterie, il regroupe différents types de pertes de substances de tissus durs que l'on peut classer en 2 grandes catégories selon leur étiologie : les usures d'origine mécanique (attrition, abrasion) et celles d'origine chimique (érosions intrinsèques et extrinsèques).

Les modes de vie dans les pays développés induisent manifestement une augmentation de la prévalence et de la gravité de ces lésions d'usures (2, 3). Certains troubles du comportement alimentaire, comme la consommation excessive de boissons acides (sodas, jus de fruits etc.), d'autres comme le bruxisme ou encore le brossage trop agressif sont autant de facteurs à l'origine d'usures dentaires.

Dans ce contexte, les chirurgiens-dentistes sont de plus en plus confrontés à ces phénomènes (4). Il est donc important de savoir les prévenir, les dépister et les traiter correctement. Parmi les traitements possibles, les techniques adhésives permettent de restaurer les dents, dont le délabrement est avancé, avec des préparations *a minima*.

Les lésions d'usures, avec égression compensatoire ou avec perte de dimension verticale d'occlusion, peuvent aujourd'hui être traitées à l'aide d'overlays, alternative moins invasive comparée à la réalisation de couronnes postérieures dont les préparations sont beaucoup plus délabrantes. (5-7)

Ces overlays peuvent se distinguer selon leur épaisseur et selon le matériau qui les constitue, répondant à des indications cliniques différentes.

Le propos de ce travail a été de comparer, sur des préparations *in vitro*, la résistance mécanique des restaurations postérieures en fonction du matériau utilisé (composite ou céramique) et de l'épaisseur de la restauration (0,5mm ou 1,5mm). Pour cela, en collaboration avec l'unité UPR22 du CNRS (Institut Charles Sadron), nous avons réalisé des tests de fracture à charge maximale en opposition à une cuspidé standardisée.

**CHAPITRE I :**  
**LES PERTES DE SUBSTANCES NON**  
**CARIEUSES**

## I.1. Définitions

Les professionnels de santé rencontrant des usures doivent parler le même langage. Ainsi il est important de définir les différents types d'usures pour faciliter les échanges. La terminologie d'attrition, d'érosion et d'abrasion a été instaurée par Hunter en 1778 mais les premières définitions précises ont été proposées par Imfeld en 1996 ou plus récemment Ganss en 2006. (8-10)

### I.1.1. Usure dentaire

Le terme générique d'usure dentaire regroupe différentes formes de destructions, progressives et irréversibles des tissus dentaires (émail et dentine), en excluant les lésions carieuses. Il regroupe notamment l'abrasion, l'attrition, l'érosion mais aussi l'abfraction, et désigne un processus physiologique et/ou pathologique. (9)

### I.1.2. Attrition

L'attrition dentaire, du latin *attritio* (broyer), est une usure physiologique due aux contacts dento-dentaires uniquement, sans autres interventions. D'Incau préfère utiliser le terme d'abrasion à deux corps. (11) Ces contacts se produisent lors du grincement des dents, de la déglutition ou de la diction; et provoquent une usure au niveau des bords incisifs et des faces occlusales, créant ainsi des facettes d'usure dans ces zones. La mastication induit également une usure des zones inter-proximales, transformant alors les points de contact en surfaces de contact. (voir Fig.1). (9) Les surfaces d'attrition sont planes,



*Fig. 1 Phénomène d'attrition sur les dents antérieures (image personnelle)*

lisses, en miroir, brillantes et se correspondent lors de faibles mouvements mandibulaires. Quand la dentine est exposée, elle est au même niveau que l'émail, sans bord. Il n'y a pas non plus de rebord entre les tissus dentaires et les matériaux. (11)

### I.1.3. Abrasion

Le terme d'abrasion dentaire, du latin *abrasio* (gratter), décrit une perte de substance due à un phénomène mécanique en général pathologique incluant un troisième corps. (11) Il s'agit le plus souvent d'une brosse à dents mal utilisée (brossage horizontal traumatique avec une brosse à dents à poils durs). Ce type de lésion peut aussi être dû à une hygiène bucco-dentaire excessive comportant une utilisation intensive des bâtonnets interdentaires, du fil dentaire et du dentifrice abrasif, ou encore à l'interposition d'objets durs entre les dents (clous, pinceaux, pipes...) (9)

Ces lésions peuvent être généralisées ou localisées en fonction de l'étiologie. Elles sont situées au niveau des collets et régulièrement associées à une récession parodontale et une hypersensibilité dentinaire (voir Fig. 2). Elles sont plus marquées d'un côté en fonction de la manualité (côté gauche pour les droitiers et inversement pour les gauchers).

L'abrasion peut s'ajouter à l'attrition. (9)



*Fig. 2 Phénomène d'abrasion cervicale (image Dr Etienne)*

Les surfaces d'abrasion sont émoussées, satinées, avec des limites de contours arrondies. Les surfaces des dents antagonistes ne se correspondent pas et il existe une différence de niveau entre l'émail, la dentine et d'éventuels matériaux de restaurations, avec des bords entre chaque constituant. (11)

Enfin, il existe une forme particulière d'abrasion appelée parfois la démastication, qui correspond à une perte de substance due à la mastication d'aliments abrasifs. Il s'agit alors d'un processus physiologique qui peut devenir pathologique dans le cas d'une consommation anormalement excessive d'un aliment abrasif. (9)

#### **I.1.4. Erosion**

L'érosion, du latin *erodo* (ronger), correspond à une destruction pathologique, chronique, localisée et non douloureuse des tissus durs dentaires par des processus chimiques ou physico-chimiques. Dans les processus d'érosion, les surfaces dentaires sont attaquées par des acides d'origine endogène ou exogène, mais les acides d'origine bactérienne sont exclus. (9)

Les surfaces d'érosion sont concaves, en forme de cupules arrondies plus profondes que larges. Les limites de contours sont arrondies. Les surfaces ne se correspondent pas entre antagonistes. Il existe une différence de niveau entre l'émail et la dentine, et les matériaux de restauration sont moins altérés. (fig. 4) (11)

Certains auteurs parlent également du terme de « tribo-érosion », la tribologie étant la science qui étudie les frottements. En effet, les frottements sur les surfaces dentaires faisant immédiatement suite à un processus d'érosion vont l'accentuer, l'émail étant partiellement déminéralisé à ce moment là. (12-14)

#### **I.1.5. Abfraction**

L'abfraction est une théorie d'usure correspondant à un processus de fracture et/ou fêlure de l'émail et de la dentine qui résulte des forces biomécaniques exercées sur les dents (contrainte statique lors de la déglutition ou du serrage des dents, ou contrainte cyclique lors de la mastication). Ces pertes de substance dentaire sont localisées sur des dents isolées ou non adjacentes, d'où l'hypothèse d'une contrainte occlusale anormale : une flexion de la dent engendrerait des tensions au niveau de la jonction émail-cément en vestibulaire qui seraient à l'origine de microfissures servant de point de départ à ces lésions cervicales. (Fig. 3) (11, 15)



*Fig. 3 Abfraction (image Dr Etienne)*

## I.2. Epidémiologie

La littérature s'intéresse de plus en plus aux usures dentaires. Alors que la prévalence des caries diminue dans les pays industrialisés (16), plusieurs auteurs décrivent une tendance à l'augmentation des usures dentaires, particulièrement chez les adultes jeunes. Cependant, la prévalence de ces lésions d'usure dans la population n'est pas connue précisément. En effet, Jaeggi et Lussi (17) trouvent des valeurs allant de 4 à 82% de la population adulte atteinte, quand d'autres études plus anciennes trouvaient des valeurs allant de 5 à 85%. (18)

Plus précisément, la prévalence des lésions non carieuses augmente logiquement avec l'âge puisque l'usure physiologique vient s'ajouter à l'usure pathologique. Le pourcentage de la population ayant des usures dentaires sévères augmente avec l'âge. (19)

Les données des études concernant la prévalence des usures dentaires montrent que ces lésions sont courantes. Les usures peuvent débuter dès l'apparition de la dent dans la cavité buccale, par l'exposition aux acides intrinsèques et extrinsèques. Les dents temporaires et permanentes sont atteintes de la même manière. Les lésions érosives peuvent être trouvées sur toutes les surfaces dentaires, mais elles sont plus particulièrement présentes sur les faces occlusales et vestibulaires de toutes les dents maxillaires et mandibulaires, ainsi que sur les faces palatines des dents antérieures maxillaires. L'augmentation de la prévalence chez les groupes de jeunes étudiés peut s'expliquer par des changements dans les habitudes alimentaires et de modes de vie. (17, 19) En Europe, une étude a montré sur un échantillon représentatif de jeunes adultes que 29% de ces derniers présentaient des signes d'usure. (3)

### **I.3. Diagnostic**

Le diagnostic repose sur le croisement de différentes informations obtenues par l'anamnèse médicale et dentaire, l'examen clinique et des examens complémentaires. Un diagnostic approprié ne peut se faire sans avoir examiné convenablement les dents et leur environnement. Le diagnostic des pathologies d'usure se base principalement sur l'observation des surfaces dentaires. (20)

#### **I.3.1. Diagnostic étiologique**

##### **I.3.1.1 Etiologies**

###### **I.3.1.1.1 Attrition**

L'attrition est liée au vieillissement mais peut être accélérée par des facteurs extrinsèques comme une alimentation riche en graines (noix par exemple), du tabac à mâcher ou à chiquer, ou encore des parafunctions : bruxisme statique (serrement des dents) ou dynamique (grincement). Une occlusion inhabituelle peut aussi faire partie des causes d'attrition chez certains patients : édentements non compensés, béances, bout-à-bout incisif ou occlusion croisée. (20)

###### **I.3.1.1.2. Abrasion**

Les différents corps étrangers produisent différentes formes d'abrasions, donc ils seront facilement identifiables. Un brossage horizontal avec un dentifrice abrasif produit un creux arrondi au niveau de la jonction amélo-cémentaire, surtout au niveau des canines et prémolaires car elles sont plus proéminentes (voir Fig. 2). Si les surfaces proximales sont abrasées, cela indique une mauvaise utilisation des bâtonnets interdentaires ou du fil. Des usures au niveau des bords incisifs peuvent révéler une habitude nocive comme se ronger les ongles, ouvrir les épingles à cheveux avec les dents, ou tenir entre les dents une pipe, un instrument à vents, un clou, une ficelle, etc.

L'interrogatoire du patient vient confirmer la cause de ces usures. (20)

### **I.3.1.1.3. Erosions**

Il existe de multiples origines aux érosions, celles-ci peuvent être extrinsèques ou intrinsèques.

#### **a. Erosions d'origine extrinsèque**

Elles proviennent d'acides exogènes retrouvés principalement dans l'alimentation : boissons acides comme les jus de fruits ou sodas, denrées acides comme les cornichons, les yaourts, les tisanes ou encore la nourriture épicée. Dans ce cas une localisation cervicale des lésions est observable.

Les médicaments sont une autre source d'acides exogènes (vitamine C, suppléments en fer avec acide). Il existe également des expositions professionnelles à certaines émanations acides (sulfurique, nitrique, acide tartrique). Enfin, les nageurs sont exposés à de l'acide hypochloreux en surface des piscines. (9, 20)

#### **b. Erosions d'origine intrinsèque**

Ces érosions proviennent d'un acide endogène : l'acide gastrique. Celui-ci se retrouve dans la cavité buccale de deux manières : par des reflux gastro-oesophagiens (RGO) ou des vomissements (anorexie, boulimie, alcoolisme).

Les érosions qui résultent de vomissements chroniques sont localisées sur les pointes cuspidiennes des prémolaires et molaires des deux arcades (voir Fig. 4) et sur les faces palatines du secteur incisivo-canin maxillaire. En effet, la langue dirige les vomissements vers l'avant et s'étend latéralement, ce qui protège les dents mandibulaires. De plus, ces dernières sont mieux protégées par la salive qui dilue rapidement l'acide. (9, 20)



*Fig. 4 Erosion occlusale postérieure liée à un reflux gastro-oesophagien (photo personnelle)*

### c. Erosion idiopathique

Quand aucun test ni l'anamnèse ne permettent de connaître l'acide à l'origine de l'érosion, on parle d'érosion idiopathique.

#### I.3.1.2. Facteurs de risques

Il est important d'identifier les facteurs de risques à l'origine des lésions d'usures chez les patients, ceci afin de pouvoir les traiter au mieux (voir Fig. 5)

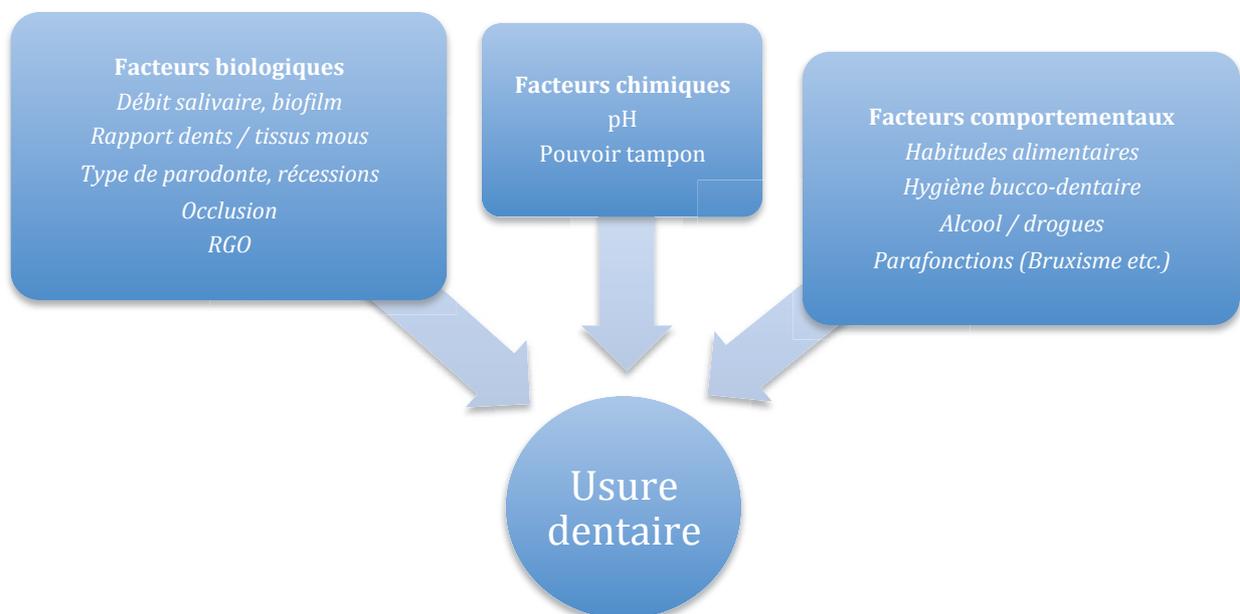


Fig. 5 Schéma représentant les différents facteurs de risque de l'usure dentaire, inspiré par Lussi (21)

##### I.3.1.2.1. Facteurs comportementaux

Les **habitudes alimentaires** et d'**hygiène bucco-dentaire** sont les principaux facteurs de risques comportementaux. L'ingestion régulière d'aliments ou boissons acides au cours de la journée favorise l'érosion dentaire. Le **brossage traumatique** est également une habitude nocive. (22)

La consommation d'**alcool** ou de **drogues** favorise également l'érosion dentaire par leur acidité propre et par les reflux gastriques ou vomissements qu'elle peut provoquer. (23)

Enfin, les **parafonctions** comme le bruxisme sont, quant à elles, plutôt à l'origine d'attritions plus ou moins sévères. (24)

#### I.3.1.2.2. Facteurs biologiques

La **salive** est le plus important des facteurs biologiques intervenant dans la protection des dents, notamment concernant leur usure. En effet, elle favorise la formation d'une pellicule protectrice à la surface dent, appelée pellicule acquise, qui forme une barrière contre l'acidité buccale d'origine endogène ou exogène. Elle permet également la reminéralisation de l'émail par apport de calcium et phosphate, et la neutralisation d'acide grâce aux ions bicarbonates et fluor. (25)

Une diminution du débit salivaire ou de la qualité de la salive a donc des conséquences indirectes dans l'usure dentaire, en particulier sur l'érosion.

Le **positionnement des dents par rapport aux tissus mous** comme la langue ou les muqueuse peut avoir une influence sur l'usure dentaire. En effet, le contact des tissus mous sur des dents usées non protégées contribue à l'abrasion, tout comme la langue lors de vomissements. (26, 27)

Le **reflux gastro-oesophagien** (RGO) est aussi un facteur de risque important de l'usure dentaire, en particulier de l'érosion. L'usure est accentuée par l'abrasion lors du brossage. (28)

Un **biotype parodontal fin** est un facteur de risque de récession pouvant entraîner l'exposition de la dentine radiculaire et donc indirectement une usure de cette dentine non recouverte d'émail. (29)

L'**occlusion** joue un rôle dans les phénomènes d'attrition. En effet, il a été montré que certaines classes d'Angle favorisent ces processus (par exemple les incisives mandibulaires dans la classe II.2).

### **I.3.1.2.3. Facteurs chimiques**

Le **pH**, le **calcium**, le **phosphate** et le **fluor** d'une boisson ou d'un aliment sont des facteurs déterminants dans une attaque acide. Un pH acide favorise la déminéralisation de l'émail, mais l'ajout de calcium, phosphate et fluor réduit le potentiel érosif par leur **pouvoir tampon** et permettent la reminéralisation de l'émail.

(30)

### **I.3.2 Diagnostic différentiel**

Le diagnostic différentiel d'une usure dentaire peut être difficile. En effet, une combinaison de différents types d'usures est possible, et ce d'autant plus que l'âge du patient est avancé.

La démarche diagnostique permettant d'aboutir à une prise en charge individualisée passe par un examen clinique rigoureux ainsi qu'un entretien approfondi avec le patient pour connaître son histoire médicale et dentaire, ses habitudes alimentaires, son métier et ses éventuelles parafunctions.

Un diagnostic précoce des usures dentaires, comprenant une identification des facteurs de risques propres au patient, facilite la prise en charge qui pourra alors être uniquement préventive.

Les usures dentaires ne doivent pas être confondues avec les pertes de substances liées à un défaut de développement de l'émail et de la dentine. Celles-ci regroupent des pertes liées à des défauts de minéralisation, d'origine soit environnementale (MIH, hypominéralisation), soit génétique (amélogénèse imparfaite, dentinogénèse imparfaite). L'amélogénèse imparfaite affecte la structure et l'apparence de l'émail et induit sa perte précoce et généralisée, tandis que la dentinogénèse imparfaite se caractérise par une formation anormale de la dentine, des dents opalescentes, des racines courtes, une oblitération pulpaire et un émail qui tend à s'effriter précocement. Le diagnostic est fondé sur les antécédents familiaux et l'examen clinique. Le diagnostic génétique est, lui, réservé à la recherche pour le moment.

(20, 31, 32)

**Tableau 1. Récapitulatif des caractéristiques des principaux types d'usure dentaire (tableau personnel)**

Type	Attrition	Abrasion	Erosion		Abfraction
			Origine intrinsèque	Origine extrinsèque	
Aspect	Plat, brillant	Dure, lisse, brillant, polie, en U	Surface lisse, aspect satiné (ou opascent s'il reste de l'émail)		En « V »
Limites	Nettes	Nettes	Arrondies		Nettes
Localisation	Bords incisifs, faces occlusales Zones de contact interproximales	Jonction cémento-dentinaire	En lingual des incisives maxillaires et pointes cuspidiennes dans les secteurs postérieurs	Variable : faces vestibulaires des incisives supérieures si environnement acide. Localisation cervicale si alimentation acide	Collets, Dents non adjacentes
Facteurs de risque	Salive, biotype parodontal, hygiène orale, alimentation, occlusion				
Etiologies	Parafonctions, Edentements non compensés	Brossage traumatique avec dentifrice abrasif, interposition d'objets durs	Vomissement RGO Alcoolisme	Alimentation acide, expositions professionnelle, piscine	Parafonction sur les dents concernées (prématurité, interférence)
Autres caractéristiques	Usure correspondante sur les dents antagonistes	Peuvent être associées à une récession parodontale et une hypersensibilité dentinaire	Hypersensibilité possible		Peuvent être associées à une récession parodontale et une hypersensibilité dentinaire

### I.3.3. Classifications

Différentes classifications permettent d'établir un pronostic et une thérapeutique des usures en fonction de leur sévérité (légère, modérée, sévère), de leur origine (chimique ou mécanique, extrinsèque ou intrinsèque) ou de leur distribution (localisée ou généralisée). Il n'y a pas à l'heure actuelle de classification officielle et consensuelle de ces lésions non carieuses.

### I.3.3.1 Classifications à but non thérapeutique

Il existe différentes classifications pour évaluer la sévérité des usures dentaires. Une des premières a été proposée par Eccles en 1979. (33) Il répartit les lésions en 3 classes :

- classe I : lésions superficielles concernant uniquement l'émail
- classe II : lésions localisées concernant la dentine sur moins d'1/3 de sa surface
- classe III : lésions généralisées concernant la dentine sur plus d'1/3 de sa surface
  - o a. Faces vestibulaires des dents antérieures
  - o b. Faces palatines et linguales
  - o c. Faces occlusales et bords incisifs
  - o d. Atteinte sévère de toutes les faces

Lasfarges et Colon proposent en 2009 (29) une codification clinique des érosions et abrasions en 4 stades décrits dans le tableau 2 ci-dessous.

*Tableau 2. Classification de la lésion érosive / abrasive (29)*

Type	Codes	Sévérité	Signes cliniques
Erosion	E0	Erosion subclinique	La surface présente un aspect satiné, absence possible des périkymaties
	E1	Erosion amélaire	Faces axiales : concavités de largeur supérieure à la profondeur, absence de limites nettes. L'émail persiste fréquemment au bord cervical de la lésion Faces occlusales : pointes de cuspidés adoucies, cupules ou dépressions avec absence de limites nettes, restaurations en surplomb de la surface dentaire adjacente La dentine n'est pas impliquée
	E2	Erosion avec implication dentinaire	Implication dentinaire inférieure à la moitié de la face affectée Aggravation des signes du stade E1
	E3	Erosion sévère	Implication dentinaire supérieure à la moitié de la face affectée Aggravation et accélération du processus de dégradation
Abrasion	A1	Abrasion subclinique	Les surfaces dentaires présentent un aspect lisse. Absence possible des périkymaties. Aucune lésion angulaire, absence de facettes d'usure
	A2	Abrasion amélaire	Faces axiales : lésions angulaires, en encoche ou cunéiformes, de moins de 1mm de profondeur Faces occlusales : facettes d'usure amélaire
	A3	Abrasion avec implication dentinaire	Faces axiales : lésions angulaires de plus de 1mm de profondeur liées à un brossage traumatique Faces occlusales : perte d'émail étendue avec exposition d'îlots dentinaires
	A4	Abrasion sévère	Faces axiales : encoches vestibulaires hautes et profondes Faces occlusales : larges expositions dentinaires étendues Aggravation et accélération du processus de dégradation

Les classifications proposées ici évaluent des lésions isolées et ne présentent pas de thérapeutiques à envisager.

### I.3.3.2. Classification spécifique aux érosions : indice BEWE

Le BEWE (Basic Erosive Wear Examination) proposé par Bartlett et collaborateurs en 2008 permet de déterminer une attitude thérapeutique à adopter en fonction de la sévérité des érosions. (34)

Chaque dent est notée de 0 à 3 suivant le tableau 3. Pour chaque sextant, le plus haut score obtenu sur une dent est retenu. Les scores des 6 sextants sont additionnés pour obtenir le degré de sévérité de l'érosion et l'attitude thérapeutique à adopter (tableau 4).

Tableau 3 : critère d'évaluation des érosions

Score	Signes cliniques
0	Pas d'érosion dentaire
1	Début de pertes d'émail
2	Défaut prononcé avec une perte de tissus durs < 50% de la face
3	Défaut prononcé avec une perte de tissus durs ≥ 50% de la face

Tableau 4 : le niveau de risque guide l'attitude clinique

Niveau de risque	Score cumulé de tous les sextants	Attitude thérapeutique
Aucun	Inférieur ou égal à 2	Maintenance et surveillance habituelle Examen BEWE tous les 3 ans
Faible	De 3 à 8	Evaluation de l'hygiène orale et alimentaire Conseils Maintenance et surveillance habituelle Examen BEWE tous les 2 ans
Moyen	De 9 à 13	Evaluation de l'hygiène orale et alimentaire Conseils Identification des principaux facteurs de risques et mise en place de stratégies pour les éliminer (ex : fluoration) Idéalement, éviter les restaurations et suivre l'évolution des usures avec des moulages d'étude, des photographies, des empreintes en silicone Maintenance et surveillance habituelle Examen BEWE tous les 6 à 12 mois
Elevé	Supérieur ou égal à 14	Idem au niveau moyen Dans les cas de progression rapide, envisager des soins pouvant inclure des restaurations

Cette classification ne détaille pas les options thérapeutiques envisageables et l'intervention thérapeutique par des restaurations se limite au stade élevé.

### I.3.3.3. Classification à but thérapeutique proposée par Colon et Lasfargues

Colon et Lasfargues proposent en 2009 une classification à but thérapeutique (29) qui prend en compte les problèmes occluso-fonctionnels liés aux pertes de substances, récapitulée dans le tableau 5.

*Tableau 5 : proposition de classification thérapeutique des lésions non carieuses (d'après Colon et Lasfargues, 2009)*

Groupe clinique	Pertes de substance	Options thérapeutiques
Groupe 1	Superficielles Amélaire (couronne) Dentinaire (racine)	Conseils et mesures prophylactiques Restaurations contre-indiquées
Groupe 2	Modérées et isolées Amélodentinaire Sans troubles fonctionnels	Restaurations adhésives directes Recouvrements radicaires parodontaux
Groupe 3	Prononcées Intéressant un groupe de dents Sans troubles fonctionnels	Restaurations adhésives unitaires directes et/ou indirectes Aménagement parodontal souvent nécessaire
Groupe 4 (4a et 4b)	Importantes et multiples Dégradation des rapports d'articulé Sans ADAM Sans (4a) ou avec (4b) perte de DVO	Rétablissement d'un schéma occlusal fonctionnel et équilibré Restaurations directes et indirectes collées, prothèse fixée 4a : sans rehaussement de la DVO 4b : avec rehaussement de la DVO
Groupe 5 (5a et 5b)	Sévères et généralisées Perte des rapports d'articulé Troubles fonctionnels : ADAM Sans (5a) ou avec (5b) perte de DVO	Réhabilitation orale globale en deux phases. Phase 1 : reconstruction par restaurations adhésives des deux arcades pour valider la fonction et l'esthétique. Phase 2 : reconstruction prothétique dentoportée et/ou implantoportée 5a : sans rehaussement de la DVO 5b : avec rehaussement de la DVO

Cette classification permet de savoir quelle attitude thérapeutique adopter, et, ce, quelle que soit la nature du type d'usure (abrasion, érosion ou attrition).

#### I.3.3.4. Tooth wear evaluation system

Wetselaar & Lobbezoo, constatant qu'il est difficile de comparer les études sur les usures dentaires à cause de classifications trop différentes, ont proposé en 2016 un nouveau système d'évaluation des usures dentaires comportant plusieurs modules qui permettent de diagnostiquer et traiter les lésions d'usures. (35)

Leur classification donne lieu à un diagnostic précisant la répartition, la sévérité et l'origine (principale ou non) d'une usure (voir tableau 6).

*Tableau 6 : système de classification des usures dentaires*

Distribution	Localisée (1 ou 2 sextants) Généralisée (3-6 sextants)
Sévérité	Légère (atteinte de l'émail) Modérée (dentine exposée) Sévère (dentine exposée et perte de la hauteur coronaire < 2/3) Extrême (dentine exposée et perte de la hauteur coronaire ≥ 2/3)
Origine	Mécanique / intrinsèque (attrition) Mécanique / extrinsèque (abrasion) Chimique / intrinsèque (érosion) Chimique / extrinsèque (érosion)

Une fois le diagnostic réalisé, le praticien est guidé dans sa prise de décision thérapeutique grâce à un module « début du traitement » (tableau 7)

Tableau 7 : module « début du traitement »

<b>Critères primaires</b>	Traitement	<b>Critères secondaires</b>	Traitement
<b>La quantité de substance dentaire perdue</b>	Usure limitée à l'émail : conseils / surveillance Usure avec dentine exposée : conseils / surveillance Usure avec dentine exposée et perte de la hauteur coronaire : traitement restaurateur	<b>Vitesse du processus d'usure</b>	- lent : conseils / surveillance - rapide : traitement restaurateur
<b>Type de surfaces atteintes</b>	Surfaces non occlusales / non incisales (pas de perturbation de l'occlusion) : conseils / surveillance Usures des surfaces occlusales / bords incisifs : traitement restaurateur	<b>Age du patient</b>	Plus le patient est jeune, plus le traitement restaurateur est à envisager tôt
<b>Nombre de dents atteintes</b>	Usures localisées (1 ou 2 sextants) : conseils / surveillance Usures généralisées (3 à 6 sextants) : traitement	<b>Facteurs étiologiques</b>	Plus il y a de facteurs et plus ils sont difficiles à éliminer, plus le traitement restaurateur est conseillé

Les différents modules – qui ne sont pas tous présentés ici – de ce « tooth wear evaluation system » permettent donc d'optimiser le diagnostic et d'appliquer les bonnes stratégies de traitements concernant les dents permanentes.

**CHAPITRE II :**  
**TRAITEMENTS DES USURES**

Le traitement des lésions d'usures doit se faire de façon globale, comme pour les lésions carieuses. Cependant, contrairement à ces dernières, le traitement ne peut pas se faire de façon standardisée. Il existe uniquement des lignes directrices dans la prise en charge de ces patients, qui devra être spécifique à chacun d'eux, en prenant en compte tous les éléments recensés lors de l'anamnèse et de l'examen clinique. En effet, prenons l'exemple de deux patients présentant le même type d'usure, comme une érosion liée à un reflux gastro-oesophagien. Ceux-ci ne seront pas pris en charge de la même manière si ces troubles sont récents ou anciens : dans le premier cas, le traitement serait d'abord axé sur la prévention et la prise en charge des facteurs étiologiques, avant de passer dans un second temps à une thérapie restauratrice. Si les troubles sont anciens, avec disparition des facteurs étiologiques, la thérapie pourra alors être principalement restauratrice. (29)

La première étape du traitement consiste à gérer la phase « aiguë » de la lésion, celle qui peut avoir amené le patient à consulter (blessure de la muqueuse buccale, sensibilités au froid etc.). Ces premiers traitements peuvent être l'arrondissement de bords tranchants d'une cuspide ou l'application d'un désensibilisant sur une surface exposée de dentine.

Les étapes suivantes sont la prévention et la prophylaxie, suivi d'une phase de stabilisation et de restauration. (36)

## **II.1. Prévention et prophylaxie**

La prévention des usures dentaires est différente de celle des lésions carieuses. La carie dentaire est un processus qui affecte la plupart des gens dans le monde, alors que les lésions d'usures affectent plus particulièrement certaines personnes.

La forte prévalence carieuse a induit un développement de mesures préventives, surtout basé sur l'usage du fluor et de l'hygiène oral. La prévalence de la carie dentaire est globalement plus importante dans les pays développés, donc les besoins en mesures de prévention également. Les programmes de prévention mis en place ont permis de diminuer la prévalence carieuse, notamment avec des traitements préventifs des lésions carieuses comme le scellement prophylactique des sillons.

La prévention des usures dentaires est plus compliquée à mettre en œuvre. Jusqu'à récemment, ces pathologies n'étaient pas considérées comme étant un problème commun. Cependant, les prévalences élevées d'usures constatées dans plusieurs études, notamment celles concernant les érosions, montrent qu'il s'agit de pathologies bien développées dans nos sociétés. (37)

Même si les lésions d'usures sont sans aucun doute de plus en plus fréquentes et reconnues, il est difficile de prédire quels individus seront atteints, ce qui rend la prévention primaire compliquée à mettre en œuvre. Des stratégies de prévention globales, par exemple par des modifications de la composition des boissons gazeuses et des campagnes éducatives pour accroître la sensibilisation des causes de l'usure des dents peuvent être possibles, mais il est peu probable qu'elles rencontrent la même adhésion que la prévention carieuse. Cela est dû en partie à la population visée, à savoir les adolescents et adultes jeunes, qui est aussi la plus réfractaire aux messages de prévention, en tout cas en ce qui concerne une réduction des boissons érosives. (38) Néanmoins, une prévention plus ciblée serait possible : elle viserait alors des individus présentant des signes précurseurs d'usure dentaire ou avec des facteurs de risque d'usure connus, comme ceux qui prennent des médicaments érosifs ou les patients atteints de boulimie et sujets aux vomissements. Pour qu'une telle politique de prévention fonctionne, une bonne collaboration entre le dentiste et les autres professionnels de santé est nécessaire.

Plusieurs auteurs soutiennent qu'une fois qu'une usure dentaire a été diagnostiquée chez un patient, celle-ci semble progresser relativement lentement, particulièrement dans les cas où des conseils de prévention ont été mis en œuvre avec succès. (39, 40)

Cependant, il peut y avoir chez ses patients des pics d'activité d'usures associés à un changement d'habitudes de vie ou à des circonstances exceptionnelles, qui peuvent aboutir à une usure sévère. Ce concept soutient l'idée qu'il faudrait un outil de dépistage permettant de détecter les usures pathologiques importantes et qui aiderait à surveiller l'évolution de l'usure sur une longue période. (36)

Différents points de prévention sont envisageables :

### **II.1.1. Fluoration**

Le fluor, pilier de la prévention carieuse, pourrait laisser croire qu'il est aussi efficace dans la prévention de l'érosion dentaire. Mais la littérature est contradictoire quant aux bénéfices du fluor à cet égard.

Des études ont montré que l'addition de fluorures dans les boissons acides permet de diminuer leurs effets érosifs néfastes pour les dents. Cela a été montré *in vitro* pour les boissons énergétiques et des résultats similaires ont été obtenus dans des études où du fluor et du xylitol étaient ajoutés à du jus d'orange. (41, 42)

Au contraire, Larsen (43) a montré un effet protecteur minime du fluor ajouté dans les boissons.

L'application topique de fluor a néanmoins montré son efficacité dans la protection de l'usure dentaire, surtout lorsque celle-ci a atteint un stade où la dentine est exposée. Un bain de bouche au fluorure de sodium peut être recommandé en complément pour aider à combattre quotidiennement les dommages provoqués par l'acidité. En revanche, un brossage trop proche d'une exposition acide est à bannir, même avec du dentifrice fluoré, car il provoque une augmentation de l'érosion par phénomène mécanique. (44)

### **II.1.2. Modification des constituants des boissons**

Il est possible de rajouter du fluor dans les boissons acides. Une étude a également montré que l'ajout de calcium au Coca-Cola réduit son potentiel érosif mais la firme n'y a pas attaché d'importance. (45) C'est même la tendance inverse qui s'est développée puisque de l'acide citrique ou phosphorique est ajouté à ces boissons.

Etant donné l'augmentation de la prévalence de l'érosion dentaire, surtout chez les enfants et adolescents, et le lien entre la consommation de boissons acides et l'érosion dentaire, il est nécessaire de travailler avec l'industrie à la préparation de boissons avec un plus faible potentiel érosif.

### **II.1.3. Modification des habitudes alimentaires**

Une réduction de la quantité et de la fréquence de consommation de fruits, jus de fruits, boissons gazeuses ou tout autre substance acide est bénéfique. Il faut également informer les patients sur la nécessité de limiter leur consommation d'aliments acides, même au moment des repas (pain blanc, alcool...). Néanmoins, une boisson acide reste moins agressive pendant les repas plutôt que bue tout au long de la journée en petites quantités. En effet, dans ce cas, un environnement acide (et/ou sucré) est présent toute la journée dans la cavité buccale et sur les surfaces dentaires. La salive ne peut alors pas jouer son rôle tampon correctement, contrairement au moment des repas où la sécrétion salivaire est stimulée et le pouvoir tampon augmenté.

Par ailleurs, suite à l'ingestion de produits acides, la consommation de fromages à pâte dure ou d'autres produits laitiers, plus alcalins, peut favoriser la reminéralisation de l'émail. (46)

Les chewing-gums induisent, quant à eux, une rapide augmentation de la quantité de salive, qui, avec son pouvoir tampon, réduit les effets de l'acidité. (31)

Enfin, la consommation de boissons acides à l'aide d'une paille permet aussi de réduire leur potentiel érosif, surtout au niveau des faces palatines des incisives maxillaires. (47)

#### **II.1.4. Modification des habitudes d'hygiène bucco-dentaire**

L'usure provoquée par le régime alimentaire ou le brossage intensif est accentuée si les dents ont été récemment exposées à de l'**acidité** (qu'elle soit endogène ou exogène). Après une exposition des dents à de l'acidité, l'émail retrouve sa résistance après une heure au moins, pendant laquelle le brossage des dents est donc déconseillé. (48) Ceci est particulièrement important pour les patients qui ont régulièrement des épisodes vomitifs, car ils ont tendance à se brosser les dents immédiatement après. Un simple rinçage à l'eau plate est alors conseillé.

Il existe aussi sur le marché des **pâtes dentifrices spécifiques** aidant à la reminéralisation de l'émail suite à une attaque acide, par exemple le GC Tooth mousse contenant du Recaldent® CPP-ACP (phosphopeptide caséine – phosphate de calcium amorphe), dérivée de la caséine (protéine contenue dans le lait de vache). Une étude a montré que ces dentifrices augmentent la dureté de l'émail attaqué significativement plus que les dentifrices fluorés classiques, en sursaturant le milieu buccal de sorte que les éléments calcium et phosphate puissent pénétrer à l'intérieur de la lésion amélaire et y précipiter. (49)

Lorsque l'usure atteint un stade où la dentine est exposée, le patient peut souffrir d'**hypersensibilité dentinaire**. Un dentifrice aidant à lutter contre les sensibilités peut alors être prescrit.

L'utilisation de dentifrice ou de mixtures abrasives (à base de bicarbonate par exemple) doit être déconseillée aux patients. Il s'agit principalement des dentifrices « blancheur », dont l'abrasivité est supérieure. Les différences d'usures avec un dentifrice « classique » deviennent significatives lorsque la dentine est exposée. (50) Il convient de prescrire aux patients des **dentifrices peu abrasifs**.

Enfin, une **brosse à dents souple ou électrique** doit être conseillée au patient s'il existe des lésions cervicales dues à un brossage horizontal avec une brosse à dents dure. Cela permettra de changer les habitudes de brossage du patient. Cependant, au vu du manque de données cliniques sur les effets de la brosse à dents électrique sur les récessions et donc, sur la progression éventuelle de lésions cervicales, il convient plutôt de privilégier dans ces cas là le brossage manuel avec une bonne technique.

Néanmoins, les brosses à dents électriques sont plus efficaces pour la réduction de plaque, à condition de bien expliquer au patient comment l'utiliser. (51) Chez les patients atteints de xérostomie, qui présentent donc en plus un facteur favorisant l'usure, la brosse à dents électrique favoriserait la sécrétion salivaire. Elle leur est donc particulièrement indiquée. (52)

#### **II.1.5. Modification de la salive**

La salive, et le **biofilm** formé à la surface des dents, protègent celles-ci des substances acides. L'érosion est habituellement retrouvée dans les zones des arcades dentaires qui sont peu exposées à la salive.

Augmenter le **débit salivaire**, et donc son **pouvoir tampon**, permet une meilleure protection de l'érosion en favorisant la reminéralisation de l'émail.

Au contraire, la diminution du débit salivaire (hyposialie), voire la sécheresse buccale (**xérostomie**) sont des facteurs aggravants les usures dentaires par l'absence ou la faible protection salivaire. Cette perturbation du débit salivaire présente de multiples étiologies qui peuvent être **physiologiques** (grossesse, sénescence, déshydratation etc.), **pathologiques** (syndrome sec, sarcoïdose, VIH, diabète, pathologies des glandes salivaires, anorexie, boulimie, cancer des VADS etc.), **médicamenteuses** (psychotropes, antihypertenseurs, anti-inflammatoires, antiparkinsoniens, antibiotiques à large spectre, médicaments utilisés en chimiothérapie etc.), **iatrogène** (radiothérapie) ou **toxiques** (tabagisme, alcoolisme, toxicomanie). (53) Dans tous ces cas, la prévention et le traitement de l'étiologie seront primordiaux, en plus d'un traitement symptomatique.

Quelques options thérapeutiques peuvent être conseillées :

- Les **gels** ou **sprays buccaux** servent de substituts salivaires dans les cas de xérostomie. Certains ont l'avantage de contenir en plus du fluor;
- Les **chewing-gums** sans sucre favorisent la salivation et peuvent être également préconisés chez les personnes ne pouvant se passer de boissons acides. Ils permettent également de limiter le reflux gastro-oesophagien. (31)

### **II.1.6. Gestion des reflux gastriques**

Le reflux gastro-oesophagien (RGO) comme les vomissements répétés sont une importante cause d'érosion dentaire. Le chirurgien-dentiste, en reconnaissant ces usures typiques, doit en rechercher les causes exactes via l'interrogatoire médical ou en adressant le patient à des spécialistes : gastro-entérologue pour le diagnostic éventuel d'un RGO (gastroscopie, mesure du pH de l'œsophage) ou psychiatre dans les cas de boulimie / anorexie.

Le diagnostic et le traitement de la maladie sous jacente à ces usures sont un pré-requis pour stopper la progression de l'usure. (54)

L'étiologie peut être difficile à traiter si le patient n'ose pas se confier sur ses habitudes, tout dépend de la relation et de la confiance que le dentiste a réussi à établir avec le patient, qui peut en dernier recours être au moins adressé à son médecin traitant.

### **II.1.7. Les gouttières occlusales et de fluoration**

Chez les patients atteints de bruxisme, il est conseillé de réaliser une gouttière en résine acrylique transparente recouvrant toutes les dents d'une arcade, ceci afin de diminuer l'abrasion occlusale des dents. (32)

Il faut prendre des précautions lorsque des gouttières sont fournies aux patients avec des érosions, puisque les substances acides peuvent s'accumuler sous la gouttière et accentuer le phénomène d'usure. Les gouttières peuvent être utilisées aux moments des vomissements pour protéger les dents des patients boulimiques, à condition de les rincer ensuite pour ne pas qu'elles deviennent des réservoirs d'acidité.

Des gouttières de fluoration peuvent aussi être réalisées. Celles-ci contiennent des petits réservoirs dans lesquels du gel fluoré peut être mis en place et appliqué sur les dents.

### **II.1.8. L'hypersensibilité dentinaire**

L'exposition des tubuli dentinaires liée à la perte de l'émail sus-jacent peut entraîner une hypersensibilité dentinaire.

Des dentifrices et des bains de bouche contenant des agents désensibilisants peuvent être prescrits. Ils contiennent des molécules qui obstruent les tubuli dentinaires selon différents modes d'action (sels de strontium, verres bioactifs, arginine).

Au fauteuil, un verni fluoré peut être appliqué pour créer un précipité de fluorure de calcium à la surface de la dentine et obstruer les tubuli. (55)

Enfin, les adhésifs ont montré leur efficacité dans la réduction de la sensibilité dentinaire en scellant les tubuli. Ils offrent une protection supplémentaire contre l'érosion. (56)

## **II.2. Traitements thérapeutiques**

L'importance de la prévention et des techniques non invasives dans le traitement des usures dentaires est indéniable. Il existe néanmoins des cas où des restaurations sont nécessaires pour compenser les lésions d'usure, rétablir les fonctions perdues, et empêcher une aggravation du phénomène. Ces restaurations sont différentes en fonction de la sévérité des lésions, des éventuels troubles occlusaux et fonctionnels associés. Il faut, dans tous les cas, conserver le plus de tissus dentaires possible, tout en réhabilitant la fonction et l'esthétique.

La position de la dent dans l'arcade dentaire et la quantité de substance dentaire perdue déterminent quelle restauration est la plus appropriée. Différents matériaux de restaurations existent et différentes méthodes peuvent être mises en œuvre pour traiter les dents usées. Il est primordial que le praticien connaisse les propriétés des matériaux utilisés pour restaurer une dent usée, afin de pouvoir adapter son traitement aux différentes situations. De plus, le patient doit être informé, avant tout traitement restaurateur, de la nécessité d'une maintenance ultérieure régulière.

Les restaurations conventionnelles, comme les couronnes, utilisées historiquement, sont devenues obsolètes ou à utiliser en dernier recours depuis les avancées réalisées dans le domaine de la dentisterie adhésive, qui permet de restaurer les dents de façon moins invasive. Les options offertes par la dentisterie adhésive sont les restaurations directes en composite, ainsi que les restaurations indirectes minimalement invasives en composite ou céramique. Ces dernières sont encore dénommées RECC : restaurations esthétiques en céramique collée.

## II.2.1. Restaurations directes

Les composites sont utilisés depuis une quarantaine d'années dans le secteur antérieur. Benevise est le premier à décrire l'utilisation du composite dans le domaine des usures dentaires. (57)

### II.2.1.1. Avantages

Cette technique possède différents avantages : elle est non invasive, n'use pas les surfaces antagonistes; son esthétique est correcte, elle est peu onéreuse et rapide (un seul rendez-vous suffit). Les résines composites sont, de plus, résistantes à l'abrasion et aux attaques acides, ce qui n'est pas le cas des ciments verre ionomère conventionnels ou modifiés par adjonction de résine (58) (l'amalgame peut aussi très bien résister aux processus érosifs mais il est cependant de moins de moins utilisé du fait d'une faible esthétique, voir Fig. 6).

### II.2.1.2. Inconvénients

Leurs inconvénients sont la rétraction de prise, la moindre résistance (donc les composites peuvent être inadaptés dans le secteur postérieur), les colorations, la nécessité de gérer l'humidité au moment du collage et la nécessité d'une quantité d'émail suffisante. (59)



*Fig. 6 Cas d'érosion d'origine extrinsèque, les pertes de substances se font autour de l'ancienne restauration à l'amalgame qui résiste aux attaques acides (abus de citron) (29)*

### II.2.1.3. Pronostic

Il existe peu de données sur le pronostic des restaurations par composite en cas d'usure dans le secteur postérieur. Dans les cas de bruxisme (grincement ou serrement) des dents, le pronostic de ce type de restauration est faible : 28% d'échec à 3 ans. (60)

### II.2.1.4. Indications

Dans le secteur postérieur, les résines composites en méthode directe sont donc principalement utilisées pour restaurer les lésions **d'usures occlusales de petite étendue**, ainsi que les **lésions d'usures cervicales**. Pour ces dernières, l'objectif est de redonner une forme anatomique à la dent, en évitant tout débordement gingival qui entraînerait une possible récession. Une lésion d'usure cervicale avec exposition de la dentine ne fait que progresser dans le temps si elle n'est pas traitée par une restauration, c'est pourquoi il est important de les détecter précocement et de restaurer la dent. Concernant les restaurations des lésions d'usures occlusales, la méthode directe par ajout de composite doit rétablir une anatomie occlusale fonctionnelle, en utilisant une technique par stratification pour limiter les effets de la rétraction de prise des composites. L'avantage de la méthode directe est de pouvoir être utilisée en faible épaisseur, contrairement à la technique indirecte décrite ci-après.

### II.2.1.5. Structure

Les composites sont constitués d'une phase organique, d'une phase inorganique et d'une phase interfaciale. La phase organique est une matrice résineuse composée d'un mélange de monomères le plus souvent à base de dérivés des méthacrylates. La phase inorganique correspond aux charges contenues dans la matrice, qui sont souvent des particules de quartz ou de silice. Enfin, la phase interfaciale est une phase faisant le lien entre les deux phases précédentes, grâce à des agents de couplage. Ces agents sont des dérivés des organosilanes et permettent une liaison chimique entre la matrice et les charges. (61)

### II.2.1.6. Les différents types de composites

Les composites sont classés en familles selon la taille moyenne des particules des charges de la phase inorganique, dont les avantages et inconvénients sont récapitulés dans le tableau 8. L'apport des nanotechnologies a permis l'apparition des composites microhybrides nanochargés. Le taux de charge peut être augmenté grâce à la diminution de la taille des particules, ce qui confère une meilleure résistance au composite. La résistance à l'usure, l'aptitude au polissage et les qualités optiques sont améliorées grâce à l'adjonction de ces nanocharges. (61, 62)

*Tableau 8. Avantages et inconvénients des résines composites conventionnelles (61)*

<b>Famille de composites</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Macrochargés</b>	- Bonnes caractéristiques mécaniques	- Caractéristiques de surfaces inappropriées Mauvaise résistance à l'usure
<b>Microchargés : microchargés, microchargés renforcés</b>	- Grande résistance à l'abrasion - Bonne qualité de surface (polissage rapide et facile, garde son poli longtemps) - Bonnes caractéristiques optiques	- Fort retrait de polymérisation - Faible module de flexion - Faible résistance mécanique
<b>Hybrides : Hybrides, microhybrides</b>	- Résistance physique plus élevée - Bon rendu esthétique	- Retrait de polymérisation toujours existant - Propriétés mécaniques encore perfectibles

## II.2.2. Restaurations indirectes par overlay

Des restaurations indirectes doivent être réalisées quand les deux parois proximales sont atteintes et / ou lorsqu'un recouvrement cuspidien est nécessaire. Il peut s'agir d'inlays/onlays, d'overlays, de couronnes ou d'endocouronnes.

La couronne, avec son **coût biologique** élevé, est devenue une technique obsolète ou très rare dans le cadre d'un traitement restaurateur des usures dentaires, car elle ne répond pas aux impératifs modernes de conservation des tissus dentaires (voir Fig. 7). Elle n'est proposée que pour remplacer une couronne précédente dans le cadre d'une réhabilitation globale, ou éventuellement en cas de réintervention. (63)

Dans ce travail, nous détaillerons uniquement les restaurations sur dents pulpées utilisées dans le cas où un recouvrement occlusal complet est nécessaire, à savoir les overlays.

Les avantages de la méthode indirecte par rapport à la méthode directe sont une meilleure résistance, un meilleur réglage de la dimension verticale et une meilleure morphologie, surtout dans le cas de restaurations multiples. (59)

Autre titre des inconvénients, les restaurations indirectes, contrairement aux restaurations directes, demandent une préparation de la dent qui est plus délabrante dans les cas où il faudra une épaisseur imposée de matériau. Néanmoins, les principes de préparation ont évolué ces dernières années vers une approche plus conservatrice, au point d'arriver à des propositions de techniques sans préparations dites « no prep ». (64) Les autres inconvénients sont le coût plus important et l'impossibilité de les réaliser en un unique rendez-vous. (59)

### II.2.2.1. Les différents types d'overlays

L'overlay est une restauration recouvrant l'ensemble de la table occlusale de la dent. En fonction de la sévérité du délabrement, O. Etienne propose de classer les overlays en quatre catégories : (65)

- type I : overlay *a minima* ou table-top (épaisseur entre 0,5 et 1,5mm)
- type II : overlay conventionnel (épaisseur entre 1,5 et 2mm)
- type III : overlay conventionnel avec reconstruction dentinaire préalable
- type IV : overlay sur dent dépulpée

Il récapitule également dans le tableau 9 les avantages, inconvénients, indications et contre-indications des différents types d'overlays.

Tableau 9. Description des différents types d'overlays d'après O. Etienne (65)

Type d'overlay	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients	Indications	Contre-indications
Type I 	Epaisseur : <b>0,5-1,5mm</b>	Ultraconservateur	Fragile	<b>Erosion modérée</b>	Attrition (bruxisme)
Type II 	Epaisseur : <b>1,5-4mm</b>	Résistance Peut être monolithique maillé ou stratifié	Plus délabrant que le type I Limite esthétique visible en vestibulaire	Délabrement modéré (carie ou obturation préalable) <b>Usure modérée</b>	Néant
Type III 	Epaisseur : <b>1,5-4mm</b> Collé sur un <b>substitut dentinaire central</b>	Résistance Le substitut dentinaire assure un rôle amortisseur de contraintes Biomimétique mécanique	Réalisation clinique plus longue et plus complexe Collage spécifique si épaisseur importante Limite esthétique visible en vestibulaire	Délabrement sévère (<2mm en occlusal) <b>Usure sévère</b>	Délabrement modéré (par manque de place pour le substitut dentinaire)
Type IV 	Epaisseur : <b>1,5-4mm</b> Collé sur un substitut dentinaire	Résistance Le substitut dentinaire assure un rôle amortisseur de contraintes Biomimétique mécanique	Réalisation clinique plus longue et plus complexe Collage spécifique si épaisseur importante Limite esthétique visible en vestibulaire	<b>Dent dépulpée</b>	Esthétique si forte dyschromie de la portion coronaire résiduelle

Les overlays de type I et II sont principalement proposés lors d'usures dentaires modérées (de 0,5 à 2mm d'épaisseur). Il faut cependant distinguer l'usure rapide chez le sujet jeune de l'usure lente et progressive chez un sujet plus âgé. En effet, une usure rapide est souvent synonyme de perte de dimension verticale d'occlusion qui doit être compensée, principalement dans le cas d'érosion, par des overlays de type I ou II ne nécessitant quasiment aucune préparation. Au contraire, une usure lente et progressive s'accompagne d'une égression compensatoire sans perte de dimension verticale d'occlusion. Ceci contraint à réduire les faces occlusales des dents usées afin de pouvoir respecter les épaisseurs de matériaux recommandés par les fabricants. (65)

#### **II.2.2.1.1. Overlay de type I**

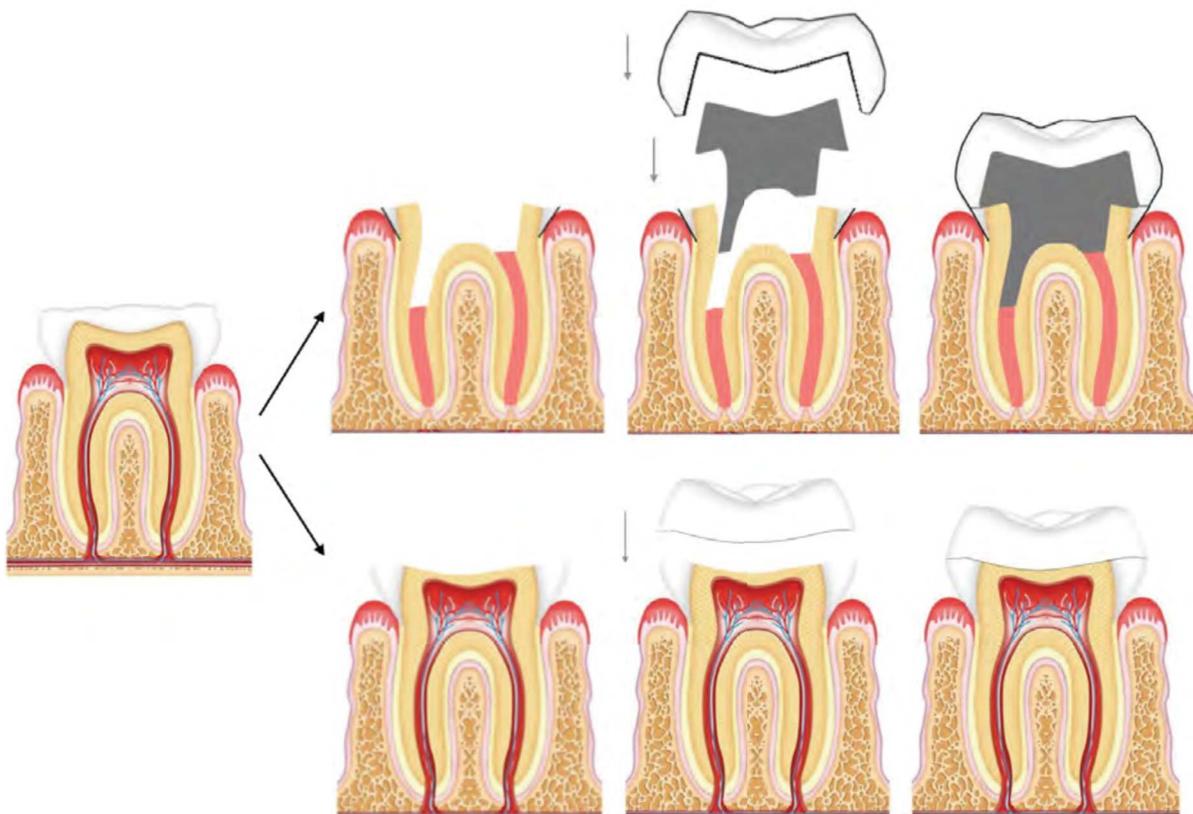
Les overlays de type I sont des **restaurations ultra-pelliculaires**, aussi appelées table-tops ou facettes occlusales. Il s'agit d'une nouvelle approche, plus conservatrice que l'overlay conventionnel, puisque la préparation est contrôlée avec une épaisseur de réduction de la dent allant uniquement jusqu'à 0,5-1,5mm. Dans les cas où la dimension verticale d'occlusion (DVO) doit être augmentée, certains auteurs proposent une absence totale de réduction (« no prep »). (7)

Ces restaurations sont indiquées dans les cas de lésions érosives d'origine intrinsèques ou extrinsèques, avec un délabrement modéré. Dans les cas où le délabrement serait inférieur à 1mm, les recommandations minimales d'épaisseur de matériaux des fabricants ne seraient alors pas respectées. En outre, ce type d'overlay reste trop fragile dans le cadre d'usures mécaniques de type bruxisme, (65, 66) même si leur résistance a été améliorée grâce aux **technologies CAD/CAM** et aux techniques de céramique pressée, ainsi qu'aux nouveaux protocoles de collage qui permettent la réalisation de restaurations très fines et résistantes. (7, 67)

### II.2.2.1.2. Les overlays conventionnels : type II, III ou IV

Les overlays, encore appelées couronnes partielles, en céramique ou composite, ont pu voir le jour grâce aux avancées dans le domaine de la **dentisterie adhésive**. En effet, contrairement aux couronnes classiques, les préparations pour overlays ne confèrent **pas de rétention mécanique** puisqu'elles sont quasiment plates. La rétention de ces restaurations se fait uniquement grâce au collage sur la dentine et l'émail.

Ils sont beaucoup plus **conservateurs** que les couronnes grâce à des limites périphériques bien plus à distance de la jonction amélo-cémentaire. Ceci permet en outre de conserver un **bandeau d'émail** périphérique bien plus large qu'à la jonction amélo-cémentaire (voir Fig. 7). La force d'adhésion et la pérennité des collages étant plus importante sur l'émail que sur la dentine, il est facile de comprendre l'intérêt d'un bandeau d'émail le plus large possible. (68)



*Fig. 7 La dent usée (à gauche) pouvait être restaurée par un traitement peu conservateur consistant à dévitaliser la dent pour y sceller un inlay-core ainsi qu'une couronne (en haut). Le traitement actuel, qui se veut plus conservateur, permet de garder la dent vitale en la préparant a minima pour y coller un overlay redonnant à la dent sa forme d'origine (en bas). (schéma personnel, image originale réf (69))*

L'inconvénient de ce type de restauration est la destruction partielle des crêtes proximales afin de pouvoir respecter les recommandations des fabricants sur les épaisseurs minimales de matériaux qui doivent être de 1 à 1,5mm. Il faut donc réduire d'autant les crêtes proximales. Il a été observé sur des suivis à moyen et long terme des fractures de cosmétiques ou de matériaux dans les régions proximales. Les matériaux usinés et la céramique pressée confèrent cependant une plus grande résistance à ce type de restauration. (6)

Les overlays de type II peuvent être indiqués pour des restaurations modérées à sévères (de 1,5 à 4mm d'épaisseur), sans restauration nécessaire du noyau dentinaire. Les overlays de type III et IV servent uniquement à traiter des dents sévèrement usées. Ils se distinguent par la mise en place préalable d'un matériau de restauration du noyau dentinaire, dont l'étanchéité est assurée par le recouvrement de l'overlay collé sur le bandeau d'émail périphérique résiduel.

L'overlay de type IV est un overlay sur dent dépulpée, dont la préparation peut imposer un congé périphérique dans le cas où la dent est fissurée, afin d'obtenir un sertissage limitant le risque de fracture (Fig. 8). (65)



*Fig. 8 Overlay avec sertissage périphérique (image O. Etienne)*

### **II.2.2.2. Les matériaux utilisés pour les overlays**

Le cahier des charges actuel des restaurations des usures dentaires impose le choix de matériaux à la fois résistants, esthétiques, et permettant une conservation maximale des tissus dentaires restants (donc le matériau doit être utilisable en faible épaisseur). Idéalement, les matériaux de restauration devraient aussi mimer le comportement biomécanique de la dent. Les termes de « biomimétique » ou « bioémulation » sont ainsi utilisés. (70)

Les céramiques et les résines composites sont actuellement les seuls matériaux qui répondent à ces exigences. (67)

#### **II.2.2.2.1. Restaurations indirectes en composite**

Les restaurations indirectes en composite peuvent être réalisées de deux façons : par une méthode additive traditionnelle de stratification progressive ou par une méthode soustractive par usinage.

##### **a. Les composites stratifiés de laboratoire**

Il y a deux avantages à réaliser des restaurations partielles en composite par méthode indirecte. D'abord, la résistance et la biocompatibilité sont supérieures grâce à un taux de conversion plus important des monomères lors de la polymérisation. En effet, lors de la réalisation d'un composite en méthode directe, la polymérisation est incomplète et environ 30 à 40% de monomères résiduels ne sont pas convertis et peuvent être toxiques pour la pulpe. Le prothésiste peut, lui, obtenir un taux de conversion plus important de monomères grâce à un traitement thermique et/ou une polymérisation sous pression.

Le deuxième avantage de la méthode indirecte est l'absence de rétraction de prise du composite. Seul l'agent de collage subit cette rétraction. (71)

Il existe deux générations de composites de laboratoire : les composites de première génération ont une structure identique aux composites utilisés en méthode directe. Leurs inconvénients sont la faible résistance à l'usure, le taux élevé de fissures et fractures dans le secteur postérieur; La deuxième génération de composites de laboratoire a, elle, des propriétés et une résistance améliorée par l'accroissement du taux de charge dans la matrice résineuse, permis par le rétrécissement des charges. La rétraction de prise est également diminuée par rapport aux composites de première génération. (71) Les propriétés de ces composites sont récapitulées dans les tableaux 10 et 11.

*Tableau 10. Récapitulatif des propriétés des composites de laboratoire (71, 72)*

	<b>Première génération</b>	<b>Deuxième génération</b>
<b>Structure</b>	Matrice organique et des charges minérales reliées par un agent de couplage (structure identique aux composites en méthode directe)	Charges microhybrides dans une matrice organique, renforcé avec des fibres (de polyéthylène, de carbone ou de verre)
<b>Techniques de polymérisation</b>	Lampe et chaleur	Lampe, chaleur, sous vide, sous pression, sans oxygène
<b>Résistance à la flexion</b>	10-60MPa	120-160MPa
<b>Module d'élasticité</b>	2000-5000Mpa	8,5-12GPa
<b>Exemples de composite</b>	SR-Isosit® Clearfil CR Inlay® Conquest® EOS® Dentacolor® Visio-Gem®	Artglass® (postérieur) belleGlass HP® (postérieur) Ceramage® Targis Vectris ®

*Tableau 11. Composition et taux de charge de composites de deuxième génération (71-73)*

<b>Composite</b>	<b>Matrice minérale</b>	<b>Taux de charges</b>
Artglass®	Fibre de verre (baryum)	70% en poids
belleGlass HP®	Silane, baryum	78,7% en poids
Ceramage®	Céramique micro-fine	73% en poids
Targis Vectris®	Baryum	77% en poids

## b. Les composites usinés

La conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) a permis la mise sur le marché de blocs de composites usinables, dont les taux de charges et taux de conversion sont encore supérieurs aux composites réalisés en méthode traditionnelle par le prothésiste; ceci grâce aux procédés industriels (le prothésiste a par exemple besoin d'un composite plus malléable donc moins chargé). Les propriétés mécaniques et biologiques des composites usinables sont ainsi supérieures à celles des composites réalisés en laboratoire de façon traditionnelle. (71)

Il existe différents blocs de composites usinables qui peuvent aller d'un matériau composite plutôt classique, jusqu'à des nouvelles catégories de composites aussi appelés « **matériau hybride** » par les fabricants, tel l'Enamic (Vita). Les industriels rivalisent d'ingéniosité depuis l'avènement de la CFAO pour proposer des structures toujours plus complexes, associant les avantages du composite et de la céramique. Les matériaux « hybrides », encore appelés PICN (Polymer Infiltrated Ceramic Network) restent néanmoins classés parmi les composites car ils sont constitués de deux types de composants non miscibles : une matrice minérale (de céramique) infiltrée secondairement par une résine d'infiltration. La structure est donc inversée par rapports aux composites traditionnels, dont la matrice résineuse est renforcée par des charges principalement minérales. (74) Le tableau 12 présente quelques composites usinés et leurs propriétés.

L'inconvénient actuel des composites usinés est l'absence de blocs dégradés en teinte sur le marché. Les restaurations sont maquillées à l'aide de composites fluides mais ceux-ci se dégradent rapidement. (74) Les restaurations traditionnelles stratifiées réalisées en laboratoire sont plus esthétiques, mais moins résistantes. (74)

Dans le secteur postérieur, et *a fortiori* pour des dents dont l'usure prouve la présence de contraintes mécaniques ou chimiques passées et/ou présentes, les composites usinés par CFAO semblent être les plus appropriés.

Tableau 12. Composition et propriétés de différents composites usinés

Composite usiné	Composition	Résistance à la flexion (MPa) (Flexural strength)	Module d'élasticité (Gpa) (flexural modulus)	Résilience (Mpa) (modulus of resilience)	Résistance en compression (Mpa)
<b>Lava Ultimate</b> (75, 76)	80% en poids de charges de silice et zirconie dans une matrice résineuse. Le silane fait la liaison entre les deux phases	178	10,8	1,47	383
<b>Cerasmart</b> (75)	71% en poids de charges de nanoparticules de silices et baryum	219	7,9	3,07	NC (non connue)
<b>Telio CAD</b> (77)	99,5% de Polyméthyl methacrylate (PMMA)	130	3,2	NC	NC
<b>Ambarino High-Class</b> (78)	78% de verre borosilicaté de strontium aluminium	191	NC	NC	490
<b>Paradigm MZ100 block</b> (75, 79)	85% en poids de particules de zirconie et silice dans une matrice de polymères	157	12,6	1,02	359
<b>Brilliant Crios</b> (80)	70,7% en poids de baryum et silice dans une matrice de méthacrylates	198	10,3	NC	426
<b>Grandio blocs</b> (81)	Composite nanohybride avec un taux de charge de 87% en poids	161	17,1	NC	NC
<b>Numerys HC</b> (82)	80% de particules de céramique dans une matrice résineuse	173	NC	NC	448
<b>Enamic</b> (75, 83)	Réseau de polymère de méthacrylate imbriqué dans un réseau de céramique	137	22,1	0,42	NC
<b>Vita CAD-temp® monocolor</b> (77, 84)	Polymère acrylate microchargé	95	4,2	NC	NC

#### **II.2.2.2. Restaurations indirectes en céramique**

De nombreux types de céramiques existent actuellement, avec chacune des propriétés différentes et donc des indications différentes, en fonction de la résistance recherchée, de la capacité à coller cette céramique ou du rendu esthétique souhaité. Dans le cas des restaurations d'usures dans le secteur postérieur, la céramique idéale est une céramique résistante avec une bonne aptitude au collage. Le rendu esthétique, moins important que dans le secteur antérieur, est un critère secondaire mais il devra néanmoins être correct.

On distingue trois types de céramique en fonction de leur composition : les vitrocéramiques, les céramiques alumineuses et les céramiques denses. (85)

##### **a. Les céramiques alumineuses infiltrées**

La commercialisation de ces céramiques a été arrêtée. Il s'agit du procédé InCeram (VITA). Elles présentèrent une résistance accrue par rapport aux vitrocéramiques, mais aussi une opacité plus importante et surtout des difficultés à coller qui les rendirent inutilisables dans le traitement des usures dentaires par restauration partielle. (86)

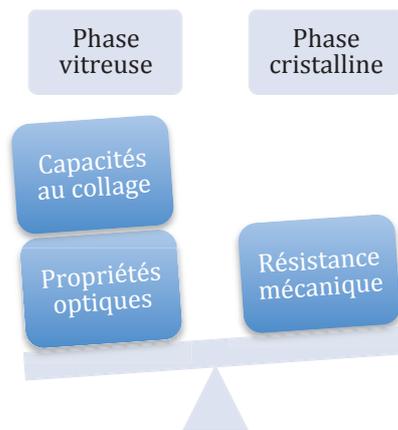
##### **b. Les céramiques denses**

Les céramiques denses (ou polycristallines) sont composées uniquement de cristaux d'oxyde d'alumine ou de zircon, sans phase vitreuse. Ce sont donc les céramiques les plus résistantes. Ces céramiques peuvent être uniquement usinées.

L'absence de phase vitreuse rend également ces céramiques peu aptes au collage et donc peu indiquées pour les restaurations d'usures postérieures, malgré leur résistance élevée. (86)

### c. Les vitrocéramiques

Les vitrocéramiques sont composées d'une phase cristalline intégrée dans une matrice vitreuse. Les cristaux empêchent ou ralentissent la propagation des fissures dans le verre, rendant ainsi la céramique plus résistante. La phase vitreuse donne, elle, l'aptitude au collage (87) et les propriétés optiques permettant à la céramique d'être esthétique. Un juste équilibre entre phase vitreuse et phase cristalline permet de potentialiser l'indication de ces céramiques (Fig. 9).



*Fig. 9 Equilibre entre phase cristalline et phase vitreuse qui confère chacune des propriétés spécifiques au matériau*

Au sein des vitrocéramiques, se distinguent les **céramiques feldspathiques conventionnelles**, très esthétiques, utilisées pour la cosmétique sur armature (armatures métalliques ou céramiques). La présentation sous forme de liquide / poudre avec un montage en couches successives sur l'armature engendre l'incorporation de porosités et de bulles d'air qui rendent ces céramiques moins résistantes et donc peu enclines à être utilisées pour des restaurations partielles dans le secteur postérieur. (88)

Des vitrocéramiques plus résistantes ont été développées, il s'agit des **céramiques feldspathiques enrichies** (ou renforcées) en cristaux de leucite (IPS Empress Esthetic et IPS Empress CAD d'Ivoclar Vivadent; Initial LRF BLOCK® de GC, etc.), en cristaux de disilicate de lithium (IPS e.max d'Ivoclar Vivadent), ou plus récemment en cristaux de silicate de lithium et de zircone (Celtra duo de Dentsply; VITA SUPRINITY; Initial LiSi Press de GC).

Les vitrocéramiques renforcées peuvent être mises en œuvre par le prothésiste par technique pressée ou par CFAO. Contrairement aux blocs de composites usinés, il existe des blocs de céramiques dégradés en teinte pour une meilleure intégration esthétique. (86)

### **Les différentes formes de restaurations en céramique :**

Les restaurations en céramique peuvent se réaliser sous la forme monolithique ou stratifiée.

La **forme monolithique** (usinée ou pressée) est à privilégier si la restauration est soumise à des contraintes importantes. Même s'il existe des blocs dégradés en teinte en ce qui concerne les céramiques usinées, les restaurations monolithiques sont maquillées pour un meilleur rendu esthétique mais la couche de maquillage s'use à la longue. (74) L'abrasion de la dent antagoniste est également un inconvénient pour la forme monolithique en disilicate de lithium conventionnel. Certaines céramiques monolithiques usinées sont cependant moins abrasives (Initial LiSi Press de GC). (89)

Les restaurations en **céramique stratifiées** se composent d'une chape en zircone ou vitrocéramique renforcée, sur laquelle est monté de la céramique feldspathique. Cette dernière est moins résistante que la céramique monolithique (74, 90), donc les restaurations stratifiées sont moins dures, plus faciles à corriger, et usent moins les dents antagonistes.

Suite à la description des différents types de céramiques et du cahier des charges concernant les restaurations partielles dans le cadre d'usures dentaires dans le secteur postérieur, il est aisé de comprendre que les vitrocéramiques renforcées sont les céramiques les plus adaptées à ce type de traitement.

### II.2.2.2.3. Composite ou céramique ?

Le choix du matériau entre le composite et la céramique est un débat ancien et de longue date, qui n'est toujours pas clos à l'heure actuelle.

Les avantages de la **méthode indirecte en composite** sont la possibilité de rajouts et réparations qui sont relativement simples à réaliser et faisables directement en bouche. De plus, les restaurations en composite sont peu abrasives pour les dents antagonistes comparées aux restaurations en céramique. (59, 91) Enfin, son module d'élasticité faible en regard de la céramique ferait du composite un « absorbeur de chocs » au niveau occlusal. (92)

Les inconvénients sont l'esthétique (blocs monotente), la moins bonne résistance que les céramiques, (59) et la déformation sous l'effet des contraintes occlusales. Cette déformation amène plus de contraintes aux tissus dentaires dont le risque de fracture est alors augmenté. De même, les forces de flexion augmenteraient les contraintes à l'interface dent/restauration, ce qui pourrait accentuer le risque de décollement des matériaux composite, surtout sur les grandes restaurations de type onlays ou overlays. (92)

Globalement, les avantages des **restaurations indirectes en céramique** sont l'esthétique et la bonne résistance à l'usure. Les céramiques enrichies en disilicate de lithium, pressées ou usinées, possèdent de meilleures propriétés sous une forme monolithique qui permet de plus de réduire les épaisseurs en occlusal jusqu'à 0,8mm. Le risque de fracture est diminué pour les overlays grâce à l'usage de ces céramiques monolithiques enrichies. (93) La céramique tend de plus à renforcer l'ensemble dent-restauration grâce à sa rigidité. (92)

Les inconvénients sont la possibilité de fracture (92) incluant ou non une perte de tissus dentaires, un taux plus élevé de fêlures parmi les patients bruxomanes, l'abrasion des dents antagonistes, la difficulté de réparation directe en bouche et le coût. (59)

Chez les patients comportant des **parafonctions occlusales**, il est préférable d'utiliser des composites usinés, qui permettent de réaliser des table-tops de fine épaisseur (0,6mm). (74) Le bruxisme semble en effet réduire grandement la durée de vie des restaurations partielles en céramique. Le port de gouttières de protection nocturne est conseillé chez ce type de patients. (92) En revanche, si le contexte occlusal est favorable, des restaurations en céramique sont alors envisageables. (74)

Peu d'études ont fait la comparaison entre la céramique et le composite dans le cadre de réhabilitations par restaurations partielles de type overlays, et *a fortiori* encore moins lors d'usures dentaires. Néanmoins, diverses études ont comparé des restaurations en céramique et composite dans différentes situations, ou ont montré leur longévité à long terme :

- Ainsi, selon Kuijs & coll., les restaurations en céramique et composite en méthode directe ou indirecte montrent des résistances à la fatigue comparables en ce qui concerne la restauration d'une cuspide. (94)
- En revanche, une étude de Magne & coll. montre une meilleure résistance des inlays MOD en composite CAD/CAM (Paradigm MZ100) par rapport aux composites en méthode directe. Néanmoins, les deux matériaux de restaurations présentent dans ce cas de bons résultats à la fatigue aux forces habituelles de mastication (100% de survie pour les deux groupes à 600N). Les composites CAD/CAM pour les cavités MOD sont indiqués chez les patients avec des forces de mastication importantes. (95)
- Attia & coll. n'ont pas trouvé de différence significative au niveau de la résistance à la fracture entre les couronnes en composite (Paradigm MZ100) et celles en céramique (VITA Mark II) (827 à 955N en moyenne selon le ciment de scellement). (96)
- Belli & coll. montrent également que les matériaux en composite (Lava Ultimate, 3M ESPE) et céramique (e.max CAD et Press, Ivoclar) ont des résistances à la fatigue équivalentes. (97)

- Concernant des dents traitées endodontiquement, Magne & Knezevic ont réalisé deux études : la première analyse la résistance à la fatigue des dents selon l'épaisseur de leur restauration par overlays en composite CAD/CAM Paradigm MZ100 (3M ESPE). Ces derniers offrent une plus grande résistance à la fatigue lorsqu'ils sont plus épais : en effet, les overlays de 2,5 et 3,5mm d'épaisseur améliorent significativement la résistance à la fatigue des dents traitées endodontiquement par rapport à ceux d'1,5mm d'épaisseur. Les overlays d'1,5mm d'épaisseur fracturait tout de même à une charge moyenne de 1060N, ce qui est plus élevé que les forces habituelles de mastication. (98) La deuxième étude de Magne & Knezevic a comparé la résistance à la fatigue de dents restaurées par des overlays de 2,5mm d'épaisseur en composite (Paradigm MZ100, 3M ESPE) ou en céramique (VITABLOCS Mark II), et en conclue que les overlays en composite améliorent la résistance à la fatigue des dents traitées endodontiquement par rapport à la céramique (fracture à une charge moyenne de 1147N pour les dents restaurées en céramique). (99)
- Toujours sur des dents traitées endodontiquement, Frankenberger & coll ont montré que la résistance à la fracture est plus élevée si les restaurations recouvrent les cuspides (overlays), par rapport aux inlays. Qu'elles soient en Celtra Duo, e.max CAD ou Lava Ultimate, une résistance similaire a été trouvée pour les couronnes partielles. (100) Frankenberger & coll ont également montré une longévité à long terme satisfaisante des inlays/onlays en céramique IPS Empress (taux de survie de 86% à 12 ans), (101). Une longévité satisfaisante a aussi été relevée par les mêmes auteurs concernant des composites en méthode directe (96,9% de survie pour des cavités de classe II). (102)
- Concernant toujours la longévité à long terme des matériaux, Weill & coll. ont regroupé plusieurs études, dont le recul clinique est aujourd'hui important, pour montrer des taux de survie satisfaisant des inlays-onlays en céramique et composite (pour la céramique 97% à 10 ans (103, 104), pour le composite 93% à 6 ans (105) et 83% à 11 ans (106)). Les matériaux les plus anciens étant aussi les plus fragiles, les résultats initiaux seraient aujourd'hui améliorés par leurs nouvelles caractéristiques. (92)

En rapport plus précis avec les restaurations partielles de type overlays sur dents sans traitement endodontique, quelques études comparant la résistance des matériaux ont été publiées :

- Une étude (107) a comparé *in vitro* la résistance à la fracture de table-tops d'épaisseur de 0,5 à 0,8mm, en e.max CAD (Ivoclar Vivadent), Enamic (VITA), VITA suprinity (VITA) et Telio CAD (Ivoclar Vivadent). Les matériaux VITA Suprinity et e.max CAD ont une résistance supérieure au Telio CAD et à l'Enamic. Néanmoins, ces quatre matériaux ont des résistances supérieures aux forces de mastications dans le secteur postérieur et pourraient être viables pour restaurer à long terme des surfaces occlusales.
- Sasse & coll. ont montré que les table-tops en céramique (IPS e.max CAD) ont une haute résistance à la fracture à de fines épaisseurs (610N pour 0,3-0,6mm, à 3390N pour 0,7-1mm, selon différents types de préparations). De plus, l'épaisseur des table-tops a une influence significative sur la résistance à la fracture. (108)
- D'autres études comparant les matériaux et/ou l'épaisseur des restaurations sont détaillées dans la partie discussion de cette ouvrage, en comparaison avec nos résultats.

Le tableau 13 récapitule les différents critères influençant le choix du matériau lors de traitements par restaurations partielles indirectes postérieures.

*Tableau 13. Facteurs de choix du matériau (74)*

<b>Facteurs de choix</b>	<b>Composite</b>	<b>Céramique</b>
Dent antagoniste	Naturelle	En céramique
Substrat principal à restaurer	Dentine	Email
Parafonction (bruxisme)	Oui	Non (bruxisme à traiter)
Nécessité d'un futur ajustement (DVO)	Oui	Non
Terrain allergique	Bonne biocompatibilité si usiné	Biocompatibilité idéale
Esthétique	+	+++

Le choix du matériau est donc fonction de différents critères. Le praticien devra choisir le matériau le plus adapté à la situation clinique qui se présente à lui.

Avec sa résistance supérieure et sa bonne stabilité dans le temps, la céramique reste le matériau de choix pour des restaurations d'étendue importante, à condition que les indications et que les différents protocoles soient respectés avec rigueur par le praticien. (92)

Les matériaux hybrides (Enamic® VITA) représentent, eux, une bonne alternative avec des propriétés intermédiaires entre les matériaux composites et céramiques. (74)

Le tableau 14 récapitule les avantages, inconvénients et indications des restaurations directes et indirectes en céramique ou composite.

*Tableau 14. Récapitulatif des avantages, inconvénients et indications des 3 principales techniques de restaurations des usures dentaires*

	<b>Technique directe</b>	<b>Techniques indirectes</b>	
<b>Matériau</b>	Composite	Composite	Céramique
<b>Avantages</b>	- faible coût - une seule séance nécessaire - conservation des tissus dentaires	- Résistance - Esthétique - Forme - Restauration de la dimension verticale	
		- Réparation directe en bouche	- Bonne résistance à l'abrasion - Esthétique
<b>Inconvénients</b>	- faible résistance - esthétique	- Coût élevé - nombre de séances - délabrement (même faible)	
		- Esthétique	- Casse - Fracture de la dent support - Abrasion dent antagoniste
<b>Indications</b>	- Secteur antérieur - Lésions cervicales - Lésions occlusales de petite étendue dans le secteur postérieur	- Lésions occlusales - Deux parois proximales perdues - Perte de dimension verticale - Secteur antérieur ou postérieur - Si technique directe contre-indiquée : esthétique, recouvrement cuspidien	
		- Bruxisme	- Allergie

**CHAPITRE III :**  
**ÉTUDE *IN VITRO* COMPARANT LA RÉSISTANCE  
À LA COMPRESSION DES OVERLAYS EN  
COMPOSITE OU CÉRAMIQUE CAD/CAM SELON  
DIFFÉRENTES ÉPAISSEURS**

Le cycle masticatoire exerce diverses contraintes sur les structures dentaires, osseuses et articulaires. (109) Au niveau dentaire, les contraintes exercées sont de deux types : le cisaillement et la compression. Dans le secteur postérieur, les contraintes en compression sont majoritaires par rapports aux contraintes de cisaillement, exercées, elle, plutôt dans le secteur antérieur. (110-112) L'effet de bras de levier mandibulaire explique que les intensités les plus extrêmes de la cavité buccale soient subies par les molaires, avec des forces pouvant dépasser les 1000 Newtons (l'équivalent de plus de 100kg). (113)

Afin de restaurer les dents usées avec une esthétique correcte et une conservation maximum des tissus dentaires restants, tout en résistant aux contraintes imposées dans le secteur postérieur, les overlays apparaissent comme une technique de choix.

Cependant, il n'existe à l'heure actuelle toujours pas de certitude scientifique sur le matériau le plus résistant, ni sur l'épaisseur optimale qu'il faut donner à la restauration. Nous avons donc décidé de réaliser une étude *in vitro* comparant les résistances en compression de molaires restaurées par des overlays en disilicate de lithium (IPS e.max CAD d'Ivoclar) et en composite usiné (Cerasmart de GC), selon des épaisseurs de 2mm ou 0,5mm (ce qui respecte ou non les recommandations des fabricants). Dans la suite de cet ouvrage, le terme « overlay » désignera uniquement les overlays de 2mm d'épaisseur, et le terme « table-top » ceux de 0,5mm.

Les tests d'usure cycliques en milieu liquide étant longs et difficiles, nous avons choisi un test en compression qui correspond cliniquement à un bruxisme centré (de serrement).

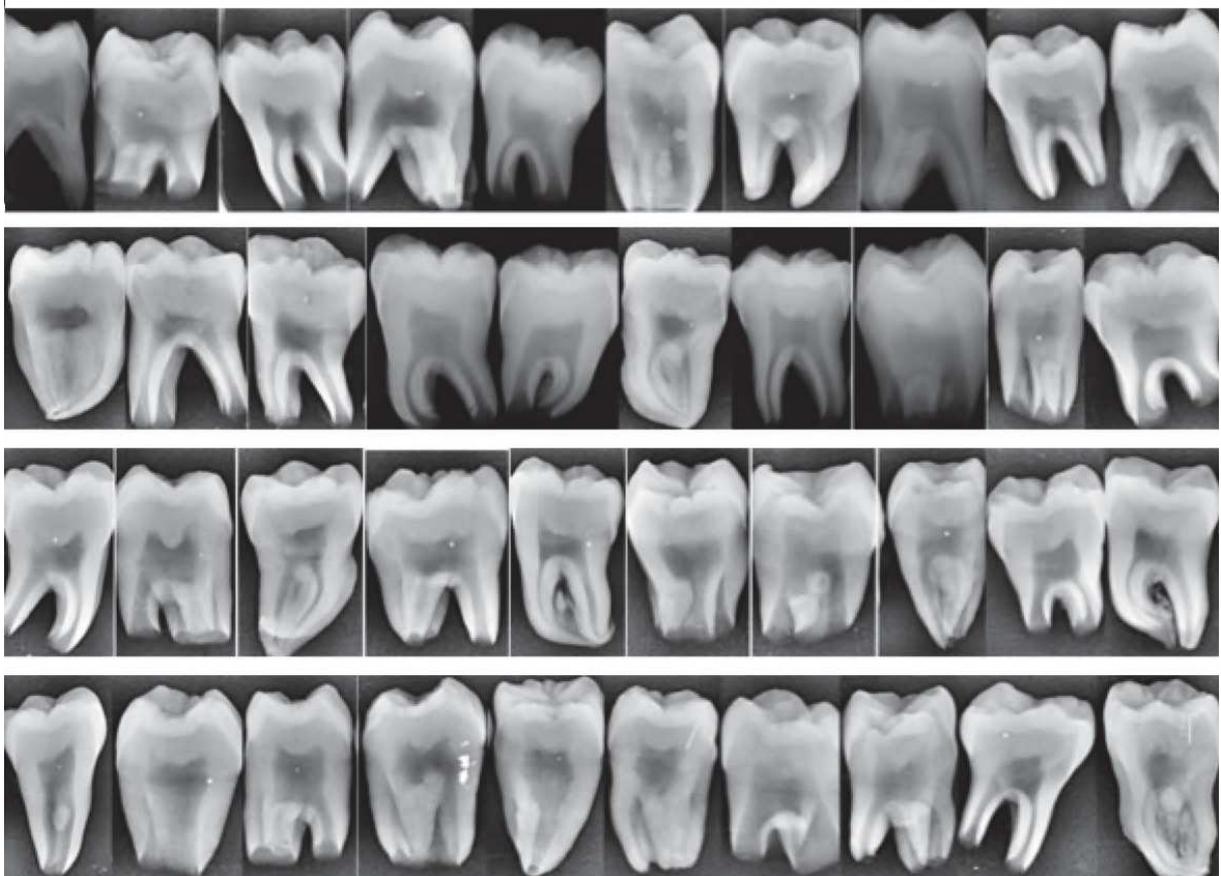
Nos hypothèses de recherche sont une meilleure résistance des overlays en céramique par rapport au composite, et des table-tops en composite plus résistants que ceux en céramique.

### III.1. Matériel et méthodes

Quarante 3<sup>e</sup> molaires sans lésions ont été extraites chez des patients âgés de 16 à 25 ans, puis conservées dans de l'eau stérile Versylene Fresenius (LOT13KDP201, 2018 12 20).

#### III.1.1. Radiographies

Des radiographies rétroalvéolaires ont été réalisées pour toutes les dents afin de vérifier leurs épaisseurs d'émail et de dentine et leur relative homogénéité. (Fig. 10)



*Fig. 10 Radiographies des 4 groupes de dents. De haut en bas, par rangée : overlays Emax, overlays Cerasmart, table-tops Emax, table-tops Cerasmart*

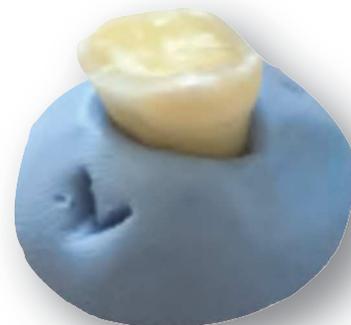
### III.1.2. Préparation des échantillons

Afin de s'assurer de l'épaisseur des overlays testés, une stratégie de préparation a été mise en place. Pour cela, un pré-scannage de la morphologie coronaire a été enregistré, puis la dent préparée selon la technique de pénétration contrôlée (à 0,5mm pour le groupe table-top et à 2mm pour le groupe overlay). Enfin, un scannage post-préparation, conjugué avec la morphologie initiale, a permis de concevoir la pièce prothétique puis de l'usiner.

#### III.1.2.1. Pré-scannage

Tout d'abord, les racines des 40 molaires ont été placées en partie dans du silicone (aquasyl) avant un pré-scannage tridimensionnel, ceci afin que la caméra puisse retrouver plus facilement leur position lors du scannage post-préparation (Fig. 11 et 16).

Les dents ont été scannées à l'aide de la caméra 3Shape TRIOS et de son logiciel sur le système Lyra. Un nouveau fichier patient a été créé pour chaque dent.



*Fig. 11 Dent insérée dans le silicone de repositionnement*

Le mode « morphing en pré-préparation » a été sélectionné afin de pouvoir reproduire l'anatomie de la dent après sa préparation (voir ci-après).

### III.1.2.2. Préparation des dents

Ensuite, les dents ont été préparées de façon non rétentive avec un protocole standardisé de réduction des faces occlusales. Les quarante dents ont été randomisées en deux groupes : vingt préparations pour overlays et vingt préparations pour table-tops (fig.12), grâce au logiciel Excel (Microsoft).

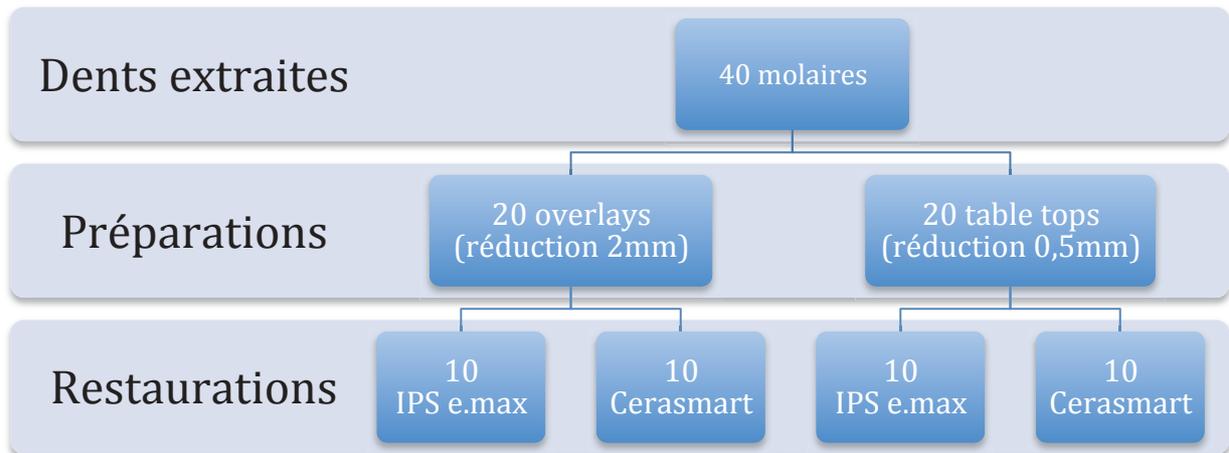


Fig. 12 Organigramme récapitulatif de la répartition des groupes

Le protocole de préparation a été similaire à celui décrit par Etienne & Anckenmann (65) :

- des sillons de réductions ont été créés sur les faces occlusales au niveau des sillons naturels et des lignes de crêtes, à l'aide de fraises avec marqueur de profondeur Komet (DM Depth Marker, Fig 13) :
  - o Fraises à partie travaillante de 2.0mm pour les préparations du groupe overlays
  - o Fraises à partie travaillante de 0,5mm pour les préparations du groupe table tops
- Les sillons ont ensuite été reliés à l'aide d'une fraise diamantée « olive » à gros grains (bague verte) afin d'obtenir une réduction homothétique de la face occlusale de respectivement 2mm ou 0,5mm. (Fig. 14)



Fig. 13  
Fraise à  
marqueur de  
profondeur

- Les limites de la préparation ont été mises à l'horizontale afin de ne pas laisser de « becs » d'émail et pour être plus perpendiculaire aux prismes d'émail, ce qui permet d'obtenir un collage plus efficace. (Fig. 15)
- Une rainure antirotationnelle de l'ordre de 0,5mm de profondeur, 1mm de large et 1,5mm de long a été réalisée au centre des préparations jugées trop plates, ceci afin de pouvoir replacer plus facilement la future restauration.
- Les finitions ont été réalisées à l'aide d'une fraise « olive » à grain fin (bague rouge).

La hauteur des molaires a donc été réduite de façon homothétique de 2mm pour le groupe overlays et de 0,5mm pour le groupe table-tops.

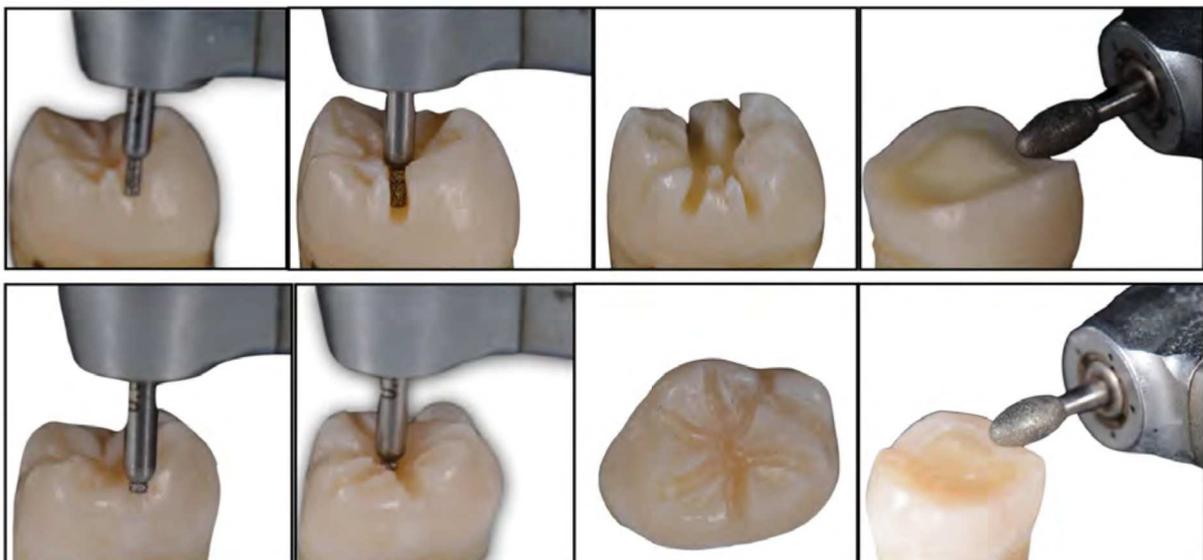


Fig. 14 Protocole de préparation des overlays (en haut) et table-tops (en bas). De gauche à droite : positionnement de la fraise, réalisation de rainures, rainures terminées, réduction homothétique à la fraise olive.

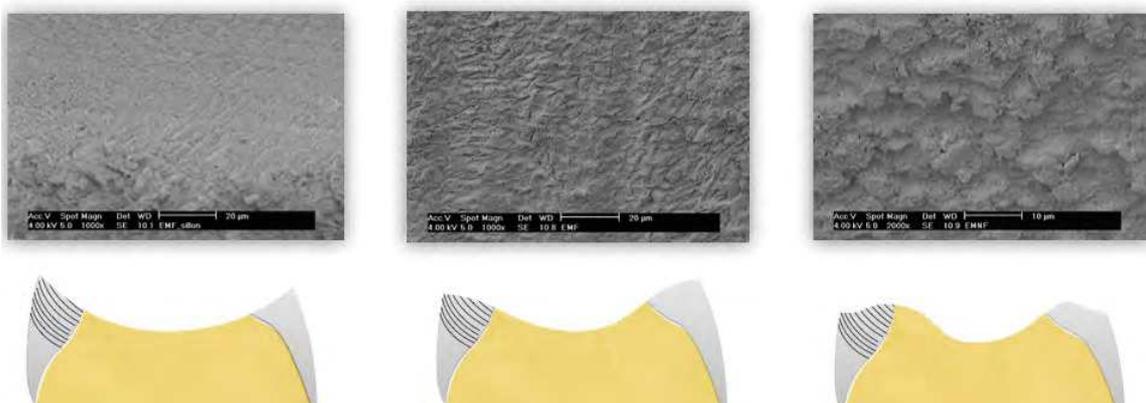


Fig. 15 Elimination des becs d'émail périphériques afin d'exposer un maximum de prismes (schémas d'O. Etienne)

### III.1.2.3. Scannage des préparations

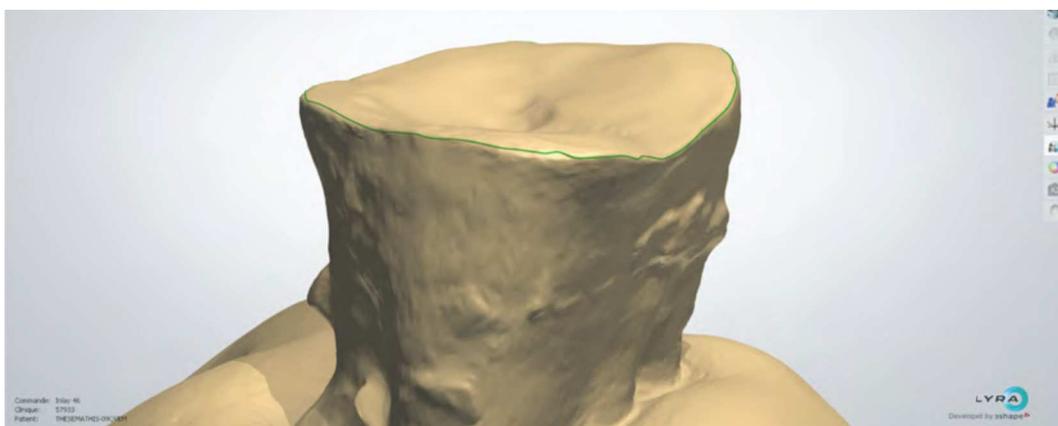
Une fois préparées, les 40 dents ont été scannées avec la caméra 3Shape TRIOS et le logiciel Trios (Lyra). Chaque dent préparée a été scannée dans le même fichier patient que le pré-scannage de cette dent. Le logiciel assure le repositionnement de la dent préparée sur la dent originale, ce qui permet, par la suite, de reproduire l'anatomie de la dent d'origine à l'aide d'une restauration (le logiciel étant capable de réaliser une restauration correspondant à la partie de dent soustraite). (Fig. 16)



*Fig. 16 Pré-scannage avant la préparation (a), le logiciel en conserve une partie (b) pour pouvoir repositionner la dent re-scannée après sa préparation (c). Il sait ainsi quelle partie de dent a été fraisée et peut par la suite, concevoir la restauration correspondant à la zone éliminée par la préparation*

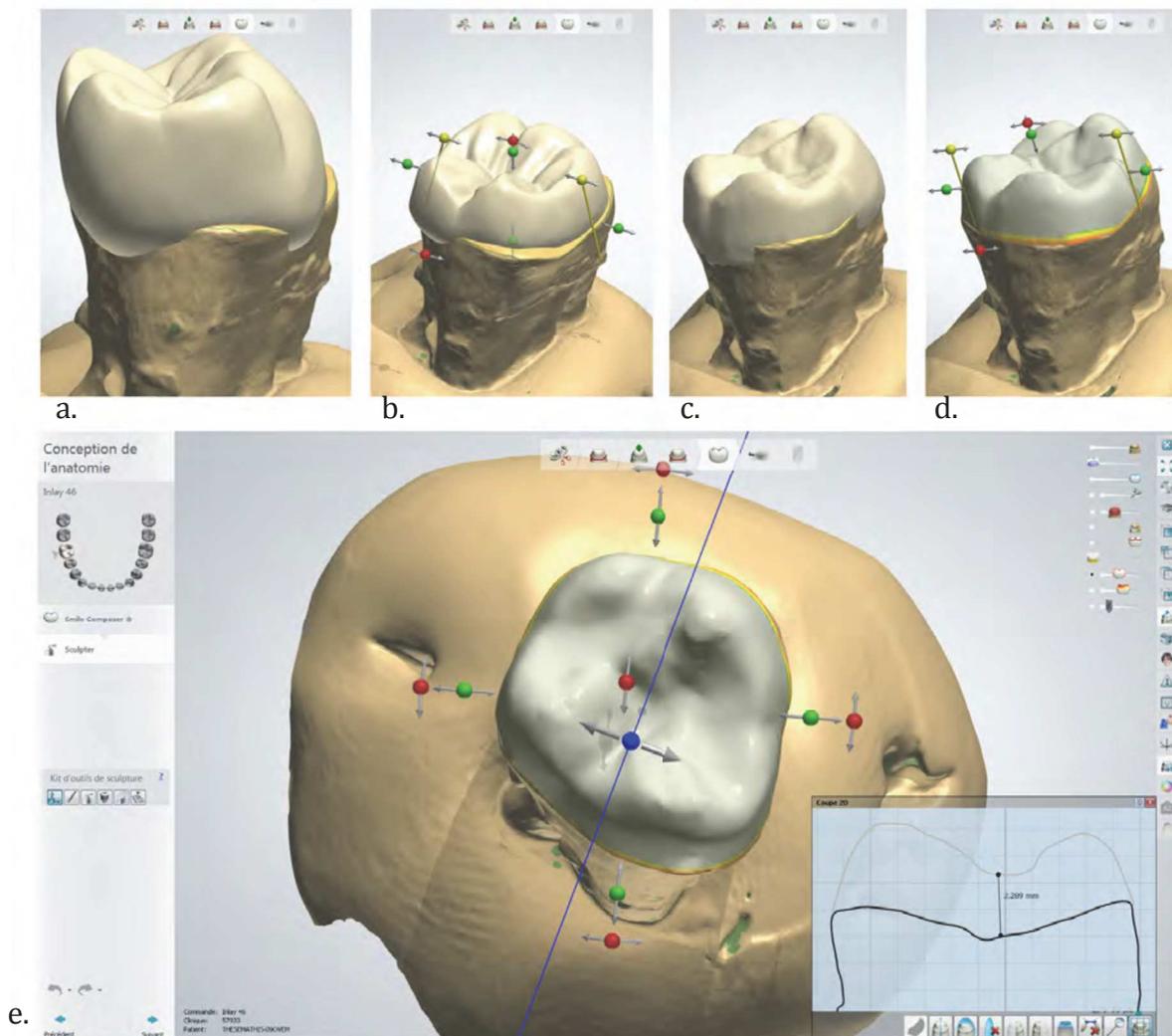
### III.1.2.4. Conception des restaurations

Les restaurations ont été conçues à l'aide du logiciel 3shape dental designer (Lyra). Les limites cervicales des préparations ont été définies avec un ajustage précisé par l'opérateur (Fig. 17)



*Fig. 17 Limites cervicales (en vert) ajustées sur les bords de la préparation*

Un morphing en pré-préparation a alors été demandé au logiciel afin que la restauration reproduise l'anatomie originale de la dent. Une coupe a ensuite été réalisée pour vérifier que les restaurations ainsi créées avaient au moins 1,5mm d'épaisseur pour les overlays et 0,5mm pour les table-tops (Fig. 18). Si ce n'était pas le cas, une correction était apportée grâce à l'option « épaisseur minimale » dans les paramètres.



*Fig. 18 Une dent standard apparaît (a), elle est positionnée grossièrement sur la préparation (b), puis un morphing en pré-préparation est demandé au logiciel qui recrée alors la dent originale (c), dont les limites sont ensuite ajustées (d). L'épaisseur minimale de la préparation est contrôlée (e).*

La conception s'est terminée en choisissant le type de bloc d'usinage : IPS e.max CAD C14 pour les restaurations du même type, et Lava Ultimate L14 pour nos restaurations en Cerasmart (le logiciel ne proposant pas le Cerasmart au moment de l'étude, le type de matériau le plus proche a été sélectionné). (Fig. 19)

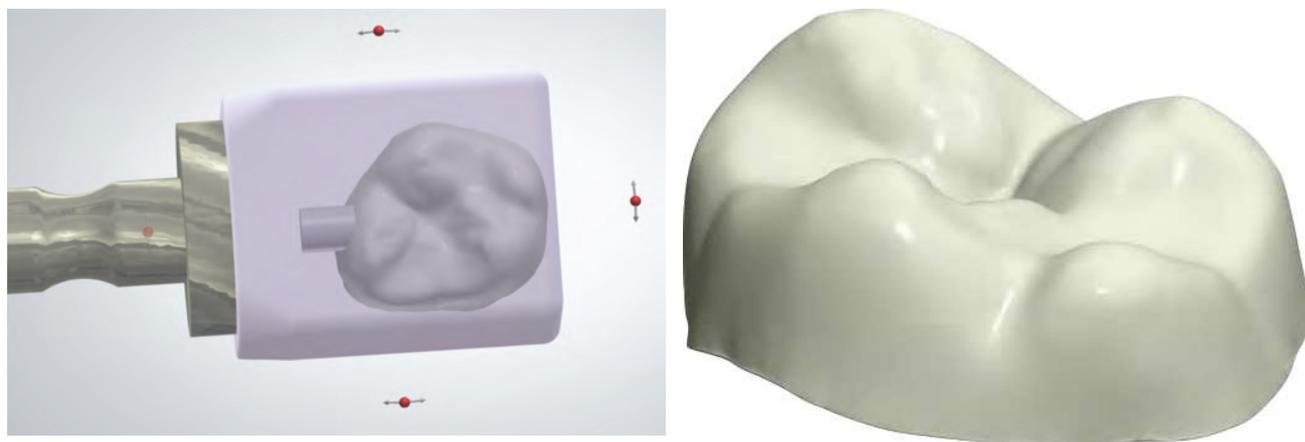


Fig. 19 A gauche, restauration placée dans un bloc IPS e.max; à droite, restauration prête à être exportée pour l'usinage

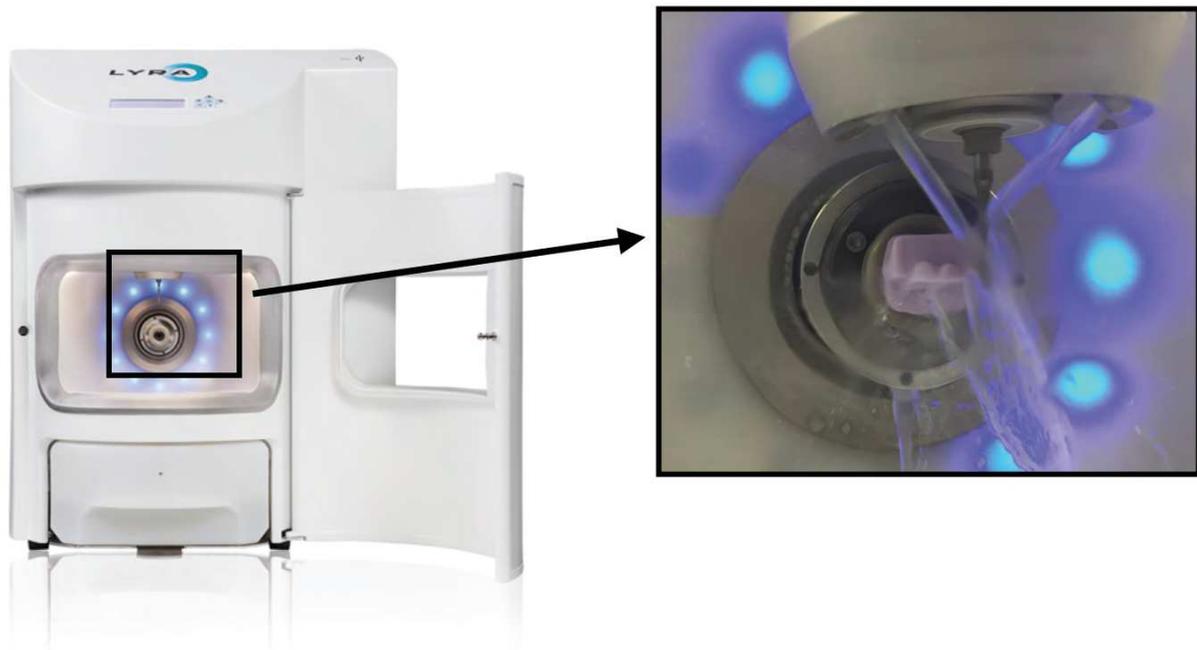
Le logiciel dental manager permet ensuite de créer un fichier .nc correspondant à l'usinage de chaque préparation, exportable sur clé usb.

### III.1.2.5. Usinage des restaurations

Toutes les restaurations ont été usinées à l'aide de l'usineuse Lyra (Fig. 20), dans des blocs Cerasmart (GC, lot 1604041, exp 2021-04-03) ou IPS e.max CAD (Ivoclar), afin d'obtenir 10 overlays e.max, 10 overlays Cerasmart, 10 table tops e.max et 10 table-tops Cerasmart (Fig. 12). Les propriétés des matériaux utilisés sont indiquées dans le tableau 15.

Tableau 15. Propriétés des matériaux utilisés (75, 83)

	<b>Cerasmart</b>	<b>IPS e.max CAD (114)</b>
<b>Résistance à la fracture</b> (115)(Mpa/m)	2,46	2,72
<b>Résistance à la flexion (MPa)</b>	219	360 à 400
<b>Recommandation fabricant épaisseur minimale</b>	1,5mm	1mm



*Fig. 20 Usineuse Lyra avec un zoom sur un overlay IPS e.max CAD en train d'être usiné*

Après l'usinage, les restaurations en IPS e.max ont été glacées avec un spray de glaçage e.max CAD Crystall./Glaze d'Ivoclar Vivadent, puis cristallisées dans un four à céramique Ivoclar Vivadent Programmat CS2 sur le support de cuisson en nitrure de silicium. Les restaurations étaient stabilisées sur le support par la pâte IPS Object Fix, appliquée uniquement sur l'intrados puis éliminée à la vapeur d'eau après cristallisation grâce au Minivapor Millenium.

Les restaurations en Cerasmart n'ont pas nécessité de traitement post-usinage.

### **III.1.2.6. Collage des restaurations**

Le collage des restaurations permet la création d'un « corps unique » entre la restauration et la dent, qui augmente fortement la résistance de ces restaurations. (116)

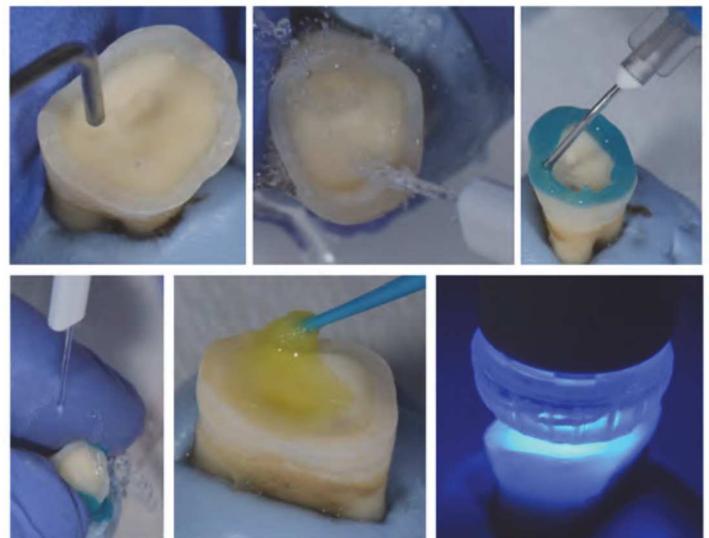
Le respect d'un protocole strict de collage s'avère donc nécessaire pour tester la résistance des différents types de restaurations.

Un collage de type MR a été effectué en raison de sa supériorité au collage de type SAM (117, 118). Le composite de collage choisit est un composite dual, ce qui réduit significativement le risque de fracture pour les restaurations partielles en céramique par aux composites de collage uniquement photopolymérisable. (101)

Un traitement de surface de la dent et des restaurations a été réalisé avant le collage proprement dit des pièces prothétiques sur les dents préparées.

### III.1.2.6.1. Traitement de la dent

Les dents ont été sablées à l'oxyde d'alumine d'épaisseur 50 microns jusqu'à obtenir un aspect mat uniforme, avec une sableuse composée d'un régulateur de pression d'air SMC sur lequel était inséré une buse classique large SD2 Etch'Air (réf. EA50LR). Elles étaient ensuite rincées et séchées au spray. (Fig. 21)



*Fig. 21 Traitement de la dent : sablage, rinçage/séchage, application d'acide orthophosphorique, rinçage/séchage, application d'adhésif, photopolymérisation*

Un mordantage à l'acide orthophosphorique à 37% a ensuite été réalisé (GC Etchant 37% LOT 1605091 Exp. 2018-05-08), en appliquant d'abord le gel 15 secondes sur l'émail puis 15 secondes sur la dentine. Le gel a ensuite été rincé abondamment au spray d'eau puis séché.

L'adhésif G-Premio BOND (LOT 1605022 Exp. 2018-05-01) a alors été frotté de façon appuyée pendant 10-15 secondes (le flacon était préalablement secoué pour être homogène) puis étalé en fine couche à l'aide d'un spray d'air avant d'être photopolymérisé pendant 20 secondes avec une lampe à photopolymériser (Radical (SDI)).

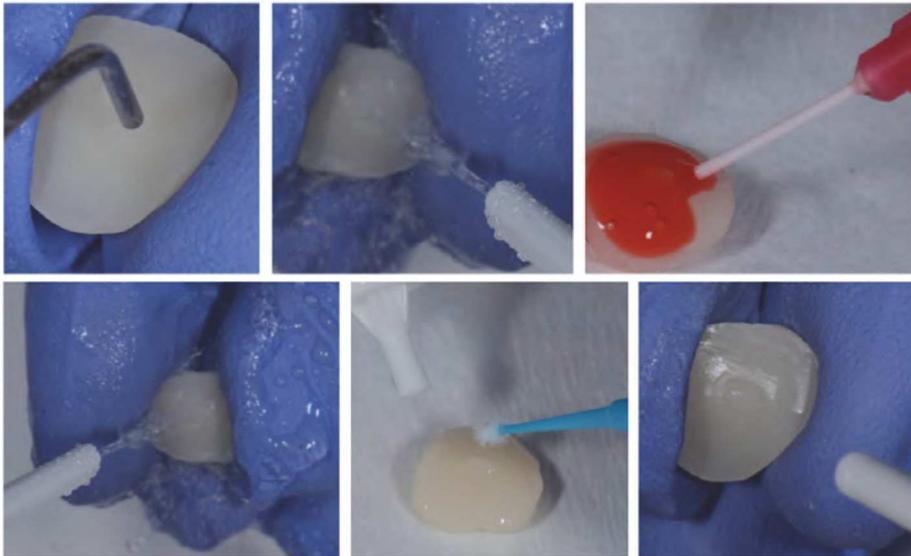
### III.1.2.6.2. Traitement de surface des restaurations

#### a. IPS e.max CAD

Les intrados ont été sablés à l'oxyde d'alumine d'épaisseur 50 microns, jusqu'à l'obtention d'un aspect mat uniforme. Les restaurations ont ensuite été rincées puis séchées à l'aide d'un spray d'air. (Fig. 22)

De l'acide fluorhydrique 5% (Vita Ceramics Etch, 2018-11 LOT58020) a été appliqué pendant 20 secondes sur l'intrados, puis rincé 20 secondes en s'assurant qu'il soit totalement éliminé. La restauration a ensuite été séchée à l'aide d'un spray d'air.

Le flacon de G-Multi Primer (LOT 1605101 Exp. 2018-05-09) a été agité puis une goutte a été déposée et étalée sur chaque intrados. Après une minute d'évaporation, les restaurations ont été séchées à l'aide d'un spray d'air.



*Fig. 22 Traitement d'une restauration IPS e.max : sablage, rinçage/séchage, application d'acide fluorhydrique, rinçage/séchage, application de silane, séchage*

#### b. Cerasmart

A l'exception de l'application d'acide fluorhydrique, le reste du protocole a été le même que pour les restaurations en IPS e.max CAD.

### III.1.2.6.3. Assemblage des restaurations et finitions

Un composite de collage dual (G-cem linkforce adhesive resin cement, LOT 1604051 Exp. 2018-04-04) a été appliqué sur la pièce prothétique. Les pièces ont ensuite été mises en place et maintenues sous pression constante à l'aide d'un fouloir boule.

Les excès ont été enlevés à l'aide d'un applicateur (Microbrush).

La face occlusale a alors été photopolymérisée pendant 40 secondes. (Fig. 23)

Enfin, un polissage des excès a été réalisé avec un polissoir en silicone, pour composite.



*Fig. 23 Assemblage d'une restauration : application du composite de collage, mise en place de la pièce sous pression, élimination des excès de colle, photopolymérisation.*

### III.1.2.7. Vieillissement hydrique

Les échantillons ainsi préparés ont été plongés dans de l'eau stérile Versylene Fresenius (LOT13KDP201, 20181220), à température ambiante, renouvelée quotidiennement pendant 150 jours selon le protocole proposé par Skovron et al. (119). Ce vieillissement a été réalisé dans le but de se rapprocher de l'effet qu'a la salive sur le joint de collage, à savoir sa dégradation par hydrolyse. (120)

### III.1.2.8. Préparation des dents au test de compression

A +149 jours, les racines des dents préparées ont été sectionnées perpendiculairement à l'axe de la dent à l'aide d'un disque, à 3mm sous la jonction amélo-cémentaire et remises dans l'eau stérile.

A +150 jours, les dents ont été placées au centre d'un porte-pièce de 14 mm de diamètre rempli de silicone par addition dont le mélange base / catalyse venait d'être réalisé (Vinyl Polysiloxane Hydro Putty d'Henry Schein, réf 900-1448, LOT217745) (Fig. 24). Après 5 minutes de temps de prise (polymérisation), les échantillons étaient prêts pour la réalisation des tests.



*Fig. 24 Dent dans une pièce en titane entourée de Vinyl Polysiloxane simulant la résilience parodontale*

### III.1.3. Réalisation des tests de compression

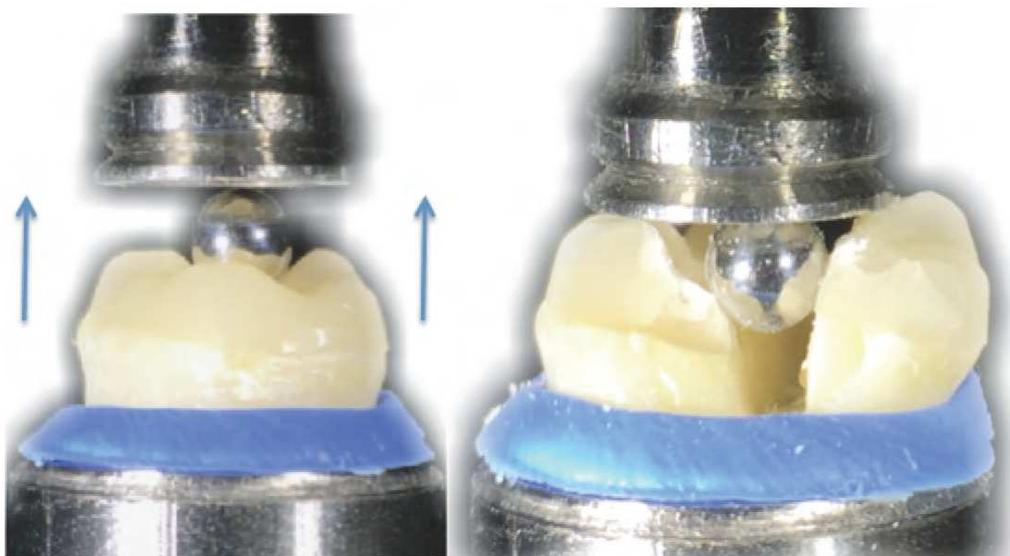
Les échantillons ainsi préparés ont été placés dans une machine de traction-compression Instron 4500 de capacité maximum 10kN, à l'Institut Charles Sadron (ICS) du CNRS de Strasbourg.

Une bille en acier inoxydable de 4mm de diamètre a été ensuite déposée dans la fosse centrale des restaurations, puis le tout a été comprimé contre un plateau jusqu'à la fracture. (Fig. 25)

La force a été appliquée à une vitesse de 1mm/min.

Les données des charges appliquées ont été calculées et enregistrées par un logiciel dédié à la traction / compression de l'ICS.

Une série d'images a été prise à l'aide d'une caméra 5 mégapixels (2500x2000) reliée au logiciel et synchronisée aux données, enregistrées en temps réel.



*Fig. 25 Echantillon dans la machine, avec la bille en acier dans la fosse centrale (à gauche) comprimée contre le plateau supérieur jusqu'à la fracture (à droite).*

### III.1.4. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été analysés avec le logiciel SPSS Statistics version 23.

Un test d'analyse de variance ANOVA a été utilisé afin de déterminer s'il existe des différences significatives de résultats entre les différentes épaisseurs et matériaux.

## III.2. Résultats

### III.2.1. Résistance maximum à la rupture

Les moyennes obtenues concernant la résistance maximum à la fracture et l'écart-type des différents groupes étaient de 2732,5+/-566N pour les overlays Emax, 2407,2+/-683N pour les overlays Cerasmart, 2909,9+/-524N pour les table-tops Emax et 2558,8+/-846N pour les table-tops Cerasmart.

Les valeurs maximum, minimum, la médiane et les quartiles sont visibles sur les boîtes à moustache de la figure 26.

Les valeurs moyennes sont légèrement supérieures pour les table-tops que pour les overlays. De même, il est mesuré une légère tendance à une plus faible résistance des groupes Cerasmart (fig. 26).

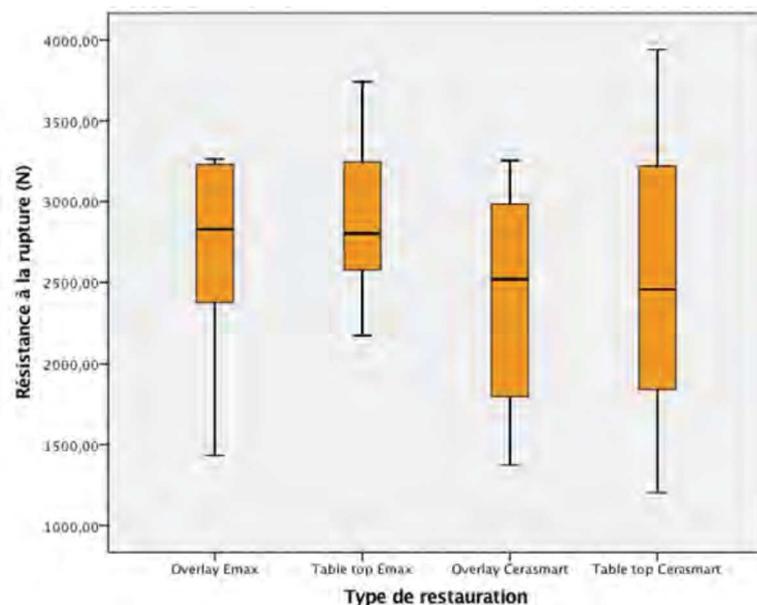


Fig. 26 Boîtes à moustache synthétisant la résistance à la rupture des quatre groupes distincts

Cependant, le test statistique ANOVA ne montre pas de différence significative entre les quatre groupes (valeurs de p comprise entre 0,428 et 0,949) (voir tableau 16).

*Tableau 16. Comparaisons de la résistance à la rupture entre les 4 groupes par test ANOVA à un facteur*

Groupes	Versus	Valeur de p
<b>Overlay Emax</b>	Table top Emax	0,949
	Overlay Cerasmart	0,756
	Table-top Cerasmart	0,952
<b>Table-top Emax</b>	Overlay Cerasmart	0,428
	Table-top Cerasmart	0,710
<b>Overlay Cerasmart</b>	Table top Cerasmart	0,967

Des comparaisons statistiques par paires ont alors été réalisées pour comparer les overlays contre les table-tops quel que soit le matériau, et inversement, l'Emax contre le Cerasmart quel que soit le type de restauration (voir Fig. 27 et tableau 17 ci-après).

Les moyennes et écarts-types par paires de groupe étaient de 2821N(+/-539) pour le groupe Emax (overlays et table-tops confondus), 2483N (+/-753) pour le groupe Cerasmart, 2569N (+/-708) pour le groupe Overlay (Emax et Cerasmart confondus) et 2734N (+/-668) pour le groupe Table-top.

Les tests d'analyse statistique n'ont montré aucune différence significative entre les groupes comparés deux à deux.

Tableau 17. Comparaisons de la résistance à la rupture par paires

Groupe	Versus	Valeur de p
Emax	Cerasmart	0,11
Overlay	Table top	0,443

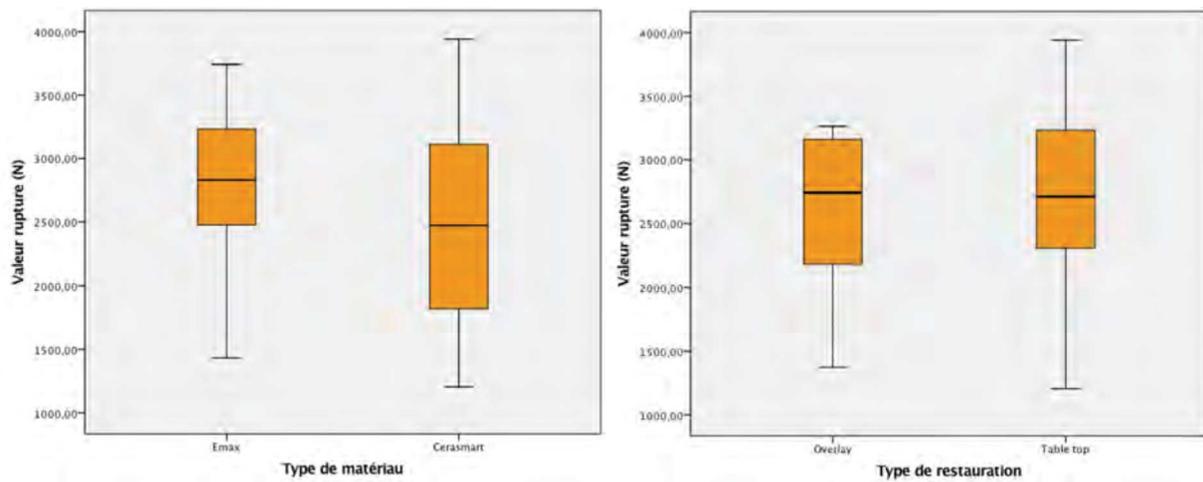
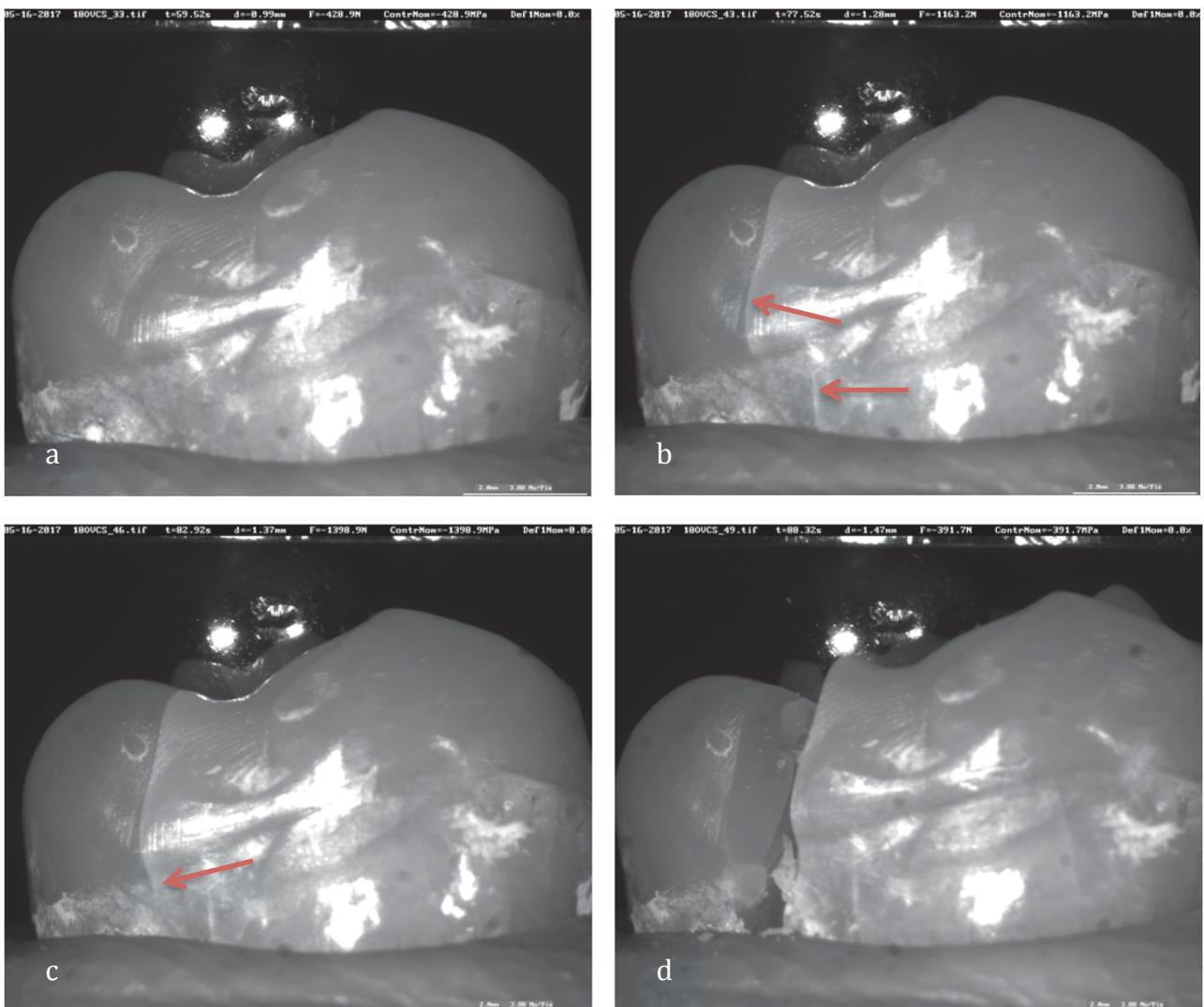


Fig. 27 Boîtes à moustache présentant la résistance à la rupture par type de matériau (à gauche) et par type de restauration (à droite).

### III.2.2. Apparition des premières fissures

Les images enregistrées lors des tests de compression ont été analysées afin d'observer l'apparition des fissures sur les restaurations et sur les dents. (Fig. 28)

La force (en Newton) appliquée au moment de l'apparition des premières fissures visibles a été notée pour chaque échantillon, à la fois pour les fissures apparaissant dans la dent et dans la restauration sus-jacente. Lorsque les échantillons ne se sont pas fissurés mais ont fracturé directement, la valeur retenue pour l'apparition de la fissure était identique à celle de la fracture.



*Fig. 28 Images enregistrées lors d'un test : dent avec overlay dans son état initial (a). Des fissures apparaissent sur la restauration et la dent (b, flèches rouges). La fissure de la restauration se propage à la dent (c, flèche rouge), puis l'ensemble finit par fracturer (d). La force  $F$  appliquée au moment de l'enregistrement des images est inscrite au-dessus de chacune d'elle.*

### III.2.2.1. Apparition des premières fissures dans les restaurations

Les moyennes des forces appliquées au moment de l'apparition des premières fissures dans les restaurations étaient de 2548N (+/-544) pour les overlays emax, 1939N (+/-839) pour les table-tops emax, 2136N (+/-856) pour les overlays Cerasmart et 2239N (+/-788) pour les table-tops Cerasmart.

Les valeurs maximum, minimum, la médiane et les quartiles sont visibles sur les boîtes à moustache de la figure 29.

Le test statistique ANOVA à un facteur ne montre pas de différence significative entre les quatre groupes (valeurs de p comprise entre 0,382 et 0,993) (voir tableau 18).

Tableau 18. Comparaisons entre les 4 groupes de l'apparition de fissures dans les restaurations

Groupes	Versus	Valeur de p
<b>Overlay Emax</b>	Table top Emax	0,382
	Overlay Cerasmart	0,697
	Table-top Cerasmart	0,857
<b>Table-top Emax</b>	Overlay Cerasmart	0,954
	Table-top Cerasmart	0,866
<b>Overlay Cerasmart</b>	Table top Cerasmart	0,993

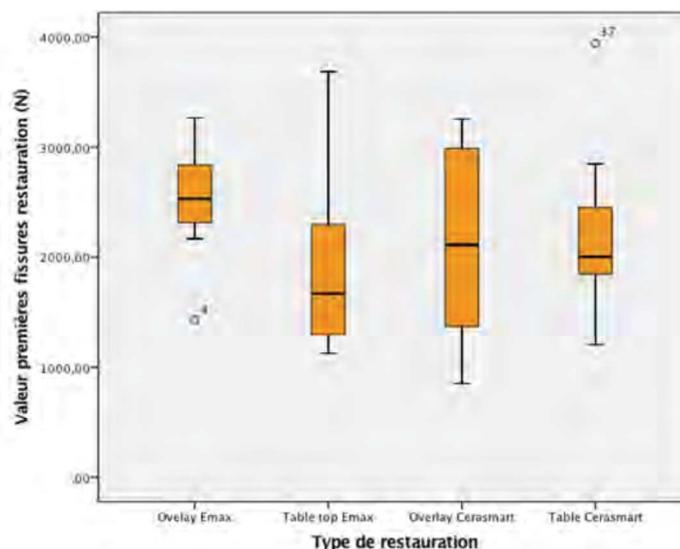


Fig. 29 Boîtes à moustache concernant l'apparition de fissures sur les restaurations

De la même façon que pour les forces appliquées à la rupture, des comparaisons ont été effectués entre les deux types de restaurations (overlay vs table-top) et entre les deux types de matériaux (Emax vs Cerasmart).

Les moyennes par paires de groupe étaient de 2342N (+/-730) pour le groupe Overlay (Emax et Cerasmart confondus), 2081N (+/-807) pour le groupe Table-top, 2243N (+/-756) pour le groupe Emax (Overlay et table-top confondus) et 2185N (+/-804) pour le groupe Cerasmart.

On observe une tendance à la supériorité des overlays par rapport aux table-tops mais la différence n'est pas significative. Les moyennes des groupes Emax et Cerasmart sont proches et il n'y a pas non plus de différence significative. (voir tableau 19 et Fig. 30)

Tableau 19. Comparaisons par paires de l'apparition de fissures dans les restaurations

Groupes	Versus	Valeur de p
Emax	Cerasmart	0,816
Overlay	Table top	0,297

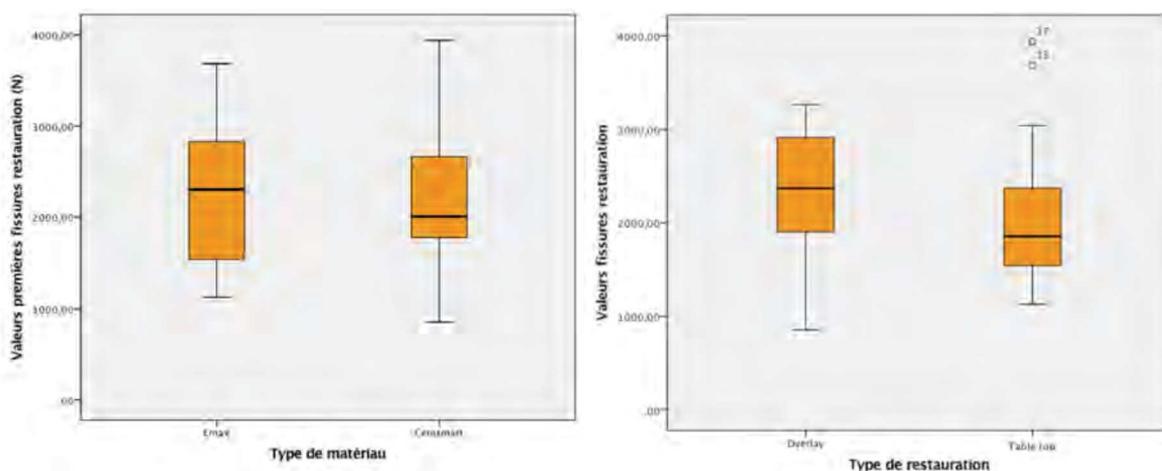


Fig. 30 Boîtes à moustache concernant l'apparition de fissures dans les restaurations, par type de matériau (à gauche) et par type de restauration (à droite)

### III.2.2.2. Apparition des premières fissures dans les dents

Les mêmes analyses ont été effectuées concernant les forces appliquées au moment de l'apparition des premières fissures dans les dents.

Les moyennes par groupe étaient de 2239N(+/-730) pour les overlays emax, 1137N(+/-766) pour les table-tops emax, 1854N(+/-921) pour les overlays Cerasmart et 998N(+/-625) pour les table-tops Cerasmart.

Les valeurs maximum, minimum, la médiane et les quartiles sont visibles sur les boîtes à moustache de la figure 31.

Le test statistique ANOVA à un facteur montre une différence statistiquement supérieure du groupe Overlay Emax par rapport aux deux groupes de table-tops (respectivement avec des valeurs de  $p=0,28$  entre les overlays Emax et table-top Emax, et  $p=0,014$  entre les overlays Emax et table-top Cerasmart). Les autres groupes comparés entre eux ne présentent pas de différences significatives. (voir tableau 20).

Toutefois, une très grande dispersion des valeurs est observable et plusieurs valeurs sont considérées comme « aberrantes ». (Fig. 31)

Tableau 20. Comparaisons entre les 4 groupes de l'apparition de fissures dans les dents

Groupes	Versus	Valeur de p
<b>Overlay Emax</b>	Table top Emax	<b>0,028</b>
	Overlay Cerasmart	0,743
	Table-top Cerasmart	<b>0,014</b>
<b>Table-top Emax</b>	Overlay Cerasmart	0,248
	Table-top Cerasmart	0,985
<b>Overlay Cerasmart</b>	Table top Cerasmart	0,141

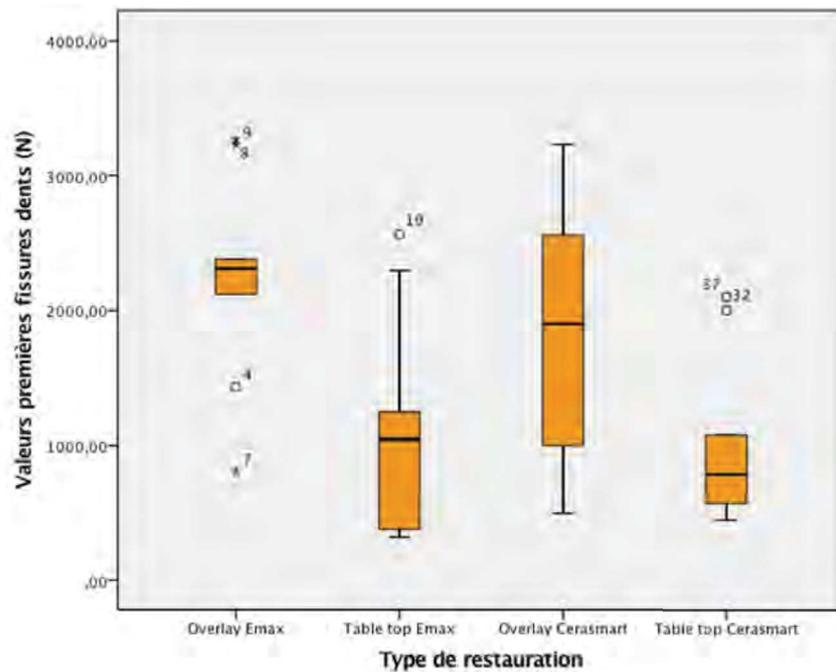


Fig. 31 Boîtes à moustache synthétisant l'apparition de fissures sur les dents (les ° et \* représentent les valeurs aberrantes ; le numéro de l'échantillon y est associé)

Comme précédemment, les résultats ont ensuite été analysés par type de restaurations et par type de matériaux.

Les moyennes par paires de groupes étaient de 1688N(+/-922) pour le groupe Emax (table-top et overlay confondus), 1448N(+/-890) pour le groupe Cerasmart, 2047N (+/-833) pour le groupe overlay (Emax et Cerasmart confondus) et 1071N(+/-687) pour le groupe Table-top.

On observe une tendance à la supériorité du groupe Emax par rapport au groupe Cerasmart mais cette différence n'est pas significative.

Cependant, les tests statistiques ont montré que le groupe Overlay a des valeurs d'apparition de fissures dans les dents significativement supérieures au groupe table-top. (voir Fig. 32 et tableau 21)

Tableau 21. Comparaisons par paires de l'apparition de fissures dans les dents

Groupe	Versus	Valeur de P
Emax	Cerasmart	0,415
Overlay	Table top	<b>0,000</b>

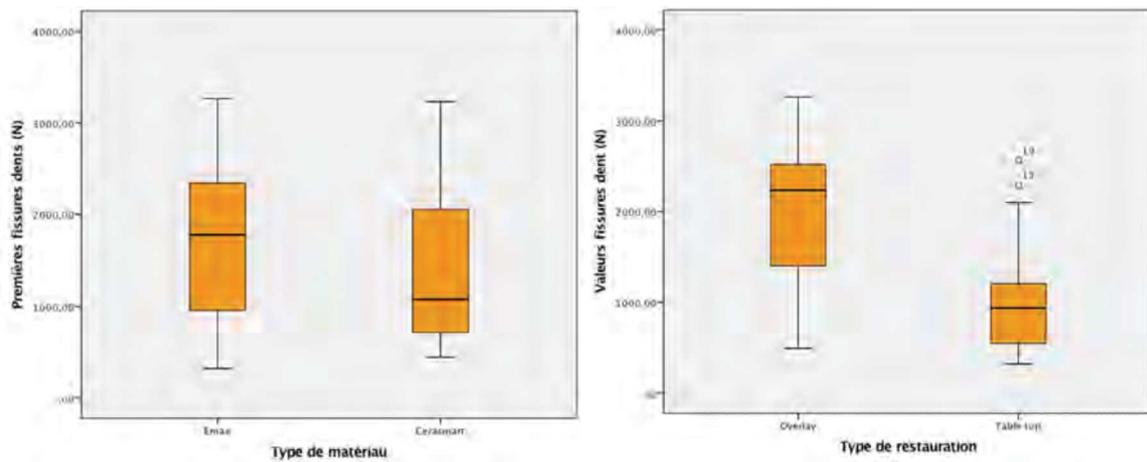


Fig. 32 Boîtes à moustache concernant l'apparition de fissures dans les dents, par type de matériau (à gauche) et par type de restauration (à droite)

Il est également intéressant de noter que parmi les quarante échantillons fracturés, dix fractures seulement se sont arrêtées au-dessus ou à la jonction amélo-cémentaire, dont huit uniquement pour le groupe table-top, et deux pour le groupe overlay. Les autres fractures ont atteint longitudinalement l'ensemble de la dent.

Les fractures situées au-dessus de la jonction amélo-cémentaire comprennent cinq échantillons dont seules les restaurations se sont fracturées, à des valeurs comprises entre 1205 et 3041 Newtons, en laissant intacte la dent sous-jacente.

Le point de départ des fissures au niveau coronaire a été la fosse centrale dans laquelle était placée la bille. Ces fissures se sont majoritairement prolongées le long des sillons (dans 29 cas sur 40). Des pans/sommets cuspidiens et/ou crêtes marginales ont été atteints dans 18 échantillons.

### III.3. Discussion

L'hypothèse nulle (pas de différence significative entre les groupes) est acceptée concernant les forces maximales de résistances à la fracture et les forces auxquelles apparaissent les premières fissures sur les restaurations.

En revanche, l'hypothèse nulle est rejetée en ce qui concerne les forces auxquelles apparaissent les premières fissures sur les dents : le groupe restauré par overlays, *a fortiori* les overlays en emax, a en effet des fissures apparaissant sur les dents à une force significativement plus élevée que le groupe restauré par table-tops.

Selon O. Etienne (65), la céramique Emax CAD a tendance à concentrer les contraintes en son sein, alors que le composite usiné Cerasmart disperse davantage les contraintes vers les tissus sous-jacents. Dans l'étude présentée ici, les fissures apparaissent sur les dents à des forces en moyenne plus faibles pour le groupe Cerasmart que pour le groupe Emax (respectivement 1050 et 1750 Newtons). Même si les différences ne sont pas statistiquement significatives, cela rejoint les dires de cet auteur puisque la dent subit plus de contraintes quand elle est restaurée avec le Cerasmart.

Les valeurs obtenues lors de ces tests de compression *in vitro* sont à mettre en relation avec les forces d'occlusion mesurées *in vivo* dans différentes études : chez des adultes jeunes, bruxeurs ou non, les forces maximales de serrement des dents mesurées dans l'étude de Cosme & coll. sont en moyenne de 1019N chez les hommes, et 668N chez les femmes. (113) Cependant, rares sont les études mesurant des forces aussi élevées exercées sur les molaires. Une autre étude mesure en moyenne des forces de serrement volontaire de 774N, allant jusqu'à un maximum de 977N chez un individu. (121) Concernant ces mêmes forces, une troisième publication expose des résultats en moyenne de 632N chez les hommes et 427N chez les femmes. (122)

Nous constatons que ces forces, qui sont les forces les plus élevées mesurables *in vivo*, restent inférieures à la force minimale de rupture constatée sur l'un de nos échantillons (1205N). Certaines forces maximales mesurées *in vivo* sont néanmoins supérieures aux forces où apparaissent des fissures sur nos restaurations *in vitro* (853N pour la mesure la plus faible). Ces fissures apparaissent tout de même à des valeurs rarement atteintes *in vivo* puisque les forces physiologiques habituelles constatées lors de la mastication varient de 10 à 120 Newtons. (123) Quel que soit le type de restauration, nous avons donc mesuré des valeurs de résistance permettant largement de supporter les charges habituellement exercées dans le secteur postérieur.

En ce qui concerne l'apparition de fissures sur les dents avec un minimum à 323N *in vitro* (et 15 valeurs sur 40 mesurées sous la barre des 1000N), nous pouvons émettre l'hypothèse que le ligament alvéolo-dentaire joue *in vivo* un rôle d'amortisseur qui empêche l'apparition aussi rapide de fissures. En effet, dans notre étude, les racines étaient sectionnées horizontalement et les dents placées au fond de la pièce cylindrique afin qu'elles soit stables lors des tests de compression. Le silicone a joué un rôle stabilisateur sur les côtés, mais n'a pas servi d'amortisseur au niveau apical de la dent. De plus, les fissures observées sur les tissus dentaires partaient pour la plupart de la racine (de bas en haut), et non l'inverse.

Notre étude ne permet pas de conclure à un risque de fracture radiculaire, mais elle confirme le principe de dispersion des forces vers la dent en cas de restauration par un matériau composite.

Les résultats montrent donc la fiabilité des restaurations collées d'épaisseur minimale de type overlay (I ou II), dont les valeurs de rupture relèvent plus d'un traumatisme ponctuel que des forces physiologiques.

Notre étude, comme celle de Magne (64), montre en outre la possibilité de réaliser par CFAO des restaurations très fines avec des minimums de 0,5mm d'épaisseur, qui, une fois collées, deviennent plus résistantes que les forces habituelles de mastication. Cependant, mesurer une force maximale en une seule fois sur une restauration n'est pas représentatif du cycle de mastication d'un individu qui entraîne alors une fatigue à long terme des matériaux (et des dents !).

D'autres études s'intéressant à la résistance *in vitro* des matériaux ont réalisé des cycles de charge pour tester la fatigue. Le test de fatigue consiste à appliquer une charge de manière répétée sur l'échantillon, de façon cyclique, un nombre de fois prédéterminé. (124) Ce test de fatigue est plus proche de la réalité *in vivo*, cependant il n'a pas été réalisé ici pour des raisons de complexité et de temps de mise en œuvre.

Dans l'étude de Magne & coll., 30000 cycles de charge ont été réalisés en augmentant les forces par paliers. Cette étude montre que les facettes occlusales postérieures (table-top) en composite usiné de 1,2mm d'épaisseur (Paradigm MZ100) ont une résistance à la fatigue significativement supérieure aux céramiques pressées ou usinées (IPS e.max Press ou IPS e.max CAD). Il conclut également que bien que les forces appliquées soient supérieures à celles rencontrées dans des situations cliniques, aucune fracture causant des dommages irréversibles n'a été observée, seulement des fissures limitées aux restaurations. (64) Guess & coll ont également réalisé des cycles de fatigue et ont montré que des restaurations très fines (0,5mm d'épaisseur) en céramique enrichie disilicate de lithium ont une résistance à la fracture plus importante que les forces de mastication physiologique, et même une meilleure résistance que des restaurations plus épaisses pour un type de préparation. (123) Les études de Johnson & coll. (125, 126) vont aussi dans le même sens que nos résultats en montrant des résistances à la fracture supérieures aux forces de mastications physiologiques (moyennes de 2078 à 2115 Newtons) pour des restaurations en composites usinés de 0,3 à 1mm d'épaisseur. En outre, ils n'obtiennent pas non plus de différences significatives de résistance à la fracture en fonction de l'épaisseur, même pour celles de 0,3mm !

Dans notre étude, nous avons utilisé comme indenteur une bille en acier inoxydable, or selon Kelly (127), les indenteurs en acier peuvent générer des points de charges très localisées et intenses qui sont plus à même de provoquer des fractures. *In vivo*, la restauration serait confrontée à une cuspside amortie grâce au ligament alvéolo-dentaire de la dent, et un réglage au papier à articuler permettrait à la restauration de subir des contraintes plus réparties et moins importantes que dans nos tests *in vitro*.

Le protocole de collage est un autre élément clé de nos tests puisque cette liaison augmente la résistance des matériaux. (116) Magne & coll (128) ont étudié différents types de polymérisation en arrivant à la conclusion que le composite de collage dual semble apporter de meilleurs résultats dans des conditions extrêmes, et il confirme la résistance du collage de fines restaurations qui cassent à partir de contraintes allant de 2300 à 4600 Newtons sur des restaurations inclinées à 45°.

Nous avons constaté dans notre étude que pour 35 échantillons, la fracture a été continue entre la restauration et la dent, chaque morceau de restauration restant collé sur son morceau de dent respectif après la rupture, prouvant l'efficacité du collage (voir photos en annexe). Les cinq autres restaurations se sont décollées de la dent au moment de la rupture, à des valeurs comprises entre 1205 et 3041 Newtons. Sur ces échantillons, aucune fracture n'a donc atteint la dent. Parmi les 35 échantillons dont les fractures de restauration ont entraîné une fracture de la dent sous-jacente, seuls cinq ont vu ces fractures s'arrêter à niveau supérieur ou égal à la jonction amélo-cémentaire, les trente autres étant fracturés longitudinalement sur toute leur longueur. Un collage plus faible aurait provoqué un décollement de la restauration sans fracture sous-jacente. *L'effet pervers d'un collage trop fort pourrait donc être la perte de la dent, alors qu'un collage plus faible entrainerait simplement la perte de la restauration.*

Il est également intéressant de préciser que la céramique collée sur de l'émail a une plus grande résistance à la fracture en compression que la céramique collée sur de la dentine. (129) Dans ces conditions, il serait préférable de préparer la dent *a minima* pour pouvoir coller sur de l'émail, même si la restauration a une épaisseur finale en dessous de la recommandation minimale des fabricants. Paradoxalement, une restauration d'épaisseur plus importante obtenue en délabrant la dent jusque dans la dentine pourrait être moins résistante une fois collée, comparée à une restauration plus fine collée sur de l'émail.

Notre étude expérimentale *in vitro* possède plusieurs limites : en effet, elle ne reflète pas la réalité de l'environnement buccal avec toutes les contraintes qu'il comporte, comme les cycles pluriquotidiens de mastication, la salive, les aliments plus ou moins durs etc. Nos résultats sont une première approche montrant la faisabilité et la résistance de restaurations très fines usinées en composite ou céramique, mais il est difficile de transposer cela à la réalité clinique. Seuls des essais cliniques pourront valider ou non la longévité à long terme de ces nouveaux types de restaurations très conservateurs, et leur supériorité effective face aux restaurations très délabrantes que sont les couronnes à préparation juxta-gingivale. Très praticien-dépendant, ces nouvelles techniques devront être appliquées avec un protocole rigoureux d'une dentisterie contemporaine.

## CONCLUSIONS

La prévention de l'usure dentaire, encore peu développée, passe par un diagnostic précoce et individualisé. L'examen clinique qui met en évidence des signes d'usure dentaire doit amener à une discussion avec le patient sur ses habitudes d'hygiène bucco-dentaire et alimentaire, ses pathologies générales (RGO) et ses parafonctions (bruxisme etc.), afin d'en détecter la cause. Une fois l'étiologie identifiée et éventuellement supprimée, un traitement restaurateur devra être envisagé si une perte de substance a eu lieu, afin d'empêcher une aggravation du phénomène. Ces restaurations peuvent aller de la moins invasive comme la réalisation d'un composite en méthode directe, à des restaurations *a minima* tels que les overlays. Dans le cadre d'un traitement d'usure selon les données acquises de la science, les couronnes à préparation juxta-gingival ne devraient être utilisées que dans des cas exceptionnels, si l'on suit la logique du gradient thérapeutique d'une dentisterie moderne peu invasive.

Le suivi du patient dans le temps est également indispensable à une réussite du traitement, surtout si le ou les facteurs de risques n'ont pas pu être totalement éliminés.

Notre étude *in vitro*, limitée à un test ponctuel de résistance à la compression, nous a permis de tirer quelques conclusions :

Les restaurations minimalement invasives de type overlay ou table-top, même très fines, résistent à des contraintes supérieures à la mastication et aux charges occlusales physiologiques maximales.

La réalisation de ces restaurations en Cerasmart ou IPS e.max par CFAO est possible, même avec une épaisseur plus fine que le minimum recommandé par les fabricants.

Concernant la résistance en compression des restaurations, il n'y a pas de différence significative entre les différentes épaisseurs ni entre les matériaux.

Des fissures apparaissent au niveau des dents à des forces significativement inférieures pour les restaurations de type table-top par rapport aux overlays de type II. Ces fissures apparaissent tout de même à des forces supérieures aux forces habituelles de mastication.

## SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : MATHIS Vincent

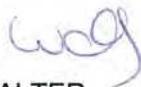
Titre de la thèse : Etude comparative in vitro entre overlay et table-top dans le traitement des usures.

Directeur de thèse : Docteur Olivier ETIENNE

VU

Strasbourg, le : 13-10-17

Le Président du Jury,

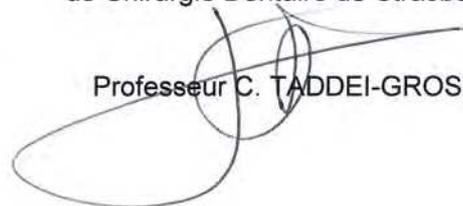


Professeur B. WALTER

VU

Strasbourg, le : 24 OCT. 2017

Le Doyen de la Faculté  
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,



Professeur C. TADDEI-GROSS

## Références bibliographiques

1. Le petit Larousse illustré. Edition Larousse. 2000.
2. Kelleher MG, Bomfim DI, Austin RS. Biologically based restorative management of tooth wear. *Int J Dent*. 2012;2012:742509.
3. Bartlett DW, Lussi A, West NX, Bouchard P, Sanz M, Bourgeois D. Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *J Dent*. 2013;41(11):1007-13.
4. Lussi A. JT. L'érosion dentaire, diagnostic, évaluation du risque, prévention, traitement 2012.
5. Patel M, Seymour D, Chan MF. Contemporary management of generalized erosive tooth surface loss. *Dent Update*. 2013;40(3):222-4, 6-9.
6. Koubi S GG, Margossian P, Massihi R, Tassery H. Nouvelles perspectives dans le traitement de l'usure : les « table tops ». *Réalités cliniques*. 2013;24(4):319-30.
7. Koubi S GG, Margossian P, Chabrand M, Massihi R, Kuday H, Tassery H. Aspects cliniques et biomécaniques des restaurations partielles collées dans le traitement de l'usure : les tables tops. *Réalités Cliniques*. 2014;25(4):32-336.
8. Hunter J. Treatise on the Natural History and Diseases of the Human Teeth 1778.
9. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci*. 1996;104(2 ( Pt 2)):151-5.
10. Ganss C. Definition of erosion and links to tooth wear. *Monogr Oral Sci*. 2006;20:9-16.
11. d'Incau E, Couture C, Maureille B. Human tooth wear in the past and the present: tribological mechanisms, scoring systems, dental and skeletal compensations. *Arch Oral Biol*. 2012;57(3):214-29.
12. Maupome G, Diez-de-Bonilla J, Torres-Villasenor G, Andrade-Delgado LC, Castano VM. In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. *Caries Res*. 1998;32(2):148-53.
13. Kaleka R BE, Lasfargues JJ. . Lésions cervicales d'usure (LCU) : diagnostic. *Réalités cliniques*. 2001;12(4):387-400.
14. Kaleka R SS, Bouter D, Bonte E. Lésions cervicales d'usure (LCU) : étiopathogénie. *Réalités cliniques*. 2001;12(4):367-85.
15. Grippo JO. Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth. *J Esthet Dent*. 1991;3(1):14-9.
16. Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res*. 2004;38(3):173-81.
17. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:55-73.
18. Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-carious cervical lesions. *J Dent*. 1994;22(4):195-207.
19. Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Bartlett DW, Creugers NH. Prevalence of tooth wear in adults. *Int J Prosthodont*. 2009;22(1):35-42.
20. Hattab FN, Yassin OM. Etiology and diagnosis of tooth wear: a literature review and presentation of selected cases. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2):101-7.
21. Lussi A. Dental Erosion : from diagnosis to therapy. Karger. 2006.
22. B. Willershausen BS-D. In vitro study on dental erosion provoked by various beverages using electron probe microanalysis. *Eur J of medical research*. 2004;9:432-8.
23. Scheutzel P. Etiology of dental erosion – intrinsic factors. *Eur J of oral sciences*. 1996;104(2):178-90.

24. Grippo JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(8):1109-18; quiz 63-5.
25. Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:88-99.
26. Gregg T, Mace S, West NX, Addy M. A study in vitro of the abrasive effect of the tongue on enamel and dentine softened by acid erosion. *Caries Res.* 2004;38(6):557-60.
27. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Influence of abrasion in clinical manifestation of human dental erosion. *J Oral Rehabil.* 2003;30(4):407-13.
28. Holbrook WP FJ, Gudmundsson K, Theodors A, Meurman JH. Gastric reflux is a significant causative factor of tooth erosion. *Journal of dental research.* 2009;88(5):422-42.
29. Lasfargues JJ., Colon P. *Odontologie conservatrice et restauratrice Tome 1 Une approche médicale globale.* JPIO. 2009.
30. Zero DT, Lussi A. Erosion--chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J.* 2005;55(4 Suppl 1):285-90.
31. Lussi A, Hellwig E, Ganss C, Jaeggi T. Buonocore Memorial Lecture. Dental erosion. *Oper Dent.* 2009;34(3):251-62.
32. Bernard G.N. Smith DWB, Nigel D. Robb. The prevalence, etiology and management of tooth wear in the United Kingdom *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 1997;78(4):367-72.
33. Eccles JD. Dental erosion of nonindustrial origin. A clinical survey and classification. *J Prosthet Dent.* 1979;42(6):649-53.
34. Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. *Clin Oral Investig.* 2008;12 Suppl 1:S65-8.
35. Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil.* 2016;43(1):69-80.
36. Mehta SB, Banerji S, Millar BJ, Suarez-Feito JM. Current concepts on the management of tooth wear: part 1. Assessment, treatment planning and strategies for the prevention and the passive management of tooth wear. *Br Dent J.* 2012;212(1):17-27.
37. Azzopardi A, Bartlett DW, Watson TF, Smith BG. A literature review of the techniques to measure tooth wear and erosion. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2000;8(3):93-7.
38. Holbrook WP, Arnadottir IB, Kay EJ. Prevention. Part 3: prevention of tooth wear. *Br Dent J.* 2003;195(2):75-81.
39. Bartlett DW. Retrospective long term monitoring of tooth wear using study models. *Br Dent J.* 2003;194(4):211-3; discussion 04.
40. Bartlett DW, Palmer I, Shah P. An audit of study casts used to monitor tooth wear in general practice. *Br Dent J.* 2005;199(3):143-5.
41. Sorvari R, Kiviranta I, Luoma H. Erosive effect of a sport drink mixture with and without addition of fluoride and magnesium on the molar teeth of rats. *Scand J Dent Res.* 1988;96(3):226-31.
42. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, Milosevic A. Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. *J Dent Res.* 1999;78(12):1821-8.
43. Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. *Caries Res.* 2001;35(3):229-34.

44. Ganss C, Schlueter N, Hardt M, Schattenberg P, Klimek J. Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro: a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. *Caries Res.* 2008;42(1):2-7.
45. Beiraghi S, Atkins S, Rosen S, Wilson S, Odom J, Beck M. Effect of calcium lactate in erosion and *S. mutans* in rats when added to Coca-Cola. *Pediatr Dent.* 1989;11(4):312-5.
46. Gedalia I, Dakuar A, Shapira L, Lewinsein I, Goultschin J, Rahamim E. Enamel softening with Coca-Cola and rehardening with milk or saliva. *Am J Dent.* 1991;4(3):120-2.
47. Edwards M, Ashwood RA, Littlewood SJ, Brocklebank LM, Fung DE. A videofluoroscopic comparison of straw and cup drinking: the potential influence on dental erosion. *Br Dent J.* 1998;185(5):244-9.
48. Attin T, Knofel S, Buchalla W, Tutuncu R. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries Res.* 2001;35(3):216-22.
49. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res.* 2010;89(11):1187-97.
50. Turssi CP, Faraoni JJ, Rodrigues Jr AL, Serra MC. An in situ investigation into the abrasion of eroded dental hard tissues by a whitening dentifrice. *Caries Res.* 2004;38(5):473-7.
51. Heanue M, Deacon SA, Deery C, Robinson PG, Walmsley AD, Worthington HV, et al. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003(1):CD002281.
52. Papas A, Singh M, Harrington D, Rodriguez S, Ortblad K, de Jager M, et al. Stimulation of salivary flow with a powered toothbrush in a xerostomic population. *Spec Care Dentist.* 2006;26(6):241-6.
53. Liebaut L. Xerostomie et implications odonto-stomatologiques: These de chirurgie dentaire. Université Henri Poincaré- Nancy 1; 2011.
54. Bartlett DW, Coward PY, Nikkah C, Wilson RF. The prevalence of tooth wear in a cluster sample of adolescent schoolchildren and its relationship with potential explanatory factors. *Br Dent J.* 1998;184(3):125-9.
55. Bamise CT, Esan TA. Mechanisms and treatment approaches of dentine hypersensitivity: a literature review. *Oral Health Prev Dent.* 2011;9(4):353-67.
56. Brunton PA, Kalsi KS, Watts DC, Wilson NH. Resistance of two dentin-bonding agents and a dentin desensitizer to acid erosion in vitro. *Dent Mater.* 2000;16(5):351-5.
57. Bevenius J, Evans S, L'Estrange P. Conservative management of erosion-abrasion: a system for the general practitioner. *Aust Dent J.* 1994;39(1):4-10.
58. Colon P LA. Traitement conservateur des destructions dentaires non carieuses. *Realités cliniques.* 2005;16:53-62.
59. Mehta SB, Banerji S, Millar BJ, Suarez-Feito JM. Current concepts on the management of tooth wear: part 4. An overview of the restorative techniques and dental materials commonly applied for the management of tooth wear. *Br Dent J.* 2012;212(4):169-77.
60. Bartlett D, Sundaram G. An up to 3-year randomized clinical study comparing indirect and direct resin composites used to restore worn posterior teeth. *Int J Prosthodont.* 2006;19(6):613-7.
61. G.N. Berthault ALD, J.J. Lasfargues, F. Decup. Les nouveaux composites : évaluation et intérêts cliniques pour les restaurations en technique directe. *Revue d'odonto-stomatologie.* 2008.

62. Cao L, Zhao X, Gong X, Zhao S. An in vitro investigation of wear resistance and hardness of composite resins. *Int J Clin Exp Med*. 2013;6(6):423-30.
63. Decup F GC. Approche bioconservatrice des tissus pour les restaurations indirectes. *Réalités cliniques*. 2014;25(4):279-87.
64. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent*. 2010;104(3):149-57.
65. Etienne O. AL. Restaurations esthétiques en céramique collée. *JPIO*. 2016.
66. Etienne O, Toledano C. Réhabilitations mini-invasives. dans : *Le bruxisme tout simplement*. Ed Espace ID. 2015. pp. 253-270.
67. Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dent Mater*. 2012;28(7):777-82.
68. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000;28(3):163-77.
69. sante M. <https://image.slidesharecdn.com/midisantebuccodentaire-160620074743/95/midi-sante-buccodentaire-9-638.jpg?cb=1466408877>.
70. Tirlet G BP. La "biomimétique" : un concept contemporain au coeur de la dentisterie adhésive. *Réalités cliniques*. 2013;24(4):331-43.
71. Nandini S. Indirect resin composites. *J Conserv Dent*. 2010;13(4):184-94.
72. J.Y. Ciers BC-C. Targis Vectris. Synergie prothétique. Avril 2000;2(2).
73. Brochure Ceramage - Système composite à micro charge céramique pour restaurations antérieures et postérieures. Shofu. 2006.
74. H. Fron Chabouis CP, JP Attal. Restauration partielle indirecte : composite ou céramique. *Réalités cliniques*. 2014;25(4):297-306.
75. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):587-93.
76. Lava ULtimate Technical Product Profile (en ligne) [http://www.d-way.cz/data/product/13/23/files/Lava\\_Ult\\_TPP.pdf](http://www.d-way.cz/data/product/13/23/files/Lava_Ult_TPP.pdf). 2011.
77. Wanner M. Scientific documentation Telio CAD. 2010.
78. Ambarino High-Class Sirona.
79. 3M Paradigm MZ100 Technical product profile.
80. Brilliant Crios Product Guideline, Coltene 2016.
81. Grandio scientific documentation Voco. 2009.
82. Fiche produit Numerys HC, itena
83. Vita Enamic for IOS FastDesign System, Working Instructions (en ligne) <http://www.ios3d.com/downloads/restorative-materials/vita-enamic-fastdesign-guide.pdf> 2014.
84. Brochure vita cad temp monocolor VITA.
85. Etienne O HJ. Les matériaux céramique en "prothèse sans métal". *Les cahiers de prothèse*. 2011;155:5-13.
86. Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res*. 2014;58(4):208-16.
87. E. Pilavayan LA, O. Etienne. Assemblage des restaurations usinées en céramique : un choix raisonné. *Stratégie prothétique*. 2014;14(2):131-44.
88. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am*. 2004;48(2):viii, 513-30.
89. R&D G. GC Initial LiSi Press - données fabricant.

90. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am.* 2011;55(2):333-52, ix.
91. Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Guth JF. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015;55:1-11.
92. Eric Weill AW, Charles Tolédano, René Serfaty, Olivier Etienne. Inlays/onlays esthétiques: facteurs de longévité. *Réalités cliniques.* 2014;25(4).
93. Fradeani M, Barducci G, Bacherini L, Brennan M. Esthetic rehabilitation of a severely worn dentition with minimally invasive prosthetic procedures (MIPP). *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32(2):135-47.
94. Kuijs RH, Fennis WM, Kreulen CM, Roeters FJ, Verdonschot N, Creugers NH. A comparison of fatigue resistance of three materials for cusp-replacing adhesive restorations. *J Dent.* 2006;34(1):19-25.
95. Batalha-Silva S, de Andrada MA, Maia HP, Magne P. Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dent Mater.* 2013;29(3):324-31.
96. Attia A, Abdelaziz KM, Freitag S, Kern M. Fracture load of composite resin and feldspathic all-ceramic CAD/CAM crowns. *J Prosthet Dent.* 2006;95(2):117-23.
97. Belli R, Geinzer E, Muschweck A, Petschelt A, Lohbauer U. Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dent Mater.* 2014;30(4):424-32.
98. Magne P, Knezevic A. Thickness of CAD-CAM composite resin overlays influences fatigue resistance of endodontically treated premolars. *Dent Mater.* 2009;25(10):1264-8.
99. Magne P, Knezevic A. Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. *Quintessence Int.* 2009;40(2):125-33.
100. Frankenberger R, Zeilinger I, Krech M, Morig G, Naumann M, Braun A, et al. Stability of endodontically treated teeth with differently invasive restorations: Adhesive vs. non-adhesive cusp stabilization. *Dent Mater.* 2015;31(11):1312-20.
101. Frankenberger R, Taschner M, Garcia-Godoy F, Petschelt A, Kramer N. Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after 12 years. *J Adhes Dent.* 2008;10(5):393-8.
102. Kramer N, Reinelt C, Frankenberger R. Ten-year Clinical Performance of Posterior Resin Composite Restorations. *J Adhes Dent.* 2015;17(5):433-41.
103. Stoll R, Cappel I, Jablonski-Momeni A, Pieper K, Stachniss V. Survival of inlays and partial crowns made of IPS empress after a 10-year observation period and in relation to various treatment parameters. *Oper Dent.* 2007;32(6):556-63.
104. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Giesinger JM, Dumfahrt H. Clinical performance of all-ceramic inlay and onlay restorations in posterior teeth. *Int J Prosthodont.* 2012;25(4):395-402.
105. Signore A, Benedicenti S, Covani U, Ravera G. A 4- to 6-year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. *Int J Prosthodont.* 2007;20(6):609-16.
106. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. *Clin Oral Investig.* 2003;7(2):71-9.

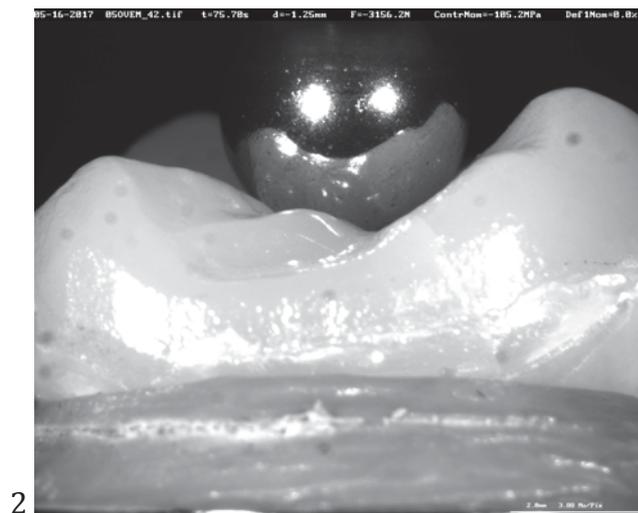
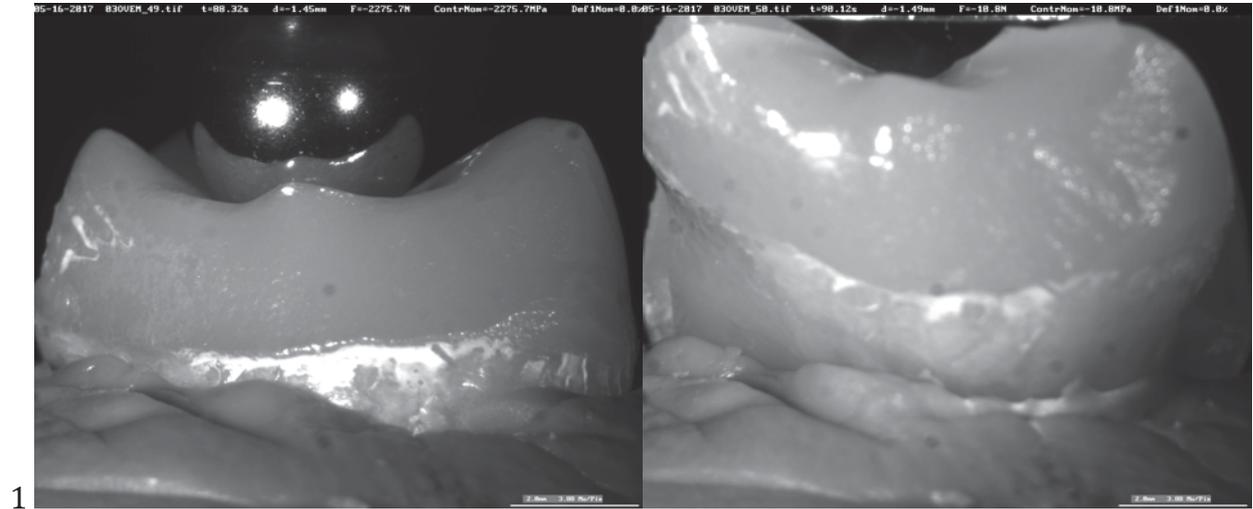
107. Al-Akhali M, Chaar MS, Elsayed A, Samran A, Kern M. Fracture resistance of ceramic and polymer-based occlusal veneer restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2017;74:245-50.
108. Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater.* 2015;31(8):907-15.
109. Koriath TW, Hannam AG. Effect of bilateral asymmetric tooth clenching on load distribution at the mandibular condyles. *J Prosthet Dent.* 1990;64(1):62-73.
110. P. Colon MBeEL. Cahier des charges des matériaux de restauration utilisés en technique directe. Société français de biomatériaux dentaires. 2009.
111. Woda A, Mishellany-Dutour A, Batier L, Francois O, Meunier JP, Reynaud B, et al. Development and validation of a mastication simulator. *J Biomech.* 2010;43(9):1667-73.
112. Justin McGarry AS. Dynamic Evaluation of Forces During Mastication, Faculty of Worcester Polytechnic Institute. 2012.
113. Cosme DC, Baldisserotto SM, Canabarro Sde A, Shinkai RS. Bruxism and voluntary maximal bite force in young dentate adults. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):328-32.
114. Emax CAD - mode d'emploi (en ligne) <http://www.ivoclarvivadent.fr/zoolu-website/media/document/10838/IPS+e-max+CAD+Laboratoire>
115. D.P. Lise PP, A. Van Ende, B. Van Meerbeek, J. De Munck. Testing fracture toughness of CAD-CAM blocks using a mini method. Abstract 0489, IADR/PER COngress (Dubrovnik). 2014.
116. Soares CJ, Martins LR, Pfeifer JM, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. *Quintessence Int.* 2004;35(4):281-6.
117. Vogl V, Hiller KA, Buchalla W, Federlin M, Schmalz G. Controlled, prospective, randomized, clinical split-mouth evaluation of partial ceramic crowns luted with a new, universal adhesive system/resin cement: results after 18 months. *Clin Oral Investig.* 2016;20(9):2481-92.
118. Baader K, Hiller KA, Buchalla W, Schmalz G, Federlin M. Self-adhesive Luting of Partial Ceramic Crowns: Selective Enamel Etching Leads to Higher Survival after 6.5 Years In Vivo. *J Adhes Dent.* 2016;18(1):69-79.
119. Skovron L, Kogeo D, Gordillo LA, Meier MM, Gomes OM, Reis A, et al. Effects of immersion time and frequency of water exchange on durability of etch-and-rinse adhesive. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2010;95(2):339-46.
120. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84(2):118-32.
121. Nishigawa K, Bando E, Nakano M. Quantitative study of bite force during sleep associated bruxism. *J Oral Rehabil.* 2001;28(5):485-91.
122. de Abreu RA, Pereira MD, Furtado F, Prado GP, Mestriner W, Jr., Ferreira LM. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol.* 2014;59(10):1065-74.
123. Guess PC, Schultheis S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. *J Prosthet Dent.* 2013;110(4):264-73.
124. Baran G, Boberick K, McCool J. Fatigue of restorative materials. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2001;12(4):350-60.

125. Johnson AC, Versluis A, Tantbirojn D, Ahuja S. Fracture strength of CAD/CAM composite and composite-ceramic occlusal veneers. *J Prosthodont Res.* 2014;58(2):107-14.
126. Egbert J.S. JAC, Tantbirojn D., Versluis A. Fracture strength of ultrathin occlusal veneer restorations made from CAD/CAM composite or hybrid ceramic materials. *Oral science international.* 2015;12:53-8.
127. Kelly JR. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 1999;81(6):652-61.
128. Goldberg J, Guth JF, Magne P. Accelerated Fatigue Resistance of Thick CAD/CAM Composite Resin Overlays Bonded with Light- and Dual-polymerizing Luting Resins. *J Adhes Dent.* 2016;18(4):341-8.
129. Piemjai M AM. Compressive Fracture Resistance of Porcelain Laminates Bonded to Enamel or Dentin with Four Adhesive Systems. *Journal of Prosthodontics.* 2007;16(4):457-64.

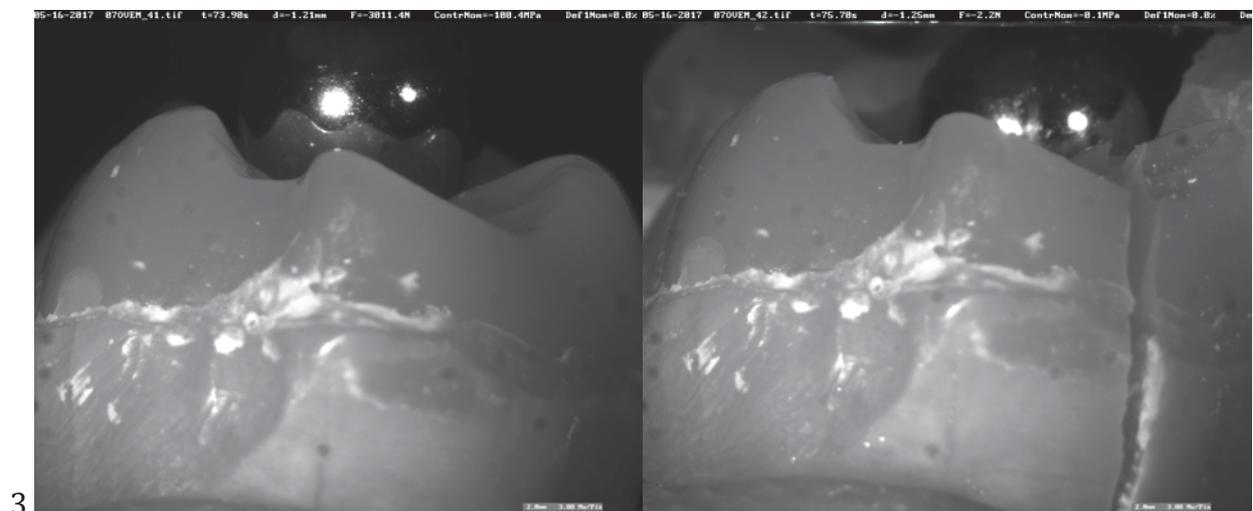
## ANNEXE

Images capturées avant (à gauche) et après la rupture des échantillons (à droite).

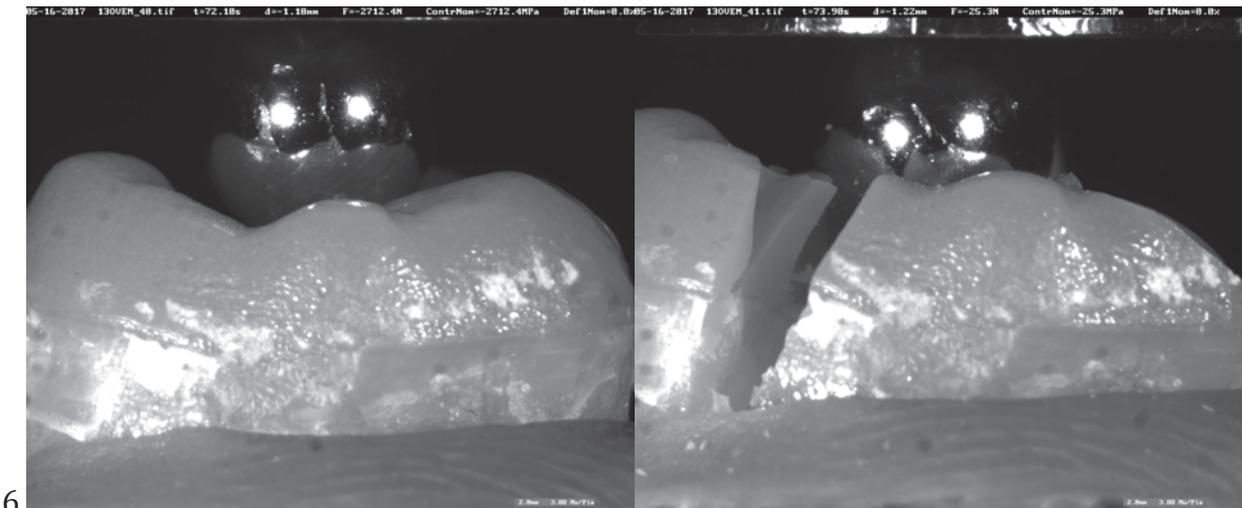
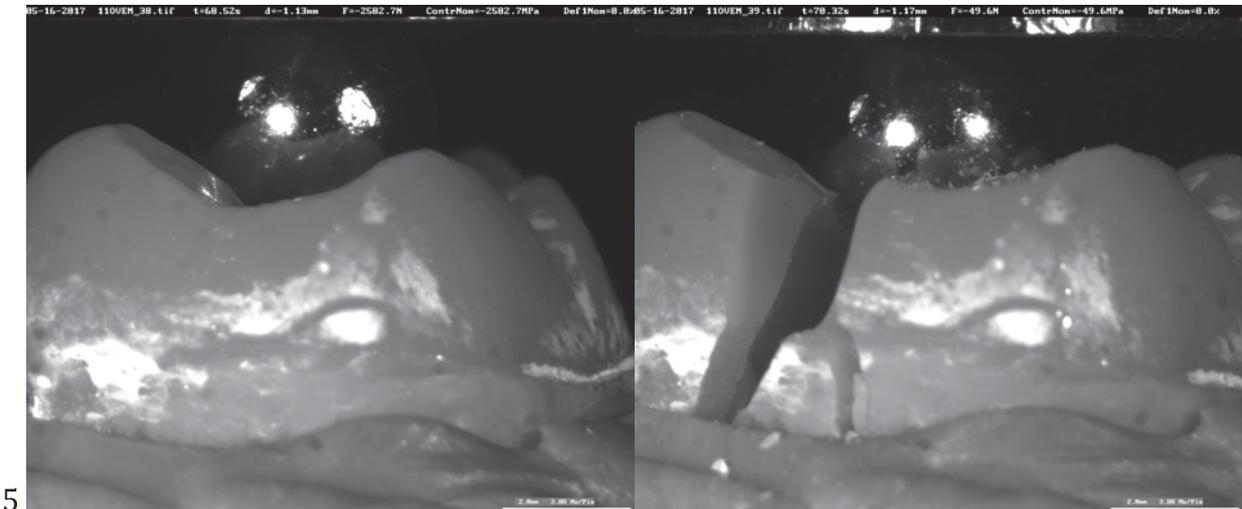
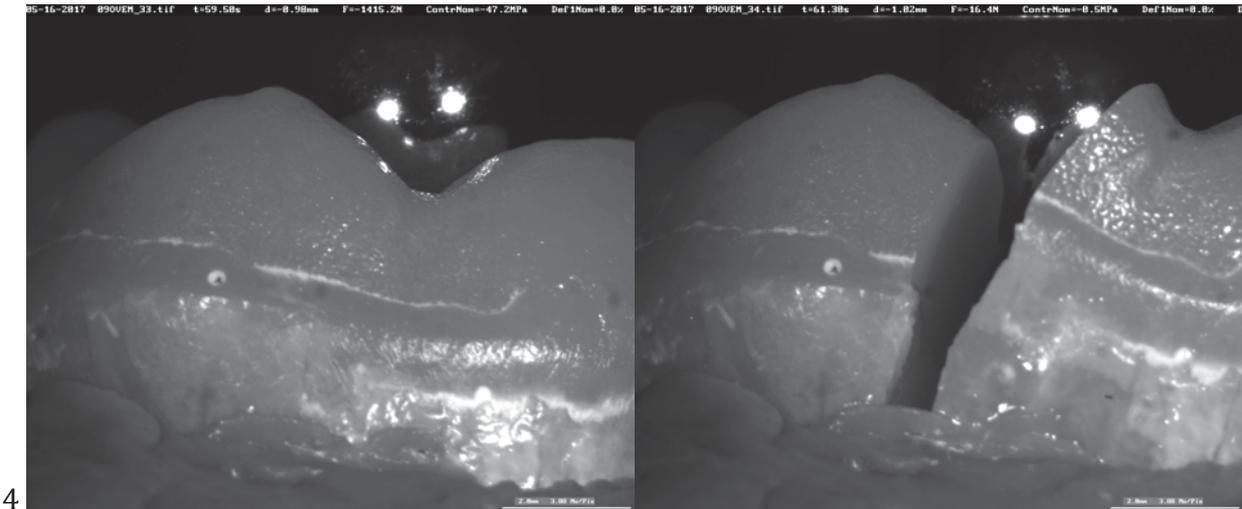
Overlays Emax :



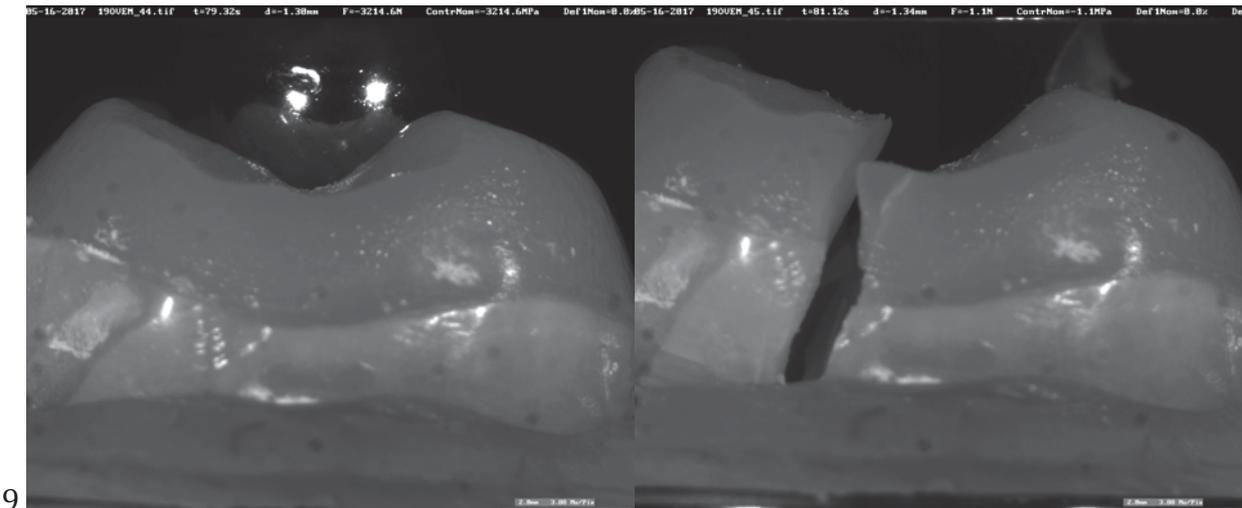
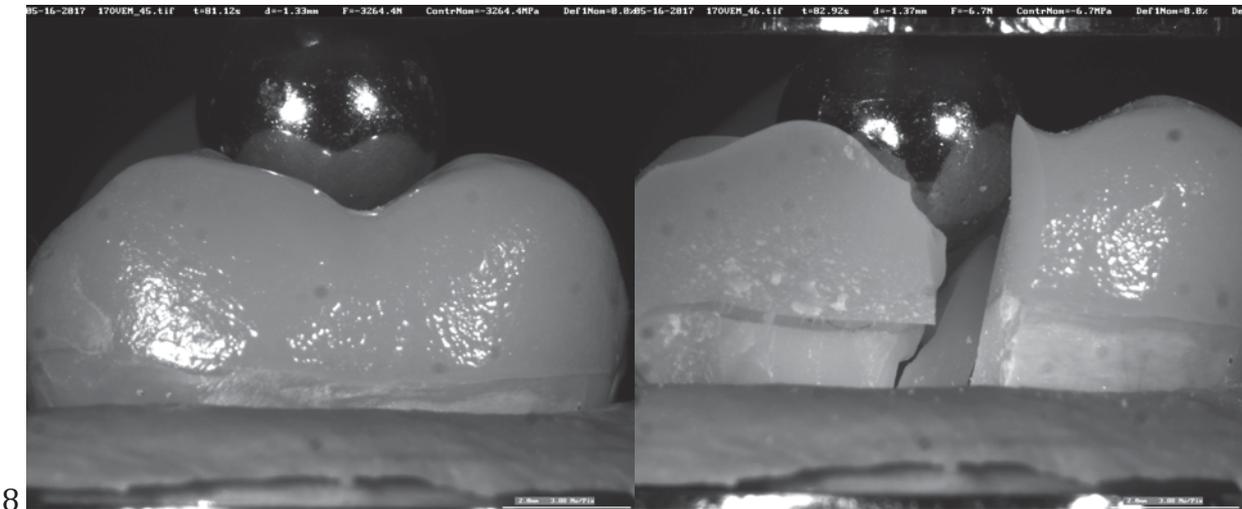
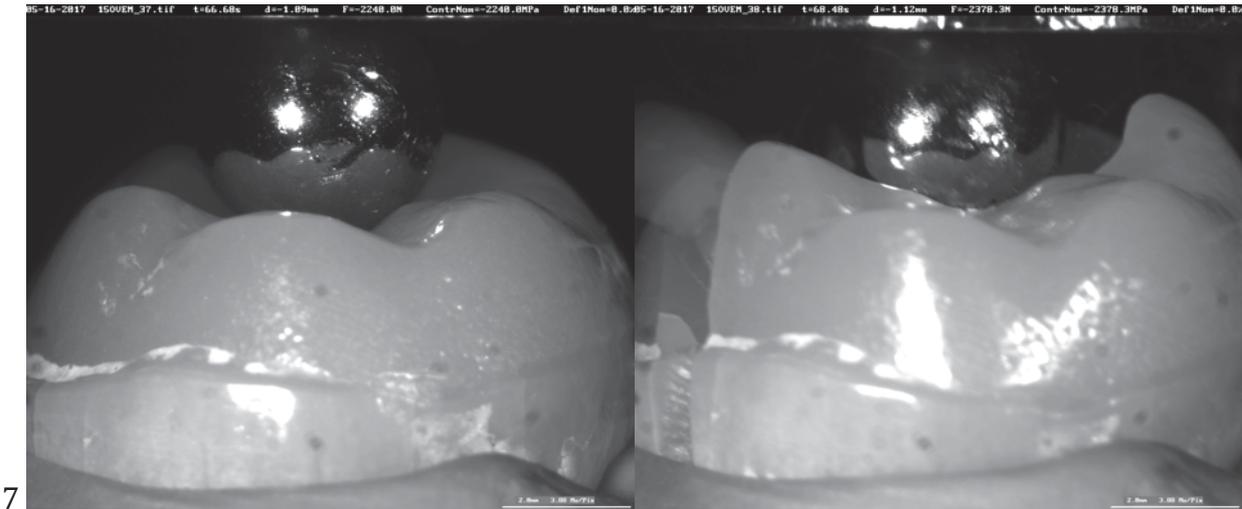
(image dent fracturée non enregistrée)



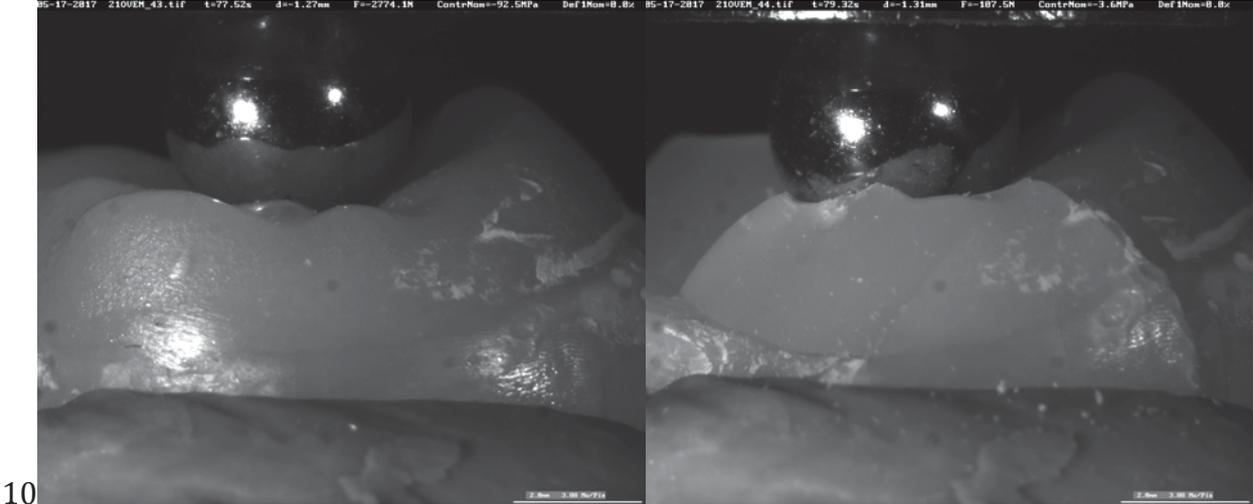
Overlays Emax (suite) :



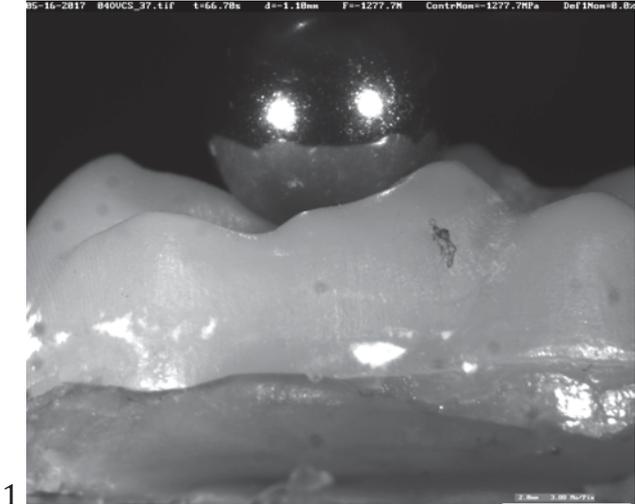
Overlays Emax (suite) :



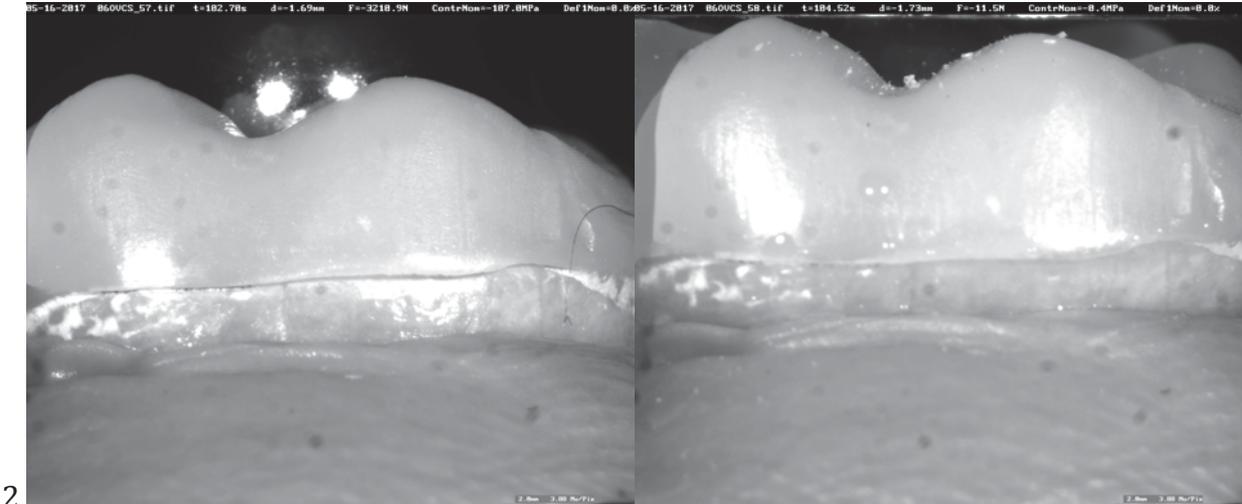
**Overlays Emax (suite) :**



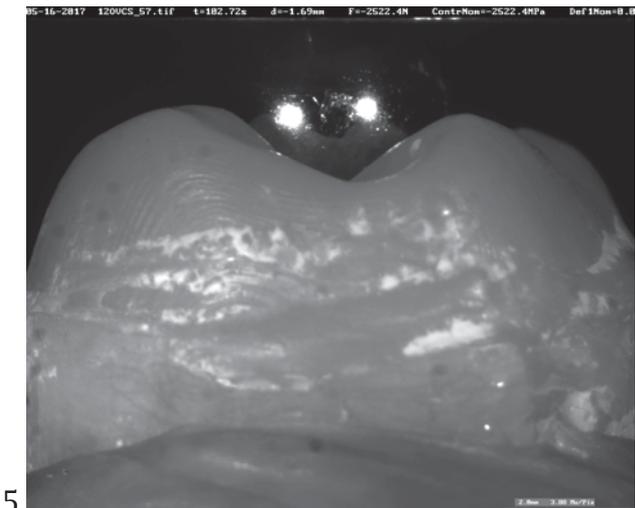
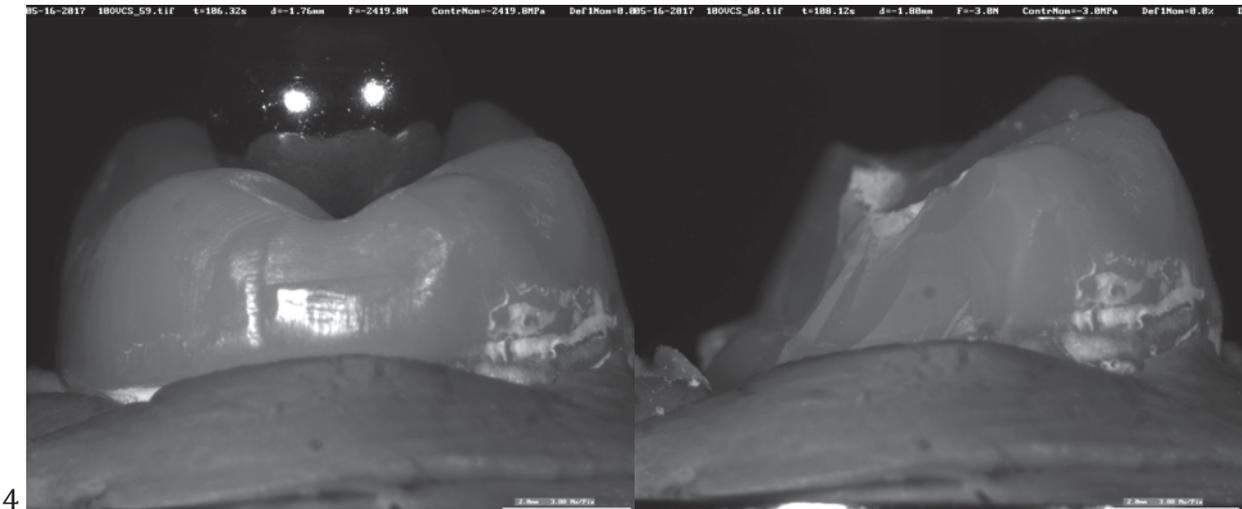
**Overlays Cerasmart :**



(image dent fracturée non enregistrée)



Overlays Cerasmart (suite) :

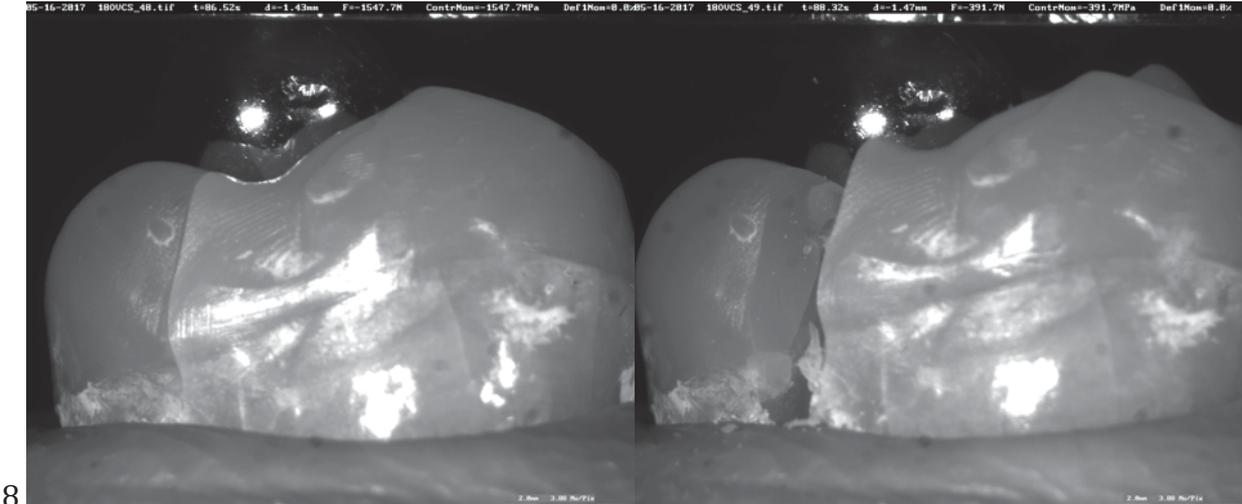
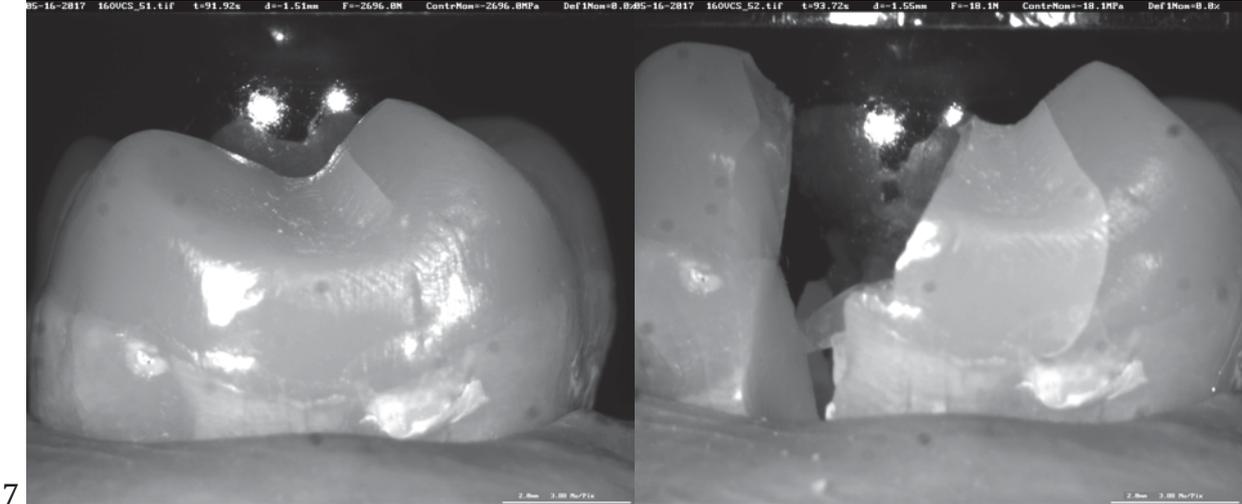


(image dent fracturée non enregistrée)

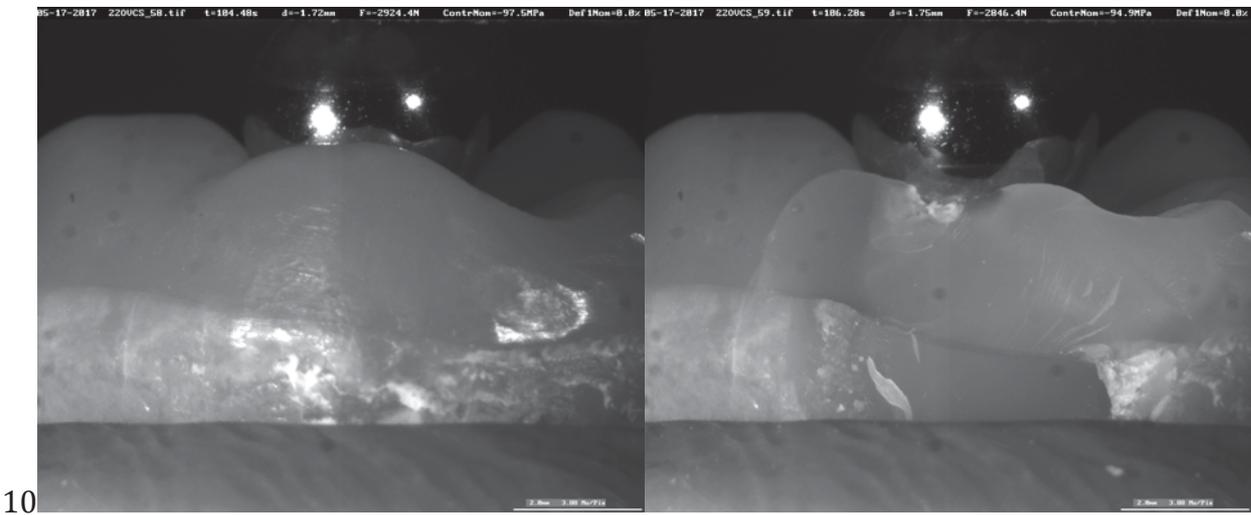
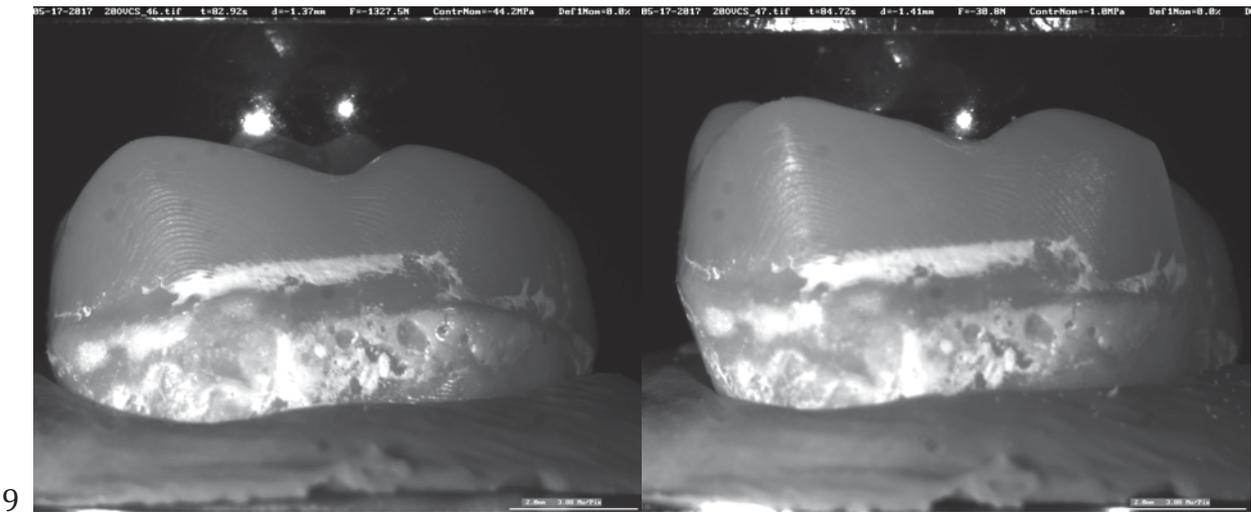
Overlays Cerasmart (suite) :



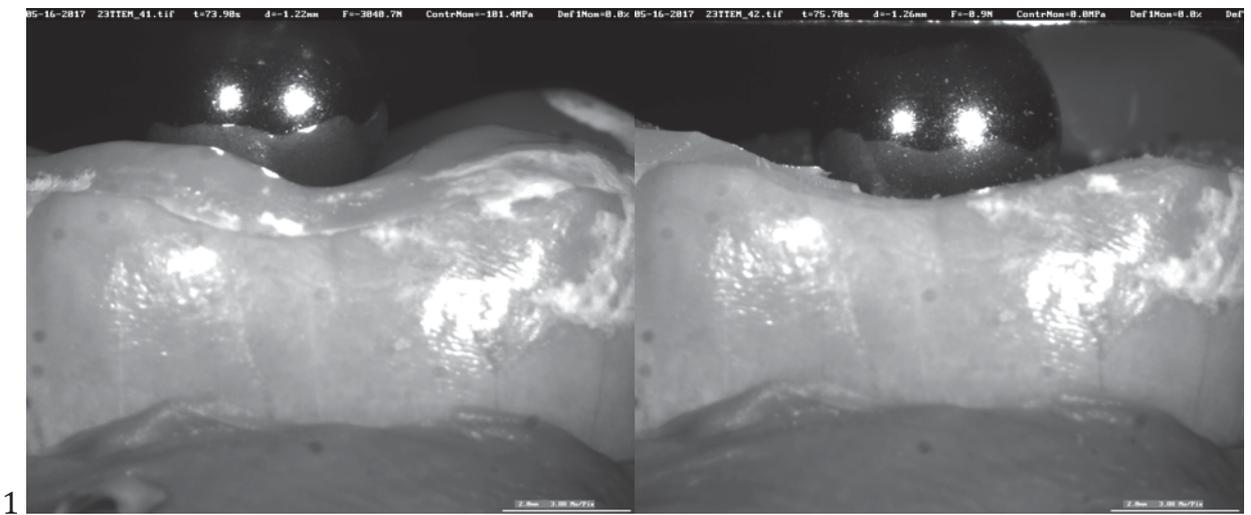
(image dent fracturée non enregistrée)



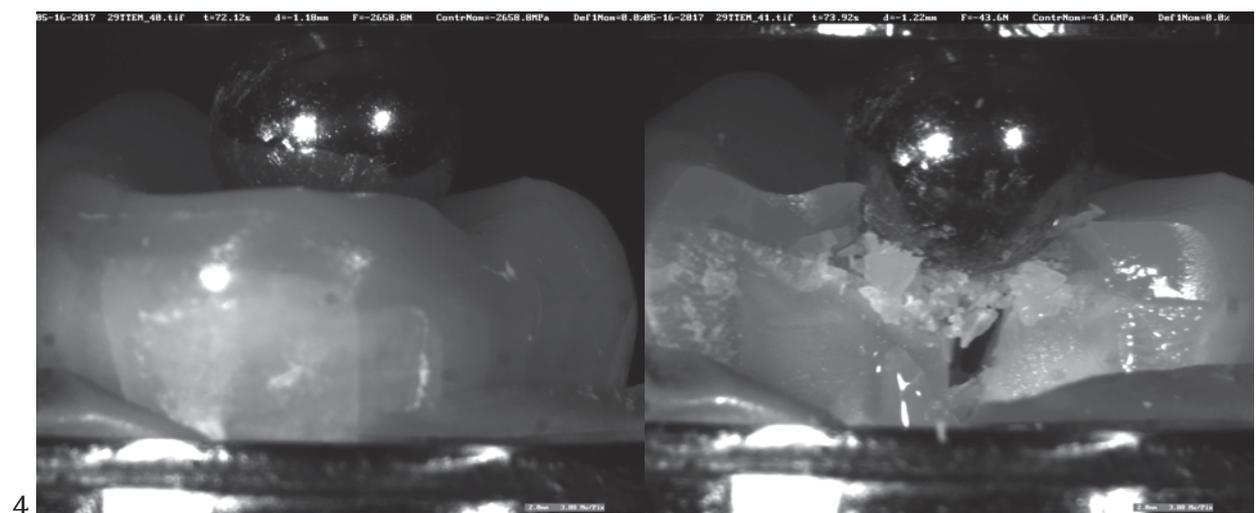
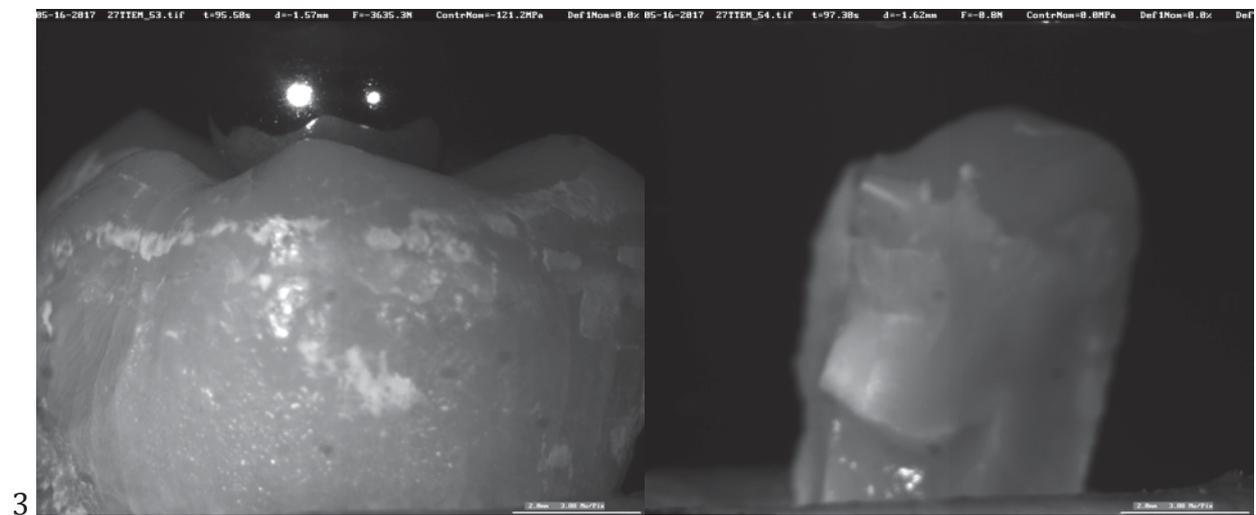
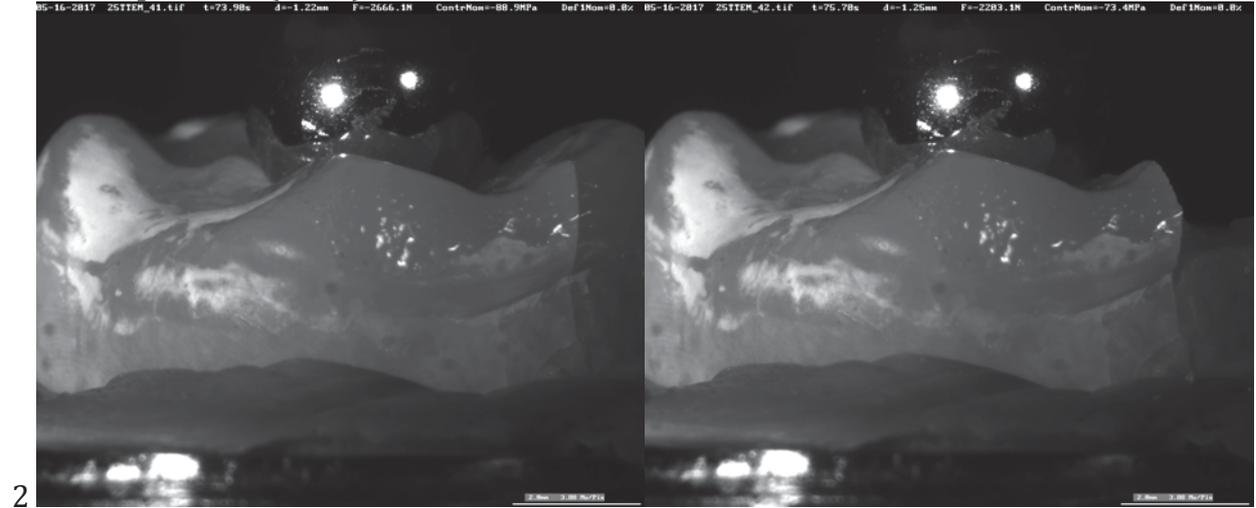
**Overlays Cerasmart (suite) :**



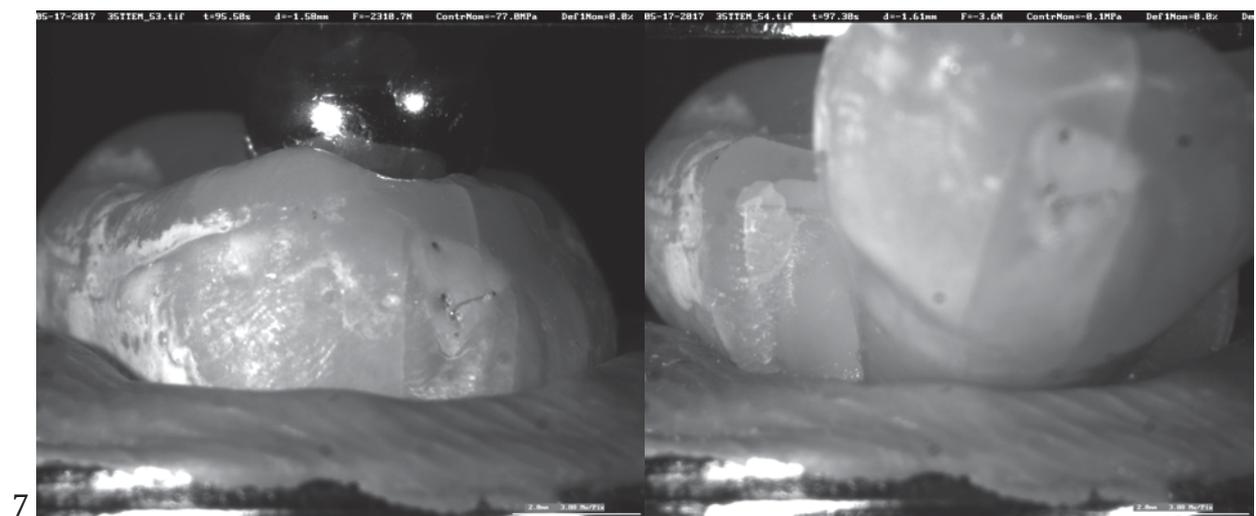
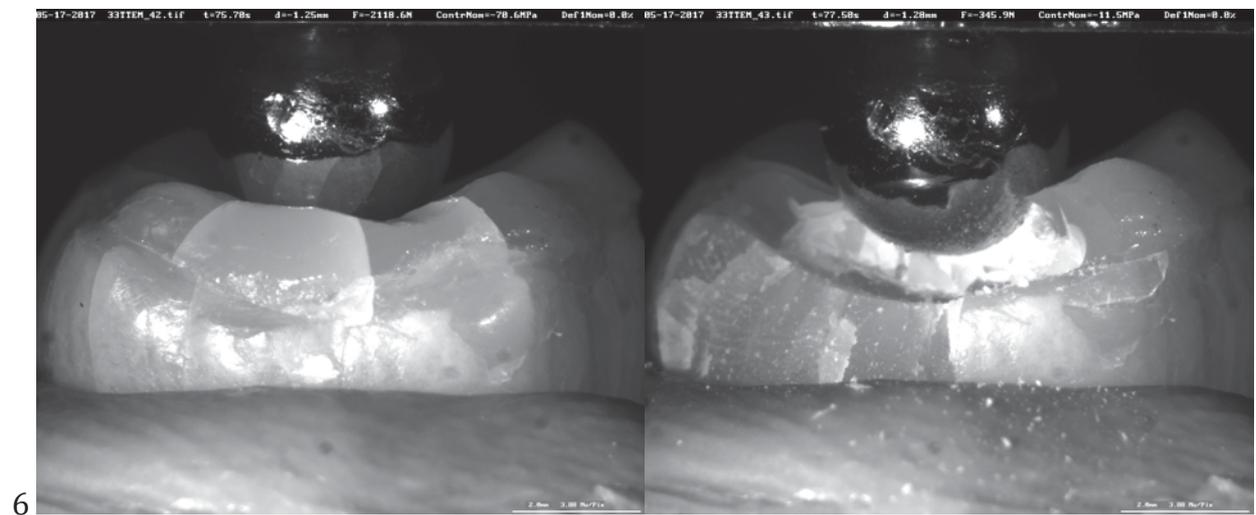
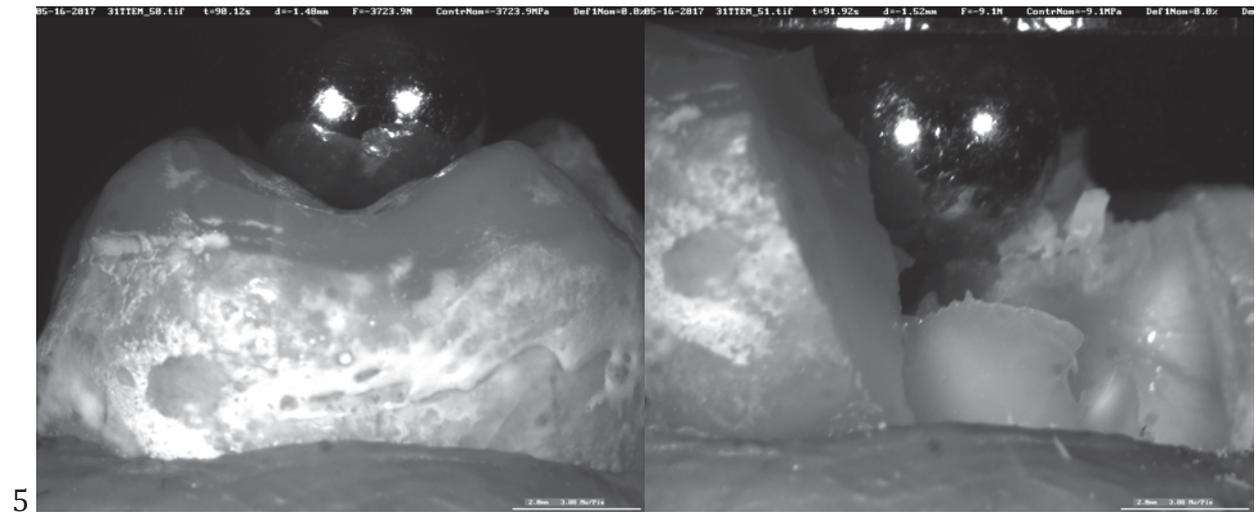
**Table-tops Emax :**



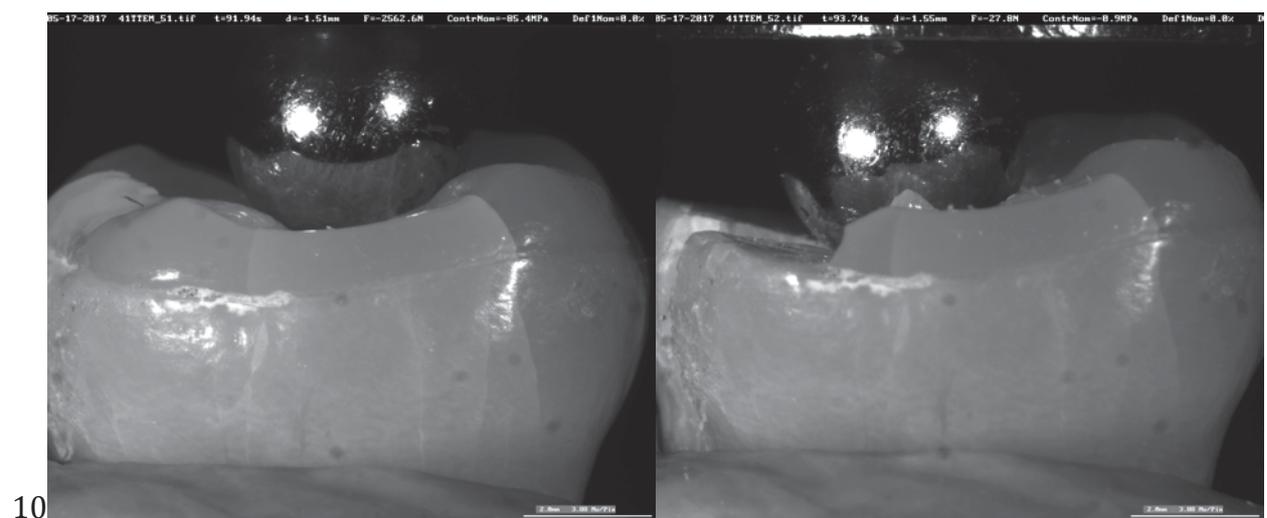
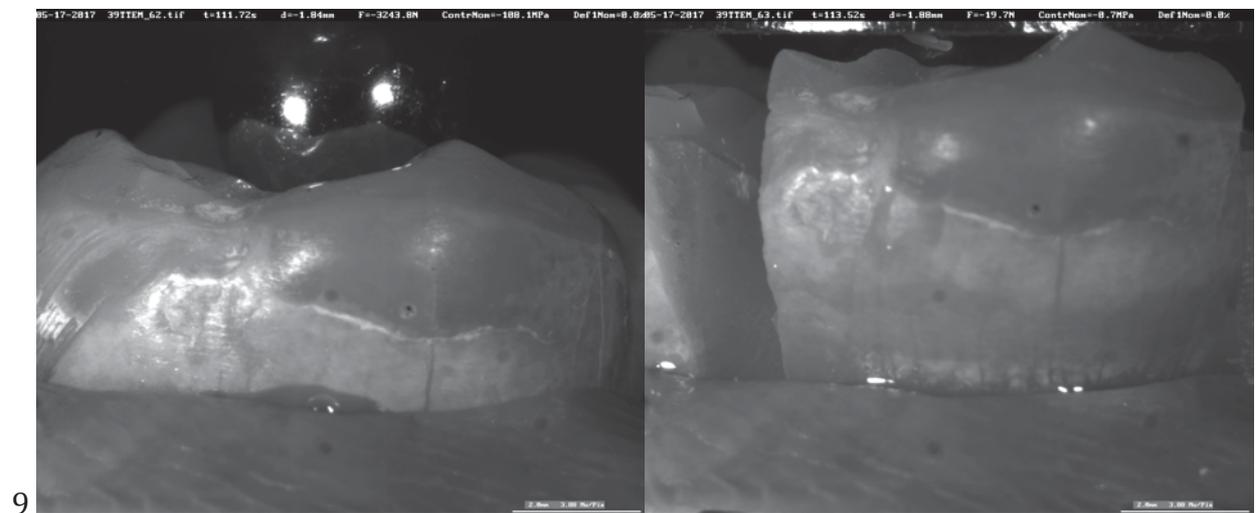
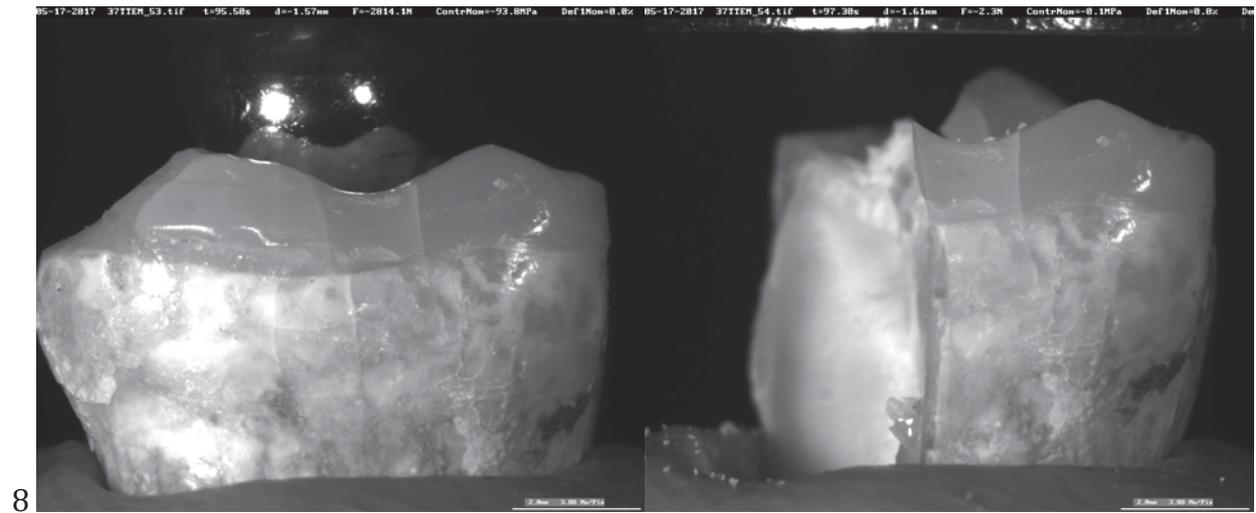
## Table-tops Emax (suite) :



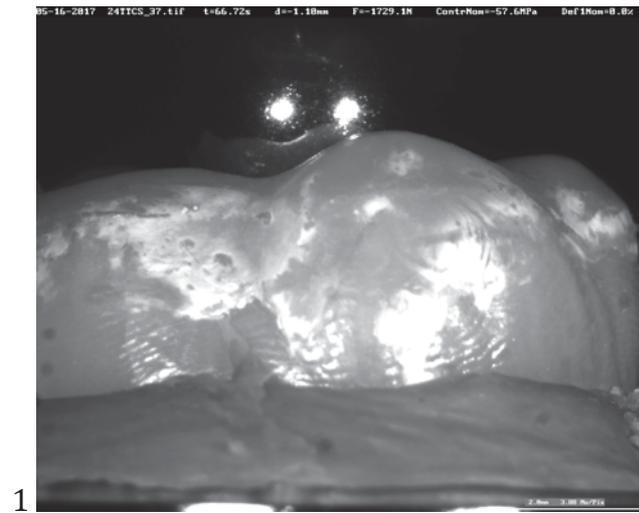
**Table-tops Emax (suite) :**



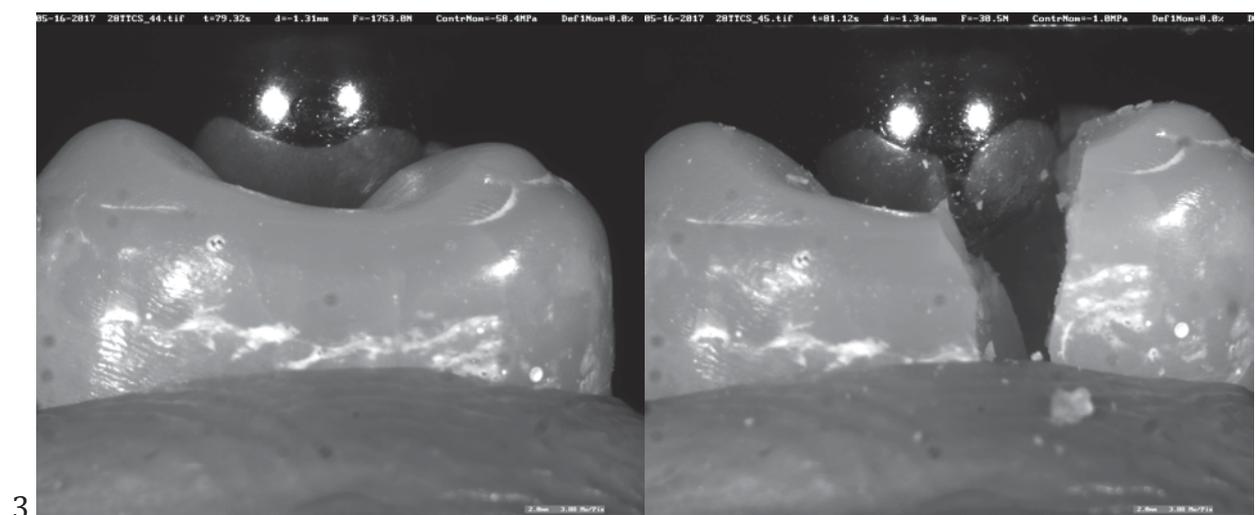
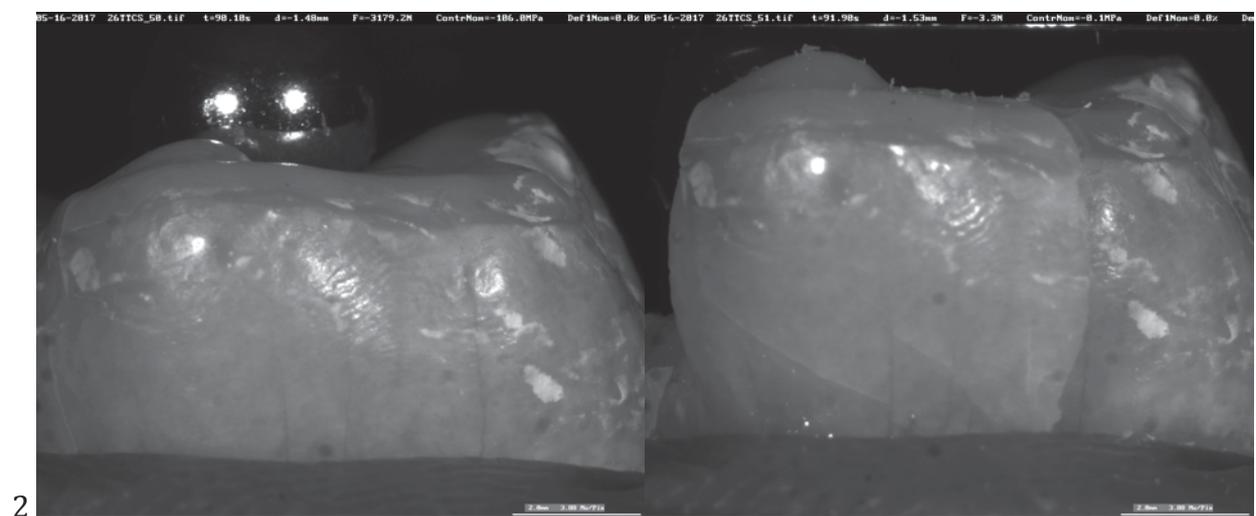
**Table-tops Emax (suite) :**



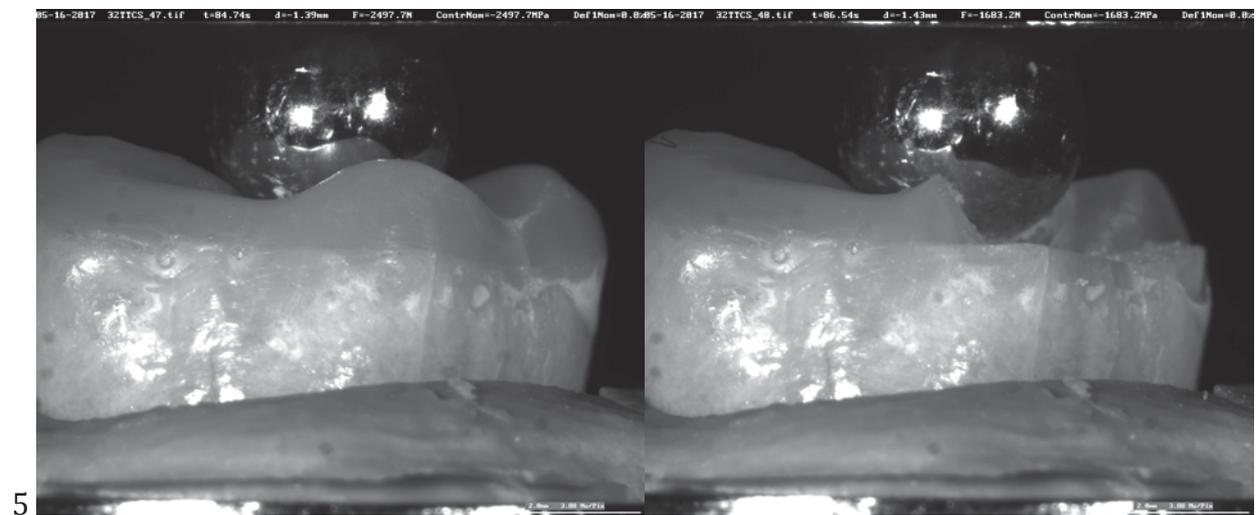
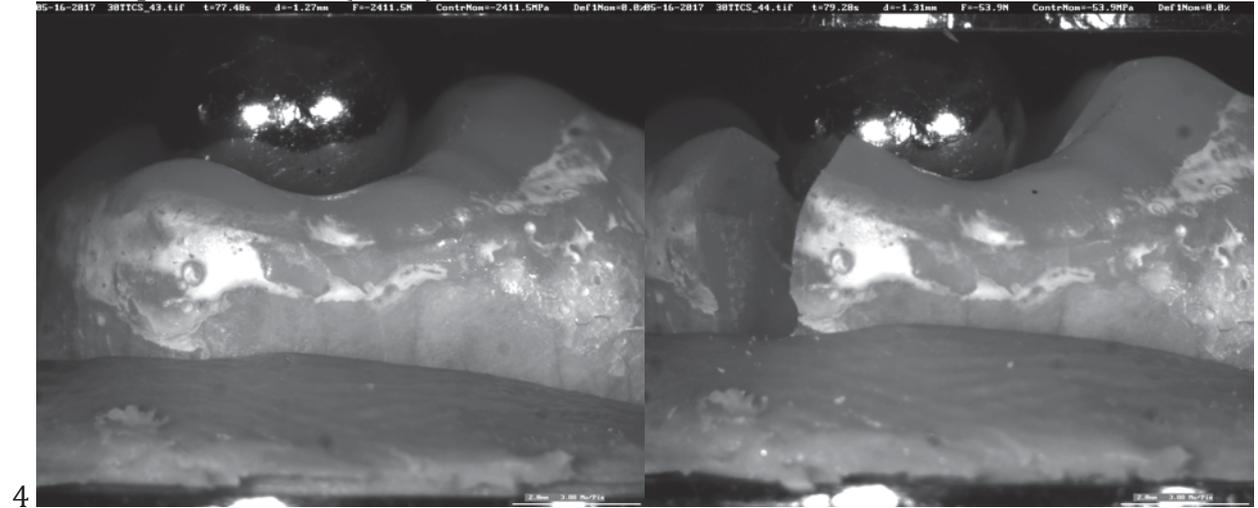
## Table-tops Cerasmart :



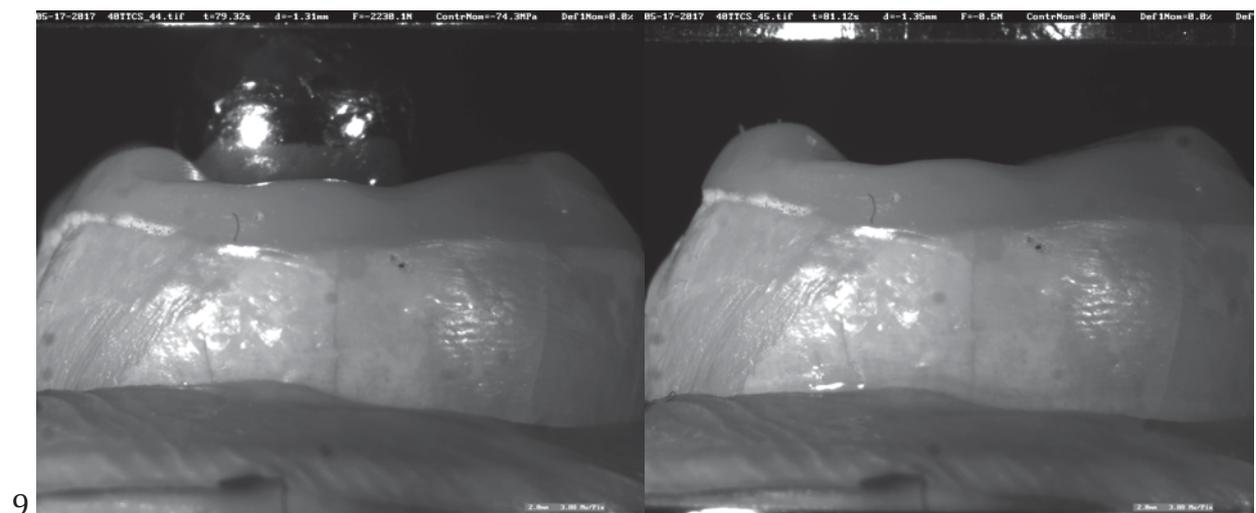
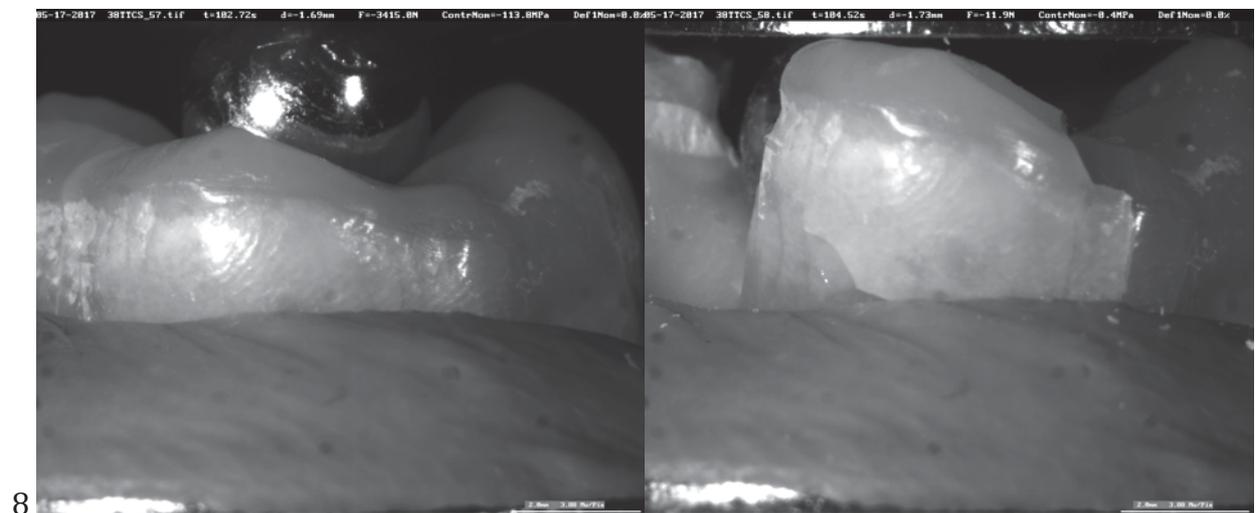
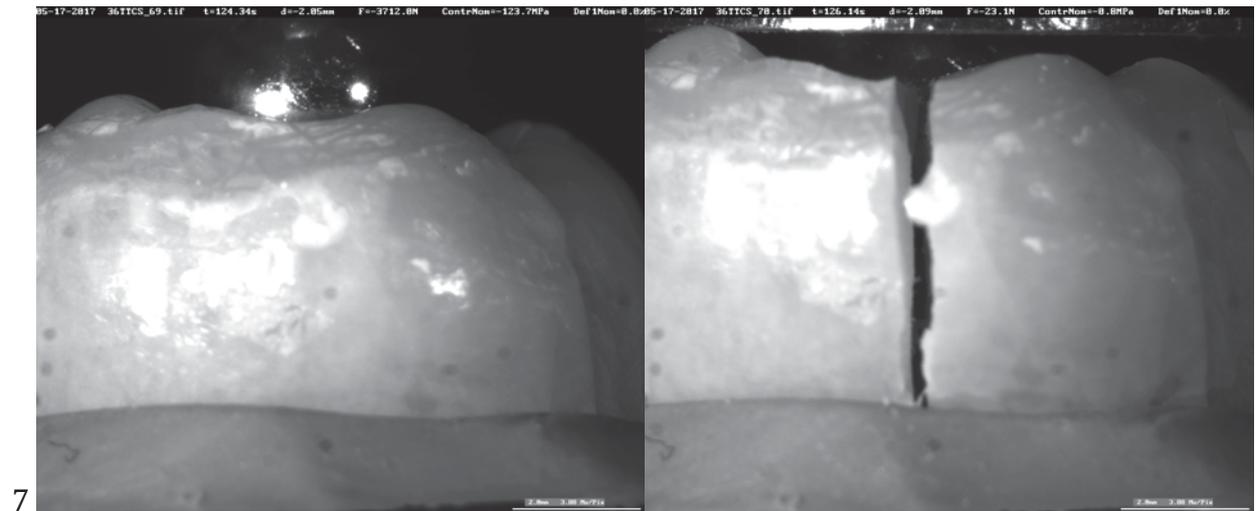
(image dent fracturée non enregistrée)



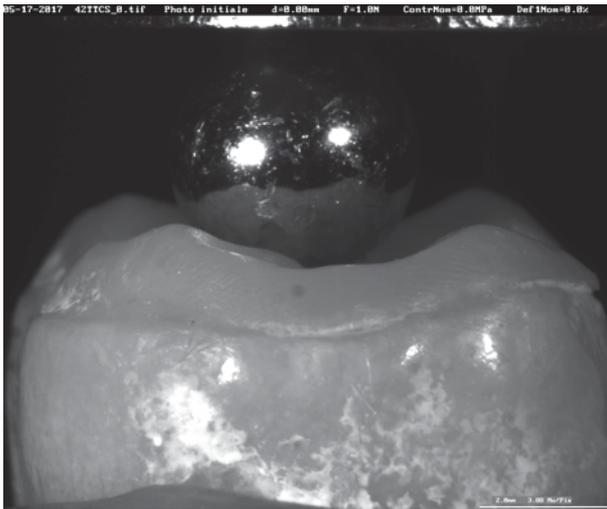
### Table-tops Cerasmart (suite) :



**Table-tops Cerasmart (suite) :**



**Table-tops Cerasmart (suite) :**



10

(image dent fracturée non enregistrée)