



**HAL**  
open science

# Céramo-métalliques ou céramo-céramiques : influence sur le taux de fractures

Julie Godfroy

► **To cite this version:**

Julie Godfroy. Céramo-métalliques ou céramo-céramiques : influence sur le taux de fractures. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02139210

**HAL Id: dumas-02139210**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02139210>**

Submitted on 24 May 2019

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

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

**THÈSE D'EXERCICE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1**

*sous le sceau de l'Université Bretagne Loire*

Thèse en vue du

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

présentée par

**Julie GODFROY**

née le 15 Mai 1993 à Caen

---

**Céramo-  
métalliques ou  
céramo-  
céramiques:  
influence sur le  
taux de fractures.**

**Thèse soutenue à Rennes  
le 16 Février 2018**

devant le jury composé de :

**Olivier SOREL**

*PU-PH – UFR Odontologie Rennes  
Président du jury*

**Xavier RAVALEC**

*MCU-PH – UFR Odontologie Rennes  
Directeur de thèse*

**Yann-Loïg TURPIN**

*MCU-PH – UFR Odontologie Rennes  
Membre du jury*

**Yvan BEDOUIN**

*MCU-PH – UFR Odontologie Rennes  
Membre du jury*

**Sophie LEJEUNE**

*MCU-PH – UFR Odontologie Rennes  
Membre du jury*

**Xavier MARTIN**

*Docteur en chirurgie dentaire  
Membre invité*

## Section 56 : Développement, croissance et prévention

### Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale :

#### Discipline Odontologie pédiatrique

**SIXOU Jean-Louis**  
**MARIE-COUSIN Alexia**  
 LARADH Imen

*Professeur des universités*  
*Maître de conférences des universités*  
*Assistant hospitalier universitaire*

#### Discipline Orthopédie dento-faciale

**SOREL Olivier**  
**MANO Marie-Charlotte**  
 DUCROZ Bertrand  
 BREZULIER Damien  
 ALLEREAU Béatrice

*Professeur des universités*  
*Maître de conférences des universités*  
*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant hospitalier universitaire*

### Sous-section 56-02 Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie

#### légale

**BERTAUD-GOUNOT Valérie**  
**PRIGENT Hervé**  
 COUATARMANACH

*Professeur des universités*  
*Maître de conférences des universités*  
*Antoine Assistant hospitalier universitaire*

## Section 57 : Chirurgie orale ; parodontologie ; biologie orale

### Sous-section 57-01 Chirurgie orale ; parodontologie ; biologie orale :

#### Discipline Chirurgie orale

**LEJEUNE-CAIRON Sophie**  
**LIMBOUR Patrick**  
**BADER Gérard**  
 DULONG Arnaud  
 DERRIEN Anthony  
 FAU Victor

*Maître de conférences des universités*  
*Maître de conférences des universités*  
*Maître de conférences des universités*  
*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant hospitalier universitaire*

#### Discipline Parodontologie

**JEANNE Sylvie**  
**BOLLE Caroline**  
 SOENEN Anne-Hélène  
 NOVELLO Solen

*Professeur des universités*  
*Maître de conférences associé des universités*  
*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant hospitalier universitaire*

#### Discipline Biologie orale

**BONNAURE-MALLET Martine**  
**MARTIN Bénédicte**  
**MEURIC Vincent**

*Professeur des universités*  
*Professeur associé des universités*  
*Maître de conférences des universités*

BOYER Emile  
CHATHOTH Kanchana

*Assistant hospitalier universitaire*  
*Assistant associé universitaire*

## **Section 58 : Réhabilitation orale :**

### **Sous-section 58-01 Dentisterie restauratrice, endodontie, prothèses, fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux :**

#### Discipline Dentisterie restauratrice, endodontie

<b>DAUTEL Anne</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>LE GOFF Anne</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>TURPIN Yann-Loïg</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>PERARD Matthieu</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>LE CLERC Justine</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
DUMONT Laure-Anne	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
BINET Sophie	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
VO VAN Thomas	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>

#### Discipline Prothèses

<b>BEDOUI Yvan</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>CHAUVEL Brice</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>RAVALEC Xavier</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
POIRIER Charles-Edouard	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
VASLIN Marc	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
PERRIGAULT Sébastien	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
SAINT-ETIENNE Clothilde	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>
GOUBIN William	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>

#### Discipline Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux

<b>CATHELINÉAU Guy</b>	<i>Professeur des universités</i>
<b>CHAUVEL-LEBRET Dominique</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
<b>MEARY Fleur</b>	<i>Maître de conférences des universités</i>
MELOU Caroline	<i>Assistant hospitalier universitaire</i>

## **Enseignants autres sections**

### **Section 41 - Sciences biologiques**

TAMANAI-SHACOORI Zohreh	<i>Maître de conférences des universités</i>
-------------------------	----------------------------------------------

### **Section 64-65 – Biochimie et biologie moléculaire, biologie cellulaire**

GAUTIER-COURTEILLE Carole	<i>Maître de conférences des universités</i>
---------------------------	----------------------------------------------

« Je certifie sur l'honneur ne pas avoir repris pour mon compte des propos, citations, ou illustrations  
déjà publiés »

**Julie Godfroy**

## **Remerciements :**

**A Monsieur le Professeur Olivier SOREL,**

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ce jury. Je vous offre toute ma reconnaissance.

**A Monsieur le Docteur Xavier RAVALEC,**

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse. Merci pour votre présence et vos remarques constructives.

**A Monsieur le Docteur Yvan BEDOUIN,**

Je vous remercie de bien vouloir être membre de ce jury et d'apporter ainsi un point de vue et un avis supplémentaire sur ce travail.

**A Monsieur Yann-Loïg TURPIN,**

Je te remercie d'avoir accepté d'être membre de ce jury. Ton avis est très attendu sur la majeure partie de cette thèse qui représente ta spécialité. Merci également pour ces années d'apprentissage.

**A Madame le Docteur Sophie LEJEUNE,**

Un grand merci pour avoir accepté de faire partie de ce jury, bien que le sujet s'éloigne de ta spécialité.

Un immense merci pour cette année passée durant laquelle j'ai pu te rencontrer et apprendre à te connaître au milieu d'une expérience exceptionnelle. J'espère pouvoir la renouveler très rapidement.

**A Monsieur le Docteur Xavier MARTIN,**

Pour qui tous mes remerciements rassemblés ne seraient surement pas encore assez. Merci pour cette année passée remplie d'expériences que je n'aurais jamais pu connaître sans avoir croisé votre

chemin. Merci pour la confiance que vous m'avez accordé, pour la grande aide donnée à chaque fois que j'en ai eu besoin. Merci pour tout, tout simplement.

## **Mes remerciements vont aussi :**

### **A mes parents,**

Pour m'avoir toujours soutenue et encouragée. Pour avoir été présents dans les bons moments comme dans les plus difficiles. Pour avoir cru en moi, quoi que je fasse. Pour tout ce que vous êtes.

### **A mon frère,**

Pour m'avoir encouragée dans les moments de doute, et avoir su m'aiguiller quand il le fallait. Pour tout ce que tu peux m'apporter dans la vie de tous les jours.

### **A mes grands-parents,**

Même absents depuis longtemps, les souvenirs me poussent à persévérer et à ne jamais rien lâcher.

### **A ma famille, en général.**

### **A ma promo et notamment aux O5 A&S,**

Pour avoir fait de ces années d'études de belles années remplies de bons souvenirs. Pour ces soirées, ces voyages, et tous ces moments passés.

### **Aux petit groupe SG ; Anaëlle, Anaïs, Anne-Claire, Hélène, Héroïse,**

Pour toutes ces années de bonheur partagées ensemble.

Pour être toujours là, dans les bons comme dans les mauvais moments.

Pour tout ce que vous avez pu m'apporter et ce que, je l'espère, vous m'apporterez dans l'avenir.

**A tous les autres amis, famille et collègues.**



## Table des matières :

I.	Introduction	10
II.	Biomatériaux	11
II.1.	Les métaux non précieux	11
II.2.	Les métaux précieux et semi-précieux	12
II.3.	Les céramiques	13
II.3.1.	Fabrication	13
II.3.2.	Classifications	14
II.3.2.1.	Selon la microstructure	14
II.3.2.2.	Selon le procédé de mise en œuvre	15
II.3.2.3.	Nouvelle classification	26
II.3.3.	Un nouveau type de céramique : les matériaux hybrides RICGN ou RCIP	26
II.3.4.	Propriétés remarquables	28
II.3.5.	Assemblage des céramiques	28
III.	Fractographie	30
III.1.	Pourquoi les matériaux cassent-ils ?	30
III.2.	Classification des fractures	31
IV.	Analyse des études	32
IV.1.	Matériel et méthode	32
IV.2.	Résultats	33
IV.2.1.	Comparaison des taux de fractures, taux de succès et de survie entre les restaurations supra-radiculaires céramo-métalliques (CM) et céramo-céramiques (CC)	34
IV.2.2.	Analyse et comparaison des différents systèmes de céramiques	36
IV.2.3.	Résultats concernant les taux de fractures des couronnes supra- implantaires	44
IV.2.4.	Améliorer les résultats	45
IV.2.4.1.	Techniques de prévention pour diminuer le risque de fractures	45
IV.2.4.1.1.	Au laboratoire de prothèse	46
IV.2.4.1.2.	Au cabinet dentaire	47
IV.2.4.2.	Techniques de réparation après l'apparition d'une fracture	49
IV.2.4.2.1.	Méthodes directes au fauteuil	50
IV.2.4.2.1.1.	Polissage	50
IV.2.4.2.1.2.	Résine composite	50
IV.2.4.2.1.3.	Collage de la partie fracturée	53
IV.2.4.2.1.2.	Méthode indirecte via le laboratoire de prothèse	53

IV.2.4.2.1.2.1.	Confection d'une facette céramique	53
IV.2.4.3.	Réparation impossible	54
V.	Discussion	54
VI.	Conclusion	56
VII.	Bibliographie	59
VIII.	Annexe	63

## I. Introduction

Une prothèse fixée est une solution thérapeutique cherchant à restaurer du matériau dentaire dégradé, remplacer du matériau absent pour cause de fracture ou de lésion carieuse invasive.

De nos jours, la dentisterie vise à des techniques de plus en plus conservatrices. La prothèse fixée se trouve ainsi dans les dernières étapes du gradient thérapeutique (1), mais elle permet de préserver une dent en bouche en évitant la solution de dernier recours appréhendée par les patients : l'extraction dentaire.

La céramique est un matériau en pleine expansion dans le domaine de l'odontologie. Au niveau du système de prothèse fixée, elle a d'abord pris place en remplacement de la technique métallique en tant que matériau purement esthétique dans les procédés céramo-métalliques.

Mais les mœurs, de plus en plus intransigeants, tendent maintenant vers le procédé céramo-céramique. Pour se faire, la palette de céramiques dentaires s'est grandement élargie ces dernières années, offrant des systèmes non seulement esthétiques mais aussi extrêmement résistants. Le taux de survie d'une couronne céramo-métallique serait de 97,6% à 5 ans et celui d'une couronne céramo-céramique de 94% (2).

Comme toute innovation, des failles sont présentes au sein de ce monde tout céramique. La méthode, offrant de multiples possibilités, se trouve être encore perfectible.

Quels sont ces systèmes tout céramiques et comment se placent-ils face au système céramo-métallique ?

Cette revue de littérature a pour objectifs de rappeler les systèmes existants de céramo-métalliques et de tout céramique, de les comparer en terme de propriétés mécaniques et de proposer des solutions de réparation de céramique en cas de fracture.

## II. Biomatériaux

### II.1. Les métaux non précieux

Pour former une prothèse fixée (nous prendrons l'exemple d'une couronne unitaire), le métal est coulé selon la technique de la cire perdue. Ce sont les forces de centrifugation à l'intérieur du four qui permettent au métal en fusion de remplacer la cire.

Une autre technique d'assistance par ordinateur permet désormais de confectionner la prothèse fixée. Utilisant davantage le CoCr et le Titane, ses indications se portent plutôt sur les armatures de couronnes céramo-métalliques, de bridges et de piliers implantaires (3).

L'alliage utilisé dans la confection d'une couronne dentaire est composé par définition de différents métaux. Parmi ceux-ci, nous trouvons le nickel (malléable et résistant mais allergisant, c'est pourquoi nous ne l'utilisons plus), le cobalt et le chrome (propriété de passivation à la corrosion).

Les alliages formés avec ces métaux sont de deux types : Le Nickel-Chrome, appelé « superalliage », a fait son apparition en dentisterie vers 1960, et le Chrome-Cobalt, appelé par son nom commercial « stellite » (4).

Les propriétés de ces alliages sont répertoriées dans le tableau -1-.

Types d'alliages	Limite élastique (Mpa)	Limite de rupture (Mpa)	Module d'élasticité (Gpa)	Allongement (%)	Dureté (Vickers VHN)
Ni – Cr	255 – 730	400 – 1000	150 – 210	8 – 20	210 – 380
Co – Cr	460 – 640	520 – 820	145 – 220	6 – 15	330 – 465
Dentine					70
Email					320

Types d'alliages	Expansion thermique (10 <sup>-6</sup> /°C)	Intervalle de fusion (°C)	Température de coulée (°C)	Propriétés biologiques	Indications
Ni – Cr	13,9 – 15,5	940 – 1430	1000 – 1500	Nickel allergisant	Châssis en prothèse adjointe Arcs / ressorts en ODF
Co – Cr	13 – 15	1250 – 1500	1300 – 1600	Bonne tolérance	Prothèses conjointes coulées Infrastructures céramo-métalliques
Dentine	8,4				
Email	11,2				

Tableau -1- : propriétés des alliages non précieux

## II.2. Les métaux précieux et semi-précieux

Leur utilisation en France a diminué depuis les années 1970.

L'or y est à des taux plus ou moins élevés, rendant l'alliage plus ou moins noble. S'ajoutent des métaux de la série du platine (platine, palladium, iridium, osmium, rhodium, ruthénium) ainsi que des constituants mineurs. Cette proportion d'or permet de déterminer le caratage de l'alliage, sachant qu'un carat équivaut à un vingt-quatrième de la teneur en or dans la masse totale de l'alliage.

Plusieurs classifications existent pour les métaux précieux et semi-précieux. Parmi celles-ci, nous pouvons citer la classification de l'American Dental Association (ADA) selon le taux de métaux nobles présent dans l'alliage (High Noble, Noble, Base Metal) (5).

L'ADA a également créé une classification répondant aux normes AFNOR, selon la dureté de l'alliage (Types I, II, III, IV).

Enfin, les normes NF EN ISO 22674 créées en mars 2007 (6) représentent maintenant une référence dans le domaine des restaurations prothétiques dentaires.

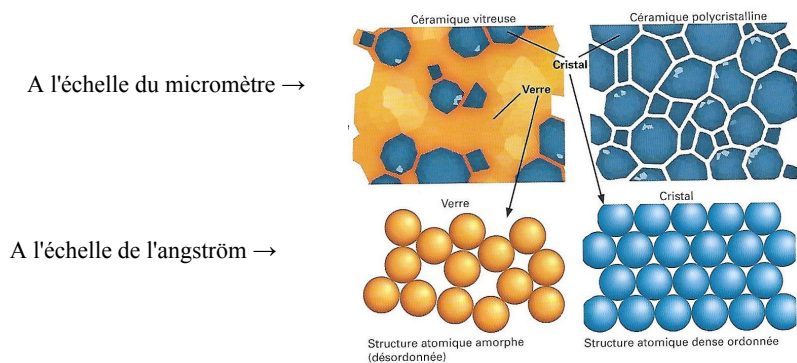
Les alliages précieux présentent de nombreux avantages : biocompatibilité, résistance à la corrosion, qualité de coulée supérieure aux alliages non précieux, ductilité, non allergisant.

Malgré cela, ils présentent également quelques inconvénients à l'origine de leur perte : coût élevé, lourd, inesthétique, leur rigidité diminue lorsque la proportion d'or augmente.

Ces faiblesses sont à l'origine du développement des alliages non précieux et des céramiques.

## II.3. Les céramiques

Les premières céramiques dentaires datent de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle avec la couronne Jacket (Land, 1887). Elles sont apparues au début des années 1960 dans les techniques « céramo-métalliques ». Il s'agit d'un mélange de poudres minérales et métalliques qui sont associées et mélangées. Elles se présentent en deux phases, l'une minérale et l'autre cristalline, en plus ou moins grandes quantités selon le type de céramique.



Structures des céramiques vitreuses et polycristallines usinables. (7)

Plus la céramique devient cristalline, plus les propriétés mécaniques de celle-ci augmentent.

A l'inverse, plus le taux de cristaux augmente, moins bonnes sont les propriétés optiques et la capacité au collage.

### II.3.1. Fabrication

Fabrication de la poudre de céramique :

- Fusion : le mélange de poudres devient un verre liquide et transparent.
- Frittage : le verre chaud est placé à une température allant de 650°C (céramiques feldspathiques) à 1400°C (zircone densément frittée), puis il est refroidi violemment. Une fritte opaque est obtenue, qui sera concassée et recuite pour générer une céramisation = formation d'une galette.

2 sortes de frittages :

- en « phase solide » : tous les constituants restent en phase solide.
- en « phase liquide » : au moins un des constituants est en phase liquide et l'un au moins reste en phase solide.
- Concassage : galette concassée pour la réduire en poudre et fragments.
- Tamisage : met en évidence les différences de granulométrie.
- Déférisation : élimination, via un rouleau magnétique, des impuretés métalliques et des poussières magnétiques.
- Produit fini : céramique conditionnée, prête à subir des tests.

## II.3.2. Classifications

### II.3.2.1. Selon la microstructure (8)

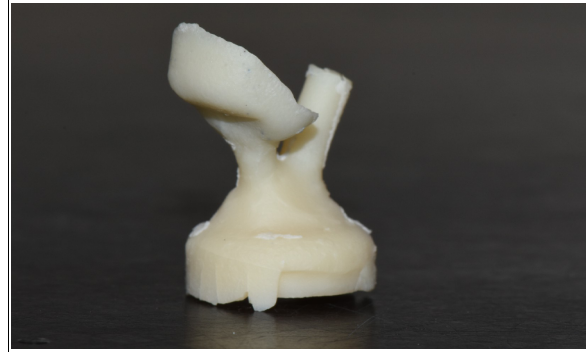
Tableau : classification des céramiques selon la microstructure				
Micro-structure	Type de céramique	Composition	Indications cliniques	Noms
<b>Céramiques vitreuses</b> (Matrice vitreuse + particules Cristallines dispersées)	Céramiques feldspathiques	Leucite	Facette, Inlay, Onlay	IPS-Empress®
	Vitro-céramiques	Disilicate de lithium	Couronnes Bridges antérieurs	IPS-Empress 2® E-max®
		Fluoroapatite	Facette, Inlay, Onlay	Cerapearl® Dicor®
<b>Céramiques infiltrées</b> (Matrice cristalline + verre infiltré)		Alumine + verre	Couronnes	In Ceram® All Ceram® Cerestore®
		Alumine	Couronnes Bridges antérieurs	
		Alumine + Zircon	Couronnes Bridges postérieurs	
<b>Céramiques polycristallines</b>		Alumine	Couronnes Bridges antérieurs	Procera Alumina®
		Zircon	Couronnes Bridges postérieurs	Procera Zirconia® Lava®

Tableau -2- : classification des céramiques selon la microstructure

## II.3.2.2. Selon le procédé de mise en œuvre

**Céramiques pressées (9)**

1. Cire montée sur le cône de pressée



2. Sortie du four après retrait du revêtement

*(Photos prises au laboratoire de prothèse Requier, Caen).*

Pour ce type de céramique, la technique de la cire perdue est utilisée.

Les empreintes sont coulées au laboratoire afin d'obtenir un modèle de travail en plâtre (figure 1), sur lequel seront réalisées des chapes homothétiques de la future couronne. Celles-ci peuvent être créées en cire artisanalement (figure 2) ou par CFAO. Elles sont pesées pour déterminer la masse du lingotin de céramique nécessaire (il en existe deux tailles : 3g et 6g).

Une tige d'alimentation est placée sur la cire, lui permettant de la fixer au cône de pressée (figure 3). Cette tige doit avoir une angulation spécifique (45-60°). Un cylindre est placé autour du cône (il est nécessaire d'avoir un espace vide suffisant entre la cire et les parois du cylindre).

Un revêtement est coulé dans le cylindre à l'aide d'un vibreur. Un gabarit est positionné pour évacuer l'excès de revêtement. Un temps de prise de 20 minutes est nécessaire (figure 4).

Le gabarit, le cylindre ainsi que le cône sont retirés. Le revêtement est enduit d'un séparateur.

Le lingotin est introduit dans le revêtement, puis un piston est placé par dessus (figure 6).

L'ensemble est placé dans le four pendant quelques minutes, selon le type de lingotin. Ce dernier, à l'état liquide, va prendre la place de la cire (figure 7).

Lors de la sortie du moule, la céramique pressée a déjà sa forme définitive. Elle subit un sablage à



la bille de verre et la tige est coupée à l'aide d'un disque (figure 9).

Il suffit d'y ajouter un maquillage superficiel (dans le cas de couronnes monolithiques) ou un maquillage en profondeur après avoir retiré une partie de la céramique (cut back).

**Matériaux utilisés :** céramiques feldspathiques et vitrocéramiques.

**Indications :** facettes, restaurations partielles, couronnes antérieures ou postérieures (pour le disilicate de lithium), bridges de petite étendue antérieurs,

**Contre-indications :** restaurations volumineuses / postérieures subissant de grandes forces mécaniques.

**Avantages :**

- bonne résistance mécanique.
- modifications possibles après essayage au niveau de la couleur et de la forme.
- nombreux lingotins disponibles, donc multiple choix de translucidité/opacité.
- Précision des limites et finesse de la céramique.

**Noms :** *Authentic* ® , *Carrara Press Core* ® , *Carrara Press Inlay* ® , *Cerogold* ® , *Cerpress SL* ® , *Creapress* ® , *Empress* ® , ***Empress2*** ® , *Evopress* ® , *Finess All Ceramic* ® , *Trend press* ® , *Vision Esthetic* ® , *Vitapress* ® , ***E-Max Press*** ®

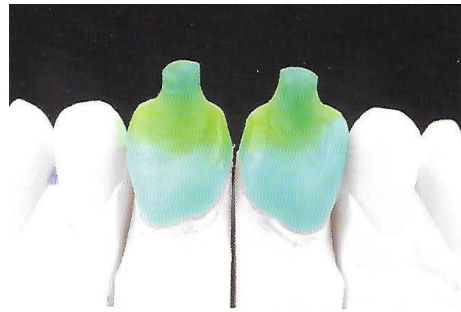
Tableau : étapes au cabinet et au laboratoire pour la confection d'une céramique pressée						
Cabinet	→	Laboratoire			→	Cabinet
Prise de teinte Préparation Prise d'empreinte	→	Maquette en cire modelée artisanalement		Monolithique Technique de maquillage		Assemblage
		Maquette conçue par CFAO	→	Cut back Légère stratification Maquillage	→	
	→		Chape Stratification			

Tableau -3- : étapes cabinet/laboratoire d'un traitement prothétique avec une céramique pressée. (9)

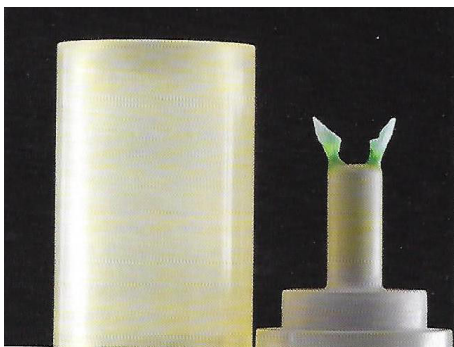
Cas clinique n°1, retrouvé dans la revue Biomatériaux Cliniques (9):



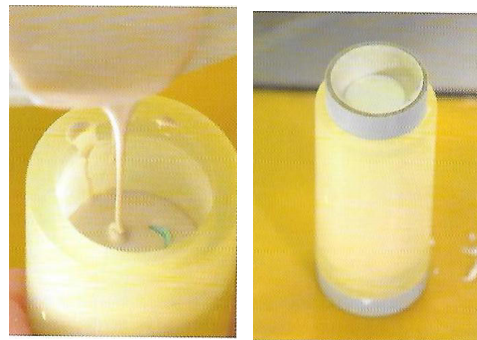
1. Modèle coulé en plâtre classe IV



2. Chapes en cire



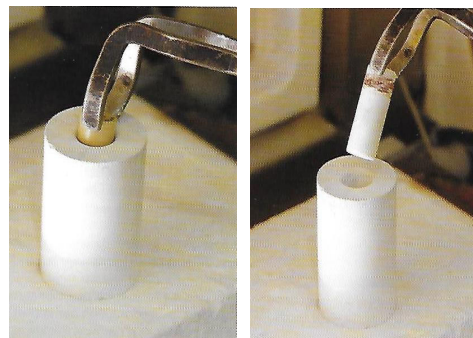
3. Chapes sur le cône de pressée



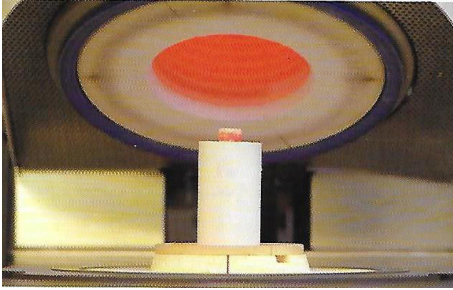
4. Gauche : cylindre mis en place sur le cône / Droite : gabarit positionné sur le haut du cylindre afin d'évacuer l'excès de revêtement, puis un temps de prise de 20 minutes est respecté



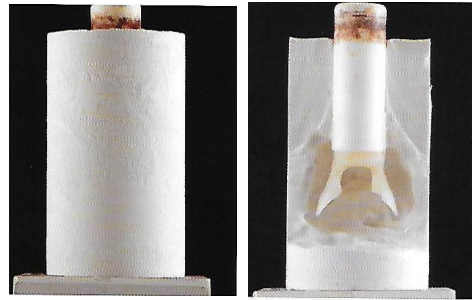
5. Après retrait du gabarit, du cylindre et du cône, le revêtement est mis au four de chauffe



6. Gauche : Positionnement du lingotin  
Droite : Positionnement du piston



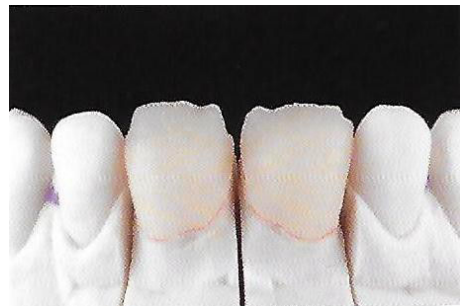
7. Revêtement dans le four de pressée



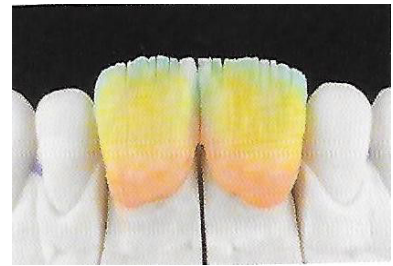
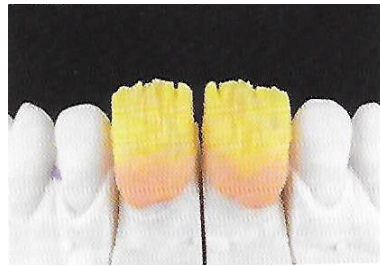
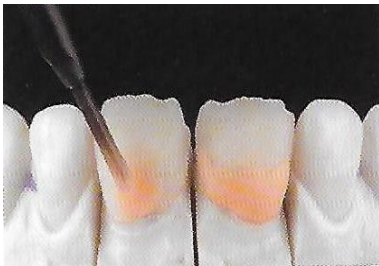
8. Gauche : refroidissement  
Droite : Revêtement ouvert en deux pour visualiser le résultat



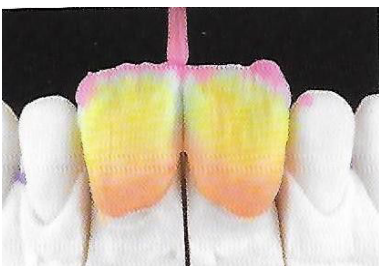
9. Éléments sectionnés et grattés sur le modèle de travail



10. Chapes après cuisson de connexion. Cette première couche permet une première liaison entre le disilicate et la céramique cosmétique fluoro-apatite.



11.12.13. La suite du cas clinique représente la technique de stratification vue au paragraphe suivant. De gauche à droite, dépôt du corps dentinaire, création de stries, effets opalescents.



14.15.16. De gauche à droite, effets halo, sortie de 1ère cuisson, céramique incisale



**17.18.19.** De gauche à droite, après 2<sup>nd</sup>e cuisson, travail des formes avec une mine 0,5 rouge, céramiques terminées



**20.** Les deux facettes en E.max Press ® stratifiées en E.max Ceram Power ®

## Céramiques infiltrées

Fabriquées en deux étapes : élaboration d'une structure en céramique préfrittée poreuse puis infiltration par un verre liquide comblant les porosités.

L'empreinte est coulée afin d'obtenir un modèle de travail en plâtre, qui sera préparé (MPU, détourage, espaceur, seconde coulée avec un plâtre spécial, dépôt d'un abaisseur de tension superficielle).

Puis la barbotine est à son tour préparée : le liquide de céramique est mélangé à un liant organique (mélange homogénéisé aux ultrasons). A ce mélange est ajoutée la poudre de barbotine.

Montage de la barbotine soit par trempage (préparations périphériques unitaires), soit à l'aide d'un pinceau (préparations partielles et bridges).

La barbotine est ensuite durcie puis façonnée au couteau avant son passage au four de frittage. Cette dernière étape permet la formation des « cous de frittage » (liaisons entre les grains).



A la sortie du four, l'infrastructure est dégagée.

La prothésiste doit alors choisir les teintes de poudre de verre qu'il va devoir utiliser. Ces dernières sont mélangées avec de l'eau distillée pour créer une pâte qui sera placée sur l'armature. Plusieurs teintes sont nécessaires, chacune ayant une caractéristique bien particulière.

L'ensemble est placé dans un four d'infiltration Inceramat 3T (Vita™) . Le verre se liquéfie avec la chaleur et infiltre le réseau poreux de l'armature.

### Indications :

-Spinell ® : restaurations esthétiques et subissant des forces mécaniques faibles tels qu'inlay-onlay, facettes, couronnes antérieures.

-Alumina ® : restaurations esthétiques et subissant des forces mécaniques moyennes tels que les couronnes antérieures et petits bridges antérieurs, facettes

-Zirconia ® : restaurations subissant des forces mécaniques importantes sans contrainte esthétique tels que couronnes, bridges de petite étendue.

Noms : In-Ceram Spinell®, In-Ceram Alumina ® , In-Ceram Zirconia ®

### Avantages ;

- adaptation marginale excellente.
- grand choix de teintes.
- beaucoup d'indications (mis à par les bridges de grande étendue).

## Cas clinique n°2, procédé d'infiltration (71)



1. Céramique In Ceram® (Vita™)



2. Préparation de la barbotine



3. Montage de la barbotine sur le modèle positif unitaire coulé dans un plâtre spécial, enduit d'un abaisseur de tension superficielle

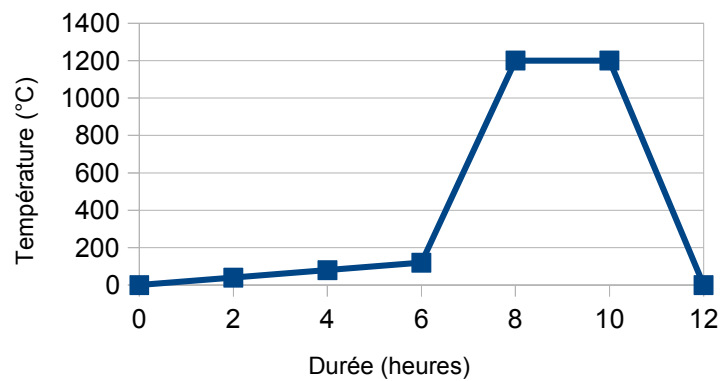


4. Séchage 30 minutes

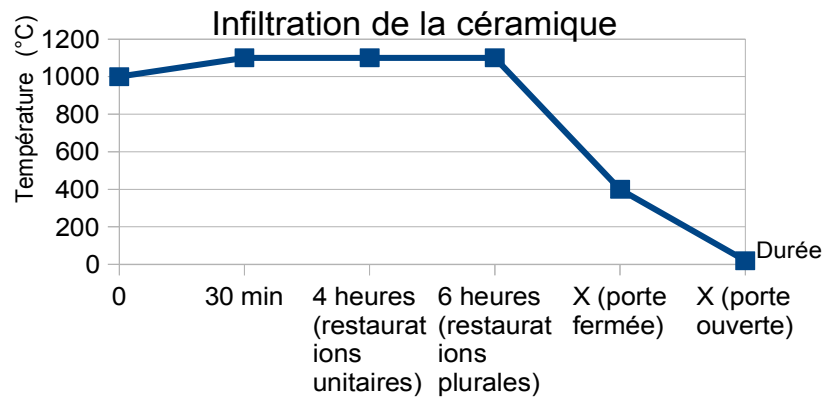


5. Four de frittage (Vita™)

## Frittage de la céramique



6. Courbe de frittage



### 7. Four Inceramat 3T (Vita™)

Après enduction de la poudre de verre mélangée à de l'eau distillée sur la chape de barbotine

### 8. Courbe de l'infiltration de la céramique durant laquelle le verre se liquéfie et infiltre le réseau poreux



### 9. Sortie du four, armature terminée après sablage

## Céramiques usinées

Préparées individuellement sous forme de blocs ou de cylindres destinés à être usinés à l'aide d'un système CFAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) par soustraction de matériau.



Les blocs peuvent être denses (totalement frittés, peu usinables) ou poreux (préfrittés, facilement usinables).

Trois étapes sont nécessaires : acquisition des données par un scanner, modélisation par un logiciel (CAO), puis usinage de la pièce prothétique (FAO) par une machine outil (10).

Une technique régulièrement vue en laboratoire est la confection de la chape zircone en CFAO puis le montage de la céramique cosmétique par stratification (voir cas clinique n°3).

Famille de céramique	Composition	Noms commerciaux	Société	Indications
Céramiques feldspathiques	Cristaux feldspathiques	Vitablocs Mark II Real life Triluxe Triluxe forte Cerec blocks	Vita	- Petites restaurations unitaires : facettes, inlay, onlay, overlay, couronne antérieure à faible forces mécaniques
Vitrocéramiques	Enrichies en leucite	Empress CAD Initial LRF	Ivoclar Vivadent GC	- Restaurations unitaires petites à moyennes: facettes, inlay, onlay, overlay, couronne antérieures
	Enrichies en disilicate de lithium	E.max CAD ®	Ivoclar Vivadent	- Restaurations unitaires: facettes, inlay, onlay, overlay, couronnes dento- ou implanto-portées - Bridges de 3 éléments
	Enrichies en silicate de lithium et zircone	Suprinity ® Celtra Duo ®	Vita Dentsply	- Restaurations unitaires: facettes, inlay, onlay, overlay, couronnes dento- ou implanto-portées, antérieures ou postérieures
Céramiques infiltrées	Alumine et magnésium	In-Ceram Spinelle ®	Vita	- Inlay, onlay - Armature de couronne antérieure
	Alumine	In-Ceram Alumina ®		- Armature de couronne antérieure
	Zircone	In-Ceram Zirconia ®		- Armature de bridge 3 éléments postérieur
Céramiques polycristallines	Alumine	Procera Allceram ®	Aurum	- Armature de couronne antérieure - Bridge de 3 éléments postérieur
	Zircone	Cercon ®, Lava ®, Incoris ® Cerec Zirconia ®	Sirona	- Armature couronnes céramo-céramiques - Couronnes monolithiques postérieures
		ZirCAD ®	Ivoclar Vivadent	- Armature de couronne ou bridge antérieur jusqu'à 4 éléments
		Aadva Zr ®	GC	- Pilier implantaire

Tableau -4- : Différentes céramiques usinées et leurs indications



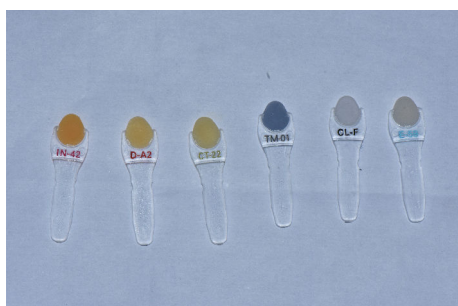
Cas clinique n°3, suivi en cabinet dentaire en 2017-2018 et réalisé à l'aide du laboratoire de prothèse Requier (Caen). Montage de quatre couronnes unitaires antérieures avec chapes en céramique polycristalline zircono crées par CFAO puis stratification d'une céramique au disilicate de lithium.



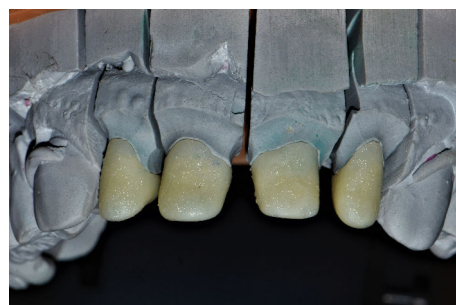
1. Chapes zircone créées par CFAO



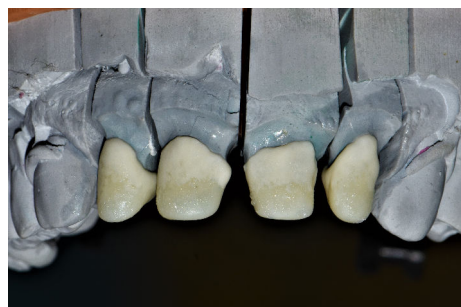
2. Céramique GC Initial MC



3. Teintes choisies pour ce cas clinique.



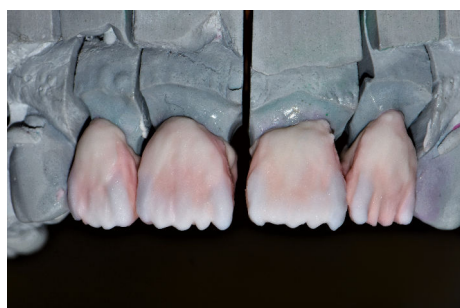
4. Chapes réalisées par CFAO recouvertes de billes de verre



5. Céramique montée au pinceau au collet



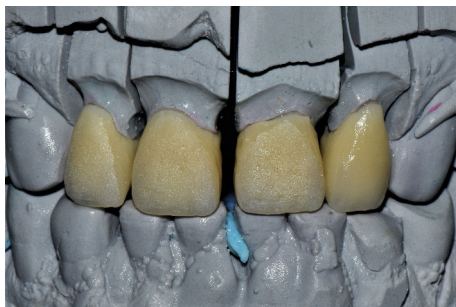
6. Céramique teinte dentine recréant les irrégularités de surface



7. Céramique fluorescente teinte émail suivant les irrégularités



8. Céramique teinte émail placée sur toutes les faces



9. Restaurations après la 1ère cuisson



10. Céramique de transparence



11. 2<sup>nde</sup> cuisson



12. Après la cuisson de glaçage



**13.** Résultat final, restaurations prêtes à être essayées cliniquement

## II.3.2.3.Nouvelle classification

				Indications cliniques				
	Techniques de mise en œuvre	Infrastructure (I) Restauration monolithique (RM) Facette (F)	Mordançable	Facettes	Restaurations partielles	Couronnes antérieures (A) ou postérieures (P)	Bridges	Piliers implantaires
<b>1. Céramique avec matrice de verre</b>								
1.1 Céramiques feldspathiques	Die réfractaire ou feuille de platine ou pressée	RM/F	oui	Yn				
1.2 Céramiques de synthèse								
a) à base de leucite	Pressée Ou CFAO	IRM	oui	Yn	Yn	Y(A)		
b) disilicate de lithium et ses dérivés	Pressée ou CFAO	IRM	oui	Yn	Yn	Y(A/P)	bridges de trois éléments (jusqu'à la deuxième prémolaire, comprise)	
c) à base de fluoroapatite*	Pressée ou stratification	F	oui	-	-	-	-	-
1.3 Céramiques infiltrées de verre								
a) alumine	CFAO ou barbotine	I	oui			Y(A/P)	bridges antérieurs de trois éléments	
b) alumine et magnésium	CFAO ou barbotine	I	oui			Y(A)		
c) alumine et zircon	CFAO ou barbotine	I	oui			Y(A/P)	bridges postérieurs de trois éléments	
<b>2. Céramiques polycristallines</b>								
2.1 Alumine	CFAO	I	non	Yn		Y(A/P)	Yn	
2.2 Zircon stabilisée	CFAO	IRM	non		Yn	Y(A/P)	Yn	Yn
2.3 Alumine renforcée à la zircon, et zircon renforcée à l'alumine	CFAO	IRM	non		Yn	Y(A/P)	Yn	Yn
<b>3. Céramiques avec matrice en résine</b>								
3.1 Nanocéramique à base de résine	CFAO	RM	non	Yn	Yn	Y(A/P)		
3.2 Vitrocéramique au sein d'un réseau polymère pénétrant	CFAO	RM	oui	Yn	Yn	Y(A/P)		
3.3 Silicate de zircon au sein d'un réseau polymère pénétrant	CFAO	RM	non	Yn	Yn	Y(A/P)		

\* Les céramiques à base de fluoroapatite servent à recouvrir des infrastructures métalliques ou réalisées en zircon.

Tableau -5- : Forme résumée de la nouvelle classification des matériaux de restauration céramique mentionnant leurs techniques de mise en œuvre, la mordançabilité (type de scellement) et les indications cliniques précisées par les fabricants. (11)

### II.3.3.Un nouveau type de céramique: les matériaux hybrides RCIP (Réseau de Céramique Infiltré par un Polymère)

Pour contrer les inconvénients de la céramique tout en préservant ses caractéristiques esthétiques, un nouveau type de céramiques a vu le jour récemment. Les céramiques hybrides se composent de deux réseaux enchevêtrés l'un dans l'autre, l'un composé de céramique et l'autre de polymères. Trois grands systèmes existent :

- Lava Ultimate ® (3M-ESPE™) composé d'une matrice résineuse infiltrée par 80% de nanoparticules de zircon.
- Enamic ® (Vita™) doté d'un réseau céramique infiltré par des polymères.

- Cerasmart ® (GC™) possédant une matrice résineuse et des nano-particules de céramique feldspathique.

- Enamic ® (Vita™)

Créé en 2013, ce nouveau matériau hybride céramique/composite a de larges indications : inlays/onlays, facettes, couronnes antérieures ou postérieures.



Il s'agit d'un réseau de céramiques feldspathiques (86% en poids et 75% en volume), infiltré d'urethane diméthacrylate (UDMA) et de triéthylèneglycoldiméthacrylate (TEGDMA) (14% en poids et 25% en volume). (12)

Selon le fabricant, sa « résistance mécanique élevée », son « extraordinaire élasticité » et sa fonction de « blocage des fissures » en font un matériau de choix. Ses caractéristiques se trouvent proches de celles de la dent naturelle, avec une fragilité moindre que la céramique.

Il s'agit d'un matériau usinable avec les systèmes Sirona™ CEREC® et inLab®.

- Cerasmart ® (GC™)

Créée en 2014, la céramique hybride Cerasmart ® absorbeur de choc se compose d'une matrice résineuse à 29% et de particules de nano-céramiques feldspathiques à 71%.



Selon le fabricant, elle est « adaptée aux situations clinique occlusales complexes » grâce à sa capacité à absorber les chocs, elle possède également une « excellente adaptation » et une « résistance aux éclats » qui garantissent une préservation de joint marginal dans le temps. Enfin « sa dureté de surface adéquate permet de réduire l'abrasion des dents antagonistes ».

Ces deux nouveaux types de matériaux usinables s'ajoutent désormais aux deux précédents dans le



domaine de la CFAO, que sont les céramiques et les résines composites.

### II.3.4. Propriétés remarquables

Matériau	Composition	Résistance en flexion (Mpa)	Résistance à la compression (N)	Module d'élasticité = Module d'Young (Gpa)	Coefficient de dilatation thermique (10 <sup>-6</sup> C-1)	Ténacité K 1c (Mpa.m <sup>1/2</sup> )	Température de frittage (°C)
Céramique feldspathique	Matrice vitreuse + cristaux (quartz, leucite, albite)	100-160		60 – 80	11,6 – 17	0,7 – 1	940 – 1180
Vitrocéramique	Matrice vitreuse + cristaux (disilicate de lithium)	250-350	282	90 – 110	9 – 10,5	1	900 – 1000
Céramique infiltrée	Matrice à 80% de charges cristallines (spinelle, alumine, zircon) + 20% de verre infiltré	600-750		255 – 285	7 – 8	2,5 – 5,5	1130 – 1140
Céramique alumineuse Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cristaux d'Alumine	450-650	518	350 – 400	7,5 – 8,5	3 – 6	> 1140
Céramique zircon ZrO <sub>2</sub>	Cristaux de zircon	900-1250	755	200	10 – 11	7 – 10	> 1350

Matériau	Propriétés biologiques	Translucidité Propriétés optiques	Procédé de mise en œuvre	Utilisation	Situation clinique	Exemples de noms	Assemblage
Céramique feldspathique	- Inertie chimique	+++	Barbotine CFAO	Facette Inlay / Onlay Chips	Dent vivante ou dépulpée non dyschromiée	IPS-Empress ®	Scellement adhésif Collage
Vitrocéramique	- Inertie thermique - Inertie électrique	+++	Barbotine Pressée CFAO	Inlay-onlay-overlay Facette Couronne Bridge petite étendue antérieur	Dent vivante ou dépulpée non dyschromiée	IPS-Empress2 ® E-Max ®	Scellement adhésif Collage
Céramique infiltrée	- Absence de corrosion - Biocompatible - Absence de toxicité - Absence de bimétallisme - Bonne tolérance tissulaire	++	Barbotine/frittage puis infiltration CFAO/frittage puis infiltration	Infrastructure Couronne Bridge petite étendue	Dent vivante moyennement dyschromiée Dent non pulpée faiblement dyschromiée Dent non pulpée avec inlay-core	In-Ceram Spinell ® In-Ceram Alumina ® In-Ceram Zirconia ®	Scellement adhésif Collage
Céramique alumineuse Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	- Bon état de surface : faible adhésion de la plaque bactérienne	+	CFAO	Infrastructure Couronne Bridge Pilier implantaire	Dent non vivante fortement dyschromiée Avec ou sans inlay-core	Procera Alumina ®	Scellement conventionnel
Céramique zircon ZrO <sub>2</sub>		+/-	CFAO	Infrastructure Couronne Bridge Pilier implantaire	Dent non vivante fortement dyschromiée Avec ou sans inlay-core	Procera Zirconia ® Lava ®	Scellement conventionnel Collage MDP

Tableau -6- : Propriétés remarquables des céramiques (13) (14)

### II.3.5. Assemblage des céramiques

L'assemblage est une étape primordiale pour la pérennité de la restauration prothétique. Un bon assemblage réduit les risques d'infiltration bactérienne donc de désolidarisation de la prothèse et améliore la résistance à la fracture à la fois de la prothèse et de la dent concernée.

#### Tableau : Séance 1 au cabinet ; préparation dentaire

- 1) Étude du cas, devis, consentement éclairé.
- 2) Empreintes d'étude si besoin.
- 3) Préparation de la dent de dépouille, congés.
- 4) Cordonnet de déflexion + liquide astringent dans le sulcus (ou autre technique de déflexion gingivale).
- 5) Retrait du cordonnet, empreinte aux polyvinylsioxanes envoyée au laboratoire de prothèse.
- 6) Couronne provisoire avec une résine composite, scellement provisoire.

**Tableau : Interséance au laboratoire de prothèse**

- 1) Montage de la chape en alumine ou zircone : confection et fabrication assistées par ordinateur (CFAO).
- 2) Montage de la céramique cosmétique : technique de pressée, infiltration par la barbotine, CFAO.

**Tableau : Séance 2 au cabinet ; assemblage de la couronne**

- 1) Dépose de la couronne provisoire, nettoyage du pilier
- 2) Essayage de la couronne ; vérification des limites cervicales, de l'intrados, des points de contact (fil dentaire), de l'occlusion (papier d'occlusion)
- 3) Champ opératoire
- 4) Acide orthophosphorique : 30 secondes sur l'émail, 15 secondes sur la dentine (variable selon le système adhésif utilisé)
- 5) Rinçage abondant
- 6) Séchage
- 7) Adhésif, séchage, polymérisation
- 8) Mise en place de la couronne préalablement chargée de ciment ou de composite de collage
- 9) Élimination des excès de ciment / colle
- 10) Glycérine aux limites cervicales (éviter l'inhibition de la colle liée à l'oxygène)
- 11) Photopolymérisation 30 secondes par face
- 12) Retrait du champ opératoire
- 13) Contrôle clinique : retrait de l'excédent de colle, limites cervicales, points de contact, occlusion

**Tableau : Séance 2 au cabinet ; conditionnements pour le collage des céramiques**

Céramiques mordançables (avec une phase vitreuse)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sablage : alumine 50 à 110 microns sous 0,5 à 1 bar</li> <li>2) Mordançage : acide fluorhydrique 10% ou bifluorure d'ammonium 60Sec vitrocéramiques leucite 20Sec vitrocéramiques disilicate de lithium</li> <li>3) Rinçage 60 sec</li> <li>4) Séchage</li> <li>5) Silane 1 minute</li> <li>6) Séchage</li> <li>7) Adhésif amérodentinaire</li> <li>8) Composite de collage</li> </ol>
Céramiques non mordançables (polycristallines)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sablage : alumine 20 à 50 microns, &lt;1bar *</li> <li>2) Traitement tribochimique *</li> <li>3) Dégraissage à l'alcool</li> <li>3) Rinçage</li> <li>4) Séchage</li> <li>5) Scellement conventionnel : ciment oxyphosphate de zinc ou polycarboxylate de zinc ou ciment verre ionomère (CVI) Ou scellement adhésif : ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine (CVIMAR, exemple Fuji Plus ®) ou compomère Ou collage avec colle autoadhésive (RelyX Unicerm ®, Max Cem Elite ®, Speed Cem ®, G-Cem ®, Total Cem ®) Ou collage avec colle à base de MDP (monomère phosphate, exemples Panavia ®, Clearfil Ceramic Primer ®, Monobond Plus ®)</li> </ol>

\* Le sablage peut se faire au cabinet si celui-ci est muni d'une microsabieuse ou au laboratoire de prothèse.  
Le traitement tribochimique se fait au laboratoire de prothèse.

Tableau -7- : Étapes cabinet/laboratoire de confection et d'assemblage des restaurations céramo-céramiques (15) (16)

*Attention lors de la manipulation de l'acide fluorhydrique (produit chimique toxique et dangereux) ; respecter les mesures de sécurité avec une protection optimale du praticien et du patient ainsi que les mesures environnementales.*

Pour la confection d'une couronne céramo-métallique, le procédé est similaire ; seuls diffèrent le conditionnement de la couronne, beaucoup plus restreint (décontamination seulement), l'absence de mordancage/adhésif et le système d'assemblage.

### III. Fractographie

Selon une étude de Ozcan et Niedermeier en 2002 (17), le taux de fractures pour les couronnes céramo-métalliques est de 3-4% à 10 ans, et celui des couronnes céramo-céramiques atteint les 5-10% à 10 ans. De plus, 65% des fractures se font dans le secteur antérieur, et dans 75% des cas sur les faces vestibulaires des dents maxillaires.

Une autre étude (18) portant sur la prévalence des traumatismes dentaires professionnels révèle que la fracture d'une couronne dentaire est le traumatisme le plus souvent rencontré (34,5% des cas), devant les subluxations/luxations, l'avulsion dentaire, la fracture radiculaire et la commotion cérébrale.

Cette même étude précise que les hommes sont plus touchés que les femmes par ces traumatismes, et place les incisives supérieures comme les dents le plus souvent en cause, devant les incisives inférieures, puis les canines supérieures, canines inférieures et enfin les bicuspides et molaires.

#### III.1. Pourquoi les matériaux cassent-ils ?

Une fracture au niveau d'une couronne dentaire est la conséquence d'un phénomène latent passant par plusieurs étapes non visibles cliniquement.

Elle est le résultat de la fatigue du matériau, qui se caractérise par « l'initiation et la propagation d'une ou plusieurs microfissures dans des zones de concentration de contraintes générées durant la mastication et accélérées par l'environnement buccal humide. » (19).

Une fois que les fissures ont atteint une longueur critique, le matériau se casse.

Pour justifier cela, une étude de 2015 (20) a montré que toutes les fractures observées ont débuté à partir de microfissures présentes au niveau d'une facette d'usure occlusale.

Il existe plusieurs types de défauts pouvant causer la fracture de la céramique (21) :

- Défauts de fabrication : des porosités peuvent être ajoutées au matériau lors des premières phases d'élaboration de la céramique au laboratoire.
- Défauts de surface :

ceux-ci peuvent être créés avant la pose, après refroidissement, car les phases vitreuse et cristalline ont une contraction différentes.

Ils peuvent également être créés au cabinet, lors d'un meulage de la céramique durant la pose de la couronne.

De plus, le milieu buccal offre des conditions très rudes aux biomatériaux : à la fois au niveau physico-chimique (pH salivaire...) mais aussi mécanique (forces de mastication, parafunctions...).

### III.2. Classification des fractures (22, 47)


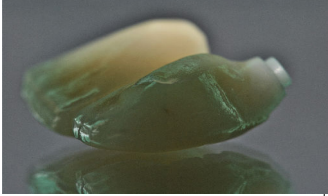


Tableau : classification des fractures de céramiques			
1)	Fractures cohésives	Fissure de la céramique de recouvrement	
		Fracture limitée à la céramique de recouvrement (écaillage)	
3)	Fractures adhésives	Fracture montrant le noyau (délamination)	
		Fracture du noyau	

Tableau -8- : classification ds fractures de céramique



## IV. Analyse des études :

### IV.1. Matériel et méthode

Objectifs : cette revue de littérature a plusieurs objectifs :

- Rappeler les différents systèmes existants de couronnes dentaires, leur fabrication et leurs modes d'assemblage.
- Étudier et comparer les taux de fractures trouvés dans la littérature actuelle, quant aux couronnes céramo-métalliques et aux couronnes céramo-céramiques supra-radiculaires et supra-implantaires.
- Étudier et comparer les différents systèmes de céramiques utilisés dans le domaine de l'odontologie.
- Étudier les limites et les techniques de réparation de la céramique, en méthodes directe ou indirecte.

Stratégie de recherche :

Recherche électronique via Pubmed, Sciencedirect et Cochrane en utilisant les mots-clefs suivant : chipping, « fracture rate », « failure rate », « shear bond strength », « flexural resistance », veneer, strength, « zirconia crown », ceramic, « porcelain-fused-to-metal ».

Recherche dans la littérature : lecture de journaux dentaires tels que : Quintessence dentisterie restauratrice et prothèse, L'information dentaire, Biomatériaux Cliniques dentaires.

Critères de sélection des études :

Ont été incluses les études répondant aux objectifs cités ci-dessus.

Concernant la comparaison des taux de fractures entre les couronnes CM et CC, ainsi que l'analyse

et la comparaison des systèmes de céramique, seules les études allant de 2014 à 2018 ont été incluses.

Au niveau de la langue, seules les études en anglais et en français ont été retenues.

Ont également été incluses les études portant sur des couronnes unitaires ou des dispositifs fixés pluraux, avec des systèmes de montage en céramo-métallique (alliages non précieux) ou en céramo-céramique.

Ont été exclues les études portant sur des dispositifs partiels tels que les inlay-onlay-overlay, ainsi que celles sur les dispositifs amovibles.

Les études portant sur les métaux précieux n'ont pas été incluses.

Les résultats ont été classés en quatre tableaux (voir annexes).

1- Comparaison des taux de fractures, taux de succès et de survie entre les couronnes supra-radicales céramo-métalliques et céramo-céramiques (annexe 1)

2- Analyse et comparaison des différents systèmes de céramiques entre eux. (annexe 2)

3- Comparaison des taux de fractures, taux de succès et de survie des couronnes supra-implantaires céramo-métalliques et céramo-céramiques. (annexe 3)

4- Étude concernant les causes des fractures de céramique et méthodes de réparation. (annexe 4)

Certaines études détenaient des résultats allant dans plusieurs tableaux. Elles ont donc été incluses dans chaque tableau correspondant, avec seulement l'analyse de la partie concernée.

## IV.2.Résultats

Rappels de définitions :

- Taux de survie : pourcentage de restaurations qui survivent même si elles présentent une

fracture pouvant être réparée ou n'ayant pas d'effet (23)

- Taux de succès : pourcentage de restaurations qui survivent sans effets indésirables (23).

125 études trouvées, dont 83 postérieures à 2013 et 42 antérieures à 2014.

Parmi celles-ci ;

- 24 études comparant les restaurations supra-radicaux céramo-métalliques et céramo-céramiques, dont 16 postérieures à 2013.
- 70 études analysant et comparant les systèmes de céramiques, dont 49 postérieures à 2013.
- 12 études comparant les restaurations supra-implantaires céramo-métalliques et céramo-céramiques, dont 7 postérieures à 2013.
- 20 études concernant les causes des fractures et les systèmes de réparation, dont 15 postérieures à 2013.

IV.2.1. Comparaison des taux de fractures, taux de succès et de survie entre les restaurations supra-radicaux céramo-métalliques (CM) et céramo-céramiques (CC).

Sept études sont antérieures 2014 et ne seront donc pas comprises dans l'analyse.

Cinq études trouvent des résultats pour les restaurations céramo-métalliques supérieurs à ceux pour des céramo-céramiques (annexe 5).

Une étude trouve des résultats pour les restaurations céramo-métalliques inférieurs à ceux pour des céramo-céramiques (annexe 5).

Douze études ne trouvent pas de différence significative entre les deux systèmes de restaurations (annexe 5).

Ces valeurs sont répertoriées dans le diagramme -1-.

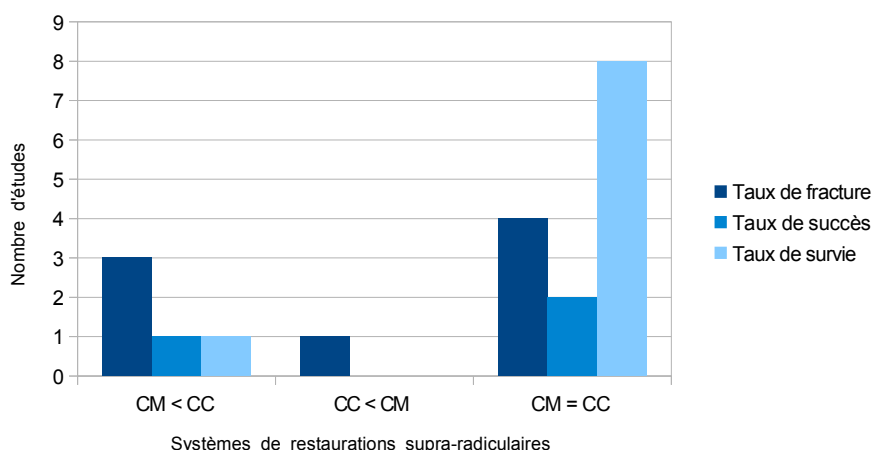


Diagramme -1- : nombre d'études affichant des résultats quant aux taux de fractures, de succès et de survie des différents systèmes de restaurations fixées.

Concernant le taux de fractures, aucune différence significative n'a été trouvée pour la plupart des études. De nombreuses études comparant ces résultats ont été réalisées avant 2014, l'intérêt portant désormais davantage sur les systèmes tout céramique.

Aucune conclusion ne peut être apportée quant au taux de survie des restaurations.

C'est ce qu'a voulu montrer Rinke en 2016 (2) dans une étude comparant les taux de succès et de survie à 5 ans des couronnes CM et des couronnes CC base zircone au niveau molaire. Il trouve alors un taux de survie de 97,6% pour les CM et de 94% pour les CC. Cette différence est démontrée comme non significative.

Une autre étude de 2017 (24) démontre tout de même qu'il ne faut pas faire une généralité sur les résultats des couronnes CC. Certains types de céramiques ont des propriétés différentes et peuvent présenter une différence significative par rapport aux couronnes CM. C'est le cas des céramiques en verre renforcé et des céramiques feldspathiques.

Ainsi ces dernières ont un taux de survie à 5 ans de 90,7% (25), ce qui est bien inférieur à la moyenne globale du taux de survie des céramo-céramiques.

Les résultats sont similaires en ce qui concerne le taux de succès. Là encore, la majorité des études ne trouvent pas de différence significative.

Monaco C, en 2017 (26), estime le taux de succès des couronnes CM à 5 ans à 91,11 % +/- 4,27 %. Celui des couronnes CC est lui estimé à 92,64 % +/- 4,14%. La différence est là encore non significative.

Le mode de fractures le plus répandu est l'écaillage de la céramique cosmétique. Les couronnes CC ont davantage de fractures cohésives (ne montrant pas la chape) que les couronnes CM qui, elles, présentent plus de fractures adhésives découvrant la chape métallique (27). Ce phénomène pourrait être lié au fait que la chape céramique, plus esthétique, n'alarme pas le patient. Alors qu'une découverte de chape métallique est gênante pour ce dernier et devient un motif de consultation.

Ajoutons à ces données que, selon Irena Sailer (28), toutes les fractures débutent au niveau d'une facette d'usure occlusale. Il s'agit d'une fissure qui se propage et s'amplifie sous le poids des contraintes.

Enfin les restaurations en position terminale sur arcade ont un taux de succès inférieur concernant la céramique cosmétique (2).

#### IV.2.2. Analyse et comparaison des différents systèmes de céramiques

- Taux de survie / succès

Les taux de survie et de succès ont été répertoriés dans le tableau - 8 -.

Types de restaurations	Taux de survie				Taux de succès		
	À 3 ans	À 5 ans	À 9 ans	À 10 ans	À 5 ans	À 6 ans	À 10 ans
Céramiques feldspathiques		90,70%	87,00%				
Vitrocéramiques	100,00%		94%				
Disilicate de lithium	100,00%	98,20%	96,10%	83,50%			
Zircone / céramique cosmétique	100,00%	98,50%		67,20%	96,90%	80,00%	62,10%

Tableau -9- : taux de survie et de succès des différentes céramiques

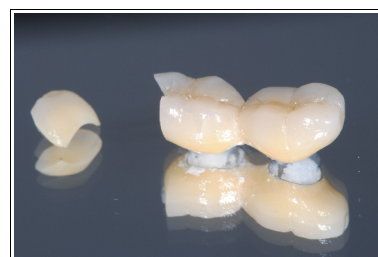
Les meilleurs taux ont été retrouvés pour les couronnes en disilicate de lithium et celles en zircone.

Les plus faibles taux ont été retrouvés avec l'utilisation de céramique feldspathique.

Globalement, les taux de survie pour les couronnes antérieures sont meilleurs que ceux des couronnes postérieures (25) (29).

- Taux de fracture

Les complications le plus souvent rencontrées au niveau des restaurations prothétiques fixées sont la reprise carieuse et la fracture prothétique. Cette dernière commence le plus souvent



Fracture adhésive vue en cabinet

à partir d'une fissure interne au niveau d'une zone de haute contrainte, qui se propage jusqu'à former la fracture.

Quel que soit le système de céramique utilisé, toutes les études s'entendent à dire que le principal type de fracture rencontré est l'écaillage de la céramique cosmétique. Les taux sont fluctuants, de 3,1% pour Tartaglia (30) à 4% pour Nāpānkangas (31) et Morimoto (32).

Ces résultats peuvent être rassurants dans le sens où l'écaillage est un type de fracture cohésive peu délabrant pour la restauration. Un paragraphe sera consacré aux techniques de réparation.

Certains types de céramiques se trouvent être plus fragiles que d'autres. C'est le cas de la céramique feldspathique et des vitrocéramiques renforcées en leucite ou en fluoroapatite. Ces dernières possèdent une proportion élevée de phase vitreuse par rapport au taux de charges. Elles sont donc moins susceptibles de supporter des contraintes. C'est pourquoi elles ne doivent pas être utilisées en zone postérieure (28). Cela s'explique par le fait que les forces sont plus élevées au niveau des dents

postérieures. Ainsi et plus globalement, les restaurations prothétiques fixées antérieures sont en moyenne 50% moins susceptibles de subir un échec que les mêmes restaurations placées postérieurement (33).

Une restauration antérieure sera davantage axée sur l'esthétique alors qu'une restauration postérieure privilégiera la résistance aux forces.

Mais alors, quelle céramique choisir pour des restaurations postérieures ?

Parmi toutes les céramiques s'offrant à l'odontologie, une règle est d'or : plus le taux de charges augmente (donc plus la phase cristalline domine), plus la céramique acquiert des propriétés mécaniques élevées.

- Zircone Y-TZP / Disilicate de lithium

**cercon**<sup>®</sup>  
Zirconia (72)



La zircone stabilisée à l'yttrium (Y-TZP, Cercon Zirconia ®) possède une capacité à résister à la rupture très élevée. Cela s'explique par le fait qu'elle subit une transformation martensitique d'une phase quadratique à une phase monoclinique (transformation q-m) lors de l'apparition de charges. Cette transformation lui permet de modifier son volume et ainsi de limiter la propagation de la fissure, en comblant les espaces. Elle peut ainsi facilement être placée en zone postérieure, où les charges sont les plus importantes (une molaire peut absorber jusqu'à 350N, certains pics pouvant atteindre les 1000N en cas de parafonction).

Pour ce qui est des restaurations en zircone / céramique cosmétique, le taux de fracture à 5 ans est estimé à 3,31% selon Abdulmajeed (34) dans une étude portant sur 31 594 restaurations. Ce faible taux de fracture est dû au fait que la zircone est une céramique polycristalline ; elle a donc des propriétés mécaniques plus élevées que la vitrocéramique par exemple ; la fracture apparaît presque toujours au niveau de la céramique cosmétique.

En revanche, les études divergent lorsqu'il s'agit de comparer la zircone au disilicate de lithium. Selon Seydler (35) et Nasrin (36), il n'existe aucune différence statistiquement significative entre ces deux systèmes. Mais selon Yu Zhang (37) et Shaymaa (38), la zircone posséderait une résistance à la fatigue plus importante que le disilicate de lithium.

Ces deux systèmes semblent être les plus adaptés pour des restaurations postérieures, leurs charges de fracture étant supérieures aux charges occlusales maximales.

Mais le défaut majeur de la zircone est son esthétique limitée, propriété « délaissée » au profit de ses caractéristiques mécaniques.

Des solutions ont été trouvées avec les couronnes « bicouche », possédant une chape de zircone surmontée d'une céramique dite « cosmétique ». Mais ce type de couronnes semble moins résistant, comme le montre Merve (39) qui a étudié la résistance à la fracture de ces systèmes lors de l'application de charges thermomécaniques. Ses résultats s'accordent avec ceux d'Altamini (40) qui affirme qu'une couronne bicouche en zircone / fluoroapatites pressées possède une résistance à la fracture moindre qu'une couronne monolithique en disilicate de lithium.

Keisuke Nakamura (41) démontre qu'une couronne monolithique en zircone avec un chanfrein de 0,5mm et une épaisseur occlusale de 0,5mm peut être utilisée dans la région molaire. D'après son étude, cette même couronne pourrait supporter une plus grande charge qu'une couronne en disilicate de lithium avec une épaisseur occlusale de 1,5mm. Ce résultat s'accorde avec celui de Yu Zhang (37) qui affirme que les couronnes monolithiques en zircone ont une résistance à la rupture plus forte, et sont donc plus durables que les couronnes monolithiques en disilicate de lithium.

Une étude récente de 2018 (42) a porté ses recherches sur un nouveau traitement de surface visant à améliorer la liaison de la zircone renforcée à l'yttrium avec la céramique cosmétique. Cette technique consiste à réaliser une abrasion classique par des particules en suspension dans l'air



(APA) d'oxyde d'alumine de 50-110  $\mu\text{m}$  et d'y ajouter une pulvérisation par aérographe d'une « boue » de céramique (YTZ non frittée + céramique glacée + éthanol). Cette nouvelle étape, réalisée au laboratoire de prothèse, augmenterait le microclavetage et la rétention micromécanique.

Les résultats de l'étude montrent que la rugosité de surface (permettant une meilleure rétention) et la résistance au cisaillement se trouvent améliorées par cette technique.

Ainsi l'APA permet de créer une rugosité de surface et une meilleure adhésion entre l'armature et la céramique cosmétique. Cependant, un changement de phase tétragonale à monoclinique présente après cette étape génère un stress responsable d'un risque plus élevé de rupture.

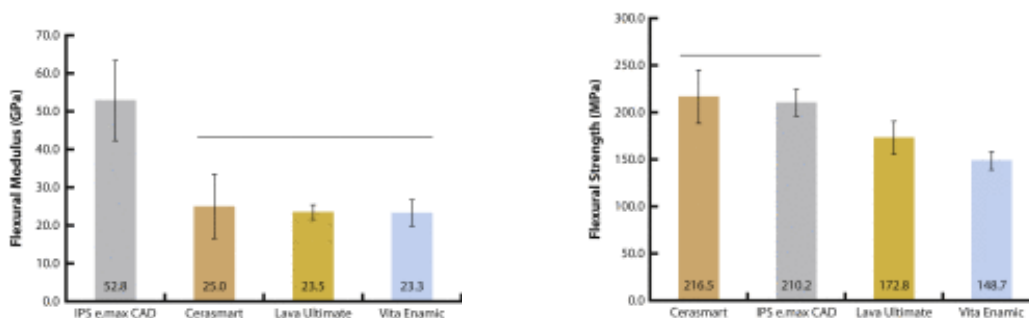
Ce nouveau traitement de surface permet d'obtenir une surface rugueuse sans changer de phase, et améliore ainsi l'adhésion.

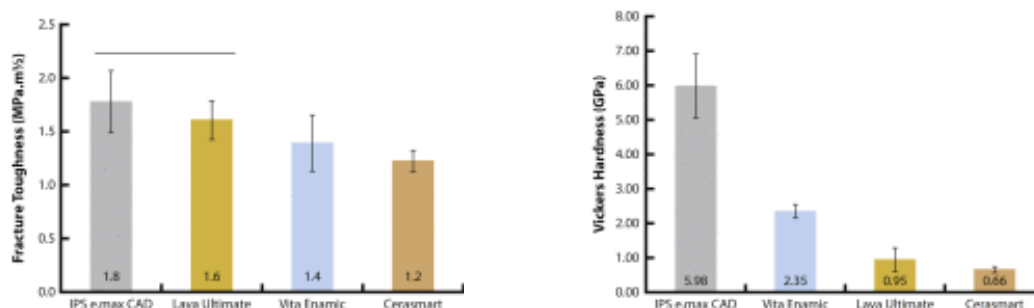
#### ➤ Matériaux hybrides

Concernant la céramique hybride Enamic® mise sur le marché par Vita™, elle a été créée pour contrer les problèmes de « chipping » de la céramique et d'usure des dents antagonistes. Pour cela, Vita certifie que sa dureté est similaire à celle d'une dent naturelle, son module élastique proche de celui de la dentine et de la colle, ce qui permettrait une distribution homogène du stress, notamment face aux forces de mastication. Cela rendrait le matériau plus flexible donc moins fragile.

Des études se sont portées sur les caractéristiques de ces matériaux.

Alexis Goujat en 2017 (43) a lancé une étude qui a permis de créer les graphiques suivants.





Résultats de comparaison entre les systèmes de PICN Enamic® (Vita), de résines chargées en nano-céramiques LavaUltimate® (3M ESPE) et Cerasmart® (GC) et d'une vitrocéramique au disilicate de lithium IPS E.Max CAD®.

En haut à gauche : Module élastique  
 En haut à droite : Résistance à la flexion  
 En bas à gauche : Ténacité à la rupture  
 En bas à droite : Dureté Vickers

Il ressort de cette étude que les matériaux hybrides possèdent une bonne résistance à la flexion et un module élastique bas. Cela se traduit par le fait qu'ils sont aptes à résister à des charges élevées sans se casser, en se déformant sous la contrainte exercée. Cette hausse de flexibilité les rend moins fragiles.

Leur ténacité est plus faible que la vitrocéramique testée et que celle de la zircone Y-TZP (4,96 Mpa.m) mais reste tout de même dans une tranche largement acceptable. Il s'agit ici de la capacité du matériau à résister à la propagation de la fracture.

La réelle différence trouvée dans cette étude concerne la dureté des matériaux hybrides, bien plus faible que celle des autres systèmes de céramiques. Cela est dû à l'incorporation de charges résineuses, plus ductiles que les charges de céramique. Ainsi la dureté se trouve proche de celle de la dentine (<1 Gpa) et plus faible que celle de l'émail (<6 Gpa) (44).

Il est alors possible d'affirmer que les matériaux hybrides n'exercent pas d'usure sur la dent antagoniste. Mais puisque la dureté est plus faible que celle de l'émail, le risque est que l'usure se fasse au niveau de la restauration.

Enfin le module de Weibull, représentant la sensibilité à la rupture du matériau, est étonnamment haut pour l'Enamic®, égal à 20, supérieur à l'IPS E.Max CAD® qui lui est égal à 5.

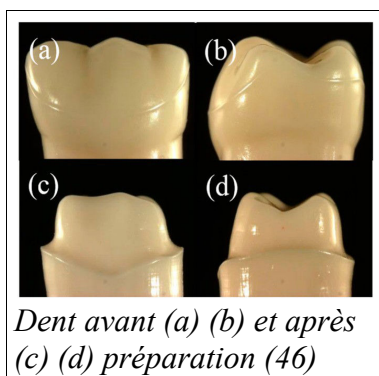
Une autre étude de 2015 (45) apportait déjà des résultats similaires en démontrant que l'Enamic®

possède des propriétés mécaniques se situant entre l'IPS E.Max CAD® et la céramique Vitablocs Mark II® .

Les matériaux hybrides ont donc des propriétés mécaniques acceptables pour la fabrication de restaurations uniques en céramique selon la norme ISO. Les meilleurs résultats peuvent être attendus avec la Cerasmart® qui a une résistance à la flexion similaire à l'IPS E.Max CAD® et supérieure aux autres systèmes.

### ➤ Caractéristiques de conception des restaurations

Le type de céramique utilisé n'est pas le seul facteur pouvant influencer le risque de fractures. Par exemple l'épaisseur occlusale et la modification de l'épaule sont des techniques facilement modifiables pour le praticien et qui peuvent avoir un impact non négligeable sur la fiabilité de la restauration.



Un épaulement d'une largeur de 1mm est suffisant pour supporter des charges supérieures aux forces masticatoires. Sachant que la zircone peut supporter ces charges en étant à une épaisseur de 0,5mm, cela laisse la même valeur d'épaisseur à la céramique cosmétique, qui est pourtant plus fragile.

Pour palier le phénomène de fracture de la céramique cosmétique, il est possible de créer un épaulement plus haut de la chape zircone. Ainsi un épaulement d'une hauteur de 3mm de zircone surmonté de céramique cosmétique permettrait de supporter les charges de rupture les plus élevées (47). Pour expliquer cela, rappelons que la céramique cosmétique est le point faible de la restauration. En augmentant la hauteur cervicale de la chape zircone (partie très résistante), il est

alors possible de déduire que la largeur de la céramique cosmétique augmente également (grâce à la conception de dépouille de la préparation). Cela rendrait la restauration plus apte à supporter des charges élevées. En revanche, avec ce type de préparation, bien que le nombre de fractures observées ait diminué, le type de fractures laisse place à davantage de délaminations que de « chipping ». Il est alors nécessaire de trouver un compromis entre le risque d'apparition et le type de fractures. De plus, la



*Épaulement de la chape zircone (liseré blanc) surmonté de céramique cosmétique (47).*

*La couronne présente également une fêlure proximale.*

zircone étant moins esthétique, ce type de restauration laissant apparaître un liseré de zircone cervical peut ne pas être indiqué dans certaines situations.

Il est possible d'ajouter qu'un épaulement lingual a plus d'influence qu'un épaulement buccal (vestibulaire) (47). Cette caractéristique est avantageuse au niveau de l'esthétique de la restauration.

De plus, une conception anatomique avec un épaulement suivant les reliefs de la dent permet une meilleure résistance à la fracture qu'une conception standard uniforme (40).

#### ➤ Comparaison des matériaux CFAO

John O Burgess (2017) (48) a comparé les matériaux CFAO entre eux.

- Résistance à la flexion : composite < matériaux hybrides < silicate de lithium + zircone < disilicate de lithium < zircone
- Dureté, module d'élasticité : composite < matériaux hybrides < silicate ou disilicate de lithium < zircone
- Résistance à l'abrasion : silicate ou disilicate de lithium < matériaux hybrides et composite

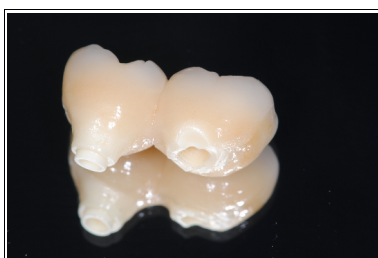
- Abrasion de l'émail antagoniste : composite < matériau hybride < silicate ou disilicate de lithium
- La zircone polie est moins abrasive pour la dent antagoniste que la zircone glacée.

L'IPS E.Max Press® possède une ténacité à la rupture plus élevée que son homologue crée en technique CFAO (49). La technique de pressée possédant ici une capacité à résister à la propagation de la fissure plus élevée que la technique CFAO, il serait possible de s'avancer sur le fait que cette dernière semblerait davantage indiquée pour des restaurations unitaires ou des bridges de petite étendue, supportant moins de contraintes que des restaurations plus volumineuses.

Les facteurs pouvant influencer l'apparition de fractures sont nombreux : défaut de préparation de la dent pilier, défauts de fabrication de la céramique, utilisation de matériaux avec des coefficients de dilatation thermique trop éloignés (50). De même, une faible mouillabilité de la céramique cosmétique, une suroclusion, un traumatisme, la présence de parafunctions non stabilisées (27) peuvent être en cause.

Tout ces éléments sont à prendre en compte afin de réduire au maximum le risque de fracture de la restauration.

#### IV.2.3. Résultats concernant les taux de fractures des couronnes supra-implantaires



Fracture du pilier implantaire vue en cabinet dentaire

Toutes les études ne trouvent pas de différence significative quant à la résistance à la rupture entre les couronnes céramo-céramiques et céramo-métalliques supra-implantaires. (51, 52,53).

La probabilité de survie des couronnes CM est de 99%, celles des couronnes CC de 100% (52). Nous pouvons affirmer que globalement le taux de survie des couronnes supra-implantaires est excellent.

Certaines études se sont portées sur des couronnes CC supportées par des implants en zircone :

Le taux de survie à 3 ans reste de 100%, mais le taux de succès descend à 87,5%.

Les échecs le plus souvent rencontrés sont ici aussi l'écaillage et la rugosité occlusale (54).

Une étude de 2017 (55) compare cette fois-ci les piliers zircone aux piliers titane.

Elle démontre une fragilité accrue des piliers zircone.

Enfin Paul de Kok (56) a comparé les propriétés mécaniques de différents systèmes de céramiques utilisés pour des couronnes supra-implantaires. En étudiant les charges de rupture, la résistance à la flexion et à la compression et le module d'élasticité, il a obtenu :

Couronnes monolithiques zircone (LavaPlus ®) > Couronnes monolithiques disilicate de lithium (IPS E-max ®) > Couronnes hybrides (Enamic ®) > Couronnes bicouches zircone/céramique cosmétique.

#### IV.2.4. Améliorer les résultats

Le remplacement systématique d'une couronne fracturée, sans essayer de la réparer, pose un problème de coût et de temps pour le patient. Cela inclut également une perte tissulaire dentaire importante lors de la retouche de la préparation, et un risque accru de perte de la vitalité.

##### IV.2.4.1. Techniques de prévention pour diminuer le risque de fractures

Avant toute réparation, il est primordial de diagnostiquer et d'éliminer la cause de la fracture.

## IV.2.4.1.1. Au laboratoire de prothèse

Une étude de 2011 (58) démontre qu'un cycle de cuisson modifié de la céramique cosmétique sur zircone, comprenant une période de refroidissement de 6 minutes, semble réduire le risque d'écaillage précoce de la céramique dans la région molaire. Cette méthode permettant d'atteindre un taux de complications semblable à celui des couronnes céramo-métalliques.

Les variations de température lors des cuissons successives ont tendance à fragiliser la céramique. Une étude de 2018 démontre une réduction nette de la résistance en flexion après 5 cycles de cuisson lors de la fabrication de la céramique (59).

Une autre technique consiste à jouer sur le taux d'oxydes alcalins modificateurs ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ) (8). Ces derniers abaissent la température de ramollissement, augmentent le coefficient de dilatation thermique, diminuent la tension superficielle et la viscosité.

Or la liaison céramo-métallique est caractérisée par plusieurs phénomènes : mouillage de la céramique, coefficients de dilatation thermique.

Mais le coefficient de dilatation thermique (CDT) du métal est bien supérieur à celui des céramiques.

De ce fait, après le frittage de la céramique, et donc lors de son refroidissement, nous avons une forte rétraction du métal mais une faible rétraction de la céramique.

« Si le différentiel n'est pas trop important, la mise en compression de la céramique en résultant peut permettre le blocage de la propagation de fissures et donc le renforcement de la restauration.

Par contre, si le différentiel est important, une fracture de la céramique peut apparaître. ».

Ainsi il faudrait augmenter le taux d'oxydes modificateurs pour se rapprocher le plus possible du CDT du métal et ainsi réduire le risque de fractures.

Une étude de 2018 (60) étudie l'ajout du R2O ou du Cs2O au lieu du K2O à l'intérieur des céramiques.

En effet l'ajout de l'un de ces modificateurs permet une augmentation de la résistance à la rupture.

Ainsi l'ajout de R2O améliore la résistance à la rupture de 26%, et l'ajout de Cs2O l'améliore de 37%.

#### IV.2.4.1.2. Au cabinet dentaire

La prévention en vue de diminuer le risque de fracture peut se faire dès les premières étapes de confection de la couronne dentaire.

Une étude de 2010 (61) montre que le type de préparation périphérique (congé, chanfrein...) n'influe pas sur le taux de fracture.

En revanche, des variations au sein de la préparation réalisée peuvent avoir une influence.

Une étude de 2016 (62) démontre que l'augmentation de l'épaisseur de la marche cervicale permet l'augmentation de la résistance à la rupture.

De même un angle de convergence décroissant est conseillé pour améliorer la résistance à la rupture.

Cette même étude évoque également le fait que l'ajout d'une couche d'adhésif permet d'augmenter cette résistance.

Une étude de 2015 (63) a évalué le traitement de surface réalisé sur les couronnes lors de leur pose.

Il en ressort, d'une part, que les couronnes retouchées sont plus sensibles au vieillissement, et ont ainsi une résistance à la fracture plus faible que les couronnes non retouchées. Un ajustement occlusal étendu des restaurations (ici en zircone) doit donc être évité le plus possible.



Une comparaison entre les différents traitements de surface permet de conclure que ni le polissage ni le glaçage de la céramique ne peuvent égaler la résistance aux fractures des couronnes sans retouches.

Une technique indéniable de prévention reste le choix cohérent du type de couronne utilisé selon la dent à restaurer.

Gordon J. Christensen (64) a ainsi listé ses préférences, en se basant sur trois types de couronnes : Couronnes céramo-métalliques (CM), couronnes céramo-céramiques monolithiques en zircone (CCz), couronnes céramo-céramiques monolithiques en disilicate de lithium (CCdl).

- Restauration du bloc antérieur complet, allant de canine à canine : CCdl
- Restauration antérieure d'une incisive maxillaire ou mandibulaire avec des dents exemptes de restauration à côté : vitrocéramique renforcée en leucite ou en disilicate de lithium.
- Restauration des prémolaires : indication d'une couronne CCdl ou CM ou CCz (par ordre de préférence de l'auteur).
- Restauration de la première molaire mandibulaire : indication d'une couronne CM ou CCz ou CCdl.
- Restauration de la première molaire maxillaire : indication d'une couronne CM ou CCdl ou CCz.
- Restauration d'une deuxième molaire maxillaire ou mandibulaire : indication d'une couronne CM ou CCz ou CCdl.

A l'aide de l'analyse des résultats précédents, il est possible de compléter cette vision de Christensen.

Pour une restauration antérieure monolithique, une céramique feldspathique (Vitablocs Mark II ®),

une vitrocéramique renforcée en leucite (IPS Empress®) ou une vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium (IPS E-max ®) peuvent être indiquées.

Pour une restauration antérieure bicouche, l'infrastructure peut être réalisée en vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium (IPS Empress 2® ou IPS E-max®) ou à l'aide d'une céramique infiltrée (Inceram Spinnelle, Inceram Alumina ®).

Pour une restauration postérieure, des céramiques plus résistantes seront utilisées, comme la vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium (IPS E-max ®), la zircone Y-TZP (Cercon ®, Lava ®, Procera Allzirkon ®) ou les céramiques infiltrées (In-Ceram Alumina ® et In-Ceram Zirconia ®).

En cas de faible rétention au niveau de la dent restaurée, l'indication se porte davantage sur une vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium, celle-ci étant collée.

#### IV.2.4.2. Techniques de réparation après l'apparition d'une fracture

Les fractures originelles, la plupart du temps sous forme d'écaillage de la céramique cosmétique, sont principalement dues à la mastication, aux accidents, aux fractures iatrogènes et aux opérations chirurgicales.

Des techniques existent pour réparer ces éclats.

Ces dernières ont une durée de vie incertaine, leur taux de survie étant de 89% actuellement pour une réparation au composite de collage. Ainsi des fractures secondaires peuvent apparaître, de 1 semaine à 3 mois après la réparation.

Ces fractures secondaires sont dues aux traumatismes, à la mastication et à l'absence de digue.

#### IV.2.4.2.1. Méthode directe au fauteuil

##### IV.2.4.2.1.1. Polissage

Si la fracture cohésive est de faible amplitude, non gênante pour le patient, alors un simple polissage peut être réalisé avec une fraise de faible granulométrie.

##### IV.2.4.2.1.2. Résine composite

La première technique de réparation concerne l'utilisation d'une résine composite spéciale pour les réparations de céramique (65). Cette méthode est très utilisée grâce à sa facilité de manipulation et ses avantages économiques.

Plusieurs fabricants ont mis au point des matériaux spéciaux permettant d'effectuer des réparations esthétiques et fonctionnelles.

Le premier système a été mis au point à la fin des années 1970. Depuis cette date, de nouveaux matériaux font leur apparition régulièrement.

Systèmes de réparation par résine composite					
			Propriétés	Précautions	Noms
<b>Fracture d'écaillage</b>					
1)	Champ opératoire				
2)	Traitement mécanique	Air-abrasion oxyde d'alumine 30-250 microns sous 2-3 bars pendant 15 secondes Fraise diamantée	Nettoyer l'état de surface Créer des irrégularités	Tenir la pièce à main perpendiculairement à la surface traitée, à 10 mm Sous faible pression et à grande vitesse pour éviter les vibrations trop fortes	
3)	Traitement chimique	Acide fluorhydrique 5% à 10% pendant 20sec à 2min Fluorure de phosphate acide à 1,23% pendant 4 à 15 min (moyenne 10 min) Acide phosphorique 35-40%	Création de microporosités de surface	Toxique Sans danger à faible concentration	Porcelain Etch ® dans le Porcelain repair kit ® (Ultradent) Ceram Etch ® (Grescro) Monobond Etch & Prime ® (Ivoclar Vivadent) Protect ® K-Etchant gel ® (Kuraray) Ceramic repair ® (Ivoclar Vivadent)
4)	Rinçage 1 minute				
5)	Séchage				
6)	Silane				
7)	Séchage				
8)	Adhésif				
9)	Composite de collage				Miris 2 ® (Coltène) Enamel HRI ® (Micerium) Empress Direct ® (Ivoclar Vivadent)
10)	Finition, polissage				
<b>Fracture avec exposition de l'infrastructure métallique</b>					
1)	Champ opératoire				
2)	Traitement mécanique	Sablage alumine 30 microns recouvert de silice	Incorporation de particules de silice dans une profondeur de 10-15 microns Rend la surface plus réactive chimiquement		Cojet System ® (3M ESPE)
3)	Traitement chimique	Acide fluorhydrique 5% à 10% pendant 20sec à 2min			
4)	Rinçage 1 minute				
5)	Séchage				
6)	Silane				
7)	Séchage				
8)	Adhésif				
9)	Composite de collage	Résine opaque permettant de masquer le métal	Appliquer au pinceau ou à la sonde en une seule et fine couche puis photopolymériser		Superbond ® (Sun medical) Opaquer ® (Bisco) Monopaque ® (Ivoclar Vivadent) Permaflo ® (Ultradent)
10)	Finition, polissage				
<b>Fracture avec exposition de l'infrastructure céramique</b>					
Si infrastructure en vitrocéramique (Empress II ® ou E-max ®) : mêmes étapes que la réparation d'une fracture d'écaillage					
Si infrastructure en céramique polycristalline à base d'alumine ou zircon					
1)	Champ opératoire				
2)	Traitement mécanique		Vitrification de la chape pendant 4 secondes à 1 cm sous une pression de 2-3 bars		Cojet System ® (3M ESPE)
3)	Traitement chimique	Acide fluorhydrique seulement sur la céramique cosmétique (infrastructure insensible)			
4)	Rinçage 1 minute				
5)	Séchage				
6)	Silane				
7)	Séchage				
8)	Adhésif				
9)	Composite de collage	Colle à base de MDP			Panavia V5 ® (Kuraray) Empress direct Opaque ® (Ivoclar Vivadent) Clearfil Opaquer ® (Kuraray) Z-Prime plus ® (Bisco)
10)	Finition, polissage				

Une étude de 2015 (66) compare la résistance au cisaillement de la résine composite dans cinq systèmes de réparation. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les systèmes Cojet™ et Cimara™. En revanche, les moins bons résultats sont obtenus avec les systèmes témoin (fraise diamantée de 30µm) et Z-Bond™ (Danville).

Les systèmes intermédiaires testés sont : Z-Prime Plus® (Bisco) et Clearfil® (Kuraray).

Selon les recommandations de la SOP, cette technique de réparation est aléatoire, avec de meilleurs résultats lorsque l'infrastructure n'est pas découverte.

Cas clinique n°3 de réparation d'une délamination de céramique au niveau d'une CIV postérieure avec le système CoJet™ (67) :



1. Vue vestibulaire



2. Préparation de la surface



3. Pré-traitement CoJet™



4. Silanisation avec 3M ESPE™ Sil



5. Application de Sinfony™ Opaquer



6. Réparation avec du composite  
Filtek™ Z250



## 7. Finition de la réparation

### IV.2.4.2.1.3. Collage de la partie fracturée



Si le patient se présente au cabinet avec un éclat franc de céramique, et qu'il a conservé la partie fracturée, cette dernière peut être remise en place (68).

Pour cela, il faut d'abord vérifier l'intégrité de la partie fracturée. Celle-ci doit se replacer parfaitement à la partie restante. Si c'est le cas, elle peut être collée.

### IV.2.4.2.2. Méthodes indirectes via le laboratoire de prothèse

#### IV.2.4.2.2.1 Confection d'une facette céramique

Lorsque l'éclat de céramique se situe sur la face vestibulaire, une solution est de créer une facette céramique anatomique et de la coller à la partie restante.

#### IV.2.4.3 Réparation impossible

Si la fracture est trop importante d'emblée, ou que malgré plusieurs tentatives de réparations la restauration se fracture de nouveau, alors la réalisation d'une nouvelle couronne doit être envisagée. La partie de couronne supra-radicaire restante peut être retirée à l'aide d'un fraisage minutieux et d'ultrasons afin de dissocier le ciment/colle. Une couronne collée aura davantage de difficultés à se retirer qu'une couronne scellée.

En ce qui concerne les couronnes supra-implantaires, un système d'assemblage transvissé pose en général moins de complications au retrait qu'une couronne scellée. Mais cela dépend de l'emplacement de la fracture. Chaque cas restant unique.

### V. Discussion

L'analyse des études n'a démontré aucune différence statistiquement significative quant aux taux de fractures, de survie et de succès des restaurations céramo-métalliques et céramo-céramiques. Ce résultat est valable pour les restaurations supra-radicales comme supra-implantaires.

Un premier biais peut être pointé quant au faible nombre d'études trouvées pouvant faire partie des critères d'inclusion. La majorité des études était antérieures à 2014.

Ces études n'ont pas pour autant été incluses dans les résultats car les progrès sont constants dans le monde des biomatériaux, notamment dans celui des céramiques, et il a été décidé que l'utilisation de données trop anciennes serait susceptible de biaiser l'analyse.

Une raison du faible nombre d'études récentes sur le sujet peut être liée au développement des céramiques, délaissant les recherches sur les « anciens » systèmes de liaison céramo-métallique.

Du fait du manque de résultats lors de la première étude, des recherches ont été apportées sur les différents systèmes de céramiques.

Les études portant sur les couronnes céramo-céramiques sont extrêmement nombreuses, mais malheureusement variées quant à leur pertinence scientifique. Leur intégration à l'étude serait susceptible de fausser ses résultats.

Dans cette revue, un nombre important d'études a été sélectionné. Chacune de ces études traitant d'un sujet particulier, le regroupement des résultats se présente comme un « listing » de caractéristiques avec pour chacune une à trois études seulement pouvant la justifier.

Le sujet a alors l'avantage d'être plus vaste mais peut être critiquable dans le sens où chaque point manque certainement d'un nombre plus élevé de justifications.

Concernant de nouvelles techniques telles que l'utilisation de matériaux hybrides, d'autres études sur le long terme doivent être menées pour pouvoir conclure à des résultats plus fiables. Le manque de recul clinique sur ce type de nouveaux matériaux nous empêche d'affirmer leurs caractéristiques.

Des études très récentes de 2018 ont été analysées. Cela apporte un aspect plus innovateur aux résultats.

Une véritable classification de l'utilisation des céramiques selon le cas clinique serait une grande avancée dans les recherches. Pour cela, d'avantages d'études cliniques sont encore nécessaires.

D'autres systèmes de réparation de la céramiques peuvent être utilisés. Cette revue a répertorié les principaux systèmes utilisés en pratique quotidienne. Il est possible que les noms commerciaux cités ne soient pas les seuls sur le marché.



## VI. Conclusion

La couronne céramo-céramique, apparue en 1964 grâce à la couronne « Jacket » de Mac Lean, est un type de restauration en perpétuelle évolution dans le milieu de la dentisterie. Ses avancées en font un procédé fiable qui n'est plus réservé seulement à la pratique dentaire élitiste.

Les grandes classes de céramiques utilisées sont les céramiques feldspathiques, les vitrocéramiques, les céramiques infiltrées et les céramiques polycristallines. Elles sont utilisées dans différentes techniques de conception ; la pressée, la stratification, la conception et fabrication assistées par ordinateur.

Il est primordial pour chaque praticien de connaître les caractéristiques et indications des différentes céramiques. Une mauvaise indication peut être la cause d'une fracture de la restauration.

Cette fracture peut être de différents grades, allant de l'écaillage de la céramique cosmétique (fracture cohésive) à la rupture plus importante laissant apparaître la chape sous-jacente (fracture adhésive). Si cette dernière est faite de métal, elle sera davantage disgracieuse pour le patient.

Les taux de fractures, de survie et de succès entre ces deux types de restaurations fixées n'ont montré aucune différence statistiquement significative, qu'il s'agisse de restaurations supra-radicaux ou supra-implantaires. Mais la vision globale du système céramo-céramique laisse place à de nombreux biais, chaque céramique ayant des propriétés bien différentes.

Plus la céramique possède de phase vitreuse, plus elle aura des propriétés en faveur de l'esthétisme, et ses propriétés mécaniques diminueront. Elles seront donc davantage utilisées en tant que céra-

miques dites cosmétiques, ou en restaurations monolithiques antérieures susceptibles de supporter de faibles charges.

Une céramique chargée en cristaux comme c'est le cas des céramiques polycristallines en alumine ou en zircone est quant à elle très résistante mécaniquement. Elle peut supporter de lourdes charges, supérieures aux forces masticatoires. En revanche ses propriétés optiques ne sont pas optimales. Elle a donc longtemps été utilisée en tant que restauration monolithique postérieure ou en armature pour renforcer la restauration.

Cette indication est de moins en moins tranchée avec l'arrivée sur le marché de la zircone hautement translucide et des vitrocéramiques plus opaques (69). Cette nouvelle technique de confection de la zircone permettrait de réaliser des restaurations monolithiques solides tout en préservant les qualités esthétiques (70).

Cette vision globale et assez primaire doit en réalité être élargie du point de vue du praticien. De nombreux facteurs entrent en compte dans la conception de la restauration et sont susceptibles de jouer sur le risque d'échecs de cette dernière. Un mauvais choix de matériaux entre la chape et la céramique cosmétique avec des coefficients de dilatation thermiques éloignés. Une négligence lors de la préparation de la dent, de la fabrication de la couronne ou de la pose de celle-ci (absence ou réglage défectueux de l'occlusion, scellement plutôt que collage d'une céramique vitreuse) sont autant de facteurs pouvant influencer sur le risque d'échecs.

La fracture est, avec la reprise carieuse, la principale cause d'échec de la restauration prothétique fixée. Une étude de 2015 (30) montre qu'une restauration, à 7 ans, a 3% de risque d'avoir un écaillage de la céramique.

Pour y remédier, des solutions existent.

La réalisation systématique d'une nouvelle couronne n'est plus la solution de choix lors de la fracture de celle-ci. Elle représente une prise de temps et un coût non négligeable pour le patient.

Des méthodes de réparation au cabinet se sont développées ces dernières années.

Lors d'un écaillage mineur, un simple polissage est réalisable.

Si la fracture est plus importante et gênante pour le patient, un collage avec un composite spécial pour la réparation de la céramique peut être envisagé. Une étude de 2015 (66) place le système Cojet® (3M ESPE) en bonne position quant à la résistance au cisaillement des ces composites.

Si la partie fracturée a été préservée par le patient et qu'elle s'adapte parfaitement au reste de la restauration, une tentative de collage peut être essayée.

Une autre méthode de réparation avec étape laboratoire consiste en la réalisation d'une facette adaptée anatomiquement et collée à la restauration.

Enfin, si la restauration prothétique est trop délabrée ou si les tentatives de réparation sont un échec, alors la réalisation d'une nouvelle couronne semble être la meilleure indication. Celle-ci doit être réalisée en ayant pris en compte et modifié les facteurs de causalité de ce premier échec.

## VII. Bibliographie

1. Tirlet G, Attal JP. Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'Information Dentaire*. 25 novembre 2009 ; 91(41-42):2561
2. Rinke S, Kramer K, Bürgers R, Roediger M. A practice-based clinical evaluation of the survival and success of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 5-year results. *J Oral Rehabil*. 2016;43(2):136-144
3. Marniquet S, Attal J.P, Tapie L, Fron Chabouis H. Les matériaux usinables en dentisterie restauratrice et en prothèse fixée. Guide pratique synthétique. *L'information dentaire*. 2014;96(20):59-62
4. Gregoire G, Grosogeat B, Millet P, Rocher Ph. Les alliages dentaires. Support de cours de la Société Francophone Des Biomateriaux Dentaires. 2009-2010
5. Site internet de l'American Dental Association : [www.ada.org/en/about-the-ada/ada-positions-policies-and-statements/revised-classification-system-for-alloys-for-fixed-prostodontics](http://www.ada.org/en/about-the-ada/ada-positions-policies-and-statements/revised-classification-system-for-alloys-for-fixed-prostodontics)
6. Afnor. Art dentaire – Matériaux métalliques pour les restaurations fixes et amovibles et les superalliages. Norme NF EN ISO 22674. Mars 2007
7. Fron Chabouis H, Le Goff S, Marniquet S, Moussally C. CFAO : les matériaux accessibles. Partie I – Matériaux usinables : les céramiques vitreuses. *Biomateriaux cliniques dentaires*. 2 octobre 2016 ; 1(2):45
8. Dejou J. Les céramiques. Support de cours de la Société Francophone Des Biomateriaux Dentaires. 2009-2010
9. Crescenzo H et D. La céramique pressée. Temps par temps de la mise en œuvre. *Biomateriaux Cliniques Dentaires*. 1 mars 2016 ; 1(1):62-69
10. Tapie L. L'impression 3D. Partie 1 – Définitions. *Biomateriaux Cliniques Dentaires*. 1 mars 2016;1(1):34-38
11. Gracis S, Van P. Thompson, L. Ferencz J, R.F.A. Silva N, A. Bonfante E. Nouvelle classification des matériaux de restauration céramique. *Quintessence Dentisterie Restauratrice et Prothèse*. Février 2017;11(1):33
12. Atlan A. Les matériaux céramiques que faut-il en retenir ? *L'Information Dentaire*. 2 Septembre 2015;97(29):26  
Tiré de : Denry I, Kelly JR. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res*. 2014 Dec;93(12):1235-42
13. Atlan A. Les matériaux céramiques que faut-il en retenir ? *L'Information Dentaire*. 2 Septembre 2015;97(29):23-25
14. Courcier L. Intérêts et limites de la zircone en prothèse fixée. Thèse pour le diplôme d'Etat de docteur en chirurgie dentaire de l'Université de Nantes. 2011 : 21-30
15. Grégoire G, Ciers J.Y, Taleb C. Les céramiques usinées. Partie 2 – Principes communs de conditionnements avant collage. *Biomateriaux Cliniques Dentaires*. 2 octobre 2017;2(2):86-91
16. Lehmann N, Allard Y. Assemblage des restaurations tout céramique. Scellement ou collage ? *L'Information Dentaire*. 2 septembre 2015;97(29):56-71
17. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reason for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont*.2002; 15: 299-302
18. Ugolini A, Parodi GB, Casali C, Silvestrini-Biavati A, Giacinti F. Work-related traumatic dental injuries: Prevalence, characteristics and risk factors. *Dent Traumatol*. 2017
19. Coto Hunziker V. Résistance à la fatigue en rotation et résistance en flexion de huit matériaux résineux, composites et acétals. Thèse pour le diplôme d'Etat de docteur en médecine dentaire de l'Université de médecine de Genève. 2002
20. Pang Z, Chughtai A, Sailer I, Zhang Y. A fractographic study of clinically retrieved zirconia–ceramic and metal–ceramic fixed dental prostheses. *Dental Materials*. 2015;31(10):1198-1206

21. Lemaignan C. La rupture des matériaux. Ebook Les Ulis. 2003
22. Photos faites au cabinet dentaire en Janvier 2018.
23. Anusavice K.J. Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal-ceramic fixed dental prosthesis. *Dental Materials*. 2012;28(1):102-11
24. Bjarni Elvar P, Irena S, Nikolay Alexandrovich M, Marcel Z, Daniel S. Corrigendum to « All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prosthesis (FDPs) ? A systematic review of the survival and complication rates. Part II :Multiple-unit FDPs ». *Dental Materials*. 2015;31(6):624-639
25. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Porcelain-fused-to-metal crowns versus all-ceramic crowns : a review of the clinical and cost-effectiveness. Rapid response reports. 2016
26. Monaco C, Llukacei A, Baldissara P, Arena A, Scotti R. Zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth:5-year results of a randomized controlled clinical study. *Journal of dentistry*. 2017;65:56-63
27. Rubén-Augustin-Panadero, Juan L, Alberto F, Maria F, Antonio F. Zirconia in fixed prosthesis. A literature review. *J Clin Exp Dent*. 2014;6(1):e66-e73
28. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) ? A systematic review of the survival and complication rates. Part I : Single crowns (Scs). *Dental Materials*. 2015;31(6):603-23
29. Shoko M, Shin K, Shinobu Y, Yayoi O, Akio I, Jun A, Hiroshi E. Clinical evaluation of zirconia-based all-ceramic single crowns:an up-12 year retrospective cohort study. *Clinical oral investigations*. 2017:1-10
30. Tartaglia GM, Sidoti E, Sforza C. Seven-year prospective clinical study on zirconia-based single crowns and fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig*. 2015;19(5):1137-45
31. Nöpänkangas R, Pihlaja J, Raustia A. Outcome of zirconia single crowns made by predoctoral dental students:a clinical review retrospective study after 2 to 6 years of clinical service. *J Prosthet Dent*. 2015 ;113(4):289-294
32. Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: a systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. *Int J Prosthodont*. 2016;29(1):38-49
33. Kassardjian V, Varma S, Andiappan M, Creugers NH, Barlette D. A systematic review and meta analysis of the longevity of anterior and posterior all-ceramic crowns. *J Dent*. 2016;55:1-6
34. Abdulmajeed AA, Donovan TE, Cooper LF, Walter R, Sulaiman TA. Fracture of layered zirconia restorations at 5 years : a dental laboratory survey. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):353-356
35. Seydler B, Schmitter M. Clinical performance of two different CAD/CAM-fabricated ceramic crowns: 2-Year results. *J Prosthet Dent*. 2015;114(2):212-6
36. Nasrin S, Katsube N, Seghi RR, Rokhlin SI. Survival predictions of ceramic crowns using statistical fracture mechanics. *J Dent Res*. 2017;96(5):509-515
37. Zhang Y, Mai Z, Barani A, Bush M, Lawn B. Fracture-resistant monolithic dental crowns. *Dent Mater*. 2016;32(3):442-9
38. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental Materials*. 2016;32(7):908-14
39. Bankoğlu G, Güngör M, Karakoca Nemli S. Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator. *J Prosthet Dent*. 2017;S0022-3913(17):30352-9
40. Altamimi AM, Tripodakis AP, Eliades G, Hirayama H. Comparison of fracture resistance and fracture characterization of bilayered zirconia/fluorapatite and monolithic lithium disilicate all ceramic crowns. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(1):98-110
41. Nakamura K, Harada A, Inagaki R, Kanno T, Niwano Y, Milleding P, Ortengren U. Fracture

resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. *Act Odontol Scand*. 2015;73(8):602-8

42. Firas Abdulameer Farhan, Eshamsul Sulaiman, Muralithran G.Kutty. Effect of new zirconia surface coatings on the surface properties and bonding strength of veneering zirconia substrate. *Surface and coatings technology*. 2018;333:247-258
43. Alexis G, Hazem A, Pierre C, Christophe J, Nelly P, Dominique S, Brigitte G. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 ; published online
44. Zhou Xu, Ping Yu, Dwayne D.Arola, Jie Min, Shanshan Gao. A comparative study on the wear behavior of a polymer infiltrated ceramic network (PICN) material and tooth enamel. *Dental Materials*. 2017;33(12):1351-1361
45. Brian T.W.L, James K.H.T, Jukka M, Edmond H.N.P. comparison of mechanical properties of three machinable ceramics with an experimental fluorophlogopite glass ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015;114(3):440-446
46. Tomofumi S, Sebastian S, Christine S, Ernst S, Lutz S, Dürgen G.G. Influence of Different Framework Designs on the Fracture Properties of Ceria-Stabilized Tetragonal Zirconia/Alumina-Based All-Ceramic Crowns. *Materials*. 2016;6(5):339
47. Seung-Ryong H, Sung-Hun K, Jai-Bong L, Jung-Suk H, In-Sung Y. Effects of coping designs on fracture modes in zirconia crowns : progressive load test. *Ceramics international*. 2016;42(6):7380-7389
48. John O.Burgess, Nathaniel Lawson. Caractéristiques d'abrasion des matériaux CFAO. *Quintessence Dentisterie Restauratrice et Prothèse*. 2017;11(3):213-219
49. Alkadi L, Ruse ND. Fracture toughness of two lithium disilicate dental glass ceramics. *J Prosthet Dent*. 2016 ;116(4):591-596
50. Mainjot AK, Nadjar A, Jakubowicz-Kohen BD, Sadoun MJ. Influence of thermal expansion mismatch on residual stress profile in veneering ceramic layered on zirconia : Measurement by hole-drilling. *Dental Materials*. 2015;31(9):1142-9
51. Esquivel-Upshaw JF, Clark AE, Shuster JJ, Anusavice HK. Randomized clinical trial of implant-supported ceramic-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses : preliminary results. *Journal of prosthodontics*. 2014;23(2):73-82
52. Bonfante EA, Suzuki M, Lorenzoni FC, Sena LA, Hirata R, Bonfante G, Coelho PG. Probabilité of survival of implant-supported metal ceramic and CAD/CAM resin nanoceramic crowns. *Dental Materials*. 2015;31(8):e168-77
53. Poggio CE, Ercoli C, Rispoli L, Maiorana C, Esposito M. Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;12:CD009606
54. Spies BC, Balmer M, Jung RE, Sailer I, Vach K, Kohal RJ. All-ceramic, bi-layered crowns supported by zirconia implants : Three-year results of a prospective multicenter study. *J Dent*. 2017;67:58-65
55. Elsayed A, Wille S, Al-Akhali M, Kern M. Comparison of fracture strength and failure mode of different ceramic implant abutments. *J Prosthet Dent*. 2017;117(4):499-506
56. De Kok P, Kleverlaan CJ, de Jager N, Kujis R, Feilzer AJ. Mechanical performance of implant-supported posterior crowns. *J Prosthet Dent*. 2015;114(1):59-66
57. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont*. 2002;15(3):299-302
58. Rinke S, Schäfer S, Roediger M. Complication rate of molar crowns : a practice-based clinical evaluation. *Int J Comput Dent*. 2011;14(3):203-18
59. Dongdong Q, Lei Z, Ying Z, Pingying L, Xizhang W, Jing M. Impact of thermal shock cycles on mechanical properties and microstructure of lithium disilicate dental glass-ceramic. *Ceramics International*. 2018;44(2):1589-1593
60. Zhengjie S, Jingxiao L, Fei S, Suhua L, Ling Y, Chengtie W, Chengyu W, Tianshuand L. A

- new strengthening theory for improving the fracture strength of lithium disilicate glass-ceramics by introducing Rb or Cs ions. *Journal of non-crystalline Solids*. 2018;481:479-485
61. Jan-Ole Clausen, Milia Abou Tara, Matthias Kern. Dynamic fatigue and fracture resistance of non-retentive all-ceramic full-coverage molar restorations. Influence of ceramic material and preparation design. *Dental Materials*. 2010;26(6):533-538
62. Zhongpu Z, Tanapon S, Chaiky R, Wei L, Qing L, Michael V.S. Effects of design parameters on fracture resistance of glass simulated dental crowns. *Dental Materials*. 2016;32(3):373-384
63. M. Schmitter, G. Lotze, W. Bömicke, S. Rues. Influence of surface treatment on the in-vitro fracture resistance of zirconia-based all-ceramic anterior crowns. *Dental Materials*. 2015;31(12):1552-1560
64. Gordon J. Christensen. Zirconia vs. Lithium disilicate. *Dental Economics*. 2014
65. Raux F, Dahan L. Réparer un éclat sur une couronne en céramique : un protocole simple et efficace! *Le fil dentaire*. 2010;(56):36
66. Kirmali O, Kapdan A, Harorli OT, Barutcuğil C, Ozarslan MM. Efficacy of ceramic repair material on the bond strength of composite resin to zirconia ceramic. *Acta Odontol Scand*. 2015;73(1):28-32
67. Site internet <http://www.solutions.3mfrance.fr> rubriques Consommables et équipements dentaires > matériaux de restauration > équipement dentaire > Cojet
68. Yanikoglu N. The repair methods for fractured metal-porcelain restorations : a review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2004;12(4):161-5
69. Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: clinical and technical aspects. *Quintessence Int*. 2013;44(8):557-66
70. Chai H, Mieleszko AJ, Chu SJ, Zhang Y. using glass-graded zirconia to increase delamination growth resistance to porcelain/zirconia dental structures. *Dental Materials*. 2018;34(1):e8-e14
71. Ahmed Elhlawany. All-ceramic restoration. *Dental Materials*. 2015
72. Photographie issue du site du laboratoire DK Dental.

## VIII. Annexe

### Annexe 1

Analyse des résultats : Comparaison des taux de fractures entre les couronnes céramo-métalliques (CM) et céramo-céramiques (CC).				
	Auteurs	Titre	Objectif / Idée principale	Résultats
1	Chul-Whoi Ku et al. (2002)	Comparison of the fracture strengths of metal-ceramic crowns and three ceromer crowns	Comparer la résistance à la fracture des couronnes céramo-métalliques vs céramo-céramiques	- Résistance à la fracture: CM (1317N) > CC (602N)
2	Shirakura A et al. (2009)	The influence of veneering porcelain thickness of all-ceramic and metal ceramic crowns on failure resistance after cyclic loading.	Étudier l'influence de l'épaisseur de la céramique cosmétique sur les couronnes CM et CC sur la résistance à la fatigue	- Différence statistiquement significative: taux de succès et de survie des CC > CM - Charges de rupture : CM > CC - CM : charge de rupture significativement > pour les céramiques 2mm que pour les céramiques 4mm - CC : pas de différence significative quant à l'épaisseur de céramique
3	Sailer I et al. (2009)	Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up.	Étude randomisée sur 3 ans pour comparer le devenir des couronnes zircone-céramique par rapport aux couronnes céramo-métalliques	- Taux de survie des deux types de restaurations = 100% - Aucune différence significative quant aux résultats techniques - Écaillage minime de céramique dans 25% des couronnes zircone-céramique et dans 19,4% des couronnes CM
4	Rinke S et al. (2011)	Complication rate of molar crowns: a practice-based clinical evaluation.	Comparaison sur 18 mois des couronnes céramo-métalliques et des couronnes en zircone	- Pas de fractures majeures observées dans les deux groupes - CM : 1 fracture minime < 2mm <sup>2</sup> rétablie par polissage intraoral - Zircone : 3 fractures minimes < 2mm <sup>2</sup> rétablies par polissage intraoral - Pas de différence significative sur le taux de succès entre ces deux types de couronnes
5	Pelaez J et al. (2012)	A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses.	Étude sur 4 ans pour comparer les prothèses dentaires postérieures CM vs zircones	- Taux de survie légèrement < mais différence non significative pour zircone - Taux de survie similaires pour les deux types de restaurations
6	Augstin-Panadero R. et al. (2012)	Zirconia versus metal: a preliminary comparative analysis of ceramic veneer behavior.	Taux de fractures des couronnes en zircone VS céramo-métalliques	- Pourcentage de fractures de céramique sur les couronnes base zircone > base métal
7	Rinke S et al. (2013)	Practice-based clinical evaluation of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 3-year results.	Comparaison des couronnes céramo-métalliques et des couronnes zircones	- Échecs: 1 CM, 2 zircones - Taux de survie après 3 ans : CM 97,6%, zircone 95,2% - CM : 90,9% sans événement, 2 fractures de la céramique - Zircone : taux de succès 86,8%, 2 fractures de la céramique - Aucune différence significative entre les taux de succès, taux de survie, et fractures de céramique
8	Brigitte Ohlmann et al. (2014)	Comparison of incidence of complications and aesthetic performance for posterior metal-free polymer crowns and metal-ceramic crowns: Results from a randomized clinical trial	Étude clinique randomisée sur 6 ans pour comparer les performances cliniques des couronnes CC et CM postérieures.	- Pas de différence statistiquement significative, bien que les couronnes CC aient eu un taux d'échecs plus important.
9	Maj H Nicolaisen et al. (2014)	Comparison of fatigue resistance and failure modes between metal-ceramic and all-ceramic crowns by cyclic loading in water	Comparer la résistance à la fatigue et le mode de fractures de couronnes céramo-métalliques et des couronnes tout céramique en Y-TZP en les plaçant sous des charges de compression dans l'eau	- Pas de différence significative concernant la résistance à la fracture
10	Zhen Pang et al. (2015)	All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs)	Étude des complications, sur 5 ans, apparues sur des couronnes unitaires céramo-métalliques et des couronnes unitaires tout céramique.	- Taux de fractures CC > CM - Mode de fractures le plus répandu : écaillage. - Toutes les fractures ont débuté sur une facette d'usure occlusale. - Vitesse de déchetage plus élevée de la zircone a plusieurs causes : ténacité à la rupture faible, contrainte de traction résiduelle élevée
11	Irena Sailer et al. (2015)	All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs)	Étude sur des couronnes unitaires, sur 5 ans, pour comparer les taux de fractures entre les CM et les CC (base leucite ou disilicate de lithium / base alumine infiltrée / alumine zircone)	- Taux de survie estimé semblables entre CM et CC
12	Elvar Pjetursson et al. (2015)	All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs	Idem précédente, sur des prothèses dentaires fixées plurales (FDPPs).	- Taux de survie des FDPP entièrement céramique < FDPP CM mais différence non significative
13	Amir Rad FA et al. (2015)	Fracture resistance of porcelain veneered zirconia crowns with exposed lingual zirconia for anterior teeth after thermal cycling: An in vitro study.	Comparaison de la fatigue entre des couronnes antérieures de zircone plaquée VS disilicate de lithium monolithique VS céramo-métalliques avec métal visible en palatin (groupe contrôle)	Force à la rupture : couronnes céramo-métalliques > aux autres groupes
14	Nicolaisen MH et al. (2016)	Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial.	Étude sur 3 ans comparant des bridges CM et CC remplaçant une dent en postérieur.	- Taux de survie 100% dans les deux cas - Taux de succès légèrement < pour CC - Complication : écaillage de la céramique
15	Karl M. (2016)	Outcome of bonded vs all-ceramic and metal-ceramic fixed prostheses for single tooth replacement.	Comparaison des prothèses fixées dentaires (FDP) à base résine, céramique et CM Revue de littérature comprenant l'analyse de 258 articles	- FDP CM: taux de survie le plus élevé - FDP tout céramique : taux de survie équivalent mais complications techniques plus élevées (écaillage de la céramique)
16	Vinicius P. Fardin et al. (2016)	Lifetime prediction of zirconia and metal ceramic crowns loaded on marginal ridges	Création de 40 couronnes molaires, en tout 80 crêtes marginales soumises à un chargement cyclique séparément. 4 groupes : - Couronnes métal-céramiques (CCM) avec épaisseur uniforme - CCM avec cadre modifié (collier lingual et jambes proximales) - Couronnes base zircone (CC) avec épaisseur uniforme - CC avec cadre modifié	- durée de vie à la fatigue CCM < CC après 106 cycles - Résultats non significativement différents entre les couronnes base zircone avec épaisseur uniforme VS cadre modifié - Probabilité de survie à 106 cycles : - Métal-céramique, épaisseur uniforme : 0,66% - Métal-céramique, épaisseur modifiée : 4,73% - Base zircone, épaisseur uniforme : 36,68% - Base zircone, épaisseur modifiée : 23,41%
17	Rinke S et al. (2016)	A practice-based clinical evaluation of the survival and success of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 5-year results.	Comparaison sur 5 ans du taux de succès et du taux de survie entre les couronnes céramo-métalliques et les couronnes en zircone au niveau molaire	- Fractures: 2 CM, 3 zircone - Taux de succès : CM 85%, zircone 74,3% - Taux de survie : CM 97,6%, zircone 94% - Pas de différence significative entre les deux groupes - Les restaurations placées en position terminale sur arcade ont montré un taux de succès < concernant la céramique cosmétique
18	Monaco C et al. (2016)	Marginal Adaptation, Gap Width, and Fracture Strength of Teeth Restored With Different All-Ceramic Vs Metal Ceramic Crown Systems: An In Vitro Study	Évaluation de l'adaptation marginale et de la résistance à la fracture des couronnes, après un chargement thermomécanique	- Résistance à la rupture zircone : 654,8 +/- 98,1 N - Résistance à la rupture disilicate de lithium : 551,3 +/- 127 N - Résistance à la rupture couronnes céramo-métalliques : 501,43 +/- 110,1 N



19	CADTH (2016)	Porcelain-Fused-to-Metal Crowns versus All-Ceramic Crowns: A Review of the Clinical and Cost-Effectiveness [Internet].	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparaison des taux de fractures entre les CM et les CC.</li> <li>- Étude de l'influence de la position de la couronne dans la bouche sur la survie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La survie à 5 ans des couronnes CM varie de 95,7% à 97,6%.</li> <li>- La survie à 5 ans des couronnes CC varie de 90,7% à 96,6%.</li> <li>- Taux de survie à 5 ans similaires à la couronne CM pour : CC en leucite ou en disilicate de lithium ou en alumine densément frittée, ou en alumine infiltrée dans le verre ou en zircone densément frittée.</li> <li>- Taux de survie à 5 ans &lt; CM : couronnes feldspathiques (90,7%).</li> <li>- Taux de survie le plus élevé : couronne au disilicate de lithium / verre renforcé en leucite (96,6%)</li> </ul>
20	Bjarni Elvar Pjeturs-son et al. (2017)	Corrigendum to "All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs" [Dental Materials 31 (6) (2015) 624–639]	Corrigé de l'étude précédente	Taux de survie diminué pour les FDP céramiques en verre renforcé
21	Monaco C et al. (2017)	Zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth: 5-year results of a randomized controlled clinical study.	Étude randomisée contrôlée sur 5 ans pour comparer la longévité et le comportement clinique de couronnes unitaires postérieures en armature zircone / céramique pressée et en armature métal / céramique pressée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taux de survie estimé pour les couronnes à armature zircone: 97,73 +/- 2,19</li> <li>- Taux de succès estimé pour les couronnes à armature zircone : 92,64 +/- 4,14</li> <li>- Taux de survie estimé pour les couronnes à armature métallique : 97,44 +/- 2,39</li> <li>- Taux de succès estimé pour les couronnes à armature métallique : 91,11 +/- 4,27</li> <li>- Pas de différence significative à 5 ans</li> <li>- Le principal type de fracture est l'écaillage de la céramique cosmétique dans les deux systèmes</li> </ul>
22	Poggio CE et al. (2017)	Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations.	Meta-analyse informelle pour l'évaluation des restaurations fixes sans métal, céramo-métalliques et métalliques. 9 études ont été prises en compte, mais le trop grand risque de biais ne nous permet pas de prendre les résultats comme preuve évidente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résultats incertains</li> <li>- Étude comparant des couronnes CC en disilicate de lithium à des couronnes CM : pas de différence significative quant aux fractures de bridges à 6 ans, mais des preuves pour une plus grande proportion de fractures au niveau des CC.</li> <li>- Étude comparant des couronnes CC zircone / céramique cosmétique à des couronnes CM : pas de différence significative quant au taux de fractures</li> <li>- Étude comparant des bridges cantilever en CC à des bridges cantilever en CM : pas de différence significative quant au taux de fractures</li> </ul>
23	Abrisham SM et al. (2017)	Shear Bond Strength of Porcelain to a Base-Metal Compared to Zirconia Core.	Comparer les forces de cisaillement de la céramique cosmétique sur une armature métallique VS armature zircone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de différence significative entre les deux groupes</li> <li>- Forces de cisaillement pour l'armature métallique : 24,57</li> <li>- Forces de cisaillement pour l'armature zircone : 20,88</li> </ul>
24	Olley RC et al. (2017)	An up to 50-year follow-up of crown and veneer survival in a dental practice.	Étude rétrospective sur la survie des couronnes dentaires (restaurations indirectes) sur 50 ans, avec un suivi annuel (examens clinique et radiographique) jusqu'à 50ans et une bonne hygiène bucco-dentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Survie moyenne d'une couronne CM = 47,53 ans (intervalle de confiance de 95%)</li> <li>- Défaillances dues à une parodontite périapicale</li> <li>- Couronnes en or et céramique ont un taux de survie de 100% à 50 ans</li> </ul>

## Annexe 2 :

### Analyse des résultats : Analyse et comparaison des différents systèmes de céramiques

Auteurs	Titre	Objectif/ Idée principale	Résultats
1 Potiket N et al. (2004)	In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems.	Évaluer et comparer la résistance à la fracture de différents types de couronnes céramo-céramiques : Procera Allceram avec 0,4mm d'alumine, Procera Allceram avec 0,6mm d'alumine, Procera Allzirkon avec 0,6mm de zircone	Valeurs de résistance à la rupture : - Couronnes céramo-métalliques : 405 N - Allceram 0,4mm : 447 N - Allceram 0,6mm : 476 N - Zircone 0,6mm : 381 N - Pas de différence significative entre les différents systèmes
2 Fradeani M et al. (2005)	Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation--a retrospective study.	Étude rétrospective sur 12 ans pour évaluer les performances cliniques des céramiques cosmétiques stratifiées dans le secteur antérieur	- Probabilité de survie: 94,4% à 12 ans - Taux d'échec clinique : 5,6%
3 Ariel J Raigrodski et al. (2006)	The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study	Étude clinique pilote concernant l'efficacité des prothèses fixées partielles postérieures en céramo-céramiques à base zircone	- Bons résultats des FPDP 3 unités à court terme
4 Layton D et al. (2007)	An up to 16-year prospective study of 304 porcelain veneers.	Étude sur 16 ans de 304 restaurations en céramiques feldspathiques	- Taux de survie cumulée des céramiques: 96% +/- 1% de 5 à 6 ans - Parmi les échecs, 6% dus à des fractures dentaires
5 Jan-Ole Clauser et al. (2010)	Dynamic fatigue and fracture resistance of non-retentive all-ceramic full-coverage molar restorations. Influence of ceramic material and preparation design	Étude la fatigue à la mastication et la résistance à la fracture des couronnes en disilicate de lithium et des couronnes renforcées en leucite.	Les céramiques en disilicate de lithium ont une résistance à la fracture plus élevée que celles renforcées en leucite.
6 Heintze ST et al. (2010)	Fracture rates of IPS Empress all-ceramic crowns--a systematic review.	Évaluer le taux de fractures des couronnes Empress en céramique renforcée par leucite, et relier les résultats au type de dent restaurée	- 3,8% des couronnes adhésives ont fracturé - 62% des fractures sont apparues entre la 3ème et la 6ème année après la pose - Le type de dent restaurée joue un rôle important - Taux de risque (TR) par an pour les incisives = 0,5% - TR prémolaires = 0,7% - TR canines = 1,2% - TR molaires = 1,6%
7 Sax C et al. (2011)	10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks.	Étude sur 10 ans pour évaluer le taux de survie clinique à long terme des restaurations postérieures à base zircone	- Très bonne stabilité de la zircone à long terme - Problème : écaillage de la céramique de glaçage, mauvaise adaptation marginale
8 Larsson C. (2011)	Zirconium dioxide based dental restorations. Studies on clinical performance and fracture behaviour.	Performances cliniques et résistance à la fracture du dioxyde de zirconium.	- Le Y-TZP (polycristal de zircone tétraogonal stabilisé à l'itrium) a une capacité à résister à la fracture élevée en se transformant d'une phase cristalline à l'autre, ce qui permet de modifier son volume et empêche ainsi à la fissure de se propager. - Ce matériau peut donc être utilisé pour des restaurations plus importantes et en zone molaire. - Les couronnes avec une armature anatomique ont une résistance à la rupture plus élevée que les couronnes avec une armature standard d'épaisseur uniforme.
9 Beier US et al. (2012)	Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations.	Étude clinique rétrospective sur 20 ans évaluant les qualités cliniques, le taux de survie estimé et l'analyse des fractures de différents types de restaurations en céramiques (1335 restaurations)	- Cause d'échec principales: fracture de la céramique (33,68%). - Taux de survie estimée : 97,3% à 5 ans, 93,5% à 10 ans, 78,5% à 20 ans - Les dents non vitales présentent un risque plus élevé d'échec - Il y a 2-3 fois plus de risques d'avoir un échec avec une parafonction de type bruxisme - Moins de fractures avec un collage au Variolink qu'avec l'utilisation de ciment Optec ou d'un ciment Dual
10 Beier US et al. (2012)	Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years.	Étude clinique rétrospective sur 20 ans évaluant les qualités cliniques, le taux de succès et le taux de survie estimé de couronnes antérieures en céramique vitreuse	- Cause d'échec principale: fracture de la céramique (44,83%) - Taux de survie estimée : 94,4% à 5 ans, 93,5% à 10 ans, 82,93% à 20 ans. - Les dents non vitales présentent un risque plus élevé d'échecs - Il y avait 7,7 fois plus de risques d'échecs avec une parafonction comme le bruxisme - Il y avait plus de colorations marginales chez les fumeurs
11 F. Campos et al. (2012)	New surface treatment of Y-TZP: Effect on fracture resistance	Étude 1 : effet sur la résistance à la fracture du nouveau traitement de surface de la porcelaine au Y-TZP Étude 2 : effet de l'addition de fibres (PTF = potassium titane fibres) sur le taux de fractures de la céramique feldspathique	Étude 1 : pas de différence significative Étude 2 : l'ajout de PTF sur les céramiques par frittage n'a pas d'influence sur le taux de fractures. En revanche, l'ajout de PTF sur les céramiques Par haute pression permet de diminuer le taux de fractures qui passe de 71,6 à 69,7 Mpa.
12 Pelaez J et al. (2012)	A prospective evaluation of zirconia posterior fixed dental prostheses: three-year clinical results.	Évaluation sur 3 ans des prothèses dentaires fixes à 3 unités en zircone	- Toutes les prothèses étaient satisfaisantes à 3 ans, pas de fractures - 1 perte à cause d'une complication biologique - 2 écaillages de la céramique - Système fiable
13 Ke Zhao et al. (2012)	Influence of veneer application on fracture behavior of lithium-disilicate-based ceramic crowns	Évaluer l'influence de l'application d'un placage (céramique cosmétique) sur le comportement à la rupture, en comparant deux types de couronnes : céramiques monolithiques en disilicate de lithium et céramiques bicouches.	- Différence statistiquement significative. - Les couronnes bicouches sont plus fragiles que les couronnes monolithiques.
14 Ariel J Raigrodski et al. (2012)	Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: A systematic review	Revue systématique pour étudier les prothèses fixées dentaires à chape zircone en termes de survie et de complications	- 12 études conservées. - Résultats cliniques correctes - Les données cliniques à court terme suggèrent que les prothèses dentaires fixes à base de zircone sont une bonne alternative aux couronnes céramo-métalliques
15 Lin WS et al. (2012)	The effect of core material, veneering porcelain, and fabrication technique on the biaxial flexural strength and weibull analysis of selected dental ceramics.	Comparaison de la céramique de recouvrement (technique bicouche ou monolithique) et de la technique de fabrication de l'armature (pressée à chaud ou CFAO) quant à la résistance à la flexion.	- Couronnes bicouches plus fragiles que les couronnes monolithiques. - Résistance à la flexion : noyaux de vitrocéramique renforcé à la leucite < noyaux de disilicate de lithium - La technique de fabrication par pressée ou CFAO n'influe pas sur la résistance à la flexion des vitrocéramiques - Couronnes bicouches zircone : résistance à la flexion > pour la technique de pressée à chaud par rapport à la technique de stratification - Couronnes zircone ont une résistance à la flexion > couronnes monolithiques renforcées de leucite ou de disilicate de lithium
16 Vigolo P et al. (2012)	Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study.	Comparaison du taux de succès de deux systèmes de CFAO (Procera VS Lava) avec des unités monobloc de céramique fusionnées au métal	- Aucune différence significative à 5 ans entre les deux groupes de CFAO et entre les groupes et le système métallique - Cependant, des problèmes techniques tels que la fracture de la céramique de recouvrement, se produisent plus fréquemment dans les groupes CFAO - La différence de fréquence d'échecs étaient statistiquement significative entre les groupes métal et Procera

17	Sorrentino R et al. (2012)	Clinical evaluation of 209 all-ceramic single crowns cemented on natural and implant-supported abutments with different luting agents: a 6-year retrospective study.	Étude sur 6 ans pour évaluer les performances du système Procera Allceram sur des dents unitaires et sur implants, antérieurs et postérieurs	- Sur 206 couronnes, 7 fractures - Taux de succès = 90,9% - Taux de survie = 95,2%
18	Layton DM et al. (2013)	A systematic review and meta-analysis of the survival of non-feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years.	Revue systématique qui reporte et étudie les dents reconstruites par des céramiques non feldspathiques sur 5 et 10 ans	- Taux de survie estimé pour les céramiques Empress: 92,4% à 5 ans, 66% à 94% pendant 10 ans.
19	Vinciane Koenig et al. (2013)	Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: An up to 9-year retrospective study	Étude rétrospective sur 9 ans pour évaluer les restaurations à base zirconie, identifier les paramètres cliniques à l'origine des échecs et identifier et analyser les fractures de céramique cosmétique	- Taux de survie: 93,2% - Taux de succès: 81,63% - Taux de fractures cohésives: 15% - Taux de fractures adhésives: 2,7% - La plupart des fractures de céramique cosmétique apparaissent sur la face occlusale - Paramètres influençant l'apparition de fractures: absence de protection nocturne, restauration antagoniste en céramique, parafunctions, support implantaire
20	Marit Oilo et al. (2013)	Fractographic analyses of all-ceramic crowns: A study of 27 clinically fractured crowns	Étude de 27 couronnes céramo-céramiques fracturées pour déterminer les sites d'initiation des fractures et leur mode de propagation.	- Toutes les fractures ont été initiées au niveau de la marge cervicale
21	Gherlone E et al. (2014)	A 3 years retrospective study of survival for zirconia-based single crowns fabricated from intraoral digital impressions.	Étude rétrospective sur 3 ans pour évaluer le taux de fractures des couronnes zirconie / céramique vitreuse	- Taux de survie à 3 ans: 100% - Taux de fractures de la vitrocéramique à 12 mois: 9,3% - Taux de fractures de la vitrocéramique à 24 mois: 14% - Taux de fractures de la vitrocéramique à 36 mois: 30,2% - Taux de succès à 3 ans: 69,8%
22	Rubén-Agustin-Panadero et al. (2014)	Zirconia in fixed prosthesis. A literature review	Revue de littérature sur le comportement des restaurations dentaires en zirconie	- Taux de fractures élevé pour les restaurations à base zirconie / céramique cosmétique (6% à 15% sur 3 à 5 ans) par rapport aux restaurations céramo-métalliques (4% à 10% sur 10 ans). - Facteurs influant les fractures de céramique: différence de coefficient de dilatation thermique entre l'armature et la céramique cosmétique, faible mouillabilité entre les matériaux, défauts de fabrication - Charges de compression statiques: IPS Empress < In Ceram Spinell < Empress 2 < In Ceram Alumina < In Ceram Zirconia < Procera Allceram (alumine) < PDF à base zirconie (Lava, Procera Zirconia, IPS E-max ZirKAD - D'avantage de fractures cohésives (écaillage ne montrant pas l'infrastructure) avec les systèmes CC, alors que davantage de fractures adhésives (montrant l'infrastructure) dans les systèmes CM
23	Nishigori A. et al. (2014)	Influence of zirconia surface treatment on veneering porcelain shear bond strength after cyclic loading	Étudier l'influence du traitement de surface de la zirconie 3Y-TZP sur la résistance au cisaillement de la céramique cosmétique	- Pas de différence significative du traitement de surface sur la résistance au cisaillement
24	Altamimi AM et al. (2014)	Comparison of fracture resistance and fracture characterization of bilayered zirconia/fluorapatite and monolithic lithium disilicate all ceramic crowns.	Comparaison de la résistance à la fracture entre des couronnes bicouches zirconie / fluorapatite et des couronnes monolithiques au disilicate de lithium. Couronnes bicouches montées de deux manières: conception standard ou conception anatomique	- Résistance à la fracture: couronnes monolithiques au disilicate de lithium pressées à chaud > zirconie/fluoroapatite pressées - Résistance à la fracture: conception anatomique > conception standard
25	Pihlaja J et al. (2014)	Early complications and short-term failures of zirconia single crowns and partial fixed dental prostheses.	Évaluer les complications précoces et les échecs à court terme des couronnes unitaires en zirconie et des prothèses dentaires fixes partielles (FDP)	- Complications précoces les plus fréquentes: irritation gingivale localisée (1,9% des couronnes unitaires, 2,5% des FDP) et sensibilités dentaires postopératoires (0,4% des couronnes unitaires et 3,3% des FDP) - Échec le plus fréquent à court terme: écaillage de la porcelaine de recouvrement (0,8% pour les couronnes unitaires, 0,8% pour les FDP)
26	Kanat B et al. (2014)	Effect of various veneering techniques on mechanical strength of computer-controlled zirconia framework designs.	Évaluer la résistance à la fracture, la résistance à la flexion et la résistance au cisaillement de différents systèmes de céramiques cosmétiques montées sur de la zirconie	- Résistance à la fracture: CFAO (disilicate de lithium - zirconie) > couronnes stratifiées (nano-fluoroapatites stratifiées) > couronnes pressées (fluoroapatite pressée) - Résistance à la flexion: CFAO > couronnes pressées > couronnes stratifiées - Forces de liaison de cisaillement: CFAO > stratifiées > pressées - La CFAO ou la stratification de la céramique sur zirconie peut réduire l'écaillage de la céramique
27	Irena Sailer et al. (2015)	All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs)	Étude sur des couronnes unitaires, sur 5 ans, pour comparer les taux de fractures entre les CM et les CC (base leucite ou disilicate de lithium / base alumine infiltrée / alumine zirconie)	- Taux de survie estimé semblables entre CM et CC - Taux de survie à 5 ans < pour les couronnes céramiques à base feldspathiques / silice - Couronnes céramiques à base feldspathique / silice ne pas utiliser en postérieur - Pour les autres types de couronnes, pas de différence entre antérieur / postérieur - Couronnes zirconie densément frittées: taux de fracture + forte (fracture du glaçage) et perte de rétention
28	Elvar Pjetursson et al. (2015)	All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs	Idem précédente, sur des prothèses dentaires fixes plurales (FDPP)	- Différence significative avec alumine infiltrée par le verre - Incidence significativement > de caries sous couronnes post en zirconie VS CM. - Fractures significativement > sur FDPP céramiques en verre renforcé et FDPP alumine infiltrée dans le verre par rapport aux CM et zirconie frittées densément - FDPP zirconie densément frittées: taux de fractures de céramiques significativement > et perte de rétention
29	Naenni N et al. (2015)	A randomized controlled clinical trial of 3-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDP) with layered or pressed veneering ceramics: 3-year results.	Étude contrôlée randomisée sur 3 ans pour comparer les couronnes unitaires postérieures base zirconie surmontées d'une céramique pressée ou d'une céramique stratifiée	- Taux de survie à 3 ans pour les deux groupes: 100% - L'écaillage de la céramique cosmétique semble apparaître plus souvent sur les céramiques pressées que les céramiques stratifiées, mais la différence n'est pas significative.
30	Le M et al. (2015)	The clinical success of tooth- and implant-supported zirconia-based fixed dental prostheses. A systematic review.	Revue systématique pour faire un inventaire des performances cliniques des restaurations en zircons supra-dentaires et supra-implantaires, incluant 27 études (23 supra-dentaires, 4 supra-implantaires).	- Taux de survie moyen à 5 ans: 93,5% pour les couronnes supra-dentaires - Pour les couronnes supra-dentaires, les principales raisons d'échecs étaient la fracture de la céramique cosmétique, la fracture de l'armature et la reprise carieuse. - Taux de complications à 5 ans: 27,6% pour les couronnes supra-dentaires - Perte de rétention plus fréquente avec un scellement au phosphate de zinc ou au ciment verre ionomère par rapport à un collage à la résine. - Taux de survie à 5 ans excellent pour les couronnes supra-implantaires, et acceptable pour les couronnes supra-dentaires. - Résultats obtenus sur un petit nombre d'études (surtout pour les couronnes supra-implantaires), à prendre avec précaution.
31	Dupriez ND et al. (2015)	A comparative study of sliding wear of nonmetallic dental restorative materials with emphasis on micromechanical wear mechanisms.	Étudier le comportement tribologique in vitro des matériaux de restaurations non métalliques.	- Avec un antagoniste en stéatite: usure de zirconie < usure céramique renforcée en leucite < usure disilicate de lithium < usure Lava Ultimate (r) - Face à un antagoniste en alumine pure, l'usure du disilicate de lithium et du système Lava Ultimate est deux fois plus faible que face à de la stéatite.

32	Moràguez et al. (2015)	Three- to nine-year survival estimates and fracture mechanisms of zirconia- and alumina-based restorations using standardized criteria to distinguish the severity of ceramic fractures	- Fournir les critères pour catégoriser les fractures de céramiques en "fractures non critiques" (traitées par polissage) et "fractures critiques" (réfection de la restauration). - Établir le mécanisme de la fracture	- Les estimations de survie varient selon que les échecs soient classés parmi "toutes les fractures" ou seulement selon les "fractures critiques". - Toutes les céramiques défectueuses ont montré une usure occlusale à l'origine de la rupture - Les contacts occlusaux au niveau des crêtes mésiales et/ou distales doivent être retirés
33	Amélie K. Mainjot et al. (2015)	Influence of thermal expansion mismatch on residual stress profile in veneering ceramic layered on zirconia: Measurement by hole-drilling	Étudier l'influence du coefficient de dilatation thermique des céramiques utilisées dans les systèmes céramo-céramiques.	- Plus les coefficients de dilatation thermique sont proches plus les contraintes sont faibles.
34	Tartaglia GM et al. (2015)	Seven-year prospective clinical study on zirconia-based single crowns and fixed dental prostheses.	Étude sur 7 ans de 303 restaurations en zircone (130 couronnes sur dent, 20 couronnes sur implants)	- Pas de complications pour 95% des restaurations - Écaillage pour 3,1% - Fracture pour 3%
35	NapAnkangas R et al. (2015)	Outcome of zirconia single crowns made by predoctoral dental students: a clinical retrospective study after 2 to 6 years of clinical service.	Étude de couronnes unitaires en zircone sur 2 à 6 ans	- Écaillage de la céramique cosmétique: 4% - Taux de succès = 80% - Taux de survie = 89%
36	Vitor G. Paula et al. (2015)	Slow cooling protocol improves fatigue life of zirconia crowns	- Étudier un mode de confection de la zircone. - Comparer la durée de vie en fatigue entre une zircone refroidie rapidement et une zircone refroidie lentement.	- Un refroidissement lent de la zircone permet d'augmenter la durée de vie en fatigue.
37	Valenti M et al. (2015)	Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation.	Étude sur 9 ans des couronnes au disilicate de lithium (40 antérieures, 70 postérieures)	- 2 fractures, 1 écaillage - Taux de survie = 96,1% - Taux de fracture = 1,8% - Faible taux d'échec à 9 ans des couronnes au disilicate de lithium
38	Simeone P et al. (2015)	Eleven-Year Retrospective Survival Study of 275 Veneered Lithium Disilicate Single Crowns.	Étude sur 11 ans afin d'évaluer la survie des couronnes en disilicate de lithium (Empress2 et E-max)	- Taux de survie = 98,2% - Sur 275 couronnes, 5 ont échoué mécaniquement : 3 par écaillage, 2 par fractures atteignant l'infrastructure
39	Martin Sasse et al. (2015)	Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic	Évaluation in vitro pour évaluer l'influence de l'épaisseur de céramique et du type d'assemblage sur la résistance à la fracture de couronnes en disilicate de lithium	- L'épaisseur occlusale de céramique a une influence statistiquement significative sur la résistance à la fracture de la couronne - Une épaisseur de 0,7-1mm est suggérée pour une restauration au disilicate de lithium
40	Balasudha Baladhandayutham et al. (2015)	Fracture load of ceramic restorations after fatigue loading	Comparer la résistance à la rupture des couronnes en disilicate de lithium monolithiques et bicouches (IPS E-max) et de zircone (Lava) à des épaisseurs cliniquement pertinentes après le cycle de chargement.	- Couronnes zircone = résistance à la fracture plus élevée - Couronnes zircone bicouches à 1,2mm ont une résistance à la fracture > que les couronnes zircone 0,6mm ou les couronnes monolithiques Disilicate de lithium 1,2mm
41	Keisuke Nakamura et al. (2015)	Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness	Résistance à la fracture des couronnes monolithiques en zircone, en secteur molaire, avec une épaisseur réduite	- L'épaisseur occlusale affecte le taux de fractures - L'épaisseur axiale n'affecte pas le taux de fractures - Les couronnes zircone monolithiques avec une épaisseur occlusale de 0,5mm supportent une plus grande charge que les couronnes au Disilicate de lithium avec une épaisseur occlusale de 1,5mm - Une couronne zircone monolithique avec un chanfrein de 0,5mm et une épaisseur occlusale de 0,5mm peut être utilisée dans la région molaire
42	Baladhandayutham B et al. (2015)	Fracture load of ceramic restorations after fatigue loading.	Comparaison de la résistance à la fracture des couronnes monolithiques et bicouches en disilicate de lithium (IPS Emax) et en zircone (Lava) Groupes : - 1) Disilicate de lithium monolithique 1,2mm - 2) Disilicate de lithium monolithique 1,5mm - 3) Disilicate de lithium bicouche 1,5mm avec placage stratifié à la main - 4) Zircone monolithique 0,6mm - 5) Zircone bicouche 1,2mm placage stratifié - 6) Zircone bicouche 1,2mm placage fraisé	- Charges de fracture: 1 < 4 < 3 < 2 < 5 < 6 - Disilicate de lithium moins résistant que zircone - Zircone monolithique à faible épaisseur ne présente pas de qualité optimales - L'idéal est la zircone bicouche 1,2mm avec un placage fraisé
43	Seydler B et al. (2015)	Clinical performance of two different CAD/CAM-fabricated ceramic crowns: 2-Year results.	Étude sur 2 ans comparant deux systèmes de CFAO : 1) Couronnes avec armature zircone + disilicate de lithium 2) Couronnes monolithiques disilicate de lithium	- Pas de différence significative entre les deux systèmes après 2 ans - Pas de caries / colorations marginales / fêlures / écaillages / fractures
44	Kanat Ertürk B et al. (2015)	Effect of Veneering Methods on Zirconia Framework-Veneer Ceramic Adhesion and Fracture Resistance of Single Crowns.	Idem étude précédente mais seulement sur la zircone	- Résistance à la fracture: zircone stratifiée > zircone pressée > zircone CFAO - Résistance aux forces de cisaillement : zircone stratifiée > zircone pressée > zircone CFAO - Pour la zircone, il y a moins de risque de fractures avec les méthodes stratifiées et pressées qu'avec la CFAO.
45	Brian T.W Leung et al. (2015)	Comparison of mechanical properties of three machinable ceramics with an experimental fluorophlogopite glass ceramic	Comparer les propriétés mécaniques de 3 systèmes de céramiques : - IPS E-Max CAD ® (vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium) - Vitablocks Mark II ® (céramique feldspathique) - Vita Enamic ® (céramique hybride)	Propriétés mécaniques du plus élevé au plus faible : IPS E-max CAD ® > Vita Enamic ® > Vitablocks Mark II ®
46	Yu Zhang et al. (2016)	Fracture-resistant monolithic dental crowns	Comparer la résistance à la rupture de deux systèmes de céramique : couronnes monolithiques en zircone et couronnes monolithiques en disilicate de lithium.	Les couronnes monolithiques en zircone ont une résistance à la rupture plus forte, et sont donc plus durables que les couronnes monolithiques en disilicate de lithium.
47	Shaymaa E. Elsaka et al. (2016)	Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic	Évaluer les propriétés mécaniques de deux types de céramiques : zircone renforcée en silicate de lithium VS disilicate de lithium (IPS E-max CAD)	Propriétés mécaniques : zircone renforcée en silicate de lithium > disilicate de lithium
48	Morimoto S et al. (2016)	Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminate Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates.	Effectuer une revue systématique et une méta-analyse basée sur des essais cliniques qui ont évalué les résultats des facettes stratifiées en vitrocéramique et en céramique feldspathique	- Taux de survie global cumulé estimé: 89% dans une moyenne de 9 ans de suivi - Survie estimée pour la vitrocéramique : 94% - Survie estimée pour les facettes en céramique feldspathique : 87% - Fracture / écaillage : 4%
49	Lubna Alkadi et al. (2016)	Fracture toughness of two lithium disilicate dental glass ceramics	Étude in vitro pour déterminer et comparer la ténacité à la rupture de deux types de céramiques au disilicate de lithium : IPS E-max Press VS IPS E-max CAD	Différence significative : IPS E-max Press > IPS E-max CAD
50	Huettig F et al. (2016)	Early complications and performance of 327 heat-pressed lithium disilicate crowns up to five years.	Étude prospective sur 5 ans pour évaluer les performances des couronnes au disilicate de lithium	- Taux de survie à 24 mois: 98,2% - Taux de survie à 60 mois : 96,8% - Taux de complications à 24 mois : 5,4% - Taux de complications à 60 mois : 7,1%

51	Vatche Kassardjian et al. (2016)	A systematic review and meta analysis of the longevity of anterior and posterior all-ceramic crowns	Revue systématique comparant la survie des couronnes CC selon leur position antérieure ou postérieure	- Les couronnes CC antérieures sont 50% moins susceptibles de connaître un échec que les couronnes CC postérieures.
52	Ehsan Homaei et al. (2016)	Fatigue resistance of monolithic CAD/CAM ceramic crowns on human premolars	Déterminer la résistance à la fatigue de deux systèmes de céramiques : disilicate de lithium (E-Max ®), céramique hybride infiltrée de polymères (Enamic ®). Etude faite sur des prémolaires maxillaires.	- La charge nécessaire à la rupture des couronnes en disilicate de lithium est de 1400 N avec un taux de survie de 70% - La charge nécessaire à la rupture des couronnes hybrides est de 870N avec un taux de survie de 0%
53	CADTH (2016)	Porcelain-Fused-to-Metal Crowns versus All-Ceramic Crowns: A Review of the Clinical and Cost-Effectiveness [Internet].	- Comparaison des taux de fractures entre les CCM et les CCC. - Etude de l'influence de la position de la couronne dans la bouche sur la survie	- La survie à 5 ans des couronnes CC varie de 90,7% à 96,6%. - Taux de survie à 5 ans < CM : couronnes feldspathiques (90,7%). - Taux de survie le plus élevé : couronne au disilicate de lithium / verre renforcé en leucite (96,6%)  - Influence de la position de la couronne feldspathique : taux de survie plus faible en postérieur, donc indications en antérieur. - Pas d'influence quant à la position de la couronne dans la bouche pour les autres céramiques. - Globalement, les couronnes antérieures présentent un taux de survie plus élevé (100%) que les couronnes postérieures (94,5%).
54	Miura S et al. (2017)	Clinical evaluation of zirconia-based all-ceramic single crowns: an up to 12-year retrospective cohort study.	Étudier l'incidence des complications cliniques survenues sur des couronnes unitaires base zircone (Y-TZP) / céramique cosmétique. Étude rétrospective sur 12 ans	- Taux de succès à 5 ans : 96,9% - Taux de survie à 5 ans : 98,5% - Taux de succès à 10 ans : 62,1% - Taux de survie à 10 ans : 67,2% - Risque accru pour les couronnes au niveau des molaires, en comparaison avec les dents antérieures - Plus de complications lorsque l'antagoniste est une couronne métallique
55	Kim Sieper et al. (2017)	Fracture strength of lithium disilicate crowns compared to polymer-infiltrated ceramic-network and zirconia reinforced lithium silicate crowns	Étude comparative entre des couronnes au disilicate de lithium, des couronnes zircones renforcées au silicate de lithium (ZLS) et des couronnes céramiques renforcées en polymères (PICN). Étude de la résistance à la fracture, de l'influence de l'épaisseur de céramique et forces masticatoires.	- Toutes les couronnes ont survécu aux forces masticatoires. - Résistance à la fracture : disilicate de lithium > ZLS-céramique > PICN - Sans forces masticatoires, une augmentation de l'épaisseur en céramique des couronnes permet une meilleure résistance à la fracture - Avec des forces masticatoires, l'épaisseur de céramique n'influe pas sur la résistance à la fracture. - La durabilité des matériaux CFAO testés semble correcte avec une épaisseur occlusale de 1,0mm.
56	Ahila Singaravel Chidambara Nathan et al. (2017)	Evaluation of fracture toughness of zirconia silica nano-fibres reinforced feldspathic ceramic	Évaluer et comparer les valeurs de ténacité à la rupture des couronnes en céramique feldspathique renforcées en nano-particules de silice de zircone. Taux de nano-fibres : 0 – 2,5 – 5 – 7,5% du poids total	- Pas de différence significative pour les couronnes ayant des taux de nano-particules allant de 2,5 à 5% en poids - Les valeurs pour les couronnes à 7,5% de nano-particules sont inférieures à celles du groupe témoin
57	Frans Sebastian Schwindling et al. (2017)	Fracture resistance of glazed, full-contour ZLS incisor crowns	Comparer le comportement à la rupture de couronnes en zircone renforcée en silicate de lithium (Celtra Duo, Degudent), de couronnes en zircone renforcée en disilicate de lithium (IPS E-mas CAD, Ivoclar Vivadent) et de couronne en céramique feldspathique (Mark II, Vita).	- Toutes les couronnes se sont fracturées à des forces > 285 N - Charges de rupture moyennes : silicate de lithium < disilicate de lithium < feldspathique mais différence non significative
58	Christian Schriwer et al. (2017)	Monolithic zirconia dental crowns. Internal fit, margin quality, fracture mode and load at fracture	Étude sur la composition de matériaux céramique en zircone, afin de voir si elle a une influence sur le taux de fractures	- Les couronnes en zircone Y-TZP ont les meilleures marges de qualité, et la plus haute résistance à la fracture - La réduction des défauts de marge améliore la résistance à la fracture des couronnes monolithiques en zircone et augmente ainsi le succès clinique
59	Michel Degrange et al. (2017)	Comportement clinique et vieillissement hydrique des couronnes monolithiques en zircone yttrium	- Zircone mise sur le marché en dentaire au début des années 2000. - L'écaillage des la céramique cosmétique est la principale cause d'échec des restaurations en zircone émaillée. - Taux de complication 13% alors pour la CM 3% à 5 ans - Nouvelle technique : couronne monolithique zircone (maquillage en surface avec une glaçure).	- Couronnes monolithiques zircone (maquillage en surface avec une glaçure) : plus sensibles à la fatigue hydrique (Low temperature degradation LTD). - Les zircones de haute translucidité sont plus sensibles à la LTD que les zircones classiques.  Étude sur des couronnes monolithiques zircone : - Bon comportement clinique à 6 mois, mais usure rapide de la glaçure (ne peut plus jouer le rôle de barrière protectrice de la zircone vis-à-vis de la salive). - Aucune fatigue hydrique à 6 mois - Zones de transformation cristalline au niveau des points de retouches occlusaux lors de la pose, donc nécessité d'une cuisson de régénération de la zircone au laboratoire à la suite des ajustements occlusaux par fraisage. - Résultats à 1 an en cours de recherche.
60	Riccardo Fabian Fonzar et al. (2017)	Flexural resistance of heat-pressed and CAD-CAM lithium disilicate with different translucencies	Comparer l'influence de la translucidité sur la résistance à la flexion de deux céramiques : IPS E-max pressée VS IPS E-max CAD	- La différence de translucidité n'influe pas sur la résistance à la flexion de la céramique au disilicate de lithium IPS E-max pressée - La différence de translucidité influe sur la résistance à la flexion de la céramique au disilicate de lithium IPS E-max CAD
61	Doaa Taha et al. (2017)	Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness	Évaluer l'effet du type de préparation périphérique et de l'épaisseur occlusale de la restauration sur la résistance à la fracture des couronnes en matériau hybride (Enamic ®)	- Groupe avec épaulement de 1mm et épaisseur occlusale 3,5mm : valeur moyenne de charge de rupture 1,27. - Les couronnes avec un épaulement de 1mm ont une résistance à la fracture plus élevée que les couronnes avec une préparation de type flamme (bout à bout) - Pas de différence significative quant à l'épaisseur occlusale sur la résistance à la fracture
62	Merve Bankoglu et al. (2017)	Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator	Étudier la résistance à la fracture des couronnes monolithiques CFAO en zircone et des couronnes zircone – céramique cosmétique après application de forces thermomécaniques	- Résistance à la fracture: Y-TZP zircone > disilicate de lithium > zircone - céramique cosmétique
63	Schubert O et al. (2017)	Load bearing capacity, fracture mode, and wear performance of digitally veneered full-ceramic single crowns.	Les technologies assistées par ordinateur (CFAO) peuvent aider à minimiser les complications cliniques des restaurations à base de zircone, comme les fractures.	- Aucune différence significative concernant l'usure de contact des restaurations - Aucune différence significative concernant la résistance à la fracture - Trois types de rupture différents : fracture d'écaillage, fracture adhésive, fracture totale
64	John O.Burgess et al. (2017)	Caractéristiques d'abrasion des matériaux CFAO	Étude des matériaux CFAO	- Résistance à la flexion: composite < matériaux hybride (céramique et polymère) < silicate de lithium + zircone < disilicate de lithium < zircone - Dureté, module d'élasticité : composite < matériau hybride < silicate ou disilicate de lithium < zircone - Résistance à l'abrasion : silicate ou disilicate de lithium < matériaux hybrides et composite - Abrasion de l'émail antagoniste : composite < matériau hybride < silicate ou disilicate de lithium - La zircone polie est moins abrasive pour la dent antagoniste que la zircone glaçée
65	Rauch A et al. (2017)	Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns:10-year results.	Étude clinique prospective sur 10 ans pour évaluer les couronnes au disilicate de lithium.	- Taux de survie 83,5% à 10 ans - Taux sans complication 71% à 10 ans

66	Nasrin S et al. (2017)	Survival Predictions of Ceramic Crowns Using Statistical Fracture Mechanics.	Étude de la fatigue des couronnes CC monolithiques sous chargement mastigatoire simulé	- Couronnes renforcées en leucite et en fluoroapatite ont une résistance à la fatigue plus faible que les couronnes renforcées en disilicate de lithium ou en zirconie stabilisée à l'yttrium. - Pas de différence entre les couronnes renforcées en disilicate de lithium et les couronnes renforcées en zirconie stabilisée à l'yttrium.
67	Abdulmajeed AA et al. (2017)	Fracture of layered zirconia restorations at 5 years: A dental laboratory survey.	Étude rétrospective sur 5 ans déterminant le taux de fractures des couronnes zirconie / céramique cosmétique	- 31594 restaurations étudiées, 13419 en antérieur, 18175 en postérieur. - Taux de fracture global : 3,31% - Taux de fractures : antérieures < postérieures
68	Zhou Xu et al. (2017)	A comparative study on the wear behavior of a polymer infiltrated ceramic network (PICN) material and tooth enamel	Étudier les mécanismes d'usure d'un matériau céramique hybride : Enamic ® par rapport à l'émail	- Dureté supérieure mais module élastique inférieur de l'Enamic - Résistance à l'usure plus faible que l'émail.
69	Belli R et al. (2017)	Phase partitioning of material properties in Enamic	Étudier les propriétés de l'Enamic ®	- Module élastique: 34,8 GPa - Ténacité à la rupture : 1,03 Mpa.m
70	Alexis Goujat et al. (2018)	Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials	Évaluer et comparer les propriétés mécaniques des matériaux hybrides	- Voir schémas
71	Firas Abdulameer Farhan et al. (2018)	Effect of new zirconia surface coatings on the surface properties and bonding strength of veneering zirconia substrate	- Etude d'un nouveau traitement de surface de la zirconie pour améliorer la liaison zirconie – céramique cosmétique. - YSZ : zirconie yttria stabilisée. Haute résistance à la flexion (900-1200Mpa). Biocompatibilité, esthétique >. - Indications : armatures prothétiques fixées - Mais faible force de liaison à la céramique cosmétique car pas de phase vitreuse.  - Nouvelle technique : abrasion par des particules en suspension dans l'air d'oxydes d'alumine de 50-110 microns (APA) + pulvérisation par aérographe d'une « boue » de céramique. Augmente le microclavetage et la rétention micromécanique.  La boue de céramique = YSZ non frittée + céramique glacée + éthanol  Groupe témoin : abrasion APA Groupe M1 : YSZ non frittée + céramique glacée (zirconie + silice + potassium + aluminium + baryum) + éthanol Groupe M2 : YSZ non frittée + revêtement de céramique (zirconie + silice + sodium + potassium + aluminium) + éthanol	- Rugosité de surface: groupes revêtus (M1-M2) > groupe témoin - Résistance au cisaillement : groupes revêtus > groupe témoin - M1 avec particules 26 microns : valeurs > M2 , M1 avec particules 47 microns, groupe témoin  - Groupe témoin : + de fractures adhésives - Groupes revêtus : + de fractures mixtes  → L'APA permet de créer une rugosité de surface et une meilleure adhésion entre l'armature et la céramique cosmétique. Cependant, un changement de phase tétragonale à monoclinique génère un stress et augmente la résistance à la rupture de la céramique cosmétique.  Les nouveaux traitements de surface permettent d'obtenir une surface rugueuse sans changer de phase, ce qui permet une meilleure adhésion des céramiques sans création de zones de stress. Les matériaux de zirconie revêtus ont une meilleure résistance au cisaillement.



## Annexe 3

Analyse des études : Comparaison au niveau des couronnes supra-implantaires			
Auteurs	Titre	Objectif / Idée principale	Résultats
1 Kinsel RP et al. (2009)	Retrospective analysis of porcelain failures of metal ceramic crowns and fixed partial dentures supported by 729 implants in 152 patients: patient-specific and implant-specific predictors of ceramic failure.	Etude des facteurs influençant les fractures des couronnes céramo-métalliques	- Les couronnes unitaires en céramique et les prothèses partielles fixes supportées par des implants présentent un risque significativement plus élevé de fractures de la céramique chez les patients ayant des habitudes de bruxisme non porteurs d'un dispositif occlusal protecteur - Un plus grand risque de fractures est présent lorsque la dent antagoniste est une autre restauration implantot portée
2 Larsson C. (2011)	Zirconium dioxide based dental restorations. Studies on clinical performance and fracture behaviour.	Performances cliniques et résistance à la fracture du dioxyde de zirconium.	- Plus le diamètre du connecteur augmente, plus la résistance à la fracture augmente. - Les couronnes supportées par des piliers titane semblables à des implants présentent des charges significativement plus élevées à la rupture que celles soutenues par des piliers semblables à des dents.
3 Michael Stimmelmayn et al. (2012)	Wear at the titanium-titanium and the titanium-zirconia implant-abutment interface: A comparative in vitro study	Etude in vitro comparative entre les piliers supra-implantaires en zircone vs en titane	Les implants en titane ont une usure plus élevée à l'interface de l'implant après un chargement cyclique lorsqu'il est relié à un pilier en zircone par rapport à ceux en titane
4 Malo P et al. (2012)	Retrievable metal ceramic implant-supported fixed prostheses with milled titanium frameworks and all-ceramic crowns: retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up.	Etude clinique rétrospective sur 10 ans pour comparer les couronnes supra-implantaires tout céramique par rapport aux couronnes céramo-métalliques (CM).	- Taux de survie à 5 ans pour les couronnes en alumine (Procera): 92,4% - Taux de survie à 5 ans pour les couronnes zircone (Procera): 100% - La majorité des échecs étaient dus à une fracture de couronne
5 Sorrentino R et al. (2012)	Clinical evaluation of 209 all-ceramic single crowns cemented on natural and implant-supported abutments with different luting agents: a 6-year retrospective study.	Etude sur 6 ans pour évaluer les performances du système Procera Allceram sur des dents unitaires et sur implants, antérieurs et postérieurs	- Sur 206 couronnes, 7 fractures - Taux de succès = 90,9% - Taux de survie = 95,2%
6 Kim JH et al. (2013)	Fracture load of monolithic CAD/CAM lithium disilicate ceramic crowns and veneered zirconia crowns as a posterior implant restoration.	Comparaison des fractures entre les couronnes monolithiques en disilicate de lithium (e-max) et deux systèmes de couronnes zircone : zircone infiltrée / zircone pressée. Etude faite sur des restaurations postérieures sur implants	- Zircone pressée: différence significativement plus > de fractures en comparaison aux deux autres groupes - Toutes les fractures apparues sur les couronnes en zircone infiltrée ont eu lieu au niveau de la céramique cosmétique - Les couronnes monolithiques en disilicate de lithium (e-max) sont utilisables au niveau des restaurations postérieures sur implant, car leur charge de rupture est supérieure à la force occlusale moyenne
7 A.F. El-S'adany et al. (2013)	Fracture resistance of all ceramic crowns supported by zirconia and alumina versus titanium implant abutments	Comparaison des piliers supra-implantaires en titane, alumine ou zircone sur leur résistance à la fracture	- Les trois types de matériaux ont la capacité de résister aux forces occlusales présentes au niveau prémolaires (450N). - Une différence significative a été trouvée entre les groupes titane et zircone par rapport au groupe alumine, ce dernier étant plus fragile.
8 Esquivel-Upshaw JF et al. (2014)	Randomized clinical trial of implant-supported ceramic-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses: preliminary results.	Evaluer le taux de survie entre des prothèses CM et CC supra-implantaires, selon le rapport d'épaisseur des matériaux, le type d'embrasure gingivale créée, et la hauteur du connecteur	Pas d'association significative mais nombre de fractures trop faible pour conclure
9 Estevam A. Bonfante et al. (2015)	Probability of survival of implant-supported metal ceramic and CAD/CAM resin nanoceramic crowns	Evaluer la probabilité de survie et les modes de rupture des couronnes supra-implantaires en matériau hybride résine-nanocéramique en secteur molaire	- Pas de différence significative concernant la probabilité de rupture - Probabilité de survie : CM 99%, CC 100% - Différence au niveau du mode de fracture : fracture de la céramique cosmétique et délamination pour les couronnes CM, fractures cohésives pour les couronnes CC
10 Nadja Rohr et al. (2015)	Loading capacity of zirconia implant supported hybrid ceramic crowns	Etude d'un nouveau matériau céramique hybride avec infiltration de polymères sur des couronnes supra-implantaires (implants en zircone)	- Différence statistiquement significative quant à la charge de rupture, entre la nouvelle céramique hybride et la céramique feldspathique. - Valeurs de charges de rupture plus importantes avec un ciment adhésif.
11 Paul de Kok et al. (2015)	Mechanical performance of implant-supported posterior crowns	Etudier le risque de fractures des restaurations supra-implantaires.	- Du plus résistant au moins résistant (évaluant charges à la rupture, résistance à la flexion, résistance à la compression, module d'élasticité): Couronnes monolithiques zircone (LavaPlus (r)) > Couronnes monolithiques disilicate de lithium (IPS-Emax (r)) > Couronnes hybrides (Enamic (r)) > Couronnes bicouche zircone/céramique cosmétique.
12 Le M et al. (2015)	The clinical success of tooth- and implant-supported zirconia-based fixed dental prostheses. A systematic review.	Revue systématique pour faire un inventaire des performances cliniques des restaurations en zircones supra-dentaires et supra-implantaires, incluant 27 études (23 supra-dentaires, 4 supra-implantaires).	- Taux de survie moyen à 5 ans : 93,5% pour les couronnes supra-dentaires, 100% pour les couronnes supra-implantaires. - Pour les couronnes supra-dentaires, les principales raisons d'échecs étaient la fracture de la céramique cosmétique, la fracture de l'armature et la reprise carieuse. - Taux de complications à 5 ans : 27,6% pour les couronnes supra-dentaires, 30,5% pour les couronnes supra-implantaires. - Perte de rétention plus fréquente avec un scellement au phosphate de zinc ou au ciment verre ionomère par rapport à un collage à la résine. - Taux de survie à 5 ans excellent pour les couronnes supra-implantaires, et acceptable pour les couronnes supra-dentaires. - Résultats obtenus sur un petit nombre d'études (surtout pour les couronnes supra-implantaires), à prendre avec précaution.
13 Benedikt C Spies et al. (2017)	All-ceramic, bi-layered crowns supported by zirconia implants: Three-year results of a prospective multicenter study	Etude multicentrique prospective non contrôlée sur 36 mois déterminant les résultats cliniques de couronnes unitaires postérieures en céramique bicouches supportées par des implants en zircone.	- Taux de survie 100% - Taux de succès 87,5% - Echecs le plus souvent retrouvés : écaillage, rugosité occlusale
14 Adham Elsayed BDS et al. (2017)	Comparison of fracture strength and failure mode of different ceramic implant abutments	Evaluer la résistance à la fracture et le mode de rupture des restaurations supra-implantaires en utilisant des piliers en zircone ou en disilicate de lithium et en les comparant à des piliers en titane.	- Les piliers en zircone ont révélé la plus faible résistance à la rupture - Les autres groupes ont une résistance à la rupture plus élevée
15 Poggio CE et al. (2017)	Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations.	Meta-analyse informelle pour l'évaluation des restaurations fixes sans métal, céramo-métalliques et métalliques. 9 études ont été prises en compte, mais le trop grand risque de biais ne nous permet pas de prendre les résultats comme preuve évidente.	- Etude comparant des couronnes supra-implantaires en CC zircone – céramique feldspathique à des couronnes CM : pas de différence significative quant au taux de fractures - Etude comparant deux types de couronnes supra-implantaires en zircone : pas de différence significative quant au taux de fractures à 10 ans, mais plus d'écaillages sur les couronnes en zircone alumineuse.

## Annexe 4

### Analyse des résultats : Comment diminuer le risque de fracture ? Comment réparer la céramique ?

Auteurs	Titre	Objectifs/idée principale	Résultats
1 Ozcan M et al. (2002)	Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs.	Causes des fractures de couronnes, avant et après réparation. Incidence des fractures après réparation par ajout d'une résine composite.	- Fractures originelles: mastication, accidents, iatrogènes, opérations chirurgicales - Fractures secondaires après réparation au composite : traumatismes, mastication, absence de digue. - Taux de survie des restaurations après réparation : 89% - Fractures secondaires apparaissent 1 semaine à 3 mois après la réparation. - 65% région antérieure, 75% au maxillaire. - 60% en vestibulaire, 27% lingual/palatin, 8% partie occlusale, 5% niveau incisal
2 Magne et al. (2002)	Rationalization of Shape and Related Stress Distribution in Posterior Teeth: A Finite Element Study Using Nonlinear Contact Analysis	Étude de la configuration des charges présentes au niveau des dents postérieures	Tensions maximales : - Rainures centrales des dents maxillaires postérieures - Surface linguale des dents mandibulaires postérieures
3 Rohana Ahmad et al. (2005)	An evaluation of the effects of handpiece speed, abrasive characteristics, and polishing load on the flexural strength of polished ceramics	Évaluer l'effet du polissage contrôlé sur la résistance à la flexion des céramiques	- A une vitesse de rotation de 10 000 tr / min, les instruments de polissage n'ont pas affecté la résistance à la flexion de la céramique alumineuse testée - A une vitesse de rotation de 20 000 tr/min, la résistance à la flexion se trouve diminuée.
4 J. Dejou. (2010)	Les céramiques	Effet du taux d'oxydes alcalins modificateurs.	- En augmentant le taux d'oxydes modificateurs, nous pouvons nous rapprocher du coefficient de dilatation thermique du métal et ainsi réduire le risque de fractures
5 Jan-Ole Clausen et al. (2010)	Dynamic fatigue and fracture resistance of non-retentive all-ceramic full-coverage molar restorations. Influence of ceramic material and preparation design	Influence du type de préparation périphérique sur la taux de fractures	- Les céramiques au disilicate de lithium ont une résistance à la fracture plus élevée que les céramiques renforcées en leucite - Le type de préparation périphérique (congé, chanfrein...) n'a pas d'influence sur le taux de fractures.
6 Rinke S et al. (2011)	Complication rate of molar crowns: a practice-based clinical evaluation.	Modification du cycle de cuisson de la céramique	Un cycle de cuisson modifié de la céramique cosmétique sur zirconie comprenant une période de refroidissement de 6 minutes semble réduire le risque d'écaillage précoce de la céramique dans la région molaire, conduisant à un taux de complications semblable à celui des couronnes céramo-métalliques.
7 Silva et al. (2011)	Modified Y-TZP core design improves all-ceramic crown reliability	Étude de l'effet apporté par une conception anatomique sur la fiabilité des couronnes céramo-céramiques	- Les conceptions d'adaptation modifiées = anatomiques (épaulement cervical proximal 2,5mm avec joint horizontal) montrent une fiabilité > aux conceptions d'adaptations standards (épaisseur uniforme de 0,5mm) pour les molaires.
8 M. Schmitter et al. (2015)	Influence of surface treatment on the in-vitro fracture resistance of zirconia-based all-ceramic anterior crowns	64 couronnes antérieures en céramique à base zirconie plaquées par une technique de pressage ont été produites. 48 couronnes ajustées / 16 non ajustées. Parmi les 48 ajustées, trois groupes : 1 aucun ttt de surface, 2 polissage avec irrigation (polisseurs avec grains de diamants pour céramique), 3 polissage et sablage. Essais de résistance à la rupture, analyse des éléments finis, mesure de la rugosité de surface	- Couronnes ajustées plus sensibles au vieillissement, résistance à la fracture plus faible que les couronnes ajustées. - Rugosité de surface (du - au + rugueux) : surface sans ajustement 0,1micron < réglage et polissage 0,3microns < ajustement polissage vitrage 0,6microns < ajustement sans ttt de surface 1,4microns - Les fractures viennent très probablement de la surface occlusale - Pour améliorer la résistance aux fractures et réduire l'incidence de l'échec, un ajustement occlusal étendu des restaurations de zirconie antérieures plaquées devrait être évité. - Ni le polissage ni le vitrage ne peuvent restaurer la résistance aux fractures au niveau maintenu avec des couronnes non ajustées
9 M. Schmitter et al. (2015)	Influence of surface treatment on the in-vitro fracture resistance of zirconia-based all-ceramic anterior crowns	Évaluer l'effet du traitement de surface sur la résistance à la fracture des couronnes antérieures en céramique à base zirconie. Plusieurs groupes : pas de traitement de surface / polissage avec irrigation, fraises diamantées pour céramique / polissage et cuisson de maquillage	- Les couronnes ajustées sont plus sensibles au vieillissement que les couronnes non ajustées - Rugosité de surface : couronnes ajustées 0,1 microns, couronnes ajustées sans traitement de surface 1,4 microns, couronnes ajustées avec polissage 0,3 microns, couronnes ajustées avec polissage et cuisson 0,6 microns. - Un traitement de surface est à éviter pour ne pas altérer la résistance à la fracture des couronnes - Ni le polissage ni le glaçage ne peuvent restaurer la résistance à la fracture des couronnes
10 Kirmali O et al. (2015)	Efficacy of ceramic repair material on the bond strength of composite resin to zirconia ceramic.	Évaluer la résistance au cisaillement de la résine composite dans 5 systèmes de réparations de céramiques différents. Systèmes étudiés : 1) Groupe témoin, fraise diamantée 30 microns 2) Cojet ® (3M ESPE) 3) Cimara ® (Voco) 4) Z-Prime Plus ® (Bisco) 5) Clearfil ® (Kuraray) 6) Z-Bond ® (Danville)	- Différences significatives - Meilleure résistance au cisaillement : 2) 3) - Moins bonne résistance au cisaillement : 1) 6)
11 Zhongpu Zhang et al. (2016)	Effects of design parameters on fracture resistance of glass simulated dental crowns	Influence des paramètres de conception de la préparation périphérique sur le taux de fractures	- L'augmentation de l'épaisseur de la marche cervicale permet l'augmentation de la résistance à la rupture. - Un angle de convergence décroissant est conseillé pour améliorer la résistance à la rupture. - L'ajout d'une couche d'adhésif permet d'augmenter la résistance à la rupture.
12 Roberto Sorrentino et al. (2016)	In vitro analysis of the fracture resistance of CAD-CAM monolithic zirconia molar crowns with different occlusal thickness	Évaluer l'influence de l'épaisseur occlusale quant à la résistance à la fracture des couronnes zirconie CAD-CAM	- Les valeurs de résistance à la fracture de toutes les couronnes étaient supérieures aux valeurs maximales de forces occlusales présentes en région molaire - L'épaisseur occlusale n'influe pas la résistance à la fracture et le mode de fractures. - L'épaisseur occlusale peut être diminuée jusqu'à 0,5mm tout en gardant une résistance à la fracture suffisante face aux charges occlusales



13	Seung-Ryong Ha et al. (2016)	Effects of coping designs on fracture modes in zirconia crowns: Progressive load test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Évaluer les effets de différents modèles d'adaptation marginale sur les modes de fractures des couronnes céramo-céramiques postérieures (zircone, céramique cosmétique).</li> <li>- CM inconvénients : colorations marginales, allergies, manque biocompatibilité.</li> <li>- CC taux de survie estimé à 5 ans [90,7%-96,6%] mais écaillage, fracture, perte de rétention, décoloration marginale.</li> <li>- 100 chapes molaires mandibulaire en 3Y-TZP, épaulement 1 mm de large, sur piliers titane.</li> <li>- Machine d'essai universelle avec billes d'acier inoxydable de 7mm diamètre, sur 3 points.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classification: <ul style="list-style-type: none"> <li>1) fissure de la céramique de recouvrement cohésive</li> <li>2) fracture limitée à la céramique de recouvrement (écaillage) cohésive</li> <li>3) fracture montrant le noyau (délamination) adhésive</li> <li>4) fracture du noyau adhésive</li> </ul> </li> <li>- Le CTE de la céramique de recouvrement doit être légèrement &lt; à celui de la zircone.</li> <li>- Autres causes de fractures : mauvaise mouillabilité entre les céramiques, porosités, fatigue, surcharge.</li> <li>- Une épaisseur de céramique cosmétique de 1,5mm est recommandée pour éviter l'écaillage.</li> <li>- A mesure que la hauteur d'épaulement augmente, la charge de fracture augmente.</li> <li>- Les couronnes avec un épaulement d'environ 3mm ont les charges de ruptures les plus élevées.</li> <li>- Les charges de fracture de tous les groupes sont &gt; 700 N (moyenne des forces masticatoires postérieures).</li> <li>- L'existence et la hauteur de l'épaulement lingual ont plus d'influence que celles de l'épaulement buccal (vestibulaire).</li> </ul>
14	Rafael Tagliari Mores DDS et al. (2017)	Influence of surface finishing on fracture load and failure mode of glass ceramic crowns	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude de l'influence des finitions de surface sur le mode de fracture des couronnes céramiques en disilicate de lithium.</li> <li>Plusieurs groupes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- glazure</li> <li>- abrasion (fraise diamantée 2135)</li> <li>- abrasion et reglature</li> <li>- abrasion et polissage (fraise diamantée 2135F, 2135FF, et dispositifs de polissage)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rugosité: polissage / re-glazure &lt; abrasion, sans affecter les charges de rupture</li> </ul>
15	Anthony Atlan. (2017)	Fracture par fatigue des éléments prothétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En dentisterie restauratrice et en prothèse conjointe, les échecs mécaniques (fracture, chipping) constituent la principale cause d'échecs avec les caries secondaires.</li> <li>- Echecs précoces (lors de la réalisation prothétique) et échecs retardés.</li> <li>- Comment limiter ces échecs ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglage de l'occlusion</li> <li>- Détecter le bruxisme : orienter pour une prise en charge multidisciplinaire et réaliser une gouttière de protection</li> <li>- Connaître les matériaux : utiliser un matériau avec une bonne capacité de déformation plastique (ex : matériaux composites Enamic ® )</li> <li>- Epaisseur du matériau à respecter</li> <li>- Nature du substrat : meilleure collage sur l'émail</li> <li>- Rugosité de surface : la retouche rend la restauration plus fragile. Un matériau poli a des performances mécaniques plus élevées qu'un matériau non poli.</li> </ul>
16	Michel Degrange et al. (2017)	Comportement clinique et vieillissement hydrique des couronnes monolithiques en zircone yttrium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zircone mise sur le marché en dentaire au début des années 2000.</li> <li>- L'écaillage des la céramique cosmétique est la principale cause d'échec des restaurations en zircone émaillée.</li> <li>- Taux de complication 13% alors pour la CM 3% à 5 ans</li> <li>- Nouvelle technique : couronne monolithique zircone (maquillage en surface avec une glaçure).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couronnes monolithiques zircone (maquillage en surface avec une glaçure): plus sensibles à la fatigue hydrique (Low temperature degradation LTD).</li> <li>- Les zircons de haute transparence sont plus sensibles à la LTD que les zircons classiques.</li> <li>Étude sur des couronnes monolithiques zircone : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon comportement clinique à 6 mois, mais usure rapide de la glaçure (ne peut plus jouer le rôle de barrière protectrice de la zircone vis-à-vis de la salive).</li> <li>- Aucune fatigue hydrique à 6 mois</li> <li>- Zones de transformation cristalline au niveau des points de retouches occlusaux lors de la pose, donc nécessité d'une cuisson de régénération de la zircone au laboratoire à la suite des ajustements occlusaux par fraisage.</li> <li>- Résultats à 1 an en cours de recherche.</li> </ul> </li> </ul>
17	Doaa Taha et al. (2017)	Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness	Évaluer l'effet du type de préparation périphérique et de l'épaisseur occlusale de la restauration sur la résistance à la fracture des couronnes en matériau hybride (Enamic ®)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe avec épaulement de 1mm et épaisseur occlusale 3,5mm: valeur moyenne de charge de rupture 1,27.</li> <li>- Les couronnes avec un épaulement de 1mm ont une résistance à la fracture plus élevée que les couronnes avec une préparation de type flamme (bout à bout)</li> <li>- Pas de différence significative quant à l'épaisseur occlusale sur la résistance à la fracture</li> </ul>
18	John O.Burgess et al. (2017)	Caractéristiques d'abrasion des matériaux CFAO	Étude des matériaux CFAO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance à la flexion: composite &lt; matériaux hybride (céramique et polymère) &lt; silicate de lithium + zircone &lt; disilicate de lithium &lt; zircone</li> <li>- Dureté, module d'élasticité : composite &lt; matériau hybride &lt; silicate ou disilicate de lithium &lt; zircone</li> <li>- Résistance à l'abrasion : silicate ou disilicate de lithium &lt; matériaux hybrides et composite</li> <li>- Abrasion de l'émail antagoniste : composite &lt; matériau hybride &lt; silicate ou disilicate de lithium</li> <li>- La zircone polie est moins abrasive pour la dent antagoniste que la zircone glaçée</li> <li>- Résistance à la traction: aéroabrasion &gt; meulage avec une fraise en carbure de silicium spéciale (SiC Grinding Bur) &gt; polissage</li> </ul>
19	Wojtek Libeck et al. (2017)	Efficacité de différents traitements de surface pour la réparation intraorale d'armatures en zircone stratifiées	Évaluer l'efficacité des différents traitements de surface sur la réparation des céramiques stratifiées sur zircone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ces tests sont réalisés en tant que réparation de la céramique stratifiée sur zircone après un éclat de céramique (chipping)</li> </ul>
20	Jiawen Guo et al. (2017)	Effect of contact stress on the cycle-dependent wear behavior of ceramic restoration	Évaluer l'effet des contraintes de contact sur le comportement à l'usure des couronnes céramo-métalliques	Plus les contraintes de contact augmentent, plus les phases d'usure deviennent sévères au niveau de la céramique
21	Zhengjie Shan et al. (2018)	A new strengthening theory for improving the fracture strength of lithium disilicate glass-ceramics by introducing Rb or Cs ions	Effet de l'ajout du R2O ou du Cs2O à la place du K2O	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'ajout de R2O ou du Cs2O permet une augmentation de la résistance à la fracture</li> <li>- L'ajout de R2O améliore la résistance à la rupture de 26%</li> <li>- L'ajout de Cs2O améliore la résistance à la rupture de 37%</li> </ul>
22	Zhengjie Shan et al. (2018)	A new strengthening theory for improving the fracture strength of lithium disilicate glass-ceramics by introducing Rb or Cs ions	Ajout de R2O au disilicate de lithium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitrocéramique au disilicate de lithium avec ajout d'un modificateur : le R2O</li> <li>- Résistance à la rupture grandement améliorée en introduisant R2O ou Cs2O au lieu de K2O</li> <li>- L'introduction de R2O au lieu de K2O améliore la résistance à la rupture de 26%</li> <li>- L'introduction de Cs2O au lieu de K2O améliore la résistance à la rupture de 37%</li> </ul>
23	Dongdong Qian et al. (2018)	Impact of thermal shock cycles on mechanical properties and microstructure of lithium disilicate dental glass-ceramic	Impact de la cuisson de la céramique renforcée au disilicate de lithium lors de sa fabrication.	Réduction nette de la résistance à la flexion après 5 cycles de cuisson.

## Annexe 5

Bibliographie		Caractéristique étudiée
<b>Etudes trouvant des résultats pour les CM &gt; CC</b>		
1	Zhen P, Asima C, Irena S, Yu Z. A fractographic study of clinically retrieved zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. <i>Dental Materials</i> . 2015;31(10):1198-1206	Taux de fractures
2	Fatemeh A. Amir Rad, Faysal G. Succaria, Steven M. Morgano. Fracture resistance of porcelain veneered zirconia crowns with exposed lingual zirconia for anterior teeth after thermal cycling : an in vitro study. <i>Saudi Dent J</i> . 2015;27(2):63-69	Force ) la rupture
3	Nicolaisen MH, Bahrami G, Schropp L, Isidor F. Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial. <i>Int J Prosthodont</i> . 2016;29(3):259-64	Taux de succès
4	Karl M. Outcome of bonded vs all-ceramic and metal-ceramic fixed prostheses for single tooth replacement. <i>Eur J Orla Implantol</i> . 2016;9:25-44	Complications techniques
5	Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Porcelain-fused-to-metal crowns versus all-ceramic crowns : a review of the clinical and cost-effectiveness (internet). 2015	Taux de survie
<b>Etudes trouvant des résultats pour les CC &gt; CM</b>		
1	Fardin VP, De Paula VG, Bonfante EA, Coelho PG, Bonfante G. Lifetime prediction of zirconia and metal ceramic crowns loaded on marginal ridges. <i>Dental Materials</i> . 2016;32(12):1543-1554	Durée de vie à la fatigue
<b>Etudes trouvant ne trouvant pas de différence statistiquement significative entre les systèmes de couronnes CM</b>		
1	Nicolaisen MH, Bahrami G, Finlay S, Isidor F. comparison of fatigue resistance and failure modes between metal-ceramic and all-ceramic crowns by cyclic loading in water. <i>J Dent</i> . 2014;42(12):1613-20	Résistance à la fracture
2	Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) ? A systematic review of the survival and complication rates : Part I : Singles crowns (Scs). <i>Dent Mater</i> . 2015;31(6):603-23	Taux de survie
3	Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS. all-ceramic of metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. <i>Dental Materials</i> . 2015;31(6):624-39	Taux de survie
4	Nicolaisen MH, Bahrami G, Schropp L, Isidor F. Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial. <i>Int J Prosthodont</i> . 2016;29(3):259-64	Taux de survie
5	Karl M. Outcome of bonded vs all-ceramic and metal-ceramic fixed prostheses for single tooth replacement. <i>Eur J Orla Implantol</i> . 2016;9:25-44	Taux de survie
6	Rinke S, Kramer K, Bürgers R, Roediger M. a practice based clinical evaluation of the survival and success of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 5-year results. <i>J Oral Rehabil</i> . 2016;43(2):136-44	Taux de succès / survie
7	Monaco C, Rosentritt M, Llukacej A, Baldissara P, Scotti R. Marginal adaptation, gap width, and fracture strength of teeth restored with different all-ceramic vs metal-ceramic crown systems; an in vitro study. <i>Eur J Prosthodont Restor Dent</i> . 2016;24(3):130-137	Résistance à la rupture
8	Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Porcelain-fused-to-metal crowns versus all-ceramic crowns : a review of the clinical and cost-effectiveness (internet). 2015	Taux de survie
9	Monaco C, Llukacej A, Baldissara P, Arena A, Scotti R. zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth: 5-year results of a randomized controlled clinical study. <i>J Dent</i> . 2017;65:56-63	Taux de survie / succès
10	Poggio CE, Ercoli C, Rispoli L, Maiorana C, Esposito M. metal-free materials for fixed prosthodontic restorations. <i>Cochrane Database Syst Rev</i> . 2017;12:CD009606	Taux de fractures
11	Olley RC, Andiappan M, Frost P. an up to 50-year follow-up of crown and veneer survival in a dental practice. <i>J Prosthet Dent</i> . 2017;S0022-3913(17)30432-8	Taux de survie
12	Abrisham SM, Fallah Tafti A, Kheirkhah S, Tavakkoli MA. Shear bond strength of porcelain to a base-metal compared to zirconia core. <i>J Dent Biomater</i> . 2017;4(1):367-372	Forces de cisaillement

## **Serment d'Hippocrate modifié et actualisé pour les Médecins dentistes**

Au moment d'être admis à exercer une profession médicale, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de préserver, de promouvoir ou de rétablir la santé dans toutes ses dimensions, physique et mentale, personnelle et sociale.

Pour cela, je travaillerai en partenariat respectueux avec mes confrères et avec toutes les autres professions qui partagent les mêmes objectifs.

J'aiderai les autorités sanitaires dans leurs efforts pour préserver et améliorer la santé de la population.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, d'ethnie, de classe sociale ou de revenus viennent s'interposer entre mes patients et moi.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

J'aurai comme objectif de prodiguer à mes patients les soins reconnus comme les plus efficaces par les sciences médicales du moment.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ces missions.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences et je considérerai comme un devoir absolu de perfectionner sans cesse celles-ci.

Je respecterai toutes les personnes, et leur autonomie.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je tiendrai compte de leurs choix et de leurs préférences pour leur procurer la qualité de vie la meilleure. Je ne ferai rien pour forcer leur conscience.

Je garderai à mes maîtres le respect et la reconnaissance qui leur sont dus. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé si j'y manque.

GODFROY Julie .- Céramo-métalliques ou céramo-céramiques : influence sur le taux de fractures.

74p, 47fig, 2ill, 2graph, 10tabl, 30 cm.- Thèse : Odontologie ; Rennes 1; 2018 ; N° 42.20.18. .

#### Résumé français

Le monde de la prothèse fixée dentaire n'a de cesse d'évoluer. De la couronne céramo-métallique à la couronne tout céramique, divers systèmes novateurs ont vu le jour. Où en sommes-nous ?

La céramique offre de multiples choix selon son indication. Les céramiques feldspathiques et vitrocéramiques sont davantage indiquées dans le secteur antérieur esthétique et supportant peu de charges mécaniques. Les céramiques polycristallines renforcées en alumine ou en zircone trouvent leur place dans le secteur postérieur, pouvant supporter de lourdes charges.

Cette revue a rassemblé 125 études dont 83 ont été sélectionnées, étant  $\geq 2014$ .

Les critères d'inclusion étaient les suivants : études  $\geq 2014$ , traitant de prothèses fixées unitaires ou plurales en céramo-métalliques ou céramo-céramiques, supra-radicaux ou supra-implantaires, en anglais ou en français.

Les critères d'exclusion étaient les suivants : études  $< 2014$ , portant sur des dispositifs amovibles, ou sur les métaux précieux.

La recherche s'est faite dans la littérature et sur des sites de recherches : Pubmed, Sciencedirect, Cochrane.

Les résultats ont été divisés en 4 parties : comparaison des systèmes CM et CC supra-radicaux puis supra-implantaires, études des systèmes céramiques, techniques de réparation de la céramique.

Il n'a pas été trouvée de différences statistiquement significatives concernant les taux de fracture, taux de survie et taux de succès entre les couronnes céramo-métalliques et les couronnes céramo-céramiques. Cela est vrai pour les couronnes supra-radicaux et supra-implantaires.

Les couronnes monolithiques ont un taux de survie supérieur aux couronnes bicouches. Les céramiques vitreuses sont plus fragiles que les céramiques polycristallines. Les résultats sont divergents lorsqu'il s'agit de comparer les couronnes en zircone et en disilicate de lithium. Le « chipping » est le principal type de fractures rencontrées, dans à peu près 3% des cas. La méthode de conception de la prothèse et de taille de la dent font varier les taux de fracture.

Des techniques de réparation de céramiques existent. Citons le polissage, la restauration par un composite de réparation de céramique, le collage de la pièce fracturée, la conception d'une pièce identique à la pièce fracturée. Si ces techniques ne peuvent être mises en place, la confection d'une nouvelle couronne est indiquée.

#### Résumé anglais [facultatif]

Rubrique de classement : PROSTHODONTIE

Mots-clés : Couronne céramo-métallique, céramo-céramique, céramiques, zircone, alumine, vitrocéramique, taux de fracture, taux de survie, taux de succès

Mots-clés anglais MeSH : Porcelain-fused-to-metal crown, ceramic crown, zirconia, alumina, vitrocéramic, fracture rate, survival rate, success rate

Président :

Monsieur le Professeur Olivier SOREL

JURY :

Assesseurs :

Monsieur le Docteur Xavier RAVALEC (directeur de thèse)

Monsieur le Docteur Yann-Loïg TURPIN

Monsieur le Docteur Yvan BEDOUIN

Madame le Docteur Sophie LEJEUNE

Monsieur le Docteur Xavier MARTIN