



**HAL**  
open science

# Implication de la CFAO dans les restaurations partielles collées postérieures : matériaux et préparations. Une revue de la littérature

Alisa Hate

► **To cite this version:**

Alisa Hate. Implication de la CFAO dans les restaurations partielles collées postérieures : matériaux et préparations. Une revue de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03597340

**HAL Id: dumas-03597340**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03597340>**

Submitted on 4 Mar 2022

**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.

**U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année 2022

Thèse n°20

THESE POUR L'OBTENTION DU  
**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE  
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par HATE, Alisa

Né(e) le 20/12/1991 à Erseke

Le 24/02/2022

**IMPLICATION DE LA CFAO DANS LES RESTAURATIONS  
PARTIELLES COLLEES POSTERIEURES:MATERIAUX ET  
PREPARATIONS**

*Une revue de la littérature*

Sous la direction de: François ROUZE L'ALZIT

Membres du jury :

Mme. DUPUIS, Véronique  
M. IRIBARREN , Jean-Baptiste  
M. NAVEAU, Adrien  
M. VACHEY, Eric

Professeur des Universités  
AHU  
MCU  
MCU

Président  
Rapporteur  
Assesseur  
Assesseur

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ  
01/12/21

**Président** M. TUNON DE LARA Manuel  
**Directeur de Collège des Sciences de la Santé** M. PELLEGRIN Jean-Luc

## **COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES**

**Directrice** Mme BERTRAND Caroline 58-01  
**Directeur Adjoint à la Pédagogie** Mr DELBOS Yves 56-01  
**Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche** M. CATROS Sylvain 57-01  
**Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales** M.SEDARAT Cyril 57-01

### **ENSEIGNANTS DE L'UFR**

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

#### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01

M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

### **AUTRES ENSEIGNANTS**

M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01

### **ASSISTANTS**

M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mr	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
Mme	Jane	GOURGUES	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mr	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mr	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M,	Xavier	LAGARDE	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

## REMERCIEMENTS

### À ma Présidente de thèse

Madame le Professeur Véronique Dupuis  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Prothèse dentaire 58-01

*Je vous remercie sincèrement de l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence de ce jury. Je vous remercie également pour tous les précieux enseignements que vous m'avez délivré durant ma formation. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.*

### À mon Directeur de thèse

Monsieur le Docteur François ROUZE L'ALZIT  
MC Associé  
Sous-section Prothèse dentaire 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse. Vous avez su me guider aussi bien dans mes recherches, comme dans la rédaction. Je vous suis vraiment reconnaissante pour votre présence et votre investissement. Merci également pour tous les Vendredis enrichissants à l'hôpital Pellegrin. Vos compétences, votre gentillesse et votre bonne humeur font de vous un enseignant extraordinaire.*

### À mon Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Jean-Baptiste IRIBARREN  
Assistant Hospitalo-Universitaire  
Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

*Merci d'avoir accepté d'examiner cette thèse en qualité de rapporteur. Je ne pourrais jamais oublier votre gentillesse et vos encouragements au PQR. Je vous remercie pour les formidables valeurs que vous m'avez transmises: compétences, gentillesse, simplicité, bienveillance.*

À mon Assesseur

Monsieur le Docteur Adrien NAVEAU  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Prothèse dentaire 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse. Vous êtes praticien et enseignant de haut niveau. Ce sont vos cours qui ont éveillé mon intérêt vers la dentisterie numérique. Ce travail est l'occasion de vous remercier également pour le soutien que vous m'avez apporté lors de mes débuts à l'hôpital Saint-André. Veuillez trouver ici l'expression de mon admiration et de ma sincère gratitude.*

À mon Assesseur

Monsieur le Docteur Eric VACHEY  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

*J'ai de très bons souvenirs à vos côtés pendant mon stage au PQR. Je vous suis reconnaissante pour l'aide précieuse que vous m'avez apporté lors de mes vacances. Je me souviendrai toujours de vos conseils et de nos discussions sur l'art. .  
Veuillez recevoir l'expression de ma plus profonde estime.*

**Un remerciement particulier**

**A Madame Caroline Bertrand, Monsieur Jean-François Peli et Madame Martine Perrault.** Merci de m'avoir permis d'intégrer la faculté d'Odontologie de Bordeaux. Je n'aurais jamais pu réussir sans votre aide.

**A mon mari, Charles.** Merci d'avoir été à mes côtés tout au long de ce parcours difficile. Tous les défis, nous les avons surmonté ensemble. Merci infiniment pour ce que tu m'as apporté: soutien, amour franc, patience, sérénité. Tu es mon inspiration, ma force, mon bonheur.

**A mon petit trésor, Louis.** Tu es mon étoile, mon courage, mon plus beau cadeau de la vie. L'amour que j'ai pour toi est infini. Grâce à toi mon fils, je suis comblée.

**A ma grand-mère.** Merci d'être là en temps de paix et de guerre. J'ai apprécié chaque instant ensemble. Mes souvenirs à tes côtés ont toujours été heureux. Merci pour ta générosité, ton aide, ta tendresse, ton amour.

**A mes parents.** Sans vous, je ne serais pas devenue la personne que je suis aujourd'hui. Merci pour toutes les merveilleuses choses que vous avez faites pour moi. Merci pour ces racines, ces valeurs, cet amour. Vous avez toujours été là et je sais que vous le serez jusqu'à la fin.

**A ma sœur et mes nièces,** merci pour votre amour. Vous êtes dans mon cœur pour la vie.

**A ma belle-famille,** merci pour votre soutien et tous les beaux moments partagés ensemble .

### **A mes amis**

*A Ana,* je suis reconnaissante d'avoir une amie en or comme toi. Merci d'avoir été présente à la fac, à mon mariage, partout. J'espère pouvoir te rendre tout ce que tu m'as apporté.

*A Maëlle et Chloée,* je vous remercie pour votre amitié et votre aide. Merci d'être venues vers moi pour faciliter mon parcours à la fac.

*A Clara et Angélique,* mes binômes de clinique, merci d'avoir partagé ces moments si importants avec moi. Merci pour votre aide et votre bienveillance. Vous m'avez tout appris.

*A Claire, Stan, Julian, Leo, Mathieu, Tiguida.* Merci pour les moments partagés ensemble les Vendredis au PQR.

*A Maëllie,* merci pour tout: ton soutien, les nouveaux mots en français, ta générosité, ta gentillesse, ta cuisine.

*A Ninon,* merci pour tes encouragements, ton soutien et tous les repas partagés ensemble au Levain.

*A Redi, Bojana, Arlinda, Elda, Berate, Alba, Lorena, Nertsia et tous mes amis en Albanie.* Je remercie le monde de vous avoir rencontré. Merci pour votre amitié sans faille et votre écoute. Vous me manquez.

### **A toute mon équipe d'enseignants de l'hôpital Saint-André et Pellegrin.**

Je vous remercie pour ces belles années de stage. Merci pour vos conseils, votre soutien, votre gentillesse et votre bienveillance.

**À l'ensemble des enseignants et du personnel de la faculté d'Odontologie de Bordeaux et de Tirana.** Merci pour toutes ces années d'apprentissage et de partage.

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>2. GÉNÉRALITÉS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Les Restaurations Partielles Collées Postérieures (RPCP) .....</b>	<b>9</b>
2.1.1. Classification.....	9
2.1.2. Les indications des RPCP mises en forme par la CFAO .....	10
2.1.3. Contre-indications des RPCP.....	11
2.1.4. Formes de préparations pour les RPCP .....	11
2.1.4.1. Impératifs biomécaniques .....	11
2.1.4.2. Impératifs biologiques .....	13
2.1.4.3. Impératifs liés aux matériaux.....	13
2.1.4.4. Impératifs esthétiques .....	13
2.1.5. Une évolution vers des formes paramétriques.....	14
2.1.6. Les préparations contemporaines des RPCP.....	14
<b>2.2. La conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) .....</b>	<b>16</b>
2.2.1. Définitions.....	16
2.2.2. Les différents maillons de la CFAO.....	16
2.2.2.1. La numérisation .....	16
2.2.2.2. La Conception Assistée par Ordinateur (CAO).....	16
2.2.2.3. La Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) .....	17
2.2.3. Les différents types de CFAO .....	19
2.2.3.1. La CFAO directe .....	19
2.2.3.2. LA CFAO indirecte .....	19
2.2.3.3. La CFAO semi-directe .....	20
<b>2.3. Matériaux de choix pour les RPCP .....</b>	<b>22</b>
2.3.1. Les céramiques.....	22
2.3.1.1. Les céramiques vitreuses .....	22
2.3.1.2. Les céramiques polycristallines .....	24
2.3.2. Les matériaux hybrides (ou composites usinables) .....	26
<b>3. MATÉRIELS ET METHODE.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1. Stratégie de recherche .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. Sélection des études.....</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. Analyses complémentaires .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. Quantification des résultats .....</b>	<b>34</b>
<b>5. DISCUSSION .....</b>	<b>35</b>



<b>5.1. Principes de préparations adaptées à la CFAO.....</b>	<b>35</b>
5.1.1. La préparation assistée par guidage (PAG) et la CFAO .....	36
5.1.1.1. Les mouvements «robomimétiques» de la PAG .....	36
5.1.1.2. La V-préparation pour les RPCP et la jonction « crocodile ».....	37
<b>5.2. Choix des matériaux .....</b>	<b>38</b>
5.2.1. Que choisir : Zircone ou céramiques vitreuses ? .....	39
5.2.2. Avantages et inconvénients des matériaux hybrides.....	40
<b>5.3. Avantages et inconvénients des RPCP mises en forme par la CFAO .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4 Limités de cette étude.....</b>	<b>41</b>
<b>6. CONCLUSION.....</b>	<b>43</b>

**BIBLIOGRAPHIE**

**ANNEXES**

**TABLE DE TABLEAUX**

**TABLE DE FIGURES**

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

BIS-GMA : Bisphenol A- glycidyl methacrylate

CAO : Conception assistée par ordinateur

CIP : Céramique infiltrée de polymère

CFAO : Conception et fabrication assistée par ordinateur

CVIMAR : Ciment verre ionomère modifié par addition de résine

DVO : Dimension verticale d'occlusion

FAO : Fabrication assistée par ordinateur

IDS : Immediate dentin scellement

MDP : Methacryloxydecylhydrogenphosphate

PAG : Préparation assistée par guidage

PRISMA : Proposed Reporting Items Systematic Reviews and Meta-Analysis

RCNC : Résine chargée en nano-céramique

RPCP : Restauration partielle collée postérieure

TEG-DMA : Triethylene glycol dimethacrylate

UDMA : Urethane dimethacrylate

ZR : Zircon

# 1.INTRODUCTION

De nos jours, dans nos cabinets, nous faisons face à une demande des patients pour réaliser des restaurations peu délabrantes, mais aussi esthétiques et résistantes . Les restaurations partielles collées répondent au mieux à ces exigences. Au travers de cette thèse, nous nous interrogerons sur ce type de restauration au niveau des dents postérieures, c'est à dire sur les Restaurations Partielles Collées Postérieures (RPCP). La réalisation de ces pièces prothétiques peut-être réalisée par des procédés de Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO). Mais comment travailler avec la CFAO?

Le sujet de préparation sera traité, mettant en évidence les modifications à apporter à nos préparations pour les RPCP réalisées via la CFAO. Quels impératifs faut-il respecter pendant la préparation ? Nous traiterons quelques protocoles comme la Préparation Assistée par Guidage (PAG) du dr Raynal, une préparation standardisée qui répond aux exigences de la CFAO, mais aussi des critères de préparation d'une RPCP contemporaine en 2021.

Ensuite, nous proposerons une réflexion sur les matériaux disponibles de fabrication des RPCP. Nous allons nous questionner sur les céramiques usinables, les Zircones, ainsi que sur les matériaux hybrides. Quel matériau choisir à usiner? Existe-il un biomatériau parfait?

Donc, au cours de ce travail, nous verrons que l'évolution de la CFAO et les nouveaux concepts de la dentisterie moderne, comme la dentisterie minimalement invasive amènent à un changement de l'approche clinique du praticien.

Ce qui concerne la bibliographie, une recherche informatique et manuelle, en Anglais et en Français a été faite pour aider à l'écriture de cette thèse.






## 2.GÉNÉRALITÉS

### 2.1 Les Restaurations Partielles Collées Postérieures (RPCP)

#### 2.1.1 Classification

Dans l'objectif de respecter le principe d'économie tissulaire, les traitements face à une perte tissulaire se résument souvent à la réalisation d'une restauration directe (résine composite) ou d'une restauration indirecte partielle/totale. Pour restaurer une prémolaire et/ou une molaire, nous nous dirigeons de plus en plus vers les restaurations partielles collées postérieures (RPCP).

Pour décrire les différentes RPCP, nous proposons ci-dessous un classement de ces restaurations, de la moins mutilante à la plus mutilante (1).

Type de Restauration	Définition	Image
Inlay	Restauration sans recouvrement cuspidien	
Onlay	Restauration qui couvre partiellement les cuspides, mais pas toute la surface occlusale	
Overlay	Restauration qui couvre totalement la surface occlusale	
Table top	Variant de l'overlay où la dent est peu, voir non-préparée. Indication principale : perte tissulaire dans le cas d'érosion/abrasion ou si nécessité d'augmenter la DVO.	
Veenerley	Restauration qui couvre la face occlusale et la face vestibulaire pour des raisons esthétiques ou fonctionnelles.	

**Tableau 1.** Description des RPCP (restaurations partielles collées postérieures)

### 2.1.2 Les indications des RPCP mises en forme par la CFAO

Le chirurgien-dentiste moderne propose de plus en plus des RPCP dans ses plans de traitement car ces restaurations permettent de reproduire l'anatomie dentaire en respectant les principes d'une dentisterie conservatrice et esthétique. Mais, il est important de connaître les indications des RPCP (2) :

- Dents pulpées et dents déulpées.

Les RPCP sont indiquées pour les dents déulpées car l'absence de la pulpe n'a pas d'effet sur les propriétés mécaniques intrinsèques des tissus dentaires restantes, amélaire et dentinaire (3). Ainsi, il est prouvé que ce n'est pas le traitement endodontique qui engendre des conséquences mécaniques sur la dent, mais plutôt le délabrement tissulaire (2).

- Lésions de site 1 ou site 1 et 2 associées, stade 3 ou 4 (4).

Pour les lésions de site 1, stade 1 et 2, une restauration directe par matériau composite sera préférée en première intention.

- Dans le cas de perte de crêtes marginales, qui engendrent une diminution de la résistance dentaire (2). Une RCP réalisée par la CFAO, sur une dent avec une grande perte de substance dentaire montre une très bonne performance biomécanique et meilleure résistance de fracture qu'une restauration directe (32).

- En présence de fissures : pour les fissures obliques cuspidiennes; un recouvrement est envisagé par un onlay/overlay. Pour les fissures verticales centrales, la réalisation d'un overlay avec un congé périphérique est nécessaire (4).

- Dans le cas des limites périphériques accessibles. Dans le cas contraire, des techniques d'éviction ou de flexion gingivale pourraient être utilisées pour accéder aux limites infra-gingivales < 1mm (4). Pour des limites plus profondes, afin de pouvoir mettre en place le champ opératoire, d'autres techniques comme par exemple les techniques chirurgicales ou orthodontiques sont proposées.

- Dans le cas des dentures usées, associées ou non à une perte de DVO. Les RPCP sont un très bon choix thérapeutique si un rétablissement des courbes occlusales et des fonctions altérées est nécessaire (4).

### **2.1.3. Contre-indications des RPCP**

Il n'existe pas de contre-indication absolue à la réalisation de RPCP. Cependant, un des principes clés de la réussite des RPCP repose sur la sélection du cas. Plusieurs critères doivent donc être pris en considération pour choisir les RPCP comme alternatives thérapeutiques :

- L'hygiène buccale. Une hygiène bucco-dentaire non suffisante pourrait amener à un développement des caries secondaires, ce qui est la seconde cause d'échec des RPCP, après les fractures (5).
- Des difficultés d'accès à la cavité. Celles-ci pourraient compromettre la préparation et le protocole de collage sous digue.
- L'occlusion. Une attention particulière doit être portée lors de la présence des parafunctions (6, 31). Les RPCP, avec des cavités larges et profondes, associées à un contexte occlusal non favorable (comme un bruxisme) sont considérées comme biomécaniquement vulnérables. (6) Des gouttières nocturnes peuvent s'avérer indispensables pour éviter les fractures dentaires ou les fractures de la RPCP.
- Le coût financier. Une restauration indirecte présente un coût plus élevé qu'une restauration directe (qui est de plus mieux remboursée généralement pour le patient)

### **2.1.4 Formes de préparations pour les RPCP**

La forme des préparations a évolué au fil des années avec le développement des nouvelles technologies. Pour autant, des impératifs sont toujours à respecter afin de garantir la réussite de la restauration.

#### **2.1.4.1. Impératifs biomécaniques**

Au départ, les principes biomécaniques étaient respectés au maximum. Lors de la préparation, ces principes biomécaniques de la dent concernaient (79) :

- Le rapport hauteur/épaisseur des parois. Si le rapport hauteur/largeur d'une cuspside est  $> 1$ , le mieux était d'envisager un recouvrement.
- La préservation des crêtes marginales, du point d'émail ou du plafond pulpaire permettrait de lutter contre la flexion pulpaire.
- La continuité des parois.
- La quantité de l'émail résiduel au niveau cervical. C'est un élément très important du pronostic de la RPC, dû à son importance lors du collage.

En 2009, Cazier et al (80) avaient déjà proposé des critères de réalisation des RPCP afin d'utiliser une empreinte intra-orale. Les critères étaient :

- Liées aux inlays céramiques :

- Largeur minimale des isthmes: 2mm
- Largeur minimale des boîtes 1.2mm
- Surplomb proximal inférieur à la largeur de la boîte et inférieur à 2mm
- Profondeur de l'isthme de 1.5-2mm au niveau du sillon médian
- Angles internes arrondis et limites de la préparation en épaulement.

- Liées à la CFAO :

- Le degré de finition nécessaire pour la CAO implique l'utilisation de fraises bagues rouges permettant l'obtention de limites nettes, des parois planes et l'élimination des prismes d'émail non soutenu. Elles sont d'une granulométrie compatible avec la résolution de la caméra 3D.
- Les angles trop vifs au niveau des formes de contour ne peuvent pas être usinés. Un angle saillant cavosuperficiel ne pourra pas être usiné correctement et va compromettre l'insertion passive de la restauration (80).

Comme lors d'une préparation classique, les limites se situent en dehors des contacts occlusaux et proximaux (80). Les contre-dépouilles présentes lors de ces préparations et issues du curetage carieux, sont comblées avec un CVIMAR ou un composite fluide. Le volume lacunaire pouvait également être comblé par le matériau d'assemblage.

A partir de 2014, d'Incau et Zunzarren (83), puis Corne et al (4) définissent des critères de forme de préparation pour RPCP, à savoir :

- Angles internes arrondis
- La ligne de finition : épaulement à angle interne arrondi ou congé quart de rond
- Éviter les limites en biseau
- Angles cavo-superficiels le plus proches possibles de 90°
- Niveau de réduction occlusale : au moins 2 mm
- Pour les cavités complexes la largeur de l'isthme: environ 3 mm pour une meilleure répartition des contraintes
- Pour éviter les fractures, l'épaisseur des parois dentaires: au moins 2 mm. Sinon un recouvrement est à envisager pour prévenir la flexion cuspidienne.
- Joint du collage situé hors tout contact occlusal
- Recouvrement cuspidien dans trois cas:
  - 1-Parois résiduelles < 2mm
  - 2-Cavité profonde
  - 3-Recouvrement des cuspides d'appui dans le cas d'une occlusion défavorable : fonction de groupe; parafonction, pentes cuspidiennes marquées.

### **2.1.4.2. Impératifs biologiques**

L'objectif est de protéger le complexe dentino-pulpaire par le scellement dentinaire immédiat (ou Immediate Dentin Sealing, IDS). L'IDS est la protection de la dentine après la préparation par un adhésif ± un composite (3, 79). Il présente plusieurs avantages (3, 79) :

- Il permet l'inhibition des infections par des bactéries par fermeture des canalicules dentinaires.
- Il permet l'augmentation de l'intensité du collage en évitant le collapsus des fibres de collagène dentinaire à l'insertion de la restauration (81).
- Associé à du composite fluide, cela permet de combler les contre-dépouilles (81, 3, 79)
- Il permet une diminution des sensibilités post-opératoires.

### **2.1.4.3. Impératifs liés aux matériaux**

Les recommandations basées sur l'expérience clinique et les tests in vitro (84) suggèrent qu'il faut au moins 2mm d'épaisseur pour les céramiques un peu plus fragiles comme les céramiques feldspathiques (VITA, VITA MARK II) et les céramiques renforcées en leucite (IVOCLAR VIVADENT, IPS EMPRESS I). Une épaisseur de la céramique, inférieure à 2mm traduit un risque accru de fragilité alors qu'une épaisseur supérieure à 3mm n'apporte pas de différence significative concernant la résistance de la RPC (2, 84).

Pour les céramiques renforcées en disilicate de Lithium (IPS e.max PRESS ou CAD), l'épaisseur minimale recommandée serait entre 1mm-1.2mm (84, 85).

Quelques études (99, 100) montrent des résultats satisfaisants avec des épaisseurs  $\leq$  1mm si le collage se fait sur l'émail, mais ceci reste encore à prouver.

Pour résumer, une épaisseur de la pièce prothétique entre 1mm et 1.5 mm est fortement conseillée pour toutes les restaurations esthétiques : composite, céramiques pressées et blocs de CAD/CAM (6).

En ce qui concerne l'homogénéité de l'épaisseur du matériau, il s'agit d'un critère essentiel de la réussite de la pièce prothétique. En présence d'un manque de régularité de l'épaisseur, la RPCP est soumise à des contraintes internes secondaires (6).

### **2.1.4.4. Impératifs esthétiques**

Les impératifs esthétiques concernent surtout les RPCP visibles, donc les RPCP des prémolaires. La problématique de l'esthétique lors de reconstitutions par RPCP se situe essentiellement au niveau de la limite cervicale. Trois éléments sont à prendre en compte (2) :

- La situation de la limite cervicale : une limite cervicale vestibulaire au niveau du tiers occlusal n'est pas esthétique. Il faut donc situer cette limite au niveau du 1/3 cervical (6), toujours en restant dans l'émail, afin d'avoir une étanchéité optimale.
- Ces limites doivent être supra-gingivales pour faciliter l'enregistrement optique et le collage (91).
- Le type de limite cervicale : Ferraris (82) propose en 2017 trois types de limites pour les RPCP: «butt joint» (horizontale), «bevel» (biseautée) et «shoulder» (épaulement). Pour Veneziani (1), une limite en chanfrein ou avec épaulement est à choisir en fonction de l'histo-anatomie de la dent.



### 2.1.5 Une évolution vers des formes paramétriques.

Il s'agit de formes de préparation plates avec un dôme de composite au centre et une limite amélaire. Les défenseurs du « no post, no crown » n'acceptent pas ce type de préparation car elle fait penser à une préparation de type corono-périphérique.(31). Mais ce type de préparation pourrait être bénéfique dans plusieurs situations selon Gerdolle et al (79):

- En présence d'une dent trop délabrée. Une préparation plate évite une RPCP dont l'épaisseur n'est pas régulière, évitant donc les contraintes internes et les microfissures .
- En présence d'un rapport hauteur/largeur d'une cuspidie  $> 1$  (87). Dans ce cas-là, la question du recouvrement cuspidien se pose. Cela pourrait se faire grâce à une préparation «plate», limitant ainsi les fractures, dues à la flexion cuspidienne (79, 4) .
- En présence de «cracks». Les cracks horizontaux seront éliminés pendant la préparation. S'ils sont mésio-distaux ou verticaux, il faudrait les recouvrir (31).

### 2.1.6. Les préparations contemporaines des RPCP

Aujourd'hui l'accent est mis sur le concept du bio contour (9). Le bio contour est la surface de la dent qui repose sous l'émail ou sous la RPCP qui remplace l'émail occlusal. Pour Milicich (92, 9), l'émail occlusal représente le dôme cathédrale et le bio-contour des murs qui supportent ce dôme. Si le biocontour est conservé, le risque de fracture est diminué.

Cet émail cervical est donc :

- le garant d'un collage efficace (79)
- d'une rigidité suffisante de la dent. L'émail cervical est capable de supporter des forces de compression et de les transmettre de manière horizontale vers la dentine, via la jonction amélo-dentaire (81, 79)

Plassart et al (93) et Ménard et al (101) ont proposé en 2020 une synthèse des critères de préparations contemporaines pour les RPCP :

- La surface occlusale doit être préparée anatomiquement, sans angle, arrête ni sillon.
- La largeur de l'isthme principal doit être supérieure à 2mm
- L'épaisseur mésio-distale n'est qu'un facteur mineur
- La préservation des crêtes marginales (poutres de résistance) doit rester une priorité
- Les limites des RPC doivent se situer en dehors des zones de contact occlusaux
- Le recouvrement des cuspidies ne doit pas être systématique. Il est inutile pour les cavités de classe 1 ou 2.

Dans le cas des cavités de classe 3 il doit être envisagé si:

A- L'épaisseur des parois résiduelles est  $< 2$ mm en cervical et  $< 1$ mm en occlusal. Pour des épaisseurs intermédiaires (1-2mm) une réflexion sera à mener en fonction:

- du contexte occlusal (parafonctions, positions dentaires, nature du guidage en latéralité)
- de la configuration de la cavité (présence des crêtes marginales ou pas)
- de la demande esthétique (prémolaires maxillaires)

B-Présence de fêlures

C-Le rapport hauteur/largeur des cuspidés résiduelles est  $>1$  .

D-Occlusion défavorable

- Si un recouvrement cuspidien est réalisé, celui-ci doit avoir une épaisseur minimale de 1-1.5mm du sillon occlusal pour éviter les fractures .
- La largeur de la boîte proximale doit être d'au moins 1 mm dans le sens mésio-distal pour assurer le support nécessaire pour la céramique .
- L'espace entre la dent préparée et le point de contact de la dent adjacente ne doit pas être supérieur à 2 mm, sinon risque de fracture par augmentation du porte-à-faux .
- Pour le choix de la limite, il existe 2 options:

1- Chanfrein léger (bevel) pour les limites situées coronairement à la ligne de plus grand contour (murs palatins et vestibulaires des molaires maxillaires et murs vestibulaires des molaires et prémolaires mandibulaires).

2- Butt joint, si les limites se situent apicalement à la ligne de plus grand contour (murs linguaux des molaires et prémolaires mandibulaires).



**Figure 1.** Illustration des deux limites pour une molaire mandibulaire. Chanfrein léger pour la face vestibulaire (coronairement à la ligne de plus grand contour).

Butt joint pour la face linguale (apicalement à la ligne de plus grand contour)

## **2.2 La conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO)**

### **2.2.1.Définitions**

Pour définir la conception et fabrication assistées par ordinateur (la CFAO), nous devons d'abord définir l'ingénierie numérique. L'ingénierie numérique inclut l'ensemble de moyens numériques dédiés à la conception, l'analyse, la simulation et l'optimisation des produits et de leur comportement dans un processus industriel (15). La CFAO est une filière de l'ingénierie numérique (16). Elle implique l'ensemble de moyens numériques dédiés à la conception et la fabrication de prothèses dentaires (17).

Cette chaîne numérique se présente sous la forme de 3 maillons : la numérisation, la CAO (conception assistée par ordinateur) et la FAO (fabrication assistée par ordinateur). La CAO, la FAO et la machine d'usinage peuvent être présentées sous la forme d'une chaîne numérique complètement intégrée, incluant les modules informatiques pour concevoir une prothèse et les modules informatiques nécessaires pour la fabriquer. Ces intégrations sont reconnues comme systèmes ou packages.

### **2.2.2.Les différents maillons de la CFAO**

#### **2.2.2.1 La numérisation**

Elle permet d'obtenir un modèle numérique 3D qui est la parfaite copie de l'arcade dentaire de notre patient. L'obtention de ce modèle numérique peut se faire à l'aide d'une caméra intra-orale. Mais ce modèle peut également s'obtenir à partir d'une empreinte ou d'un modèle numérique à l'aide d'un scanner de table. Ces scanners de table produisent une image 3D d'empreinte ou de modèle en plâtre sous forme de fichier STL, qui sera utilisée pour la conception de nos pièces prothétiques.

#### **2.2.2.2 La Conception Assistée par Ordinateur (CAO)**

C'est le post-traitement de données numérisées et la conception de données numériques pour réaliser un maître modèle virtuel (17). La conception assistée par ordinateur (CAO) est une étape complètement automatisée. Il existe plusieurs logiciels de CAO, certains sont conçus pour le cabinet, d'autres pour le laboratoire. Nous trouverons ci-dessous un tableau récapitulatif de quelques systèmes.

Nom du logiciel	Marque
3 Shape Dental System	3 Shape
DWOS	DentalWings
Exocad	Exocad
Lyra	Lyra
Cerec Premium 4.5	DentsplySirona
CS Restore	Carestream
Romexis	Planmeca
DWOS chairside CAD	DentalWings

**Tableau 2.** Résumé des systèmes CAO (94)

### 2.2.2.3. La Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO)

La FAO résume l'ensemble de tâches pour préparer numériquement le processus d'usinage. Les trois tâches numériques sont (17) :

1. Le pré-traitement des données, qui consiste à accumuler les informations nécessaires pour l'usinage.
2. Le traitement de données. Il s'agit de calculer, grâce aux algorithmes informatiques, les trajectoires d'usinage.
3. Le post-traitement de données, qui permet de convertir les données numériques de trajectoires sous la forme d'un programme, qui sera lu par la commande numérique.

Deux grandes techniques de fabrications sont actuellement décrites :

#### ◆ La fabrication soustractive

Le principe de cette technique est l'utilisation d'un bloc de matériau qui est usiné par une machine avec plusieurs axes (18) .

Plus le nombre d'axe est élevé, plus la réalisation de la RPCP sera rapide. La précision des usineuses varie en fonction des marques.

Comme chaque méthode, la méthode soustractive n'est pas parfaite. Les avantages et inconvénients ont été résumés dans le tableau 3 (19) .

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode rapide</li> <li>- Précision correcte</li> <li>- Possibilité d'usiner plusieurs matériaux: matériaux (Zircone, Céramiques...) etc</li> <li>- Utilisée facilement par le chirurgien-dentiste au sein du cabinet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilités de défauts de surface</li> <li>- Résistance diminuée des RPCP engendrée par les défauts de surface</li> <li>- Modification des RPCP si fraises trop usées</li> <li>- Adaptation de la préparation des RPCP en fonction du diamètre des fraises de l'usineuse.</li> <li>- Esthétique sommaire</li> </ul>

**Tableau 3.** Avantages et inconvénients de la méthode soustractive

### ◆ La fabrication additive

La fabrication se fait en apposant des couches successives par des techniques différentes : la stéréolithographie, l'impression 3D ou la micro-fusion laser. Avant la fabrication, la restauration prothétique est modélisée en 3D, puis elle est coupée en tranches fines. Nous allons décrire rapidement les trois techniques.

Le principe de la stéréolithographie repose sur la photopolymérisation. La pièce prothétique est fabriquée en passant une lumière laser dans un bain de résine pour réaliser la restauration couche par couche (42). Cette technique est utilisée pour les modèles calcinables ou les guides implantaires.

A l'inverse, la micro-fusion laser va venir chauffer une couche du métal en poudre pour réaliser des restaurations métalliques (couronnes en métal ,chassis ou implants).

En ce qui concerne l'impression 3D, une buse injecte du matériau liquide qui sera ensuite solidifié couche par couche. Le matériau liquide peut être de la résine , de la cire ou de la céramique, mais pas de la Zircone (102). L'inconvénient de l'utilisation de la céramique liquide est la formation des pores pendant la fabrication, ce qui va diminuer les propriétés mécaniques de la pièce prothétique (19). Les méthodes additives sont indiquées pour les matériaux composites. En ce qui concerne la céramique (zircone ou du disilicate de lithium), les réalisations de RPCP en sont au stade expérimental. Les méthodes soustractives sont actuellement les plus utilisées pour fabriquer des restaurations partielles collées.

### **2.2.3. Les différents types de CFAO**

Dans cette partie nous allons décrire rapidement les différents types de CFAO. Nous avons mis en évidence les spécificités de chaque type de CFAO, leurs avantages et inconvénients respectifs.

#### **2.2.3.1. La CFAO directe**

Dans la CFAO directe, toutes les étapes sont effectuées par le praticien qui réalise l’empreinte optique, la CAO et la FAO (20). L’ensemble de la chaîne numérique est implantée dans le cabinet. Ce concept a été initialement imaginé par François Duret, puis il a été développé par Mormann et Brandestini dans le système Cerec depuis 1985 (21).

Le premier maillon de la chaîne numérique est représenté par la caméra intra-orale. Après la préparation dentaire, le praticien effectue la numérisation pour obtenir un modèle virtuel. Ce modèle virtuel est utilisé pour concevoir la prothèse dentaire par le logiciel de CAO, le second maillon numérique. Le troisième maillon concerne l’ensemble de tâches pour préparer numériquement le processus d’usinage. Ce processus de FAO est intégré directement avec le système CAO. Une fois les tâches de FAO réalisées, le programme est transféré à l’usineuse, le quatrième maillon. (17). Cette technologie de CFAO direct présente plusieurs avantages : (20)

- Un gain de temps car la restauration est réalisée en une seule séance
- Le praticien commande et maîtrise toute la chaîne de fabrication.
- La procédure est simple car le praticien n’a qu’à monter le bloc de matériau et vérifier l’usineuse.

Parmi les inconvénients majeurs, nous pouvons citer:

- Le coût élevé pour le praticien, qui doit acheter la caméra intra-orale, le logiciel de CAO et l’usineuse.
- Les systèmes se limitent à des bridges de 3 éléments au maximum
- Les usineuses au cabinet ne permettent pas parfois d’utiliser certains matériaux. Pour cette raison, le chirurgien-dentiste peut être amené à faire sous-traiter l’usinage de certaines restaurations en laboratoire ou centre de production (17).
- l’esthétique parfois sommaire des restaurations réalisées par la CFAO (95). Des kits de maquillage existent, mais cela est vite chronophage et le résultat n’est pas garanti sur le long terme.

#### **2.2.3.2 La CFAO indirecte**

Dans la CFAO indirecte, l’ensemble de la chaîne numérique est implantée dans le laboratoire (17). Après la préparation, le praticien réalise une empreinte conventionnelle avec un matériau d’empreinte adapté. Cette empreinte est ensuite envoyée au laboratoire. Le prothésiste peut soit couler le modèle en plâtre correspondant et le numériser, soit assurer directement la numérisation à partir de l’empreinte à l’aide d’un scanner de table. Pour la suite, il réalise les mêmes tâches que le praticien en CFAO directe. Le laboratoire peut aussi s’adresser à un centre de production pour assurer les tâches de FAO et l’usinage (CFAO externalisée) (22). La CFAO indirecte ne change en rien l’activité du praticien, seulement celle du laboratoire de prothèse.

La majorité des laboratoires sont aujourd'hui équipés pour réaliser les tâches de la CFAO. Cependant l'inconvénient majeur est le risque d'erreur pendant la réalisation de l'empreinte conventionnelle, risque auparavant existant.

### **2.2.3.3.La CFAO semi-directe**

En ce qui concerne la CFAO semi-directe, la numérisation, premier maillon de la chaîne numérique est réalisée par le praticien. Les trois maillons suivants, CAO, FAO et la machine d'usinage sont implantés au laboratoire. Le chirurgien-dentiste réalise la préparation et l'empreinte optique. Le modèle virtuel est envoyé comme fichier informatique au prothésiste, qui va réaliser la CAO et FAO et renvoyer la restauration terminée au praticien (23) .

Parmi les points forts de la CFAO semi-directe nous pouvons évoquer (20) :

- Élimination de nombreuses erreurs pendant la réalisation de l'empreinte conventionnelle et la coulée du modèle en plâtre.
- Empreinte avec la digue possible
- Plus de précision apportée par l'empreinte optique par rapport à l'empreinte physico-chimique (17)
- Gain de temps et réalisation simplifiée pour le chirurgien-dentiste

## Résumé des Solutions commercialisées en CFAO dentaire

Type du maillon	Composants du maillon	Firme: Produit
Package tout intégré pour le laboratoire	Caméra extra-orale, logiciel de CFAO et machine d'usinage à commande numérique	Kavo: Everest Scan Pro, multi CAD et Everest Engine
Package numérisation + CAO pour le laboratoire	Scanner extra-oral et logiciel de CAO	3M: Lava Scan ST
Numérisation seule pour le laboratoire	Scanner extra-oral	Imetric: IScan D104i
CFAO seule pour le laboatoire	Logiciel de CAO	3M Espe: Lava Design 7
Package FAO+machine à commande numérique pour le cabinet	Machine à commande numérique et logiciel de FAO	Planmeca: PlanMill 50
Package tout intégré pour le cabinet	Caméra intra-orale, logiciel de CFAO et machine d'usinage à commande numérique	3M-ESPE + GACD: True Definition Scanner et Lyra 3Shape+ GACD: Trios et Lyra Planmeca: PlanScan, PlanCAD Easy et PlanMill 40 Sirona: Cerec Omnicam ou Bluecam, Cerec4.4 et Cerec MC ou MCX ou MCXL

**Tableau 4 :** Résumé de solutions commercialisées en CFAO dentaire (17)



## **2.3 Matériaux de choix pour les RPC**

Le choix du matériau est un élément essentiel à prendre en considération pour la longévité des RPCP. Alors que les céramiques vitreuses montrent une grande résistance, elles présentent également l'avantage de créer une unité dent-restauration céramique (5). Pour autant, les fabricants proposent toujours des résines composites, reconnues comme des matériaux hybrides, mais également des Zircons. Leur intérêt dans la reconstruction d'une dent par RPCP via la CFAO est questionné au travers de cette partie.

### **2.3.1. Les céramiques**

Les céramiques dentaires sont des matériaux inorganiques qui présentent des liaisons chimiques fortes (ioniques ou covalentes) (25, 33, 35). Elles sont composées d'oxydes, de carbures, de nitrures et de borures (35). Plusieurs techniques de mise en forme sont possibles. La plus ancienne, mais toujours d'actualité consiste à monter le mélange poudre-liquide manuellement au pinceau (33). Ce montage se fait couche par couche (stratification) , suivi d'une ou plusieurs cuissons. Puis la céramique est glacée et maquillée.

D'autres techniques sont apparues avec l'évolution des matériaux et des technologies de mise en forme. La technique de pressée nécessite d'abord l'élaboration d'une maquette en cire qui sera mise en revêtement. (49) Cette maquette en cire pourrait être réalisée artisanalement ou par CFAO (34). Ensuite, nous utilisons une céramique sous forme de bloc, qui sera montée en température et injectée. Après refroidissement, une stratification ou un simple maquillage est réalisé. Une troisième technique est décrite dans la littérature, la technique du cut-back (36). Elle consiste en la réalisation d'une reconstitution monolithique en céramique injectée. Ensuite, une découpe est effectuée au niveau occlusal, suivie d'une stratification par une céramique plus cosmétique. Enfin, les céramiques peuvent être mises en œuvre par la technique d'usinage. La majorité des céramiques sont aujourd'hui usinables (24).

Nous pouvons classer les céramiques dentaires utilisées pour la CFAO en 2 grandes familles (25):

- 1- Les céramiques vitreuses
- 2- Les céramiques polycristallines

#### **2.3.1.1. Les céramiques vitreuses**

Les céramiques vitreuses sous forme de blocs comprennent une phase de verre et une phase cristalline importante (> 20 % du volume) (25). Deux points sont importants dans une telle composition :

- La phase vitreuse assure un meilleur collage (26) car l'application de l'acide fluorhydrique crée une rugosité de surface. Une liaison chimique est ensuite formée entre le silane et le verre (la silice).

- La phase cristalline va permettre de ralentir ou bloquer la propagation des fissures (27) et donc empêcher une éventuelle fracture de la céramique.

Celles-ci peuvent être classées en quatre familles, résumées dans le tableau 5 (25):

	<b>Composition</b>	<b>Produits commerciaux</b>	<b>Propriétés optiques</b>
Les céramiques vitreuses enrichies en feldspaths	- phase vitreuse -phase cristalline(<20%) : cristaux feldspathiques polygonaux, en particulier des cristaux de sanidine de 2 à 10 $\mu\text{m}$	Vitablocs Mark II, Real life, Triluxe et Triluxe forte(Vita) Cerec blocks (Vita pour Sirona).	-monochromes (Vitablocs Mark II, Vita ; blocsCerec, Sirona) - polychromes
Les céramiques vitreuses enrichies en leucite	- phase vitreuse -phase cristalline(>30%): cristaux de leucite ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ) 1- 5 $\mu\text{m}$	1- Empress CAD (Ivoclar) 2- Initial LRF (GC).	- monochrome (Empress CAD, Ivoclar Vivadent ; Initial LRF, GC) - polychrome avec un dégradé de translucidité et saturation (Empress CAD Multi, Ivoclar Vivadent).
Les céramiques vitreuses enrichies en disilicate de lithium	- phase vitreuse -phase cristalline(>70%): cristaux de disilicate de lithium ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) 1,5 $\mu\text{m}$		-monochromes (donc pas très esthétiques), mais différentes translucidités: HT : haute translucidité, MT : moyenne translucidité, LT : basse translucidité, MO : moyenne opacité et Impulse - Un maquillage est nécessaire pour obtenir de bonnes propriétés optiques
Les céramiques vitreuses enrichies en silicate de lithium et zircon	- une phase vitreuse - Une phase cristalline: cristaux de silicates,phosphates de lithium (0,5-1 $\mu\text{m}$ ) et $\text{ZrO}_2$ (10-15%)	1- Suprinity (Vita)-précristallisé 2- Celtra Duo (Dentsply)- cristallisé	- monochrome en deux luminosités : – haute translucidité et basse translucidité

**Tableau 5.** Tableau comparatif des céramiques vitreuses mises en forme par usinage

Cependant ces céramiques présentent aussi des inconvénients, qui concernent surtout l'usinage. Les céramiques vitreuses mises en forme par usinage sont des matériaux fragiles. Elles vont subir des micro-fractures lors des déplacements des fraises ou lors de l'échauffement (25, 29). Ceci va se traduire par une adaptation marginale moindre de la RPCP et une épaisseur de colle plus épaisse. Des défauts de surface, de type micro-fissures peuvent être créés pendant l'usinage (25). Un autre inconvénient concerne l'état de surface. La fraise pendant l'usinage peut former des stries voir même arracher des cristaux. Cela va amener à une augmentation de la rugosité de la RPCP, responsable d'une accumulation de la plaque ou d'une éventuelle usure de la dent antagoniste (28). Enfin, les céramiques vitreuses sont des matériaux durs, donc les fraises d'usinage vont s'user (25).

### **2.3.1.2. Les céramiques polycristallines**

Ce sont des céramiques qui ne contiennent que des cristaux. L'inconvénient majeur de ces céramiques reste le collage, qui est plus faible que les céramiques vitreuses car il n'y a pas de phase vitreuse (50).

Nous distinguons deux types de céramiques polycristallines :

- Les céramiques polycristallines à base d'alumine
- Les céramiques polycristallines à base de zircon.

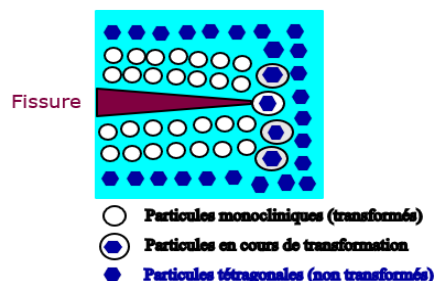
#### **◆ Les céramiques polycristalline à base d'Alumine**

Ce sont des céramiques composées d'oxyde d'aluminium, qui offre une translucidité assez importante. Selon les fabricants, le pourcentage d'alumine peut atteindre presque 100%. Comme une vraie céramique alumineuse nous pouvons mentionner Procera® de NobelBiocare™ avec un taux de 98% ou encore Cerestore® ou AllCeram® avec 65% d'alumine ou bien In-Ceram® avec 85% (35). Effectivement pour la céramique In-Ceram® de Vita Zahnfabrik (85 % d'alumine), il y a d'abord une infrastructure cristalline poreuse frittée, qui est ensuite infiltrée par une phase vitreuse, donc nous pouvons plutôt les considérer comme des céramiques infiltrées.

#### **◆ Les céramiques polycristallines à base de Zircon**

Ces matériaux sont à base de dioxyde de zirconium. Des éléments peuvent être ajoutés pour en modifier la structure comme l'oxyde d'yttrium (3%) qui permet de stabiliser la céramique en phase tétragonale (3Y-TZP) à température ambiante. Le matériau est ainsi placé dans un état « métastable » (50). Si nous rajoutons un stress mécanique ou thermique, la zirconite peut retrouver sa structure originale, c'est-à-dire monoclinique. Cette caractéristique est intéressante lors d'une fissure. Dans ce cas-là, les contraintes sont plus importantes en tête de fissure. Si cette fissure se propage dans le matériau, les cristaux de zirconite se transforment vers la forme monoclinique. Leur volume augmente, ce qui va stopper la fissure. Ce phénomène permet la résistance à la propagation des fissures, autrement dit, la « ténacité ».

Par rapport aux céramiques vitreuses, la Zirconie possède une ténacité et une résistance en flexion plus élevée, résistance de 900 à 1250 MPa contre environ 400 MPa pour les vitrocéramiques (50) .



**Figure 2.** Description de la « ténacité » lors de la propagation d’une fissure pour la Zirconie. (35)

A part le fait que la Zirconie possède des excellentes propriétés mécaniques avec une résistance à la flexion qui dépasse 1000 MPa (50), elle est aussi un matériau extrêmement biocompatible. Selon des études (53, 57), sa biocompatibilité serait supérieure à celle des vitrocéramiques. De plus, la zirconie est un matériau peu abrasif de par sa microstructure fine et ce, malgré le fait qu’elle soit très dure (58).

Mais ce matériau présente aussi des défauts. Le premier est dû à la transformation cristalline. Lors du fraisage, le matériau est échauffé, donc sa structure cristalline pourrait être endommagée (50). Cette modification de sa structure pourrait arriver également lors du sablage (54). La zirconie présente aussi un autre phénomène : la « fatigue hydrique à basse température » (51,52,55,56). La pénétration d’eau, après un contact prolongé, provoque un changement de volume des cristaux. Cela se traduit par une diminution des propriétés mécaniques et/ou la création de petites fissures (51,52,55,56). Un autre inconvénient concerne la couche cosmétique, réalisée par stratification. Cette couche peut se délaminer de la Zirconie (chipping). Le décollement d’écailles de céramique vitreuse (19, 20) peut être dû à la différence des coefficients de dilatation thermique entre les deux matériaux (Zr-cosmétique) lors de la cuisson de la couche de cosmétique. Il semblerait également que la présence de parafonctions ou de restaurations antagonistes en céramique constituent des facteurs de risque pour ce phénomène de chipping (58). Afin d’éviter ce problème, les fabricants se sont dirigés vers des restaurations monoblocs, sans céramique d’émaillage. Ces restaurations, une fois fabriquées sont ensuite maquillées et glacées. Pour compenser l’opacité de la Zirconie, différents types de Zircons translucides ont été développés et classés en trois générations.

Le tableau ci-dessous présente des caractéristiques de ces 3 classes (63, 64, 50) .

Type de Zircon	Composition	Caractéristiques	Indications
<b>La première génération</b>	- 1- 3 % molaire de dopant (oxyde d'yttrium,3-YTZP) - <15 % de phase cubique	-Grande résistance (>1000 MPa de résistance en flexion) - grande ténacité - indice de réfraction élevé, donc très opaque	Prothèses émaillées
<b>La deuxième génération</b>	Additifs diminués (comme l'alumine)	-Température de frittage plus haute pour réduire les porosités. -Potentiel de transformation cristalline élevé, donc : *amélioration des propriétés mécaniques *risque de fatigue hydrique	Restaurations postérieures
<b>La troisième génération</b>	Plus d'oxyde d'yttrium (4 à 5 % molaire, 4Y-PSZ et 5Y-PSZ)	Haute translucidité car phase cubique augmentée	Restaurations antérieures

**Tableau 6.** Tableau comparatif, les trois générations des Zircons

### 2.3.2. Les matériaux hybrides (ou composites usinables)

Depuis les années 60s, le premier choix pour restaurer une perte dentaire partielle était l'utilisation d'un composite. Les composites dentaires conventionnels sont généralement composés d'une matrice résine et de charges (76). Ces charges, qui sont des microparticules de 100 nm – 10 mm, permettent d'améliorer les propriétés mécaniques du composite. Mais elles présentent deux inconvénients importants : d'une part, elles posent des problèmes pour le polissage et d'autre part, elles peuvent être visibles, donc l'esthétique peut être affecté.

De plus, du fait de leur composition (la résine est un mélange de plusieurs monomères (bis-GMA, TEDGMA, UDMA etc), le degré de polymérisation des résines est faible et des monomères non polymérisés et potentiellement toxiques, peuvent être libérés (76).

Vers les années 2000, avec le développement de la CFAO, les fabricants ont eu l'idée de combiner un composite avec une céramique, c'est-à-dire qu'ils ont réussi à infiltrer de la résine dans la céramique sous très haute pression (11). De cette façon, les blocs de composite usinables, autrement appelés, les matériaux hybrides sont nés.

Tenant compte que pour les céramiques, le module d'élasticité se rapproche à celui de l'émail, 70-85 GPa et que pour les composites, ce module est inférieur à celui de la dentine, 18-20 GPa, le but des matériaux hybrides est de créer une entité « dent-colle-pièce prothétique ».

Le premier matériau hybride (bloc usinable) mis sur le marché était le Paradigm MZ100, désormais 3M (11) . Il était composé de 85% de Zircon dans laquelle le composite Z100 venait s'intégrer. Ensuite plusieurs matériaux ont été proposés par l'industrie :

- Le composite renforcé : Brillant de Crios
- Les céramiques hybrides: Katana Avencia de Noritake, Enamic de Vita, Cerasmart de GC, Shofu Block HC de Shofu
- Les composites ultra-durs: LuxaCam de DMG
- Les nano-céramiques : Lava Ultimate de 3M, Grandio bloc de Voco

Aujourd'hui sur le marché, il existe 9 bloc CFAO usinables, séparés en 2 catégories selon Mainjot (65, 11):

- 1- Les résines chargées en nano-céramique (RCNC), appelées également composites usinables
- 2- Les céramiques infiltrées de polymères (CIP)

Selon Gracis et coll (66), il existe aussi un troisième groupe de matériaux : celui des céramiques à base de Silice-Zircon dans une matrice interpénétrante (Shofu HC et Paradigm Z100)

Nous proposons ci-dessous un classement des matériaux hybrides.

\*CIP: céramique infiltrée de polymères; \*RCNC; résine chargée de nano céramique; \*N/C: non communiqué

Type	Marque (Fabricant)	Matrice	Charges (poids)
CIP	Enamic (Vita)	UDMA, TEGDMA	Silice, oxyde de Zirconium, oxyde d'Alumine (86)
	Brilliant Crois (Coltene)	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	Verre, silice (70%)
RCNC	Cerasmart (GC)	Bis-MEPP, UDMA, DMA	Silice, Barium (71%)
	Cerasmart 270 (GC)	N/C	N/C
	Grandio Blocs (Voco)	UDMA, DMA	Nanohybrides (86%)
	Katana Avencia (Kuraray)	UDMA	Silice, Oxyde d'Alumine (62%)
	Lava Ultimate (3M)	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA	Silice, Oxyde de Zirconium (80%)
	LuxaCam (DMG)	N/C	Silicate (70%)
	Paradigm Z100 (3M ESPE)	Bis-GMA, TEGDMA	Silice, Zircon (85%)
	Shofu HC (Shofu)	UDMA, TEGDMA	Silice, Silice de Zirconium (61%)

**Tableau 7.** Le classement des matériaux hybrides (11)

Plusieurs matériaux sont donc à la disposition du chirurgien-dentiste afin de concevoir une RPCP. Toutefois, avec le développement de la CFAO, et notamment de la CFAO directe, les critères de préparation peuvent être amenés à évoluer, ce qui peut avoir une influence sur le choix du matériau de reconstruction. Nous avons donc réalisé une revue de la littérature pour répondre à cette question.

### 3.MATERIELS ET METHODE

#### 3.1.Stratégie de recherche

Nous avons dans un premier temps défini la problématique de recherche qui est :

*L'avènement de la CFAO a-t-elle un impact sur la topographie de préparation des dents postérieures, ainsi que sur le choix des matériaux de reconstitution?*

Nous avons donc réalisé une revue systématique de la littérature selon la méthode PRISMA (Proposed Reporting Items Systematic Reviews and Meta-Analysis) (48).

Les critères d'éligibilité de la revue ont été établis à l'aide des critères **PICO**. Ces critères ont permis d'établir les éléments principaux de notre recherche:

*L'avènement de la CFAO (**I**ntervention) a-t-elle un impact (**O**utcome) sur la topographie de préparation des dents postérieures (**P**opulation), ainsi que sur le choix des matériaux de reconstitution ?*

L'algorithme de recherche a été conçu à partir de termes MeSH (Medical Subjects Headings) pour désigner en français :

- restauration partielle ou onlay
- dent
- préparation
- matériaux de restauration
- céramique
- Zircon
- composite
- CFAO
- esthétique



Le tableau ci-dessous regroupe les mots-clés en anglais en trois catégories

<b>Catégorie 1</b>	<b>Catégorie 2</b>	<b>Catégorie 3</b>
<b>Préparation</b>	<b>Matériaux</b>	<b>CFAO</b>
Preparation	Ceramic	CAD/CAM
Tooth	Zircon	Computer-aided design
Design	Composite	Fabrication
Onlay	Resin	
Aesthetic	Restorative materials	

**Tableau 8.** Mots-clés par catégorie et traduits en anglais

Le tableau 9 ci-dessous montre l'équation qui a été utilisée pour notre recherche sur les trois bases de données consultées.

<b>Bases de données</b>	<b>Equation de recherche</b>
PubMed	(Indirect partial restoration OR restauration partielle OR onlay OR inlay AND (Preparation OR préparation OR design OR aesthetic OR esthétique) AND (Ceramic OR céramique OR Zirconium OR Zircon OR composite OR materials OR matériaux) AND (CAD/CAM OR computer-aided design OR fabrication OR CFAO) AND (tooth OR teeth OR dent))
Dentistry and Oral Sciences Source (DOSS)	
Scopus	

**Tableau 9.** Equation de recherche

## Recherche complémentaire

Afin de compléter notre étude, une recherche à été réalisée dans la littérature française comme « Information dentaire», «Les cahiers de prothèses», Initiative santé dentaire. De même, nous nous sommes appuyés sur des ouvrages faisant référence aux RPCP comme « Restaurations esthétiques en céramique collée» ou «La dent dépulpée - Endodontie et prothèse».

### 3.2.Sélection des études

Suite à la récupération des articles, une première sélection a été effectuée en excluant les doublons retrouvés entre les différentes bases de données.

Les différentes études ont ensuite été incluses ou exclues après lecture des titres, puis des résumés et enfin une lecture complète. Des critères d'inclusion/exclusion ont été retenus afin de sélectionner les articles à conserver pour la revue de littérature.

Au départ, pour obtenir un grand nombre d'article à étudier, nous avons posé peu de critères d'exclusion :

- dents antérieures
- restauration totale/couronne
- restauration directe

Nous avons choisi les critères d'inclusion suivant pour notre revue:

- textes en anglais ou en français
- articles datant à partir de l'année 2000
- articles disponibles en texte intégral
  
- restauration partielle collée postérieure
- restauration indirecte en composite
- céramique
- CFAO
- esthétique
- édentements unitaires et de petites étendues
- dents pulpées et dépulpées
- occlusion fonctionnelle et troubles d'occlusion

## 4.RESULTATS

Grâce à l'équation de recherche, nous avons obtenu 158 résultats de recherche, c'est à dire:

- sur PubMed: 78 résultats
- sur DOSS: 26 résultats
- sur Scopus : 54 résultats

Après suppression des doublons, 113 références ont été sélectionnées pour la revue.

Sur les 113 résultats, une deuxième sélection a été effectuée en se basant uniquement sur le titre. Nous avons ainsi exclu:

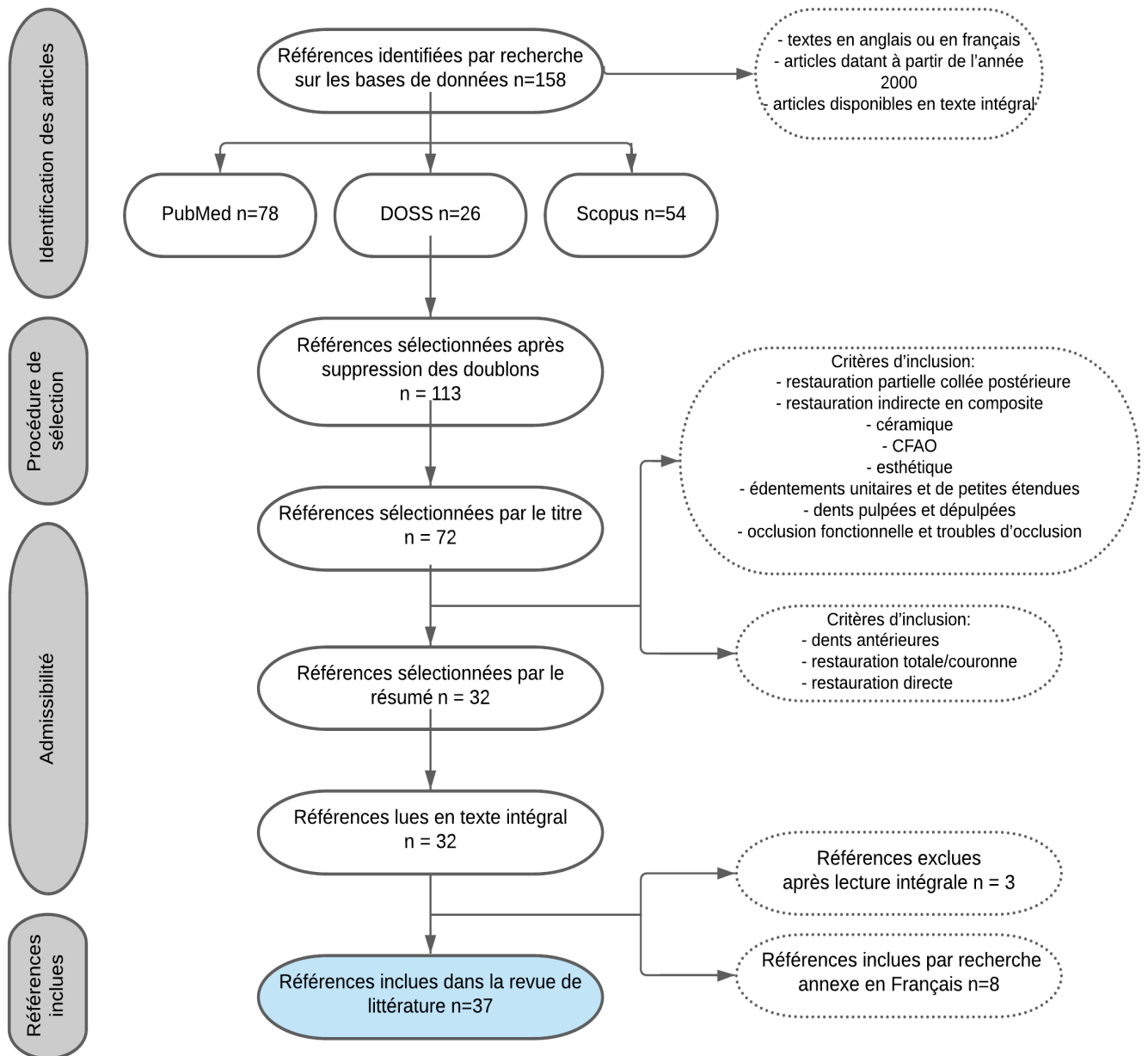
- sur PubMed: 20 articles
- sur DOSS: 12 articles
- sur Scopus : 9 articles

Nous avons ensuite fait la lecture des résumés des 72 articles sélectionnés. Des nouveaux articles ont été exclus car le sujet traitait une problématique différente ou nos critères d'inclusion/d'exclusion n'étaient pas respectés. Ainsi nous avons exclu:

- sur PubMed: 15 articles
- sur DOSS: 4 articles
- sur Scopus: 21 articles

Après une lecture détaillée de 32 articles restants, 3 de ces articles n'apportaient pas de réponse à notre problématique, ainsi ils ont été exclus. Donc, au final nous avons retenu 29 articles à partir de nos trois bases de données.

En ce qui concerne la recherche complémentaire dans la littérature française à partir de nos mots MeSH, nous avons obtenu 8 ressources qui ont aidé à la réflexion autour du sujet de notre thèse. Les *articles inclus (n=37)* sont présentés dans le tableau annexe 1 (*cf tableau Annexe 1*).



**Figure 3.** Diagramme de flux

#### 4.1 Niveau de preuve scientifique

Le niveau de preuve scientifique des articles sélectionnés (*cf tableau annexe 2*) a été évalué selon les recommandations fournies par la Haute Autorité de Santé (HAS) (*Annexe 3. Grade des recommandations de la HAS*). Ainsi sur les 37 articles retenus :

- 6 présentent un niveau de preuve établi
- 30 présentent un niveau de présomption scientifique
- 1 présente un faible niveau de preuve

#### 4.2 Quantification des résultats

L'hétérogénéité entre les articles sélectionnés (type d'étude, matériaux et techniques de fabrication utilisés, données disponibles pour le lecteur, protocole de préparation utilisé, durée du suivi des RPCP) ne permet pas une quantification unique des résultats. Cependant, des données concernant la longévité des RPCP sont disponibles sur les *tableaux Annexe 4 et Annexe 5*.

## 5. DISCUSSION

L'objectif de cette revue de la littérature était de déterminer si la CFAO pouvait influencer la préparation et le choix du matériau d'une RPC.

### 5.1 Principes de préparations adaptées à la CFAO

La CFAO impose des critères techniques pour la réalisation des prothèses. L'avantage du numérique est de travailler de manière contrôlée. Donc, le chirurgien-dentiste doit standardiser ses préparations (88, 89, 90). Raynal et al (88) proposent ainsi des critères de préparation pour des restaurations adaptés à la CFAO:

- 1-Un épaulement périphérique droit et parallèle au plan d'occlusion
- 2-Un congé en quart-de-rond
- 3-Un congé ovoïde ou quart d'ovale
- 4-Des murs verticaux avec une convergence/ divergence de  $7^\circ$  (fig4)
- 5-Des surfaces occlusales les plus parallèles possible avec le plan d'occlusion (fig 4)
- 6-Des surfaces occlusales obliques de  $60^\circ$  à  $0^\circ$  (liaison matériau-dent selon un mode de jonction « crocodile ») (fig5)
- 7-État de surface lisse pour faciliter l'enregistrement optique

Pour Vianna et al (32), une préparation cavitaire de la RPCP réalisée via la CFAO joue un rôle très important, beaucoup plus que le type de matériau choisi. Les préparations cavitaires conventionnelles, avec des boîtes proximales et occlusales montrent une concentration plus élevée de stress sur la céramique et sur les tissus dentaires restants. Donc, pour éviter les fractures, l'uniformité de la préparation et de l'épaisseur du matériau sont essentielles. Cette uniformité permet d'amortir et de transférer le stress entre les structures avec différents modules d'élasticité (32)



**Fig 4.** Critères de préparation avec la CFAO. Murs verticaux, surface occlusale parallèle avec le plan d'occlusion



**Fig 5.** Critères de préparation avec la CFAO. Surface occlusale oblique de  $60^\circ$  à  $0^\circ$ , jonction « crocodile »

### 5.1.1 La préparation assistée par guidage (PAG) et la CFAO

Pour réaliser des RPCP adaptés à la CFAO, la caractéristique principale est la standardisation des préparations pour les RPCP (89). Les préparations assistées par guidage (PAG) ont été développées par Jacques Raynal (88, 90). Après des années de recherches vers les années 2005-2015, il a su tester et appliquer un nouveau protocole pour la préparation des RPCP via la CFAO. Il a également mis au point des instruments spécifiques pour ce type de préparation (90), à savoir un coffret de 15 fraises diamantées destiné à être utilisées avec un contre-angle bague rouge pour gérer la vitesse, la pression et les rotations. Son but était de simplifier le travail du chirurgien-dentiste. L'évaluation de la réduction à l'aide d'une clé en silicone n'est plus nécessaire. De plus, le travail de chaque fraise prépare le travail pour la fraise suivante. Le guide mousse au sommet de la partie travaillante de certaines fraises est utilisé comme un point d'appui (90). Le chirurgien-dentiste praticien déplace les fraises selon des mouvements «robomimétiques» en respectant les critères d'usinage selon les 3 axes. Il faut préciser qu'avant de commencer les préparations, les anciennes restaurations sont laissées en place pour aider à avoir des repères pendant la préparation (88, 90)

#### 5.1.1.1 Les mouvements «robomimétiques» de la PAG

Raynal décrit trois catégories de mouvement robomimétiques pour ces préparations (88) :

1-La pénétration axiale (mouvement 1).

La fraise est positionnée selon le grand axe de la dent. Le mouvement de la fraise se fait du secteur vestibulaire (plan x,y) vers la face linguale pour réaliser des sillons occlusaux guides dans le sens vertical (axe Z en CFAO) .

Les sillons sont ensuite régularisés avec une autre fraise. Grace à cette pénétration, nous allons préfigurer l'axe d'insertion de la RPCP qui est similaire à l'axe optique de l'enregistrement et à l'axe d'usinage.

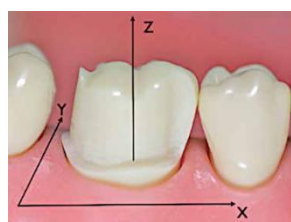
2-La pénétration tangentielle (mouvement 2)

La fraise est déplacée de la zone occlusale en direction cervicale (axe Z). Il s'agit d'un peeling (épluchage) en épaisseur.

3-Le balayage par translation (mouvement 3)

Il s'agit d'un balayage simple par translation de la fraise (plan X et Y). Le but est de créer des épaulements, des plateaux et des murs.

A la fin du balayage, le tissu carieux ou les anciennes restaurations sont éliminés à l'aide d'une fraise en carbure de Tungstène.



**Figure 6.** Les trois axes de la Préparation assistée par guidage- PAG (88)

### 5.1.1.2. La V-préparation pour les ONLAYS/OVERLAYS et la jonction « crocodile »

Les principes de la PAG ont été repris en 2018 par dr Dusseaux S. pour décrire les V-prep (90). L'accent est encore mis sur la standardisation des préparations, avec des conicités de convergence des murs et des finitions périphériques bien définies. La CFAO ne laisse pas de place à la «personnalisation» car les systèmes de CFAO imposent des critères techniques pour la conception et la fabrication des RPCP .

Les V-prep intéressent les faces occlusales, en étant capable de traiter les lésions étendues en proximal et/ou cervical (stade 2,3,4 de la classification Si-Sta).

Pendant une V-prép, la liaison matériau-dent se qualifie de jonction «crocodile».

Cette jonction céramo-dentaire de type « crocodile » et l'interpénétration des V assurent (88, 90) :

- Un bon repositionnement de la pièce prothétique pendant le collage.
- Une augmentation de la surface de collage.
- Une préparation parfaitement lisible par la caméra.
- Une divergence des points de référence structurel de l'onlay classique : planchers horizontaux, limites gingivales horizontale, points de transition vers des parois et des murs.

Les étapes de la V-prep pour une RPCP sont:

1-Préparation des sillons guide/mouvement 1 de pénétration axiale.

2-Réduction de la face occlusale de façon homothétique en suivant les fonds de sillons.

3-Tracé récapitulatif de la V-prep après préparation



**Figure 7.** Les étapes de la V-prep pour une RPCP (88)



**Figure 8.** Tracé d'une V-prép sur une 36  
Courtoisie dr Yannis Génique



## 5.2 Choix des matériaux

Nous savons déjà que les vitrocéramiques usinées ou pressées sont des matériaux résistants mécaniquement et compatibles sur le plan biologique (30).

Lorsque nous interrogeons la littérature sur la longévité des RPCP en céramique mis en forme par pressée, les différentes études (37,38,39,40) montrent un taux de survie de 91-99% (cf *tableau Annexe 4*) Par contre, selon des études ayant un suivi plus long (20 ans), il semblerait que le taux de survie varie autour de 80% (40). Aussi, l'analyse de plus de 5000 inlays/onlays par Collares et al. en 2016 (41) a révélé un taux annuel d'échecs de 1.6%/an avec pour causes principales d'échecs (41, 42):

- La fracture des céramiques pressées
- L'altération des limites marginales
- Les sensibilités post-opératoires
- Le décollement
- Les caries secondaires

Pendant notre recherche sur la longévité des RPCP en céramique mises en forme par l'usinage (43, 44, 45, 46, 47, 5), nous constatons que le taux de survie pour les RPCP en céramique mises en forme par la CFAO varie entre 90 et 97%. (cf *tableau Annexe 5*)

À partir de ces données, nous pouvons conclure que les taux de survie pour les RPCP en vitrocéramique réalisées par CFAO ne mettent pas en évidence une différence significative, en ce qui concerne le mode de fabrication, par rapport à la technique pressée. La survie des RPCP par la CFAO est plutôt liée aux préparations cavitaires et au type de céramique utilisée (32). Cependant, nous pouvons remarquer que le taux de succès des RPCP mises en forme par la CFAO reste très élevé à long terme (>88% à 17 ans). Ceci est dû à deux particularités mises en évidence pour les RPCP mises en forme par la CFAO (44, 45, 46) à savoir :

- Empreinte optique ; les erreurs liées à la réalisation d'une empreinte conventionnelle (déformations) sont ainsi évitées.
- Pas de temporisation, ce qui signifie moins d'infiltration bactérienne.

### 5.2.1. Que choisir : Zircone ou céramiques vitreuses?

Avant de réaliser une RPCP via la CFAO, nous nous posons la question du choix de la céramique. Nous pouvons utiliser la zircone pour réaliser notre pièce prothétique, mais elle ne possède pas les mêmes caractéristiques d'adhésion aux colles que les céramiques vitreuses (50). La zircone n'a pas de phase de verre, donc le collage est compliqué. Mais plusieurs astuces peuvent nous aider :

- Le sablage avec des particules d'alumine entre 30-250  $\mu\text{m}$  et  $P=0.5-2.5$  bars, qui nettoie la surface et augmente le potentiel d'adhérence micro-mécanique (50) .
- Le sablage avec des particules d'alumine recouvertes de silice (système Rocatec de 3M). Une couche de silice est déposée en surface, qui serait secondairement silanisée (59, 61, 60).

-L'utilisation d'adhésifs contenant des phosphates, type MDP (10-methacryloxydecyldihydrogenphosphate). Les phosphates permettraient une meilleure liaison avec les oxydes de la zircone (59, 61).

- L'utilisation des revêtements de surface, comme l'infiltration de verre sur la Zircone par exemple, pourraient aider l'adhésion (62). Mais cela reste encore expérimental.

Cependant, il semblerait que le sablage pourrait endommager la structure cristalline de la zircone. De plus, la rugosité de surface obtenue reste largement inférieure à celle des céramiques vitreuses mordancées à l'acide fluorhydrique (50).

Donc, pour conclure, les céramiques vitreuses seraient à privilégier lors de la réalisation des RPCP mises en forme par la CFAO car :

- Elles ont de très bonnes propriétés optiques.
- Elles permettent un très bon collage grâce à la matrice vitreuse.
- Elles sont plus simples à usiner, donc à privilégier au cabinet (CFAO directe), sans oublier non plus l'usure des fraises d'usinage à cause de leur rigidité.

### 5.2.2. Avantages et inconvénients des matériaux hybrides

La CFAO permet aujourd'hui l'utilisation des matériaux "hybrides" qui se composent d'un mélange de résine et de céramique. Le but principal d'utilisation de ces matériaux est la combinaison des avantages de ces deux matériaux si différents. D'un côté le composite assure une bonne propriété de collage et surtout une possibilité de réintervention. De l'autre côté, la céramique reste un matériau avec une résistance mécanique élevée et très esthétique. Ceux-ci présentent donc plusieurs avantages :

- ◆ Propriétés mécaniques : Par rapport aux céramiques vitreuses, les matériaux hybrides présentent une résistance à la flexion plus élevée et un module d'élasticité proche de la dentine (10, 11, 67). De plus, les matériaux hybrides sembleraient être des matériaux parfaits pour les patients présentant une para fonction type bruxisme, où les charges occlusales peuvent atteindre 1400 N (77). En effet, ces matériaux peuvent supporter des charges de fatigue maximale jusqu'à 1700 N, comparés aux céramiques vitreuses renforcées, qui se limitent à 650 N (77). Ces matériaux possèdent des valeurs de dureté autour de 2.5 Gpa, beaucoup plus basses que les céramiques vitreuses (6.04-6.24 Gpa) (68, 77). Ceci assure un risque plus faible d'écaillage, une diminution de contraintes et de fractures lors l'usinage (11), mais aussi une protection pour les dents antagonistes (moins abrasifs) .
- ◆ Le Polissage : Les matériaux hybrides, grâce à la présence de la phase résineuse et de charges de petite taille, peuvent être polis mécaniquement pour obtenir une surface lisse et un niveau de rugosité réduit. Après les retouches (avant ou après collage), un état de surface plus lisse est retrouvé en comparaison avec les céramiques classiques (69). Cela signifie moins d'accumulation de plaque et une diminution de l'usure de la dent antagoniste.
- ◆ La réintervention : La possibilité de re-intervenir en cas d'éclat ou de traitement endodontique serait peut-être le plus grand des avantages des matériaux hybrides par rapports aux céramiques classiques (11, 70). La présence de la phase résineuse facilite la réparation directe de nos RPCP (70) .
- ◆ Le coût : La plupart des blocs hybrides trouvent une conception monolithique, qui nécessite uniquement un polissage ou un maquillage de surface. De ce fait, le procédé de fabrication est raccourci.

Comme tous les matériaux du marché, les matériaux hybrides présentent également des inconvénients :

- ◆ La morphologie : Les usineuses, surtout « chairside » proposent des usinages selon 3 axes. De ce fait, nous obtenons des restaurations avec une morphologie occlusale non détaillée (11) . Mais des modifications et des retouches sont possible, grâce à la phase résineuse dans les matériaux hybrides.
- ◆ Le vieillissement : Après nombreux cycles thermiques, nous constatons une dégradation du comportement mécanique. Ceci est dû à l'absorption aqueuse par la phase organique (11, 72) . De plus, la question de relargage de monomères avec le temps, se pose (73, 74).
- ◆ L'usure : Les matériaux hybrides présentent des taux d'usure plus importants que les céramiques (11). Mais ces usures peuvent être réparées facilement. En ce qui concerne l'usure des dents antagonistes, cette usure sera plus marquée avec une céramique infiltrée de polymères (CIP) qu'une résine chargée de nano-céramique (RCNC) (11, 75).

### 5.3 Avantages et inconvénients des RPCP mises en forme par la CFAO

Grâce à la CFAO, les deux critères principaux de dentisterie biomimétique, la préservation tissulaire et la résistance biomécanique, sont respectés (9). Mais les RPCP mises en forme par CFAO présentent des avantages et des inconvénients. Un des principaux intérêts de la mise en forme par CFAO est la réalisation d'une RPCP en une seule séance clinique. Cela dégage plusieurs avantages :

- Biologique : Le complexe dento-pulpaire est protégé contre les agressions inter-séances.
- Mécanique : Il y a une préservation et protection des structures dentaires.
- Pratique : La réalisation en une seule séance permet une optimisation de l'emploi du temps.

De la réalisation de RPCP par CFAO donne la possibilité d'obtenir des points de contact corrects plus facilement par la mise en forme de manière indirecte. La fabrication des RPCP en composite usinable via la CFAO surmonte le problème de rétraction due à la polymérisation dans la technique directe. Ceci va éviter la micro-infiltration due à la rétraction de polymérisation. De plus, pendant la polymérisation directe, il peut y avoir des craquelures amélaire et des sensibilités postopératoires à cause des flexions cuspidiennes (7). Dans les RPCP mises en forme par la CFAO, nous avons également une diminution du taux des monomères libres par rapport au composite direct (30).

Il est facile d'effectuer des retouches si des composites usinables sont utilisés car la résine permet une intervention/réintervention si nécessaire (11). Pour les restaurations en céramique, il est déconseillé d'utiliser l'acide fluorhydrique directement dans la cavité buccale (10).

Enfin, les matériaux utilisés pour la réalisation de RPCP par CFAO renforcent l'organe dentaire car peuvent être vus comme un remplacement de la coque d'émail. En effet, la force d'adhésion d'une RCP à la dent est comparable à la force d'adhésion entre l'émail et la dentine.

L'inconvénient majeur reste le coût élevé de la chaîne numérique. L'achat seul des systèmes d'empreintes optiques peut varier de 18.000- 40.000 euros. A ce prix il faut ajouter :

- la maintenance de la caméra, notamment la calibration.
- le coût du logiciel : les abonnements, les mises à jour, la réparation des bugs informatiques (14).
- l'achat de l'équipement de production, coûtant entre 40 000 et 170 000 €, voire plus.
- le coût des matériaux.

### 5.4. Limites de cette étude

De par sa nature, la revue systématique de la littérature présente plusieurs biais inhérents à ce type de démarche scientifique. Les différents biais déterminés par Cochrane Collection's (102) (*cf tableau Annexe 6*) ont été pris en considération, à savoir :

- Biais de sélection : randomisation ou pas
- Biais de performance : la performance du praticien, du fabricant ou du chercheur.
- Biais de déclaration : méthodologie de recueil de données.
- Conflits d'intérêt : étude réalisée par un praticien, par une équipe universitaire ou par un fabricant.

Par exemple, pour les 4 études comparatives (43,45,46,47) sur la longévité des RPCP mises en œuvre via la CFAO que nous avons sélectionné grâce à cette revue de la littérature, le risque de biais a été considéré comme moyen, résumés dans le tableau ci-dessous (tableau 10):

Article	Biais dans la randomisation	Biais dus à l'absence de données sur les résultats	Biais dans les mesures du résultat	Biais dans la sélection du résultat rapporté	Risque global
(43) A 10-year prospective evaluation of CAD/ CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite	Elevé (absence de randomisation)	Bas 25/27 patients ont été suivis	? (pas de données)	Bas car plusieurs critères ont été utilisés pour évaluer la réussite des RPCP	Moyen
(44) Longterm clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series	Elevé. Pas de randomisation car suivi de 200 RPCP posées par le même praticien	Bas car 13/200 RPCP n'ont pas été évaluées	Bas car le même praticien réalise le suivi des RPCP	Moyen car seulement les fractures et les caries secondaires sont analysées	Moyen
(45) Long-term survival of Cerec restorations: a 10- year study	Elevé car pas de randomisation	Moyen car 21/95 patients n'ont pas eu de suivi	Elevé car c'est un autre praticien qui suit les RPCP	Bas car plusieurs critères ont été utilisés pour évaluer la réussite des RPCP	Moyen
(46) Evaluation of the clinical success of Cerec 3D inlays	Elevé car pas de randomisation	Bas car suivi de toutes les RPCP	? (pas de données)	Bas car plusieurs critères ont été utilisés pour évaluer la réussite des RPCP	Moyen

**Tableau 10.** Risque de biais

## 6. CONCLUSION

Les RPCP via la CFAO sont de plus en plus utilisées grâce au développement des nouvelles caméras et l'amélioration des propriétés des matériaux usinés. La CFAO a modifié la pratique du chirurgien dentiste moderne, qui doit gérer le travail clinique et prothétique. Ce travail demande plus de technicité concernant la préparation, l'usinage, le maquillage, la cuisson et le collage des restaurations prothétiques.

En ce qui concerne les préparations des RPCP, des modifications sont nécessaires pour pouvoir faciliter l'enregistrement optique, l'usinage et l'insertion de notre pièce prothétique. Ces modifications affectent une préparation homothétique de la surface occlusale, des lignes de finition nettes et la limite de la RPCP. Au sujet de la limite, un compromis doit être trouvé entre la limite juxta-gingivale, la plus esthétique et la limite supra-gingivale, la seule à être lue par une caméra optique.

Quant aux matériaux usinés, il est difficile de faire le choix entre une céramique, une zircone ou un composite usinable car il n'y a pas de biomatériau parfait. La Zircone propose une résistance mécanique supérieure par rapport aux autres matériaux, mais elle est plus difficile à usiner. Les matériaux hybrides seraient la combinaison idéale des avantages des céramiques et des composites, mais aussi de leurs inconvénients. Au sujet des céramiques vitreuses, ce sont les matériaux les plus mis en valeur par les études du point de vue d'esthétique, de biocompatibilité et de collage.

Cependant, des études *in-vitro* et *in-vivo* complémentaires sur les préparations et les matériaux, ainsi que des suivis à plus long terme sont nécessaires afin de proposer plus facilement au patient des RPCP via la CFAO, une option thérapeutique fiable pour les dents postérieures.

## Bibliographie

1. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *The international journal of esthetic dentistry*. 2017 Jan 1;12.
2. Etienne O., Anckenmann L. *Restaurations esthétiques en céramique collée*. 2016.
3. Alexandre Sarfati. Restauration adhésive des dents postérieures dépulpées : intérêt de la vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium et réflexions sur la restauration de la chambre pulpaire. *REALITES CLINIQUES* Vol. 31 n° 3 – Septembre 2020.
4. Corne P., De March P., Vaillant A-S. Indications and preparations of bonded ceramic inlays-onlays: concepts and guidelines. *Revue d'odonto-stomatologie*. 2015 Dec 1;44:246–61.
5. Wendling A., Toledano C., Weill E., Etienne O., Serfaty R. Inlays/onlays esthétiques: facteurs de longévité. *Réalités Cliniques* Vol. 25 n°4 - 15 Décembre 2014.
6. Rocca G., Rizcalla N., Krejci I., Dietschi D. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part II. Guidelines for cavity preparation and restoration fabrication. *The international journal of esthetic dentistry*. 2015 Jul 14;10:392–413.
7. Zarow M., D'Arcangelo C., Felipe L., Paniz G., Paolone G. *La dent dépulpée - Endodontie et prothèse*. 2013.
8. Magne P., Belser U. *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures*. 2003.
9. Tirllet G. Actualisation des formes de préparations pour les restaurations partielles postérieures en céramique collée : focus sur l'overlay. *Réalités Cliniques* Vol. 31 n°3 - 2020.
10. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2015 Oct;114(4):587–93.
11. Richard A. Les céramiques hybrides : mythe ou réalité?. *Réalités Cliniques* Vol. 31 n°3 - 2020.
12. Ghoul W, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019 Apr 1;123.
13. Silveira A, Chaves S, Hilgert L, Ribeiro AP. Marginal and internal fit of CAD-CAM-fabricated composite resin and ceramic crowns scanned by 2 intraoral cameras. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016 Sep 1;117.
14. CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017. ARCAUTE B., NASR K. *Le fil dent*. n°125 - 2017.
15. Groover M, Zimmers EW. CAD/CAM: computer-aided design and manufacturing. Upper salle

River: Pearson Educations, 1983

16. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dental Materials*. 2012 Jan 1;28(1):3–12.
17. Tapie L, Lebon N, Attal J-P. La chaîne numérique en CFAO dentaire - Structuration de la chaîne de production en prothèse conjointe. *Réalités cliniques: revue européenne d'odontologie*. 2015 Dec 1;26:263–73.
18. Lebon N. Procédés de mise en forme par usinage : cas du fraisage. *Biomatériaux cliniques Vol. 3 n°2* - 2018
19. Abduo J, Lyons K, Bennamoun M. Trends in Computer-Aided Manufacturing in Prosthodontics: A Review of the Available Streams. *International journal of dentistry*. 2014 Apr 8;2014:783948.
20. Cazier S, Moussally C. Description of the various digital impression systems. *Revue Odontostomatologique* 2013;42:107-118
21. Mörmann W. The evolution of the CEREC system. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2006 Oct 1;137 Suppl:7S-13S.
22. Bertrand C., Romieu G., Taouss B. Le système PROCERA® : quèsaco ? Le fil dentaire. 2011 Mai (Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/technofil/le-systeme-procerarn-quesacon/>)
23. Soenen A., Le Gac O., Sireix C. L’empreinte optique intra-buccale au service de la CFAO semi-directe en clinique. *Le fil Dent.*, n°97, 2014
24. Pelissier B. Matériaux et CFAO dentaire. *Le fil dent*. 2010; (51): 58-62.
25. Le Goff S, Fron Chabouis H, Marniquet S, Moussally C. CFAO: Les matériaux accessibles Partie 1 - Matériaux usinables: les céramiques vitreuses. *Biomatériaux cliniques*, 2016 Oct ;Vol. 1 n°2 :44–52.
26. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(4):224-35.
27. Gonzaga CC, Cesar PF, Miranda WG Jr, Yoshimura HN. Slow crack growth and reliability of dental ceramics. *Dent Mater* 2011; 27(4):394-406.
28. Denry I. How and when does fabrication damage adversely affect the clinical performance of ceramic restorations? *Dent Mater* 2013;29(1):85-96.
29. Quinn GD, Giuseppetti AA, Hoffman KH. Chipping fracture resistance of dental CAD/CAM restorative materials: part I-procedures and results. *Dent Mater* 2014;30(5):e99-e111.



30. Prot C, Fron-Chabouis H, Attal J-P. Restauration partielle indirecte : composite ou céramique. *Réalités Cliniques* Vol. 25 n°4 - 2014.
31. Tirlet G, Marniquet S. «No-Post, No-Crown» Formes de préparation contemporaines pour les restaurations adhésives. *L'Information Dentaire*, n°9 - 2017.
32. Vianna A, Prado C, Bicalho A, Pereira R, Neves F, Soares C. Effect of cavity preparation design and ceramic type on the stress distribution, strain and fracture resistance of CAD/CAM onlays in molars. *Journal of Applied Oral Science*. 2018 Aug 20;26.
33. Les grandes familles de céramique et leurs différentes propriétés - Journée Céramique - Comptes-rendus des journées de formation - SOP [Internet]. [cited 2021 Jun 21]. Available from: <https://www.sop.asso.fr/les-journees/comptes-rendus/6-journee-ceramique/3>
34. Crescenzo H. La céramique pressée. *Biomatériaux cliniques*, 2016 Mars; Vol.1 n°1: 62–69.
35. Cours [Internet]. [cited 2021 Jun 21]. Available from: <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap17/site/html/3.html>
36. Nadal F, Bacco GD, Chesnot J. Restaurations esthétiques grâce à la technique du cut-back. *L'Information Dentaire*, 2019 Juin, n°23: 28–29.
37. El-Mowafy O, Brochu JF. Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations--a literature review. *J Can Dent Assoc*. 2002;68(4):233-7.
38. Kramer N, Frankenberger R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. *Dent Mater*. 2005;21(3):262-71.
39. Stoll R, Cappel I, JablonskiMomeni A, Pieper K, Stachniss V. Survival of inlays and partial crowns made of IPS empress after a 10-year observation period and in relation to various treatment parameters. *Oper Dent*. 2007;32(6):556-63.
40. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Giesinger JM, Dumfahrt H. Clinical performance of all-ceramic inlay and onlay restorations in posterior teeth. *Int J Prosthodont*. 2012;25(4):395-402.
41. Collares K, Corrêa MB, Laske M, Kramer E, Reiss B, Moraes RR, et al. A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations. *Dent Mater*. 2016 May;32(5):687–94.
42. GUIDE DE LA CFAO DENTAIRE [Internet]. [cited 2021 Nov 20]. Available from: <http://www.cnifpd.fr/guidecfao/>
43. Sjogren G, Molin M, van Dijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/ CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont*. 2004;17(2):241-6.

44. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/ CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006;137 Suppl:22S31S.
45. Otto T, Schneider D. Longterm clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series. *Int J Prosthodont.* 2008;21(1):53-9.
46. Zimmer S, Gohlich O, Ruttermann S, Lang H, Raab WH, Barthel CR. Long-term survival of Cerec restorations: a 10- year study. *Operative dentistry.* 2008;33(5):484-7.
47. Bernhart J, Schulze D, Wrbas KT. Evaluation of the clinical success of Cerec 3D inlays. *Int J Comput Dent.* 2009;12(3):265-77.
48. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, la Revue.* 2015 Jan 1;15(157):39-44
49. Cours [Internet]. [cited 2021 Jun 21]. Available from: <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap17/site/html/3.html>
50. Mainjot A. ZIRCON(S) Partie 1 – À la rencontre de céramiques pas comme les autre. *Biomatériaux cliniques*, 2018 Mars ;Vol. 3 n°1 :22–32.
51. Chevalier J, Loh J, Gremillard L, Meille S, Adolfson E. Low temperature degradation in zirconia with a porous surface. *Acta Biomater* 2011;7(7):2986-93.
52. Cattani-Lorente M, Scherrer SS, Ammann P, Jobin M, Wiskott HW. Low temperature degradation of a Y-TPZ dental ceramic. *Acta Biomater* 2011;7(2):858-65.
53. Grenade C, De Pauw-Gillet MC, Gailly P, Vanheusden A, Mainjot A. Biocompatibility of polymer-infiltrated-ceramic-network (PICN) materials with human gingival fibroblasts (HGFs). *Dent Mater* 2016;32(9):1152-64.
54. Deville S, Guenin G, Chevalier K. Martensitic transformation in zirconia - Part I. Nanometer scale prediction and measurement of transformation induced relief. *Acta Materialia* 2004;52(19):5697-707.
55. Hallmann L, Mehl A, Ulmer P, Reusser E, Stadler J, Zenobi R, Stawarczyk B, Ozcan M, Hammerle CH. The influence of grain size on low-temperature degradation of dental zirconia. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2012;100(2):447-56.
56. Kim JW, Covell NS, Guess PC, Rekow ED, Zhang Y. Concerns of hydrothermal degradation in CAD/CAM zirconia. *J Dent Res* 2010;89(1):91-5.

57. Grenade C, De Pauw-Gillet MC, Pirard C, Bertrand V, Charlier C, Vanheusden A, Mainjot A. Biocompatibility of polymer-infiltrated ceramic-network (PICN) materials with human gingival keratinocytes (HGKs). *Dent Mater* 2017;33(3):333-43.
58. Mainjot A. Zircon(s) – Partie 2 – Restaurations émaillées ou monolithiques ? *Biomatériaux cliniques*. Vol. 4 n°2 - Octobre 2019.
59. Ozcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent* 2015;17(1):7-26.
60. Attia A, Kern M. Effect of cleaning methods after reduced pressure air abrasion on bonding to zirconia ceramic. *J Adhes Dent* 2011;13(6):561-7.
61. Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. *J Prosthet Dent* 2016;115(1):9-19.
62. Zhang Y, Kim JW. Graded zirconia glass for resistance to veneer fracture. *J Dent Res* 2010;89(10):1057-62.
63. Zhang Y, Lawn BR. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res* 2018; 97(2):140-7.
64. Denry I, Kelly JR. 2014. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res* 2014 ;93(12):1235-42.
65. Mainjot A, Dupont N, Oudkerk J, Dewael T, Sadoun M. From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*. 2016 Mar 1;95.
66. Gracis S, Thompson VP, Ferencs JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*. 2015 May;28(3):227-35
67. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent*. 2018 Mar;119(3):384–9.
68. Lawson NC, BAnsal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater*. 2016 Nov;32(11):e275-83
69. Ludovichetti FS, Trindade FZ, Adabo GL, Pezzato L, Fonseca RG. Effect of grinding and polishing on the roughness and fracture resistance of cemented CAD-CAM monolithic materials submitted to mechanical aging. *J Prosthet Dent*. 2019 May;121(5):866.e1-866.e8.
70. Verissimo A, Duarte Moura D, Dal Piva A, Bottino M, Almeida L, Carreiro A, et al. Effect of different repair methods on the bond strength of resin composite to CAD/CAM materials and microorganisms adhesion: An in situ study. *Journal of Dentistry*. 2019 Dec 1;93:103266.

71. Quinn GD, Giuseppetti AA, Hoffman KH. Chipping fracture resistance of dental CAD/CAM restorative materials: part I--procedures and results. *Dent Mater.* 2014 May;30(5):e99–111.
72. Sonmez N, Turkoglu P, Turp V, Akgungor G, Sen D, Mijiritsky E. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2018 Jan 8;18.
73. Hussain B, Thieu MKL, Johnsen GF, Reseland JE, Haugen HJ. Can CAD/CAM resin blocks be considered as substitute for conventional resins? *Dent Mater.* 2017 Dec;33(12):1362–70.
74. Tassin M, Bonte E, Loison-Robert LS, Nassif A, Berbar T, Le Goff S, et al. Effects of High-Temperature-Pressure Polymerized Resin-Infiltrated Ceramic Networks on Oral Stem Cells. *PLoS One.* 2016;11(5):e0155450.
75. Arif R, Yilmaz B, Johnston W. In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2019 Mar 1;122.
76. Benoit A, Moussally C, Fron-Chabouis H, Issaoui H, Goff SL. CFAO : les matériaux accessibles. *Biomatériaux cliniques*, 2017 Octobre; Vol.2 n°2: 28–38.
77. Corne P. Les matériaux « hybrides » en CFAO directe. *Stratégie prothétique*, 2018 Décembre; Vol. 28 n°5: 295-407.
78. Duret DF. Avant de parler d'aujourd'hui et de demain. *Réalités Clinique*, Vol. 20 n°4 - 2009.
79. Gerdolle D., Dossart M., Baz P. Évolution des formes de préparation pour inlays/onlays postérieurs au maxillaire. *Réalités Cliniques* Vol. 25 n°4 - 15 Décembre 2014.
80. Chieze J-B, Hrycenko M-A, Cazier S. Place de La CFAO directe en omnipratique. *Inlay-onlay. Réalités Cliniques* Vol. 20 n°4 - 15 Décembre 2009.
81. Fron-Chabouis H, Attal J-P, Goff SL. Les tissus dentaires à préserver lors de la réalisation des inlays/onlays : approche biomécanique. *Réalités Cliniques* Vol. 25 n°4 - 15 Décembre 2014.
82. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent.* 2017
83. Emmanuel D, Zunzarren R. Evolution des formes de préparation pour inlays/onlays postérieurs à la mandibule. *Réalités cliniques: revue européenne d'odontologie.* 2014 Dec 1;25:317–26.

84. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent.* 2010 Sep;104(3):149–57.
85. Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent.* 2011 Apr;105(4):217–26.
86. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater.* 2013 Jul;29(7):742–51.
87. Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis. *Int J Esthet Dent.* 2014;9(3):330–52.
88. Raynal J. Préparation assistée par guidage -pag. *Stratégie prothétique Vol. 14 n°2 -mars-avril 2014.*
89. Etienne O. La préparation contrôlée des restaurations esthétiques en céramique collée : couronnes et overlays. *Info Dent.* 2016;39:27-29.
90. Dusseaux S. Les reconstitutions partielles collées : apport de la V-Prep. *Stratégie prothétique Vol. 18 n°3 -mai-juin 2018.*
91. Sireix C., Armand S., Le Gac O. Empreintes optiques et C.F.A.O. *Le fil Dent., n°33, 2008.*
92. Milicich G. The compression dome concept: The restorative implications. *General Dentistry.* 2017 Sep 1;65:55–60.
93. Plassart C., Leroux O. Formes de préparation pour les restaurations indirectes postérieures – *L'Information Dentaire, n°37, 2020 Oct 28; 56-64.*
94. DWOS                      Chairside                      CAD.                      Dental                      Wings  
<http://www.dentalwings.com/fr/produits/logiciels/chairside>
95. B. Bennasar, J. Raynal, M. Fages. Approche de l'esthétique en CFAO directe. *Le fil Dent., vol. 103, pp. 18–22, 2015.*
96. El-Ghany O, Sherief A. Zirconia based ceramics, some clinical and biological aspects: Review. *Future Dental Journal.* 2016 Oct 1;2.
97. Sundh A, Sjögren G. Fracture resistance of all-ceramic zirconia bridges with differing phase stabilizers and quality of sintering. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2006 Sep 1;22:778–84.

98. Krüger S, Deubener J, Ritzberger C, Höland W. Nucleation Kinetics of Lithium Metasilicate in ZrO<sub>2</sub> -Bearing Lithium Disilicate Glasses for Dental Application. *International Journal of Applied Glass Science*. 2013 Mar 1;4:9–19.
99. Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of fullcoverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater*. 2015;31(8):907-15.
100. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Loadbearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater*. 2013;29(7):742-51.
101. Ménard A, Adrien L, Contrepois M, Emmanuel D. Evolution des formes de préparation pour inlays, onlays et overlays postérieurs à la mandibule. *Information dentaire* 2020. p. 53–64.
102. Estimer le risque de biais dans les essais randomisés grâce à l’outil de Cochrane sur le risque de biais [Internet]. [cité 28 mai 2020]. Disponible sur : <https://www.nccmt.ca/fr/referentiels-de-connaissances/interrogez-le-registre/280>

## ANNEXES

### Annexe 1 : Articles inclus dans la revue (n = 37)

Article inclus	Titre	Auteur	Revue/Année/volume/numéro/page
(72)	Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests	Sonmez N, Turkoglu P, Turp V, Akgungor G, Sen D, Mijiritsky E	BMC Oral Health. 2018 Jan 8;18
(73)	Can CAD/CAM resin blocks be considered as substitute for conventional resins?	Hussain B, Thieu MKL, Johnsen GF, Reseland JE, Haugen HJ	Dent Mater. 2017 Dec;33(12):1362–70
(1)	Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique	Veneziani M.	The international journal of esthetic dentistry. 2017 Jan 1;12
(6)	Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part II. Guidelines for cavity preparation and restoration fabrication	Rocca G., Rizcalla N., Krejci I., Dietschi D.	The international journal of esthetic dentistry. 2015 Jul 14;10:392–413
(10)	Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials	Awada A, Nathanson D	Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials
(12)	Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations	Ghoul W, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z.	J Prosthet Dent. 2015 Oct;114(4):587–93
(13)	Marginal and internal fit of CAD-CAM-fabricated composite resin and ceramic crowns scanned by 2 intraoral cameras	Silveira A, Chaves S, Hilgert L, Ribeiro AP.	The Journal of Prosthetic Dentistry. 2016 Sep 1;117
(27)	Slow crack growth and reliability of dental ceramics	Gonzaga CC, Cesar PF, Miranda WG Jr, Yoshimura HN.	Dent Mater 2011; 27(4):394-406
(37)	Longevity and clinical	El-Mowafy O, Brochu	J Can DentAssoc.

	performance of IPS-Empress ceramic restorations--a literature review	JF	2002;68(4):233-7
(38)	Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years	Kramer N, Frankenberger R	Dent Mater. 2005;21(3):262-71
(39)	Survival of inlays and partial crowns made of IPS empress after a 10-year observation period and in relation to various treatment parameters	Stoll R, Cappel I, JablonskiMomeni A, Pieper K, Stachniss V.	Oper Dent. 2007;32(6):556-63
(40)	Clinical performance of all-ceramic inlay and onlay restorations in posterior teeth	Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Giesinger JM, Dumfahrt H.	Int J Prosthodont. 2012;25(4):395-402
(41)	A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations	Collares K, Corrêa MB, Laske M, Kramer E, Reiss B, Moraes RR, et al.	Dent Mater. 2016 May;32(5):687-94
(43)	A 10-year prospective evaluation of CAD/ CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite	Sjogren G, Molin M, van Dijken JW.	Int J Prosthodont. 2004;17(2):241-6
(44)	Clinical performance of chairside CAD/ CAM restorations	Fasbinder DJ	J Am Dent Assoc. 2006;137 Suppl:22S31S
(45)	Longterm clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series	Otto T, Schneider D.	Int J Prosthodont. 2008;21(1):53-9
(46)	Long-term survival of Cerec restorations: a 10- year study	Zimmer S, Gohlich O, Ruttermann S, Lang H, Raab WH, Barthel CR.	Operative dentistry. 2008;33(5):484-7
(47)	Evaluation of the clinical success of Cerec 3D inlays	Bernhart J, Schulze D, Wrbas KT.	Int J Comput Dent. 2009;12(3):265-77
(68)	Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials	Lawson NC, BAnsal R, Burgess JO.	103. Dent Mater.2016 Nov;32(11):e275-83
(67)	Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials	Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al.	J Prosthet Dent. 2018 Mar;119(3):384-9



(66)	A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials	Gracis S, Thompson VP, Ferencs JL, Silva NRFA, Bonfante EA.	Int J Prosthodont. 2015 May;28(3):227-35
(61)	Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review	Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT.	J Prosthet Dent 2016;115(1):9-19
(88)	Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach	Bazos P., Magne P.	Int J Esthet Dent. 2014;9(3):330-52
(89)	Préparation assistée par guidage -pag	Raynal J.	Information dentaire
(90)	La préparation contrôlée des restaurations esthétiques en céramique collée : couronnes et overlays	Etienne O.	Information dentaire
(59)	Zircone(s)-Restaurations émaillées ou monolithiques ?	Mainjot A.	Information Dentaire
(60)	Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis	Ozcan M, Bernasconi M.	J Adhes Dent 2015;17(1):7-26.
(62)	Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review.	Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT.	J Prosthet Dent 2016;115(1):9-19
(11)	Les céramiques hybrides : mythe ou réalité?	Richard A.	Réalités Cliniques Vol. 31 n°3 - 2020
(77)	CFAO : les matériaux accessibles	Benoit A, Moussally C, Fron-Chabouis H, Issaoui H, Goff SL.	L'information dentaire
(70)	Effect of grinding and polishing on the roughness and fracture resistance of cemented CAD-CAM monolithic materials submitted to mechanical aging	Ludovichetti FS, Trindade FZ, Adabo GL, Pezzato L, Fonseca RG.	J Prosthet Dent. 2019 May;121(5):866.e1-866.e8
(74)	Can CAD/CAM resin blocks be considered as substitute for conventional resins?	Hussain B, Thieu MKL, Johnsen GF, Reseland JE, Haugen HJ.	Dent Mater. 2017 Dec;33(12):1362-70
(75)	Effects of High-Temperature-Pressure Polymerized Resin-Infiltrated Ceramic Networks	Tassin M, Bonte E, Loison-Robert LS, Nassif A, Berbar T, Le	PLoS One. 2016;11(5):e0155450

	on Oral Stem Cells	Goff S, et al	
(9)	Actualisation des formes de préparations pour les restaurations partielles postérieures en céramique collée : focus sur l'overlay	Tirlet G.	Réalités Cliniques Vol. 31 n°3 - 2020
(30)	Restauration partielle indirecte : composite ou céramique	Prot C, Fron-Chabouis H, Attal J-P.	Réalités Cliniques Vol. 25 n°4 - 2014
(5)	Inlays/onlays esthétiques: facteurs de longévité.	Wendling A., Toledano C., Weill E., Etienne O., Serfaty R.	Réalités Cliniques Vol. 25 n°4 - 15 Décembre 2014
(42)	A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations	Collares K, Corrêa MB, Laske M, Kramer E, Reiss B, Moraes RR, et al	Dent Mater. 2016 May;32(5):687-94

Annexe 2 : Classification des articles par grade et niveau de preuve

Article inclus	Type d'article	Grade	Niveau de preuve
(72)	Essai clinique	B	2
(73)	Essai clinique	B	2
(1)	Protocole clinique	B	2
(6)	Protocole clinique	B	2
(10)	Essai clinique	B	2
(12)	Essai clinique	B	2
(13)	Essai clinique	B	2
(27)	Essai clinique	B	2
(37)	Revue de la littérature	A	1
(38)	Essai clinique	B	2
(39)	Essai clinique	B	2
(40)	Essai clinique	B	2
(41)	Essai clinique	B	2

(43)	Essai clinique	B	2
(44)	Revue de la littérature	A	1
(45)	Essai clinique	C	4
(46)	Essai clinique	B	2
(47)	Essai clinique	B	2
(68)	Essai clinique	B	2
(67)	Essai clinique	B	2
(66)	Revue de la littérature	A	1
(61)	Revue de la littérature	A	1
(88)	Article de recherche	B	2
(89)	Protocole clinique	B	2
(90)	Protocole clinique	B	2
(59)	Article de recherche	B	2
(60)	Revue de la littérature	A	1
(62)	Revue de la littérature	A	1
(11)	Article de recherche	B	2
(77)	Article de recherche	B	2
(70)	Essai clinique	B	2
(74)	Essai clinique	B	2
(75)	Essai clinique	B	2
(9)	Article de recherche	B	2
(30)	Article de recherche	B	2
(5)	Article de recherche	B	2
(42)	Essai clinique	B	2

Annexe3: Grade des recommandations de la HAS

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<p>A</p> <p>Preuve scientifique établie</p>	<p>Niveau 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- essais comparatifs randomisés de forte puissance ;</li> <li>- méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ;</li> <li>- analyse de décision fondée sur des études bien menées.</li> </ul>
<p>B</p> <p>Présomption scientifique</p>	<p>Niveau 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- essais comparatifs randomisés de faible puissance ;</li> <li>- études comparatives non randomisées bien menées ;</li> <li>- études de cohortes.</li> </ul>
<p>C</p> <p>Faible niveau de preuve scientifique</p>	<p>Niveau 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- études cas-témoins.</li> </ul> <p>Niveau 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- études comparatives comportant des biais importants ;</li> <li>- études rétrospectives ;</li> <li>- séries de cas ;</li> <li>- études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).</li> </ul>

Annexe 4 : Etudes sur la longévité des RCPP en céramique mis en forme par technique pressée (5)

Date de publication	Auteurs	Matériau/système adhésif	Période d'observation moyenne	Nombre de restaurations	Taux de survie	
2002	El Mowafy et Brochu	IPS empress/nc	4,5 ans 7ans	(6études)	96%	91%
2005	Krämer et Frankenberger	IPS empress/Syntac (MR3)	8 ans	96	92%	
2007	Stoll et al	IPS Empress/nc	10ans	1624	97%	
2012	Beier et al	Vitrocéramiques variées/optibond FL ou Syntac (MR3)	5ans 10ans 12ans 20ans	547 (334 inlays) (213 inlays)	Inlays 99% 97% 90% 82%	Onlays 99% 92% 92%

Annexe 5 : Synthèse des études sur la longévité des RPCP en céramique mis en forme par CFAO (5)

Article inclus	Date de publication	Auteurs	Matériau/Système adhésif	Période d'observation moyenne	Nombre de restaurations	Taux de survie
(43)	2004	Sjögren et al	Vita Mark II/Coltène Duo Bond ou Clearfil F2	10 ans	61	89%
(44)	2006	Fassbinder Dennis et al	Vita mark I et II, Dicor, Paradigm/nc	5 ans 10 ans	Revue (20 études)	97% 90%
(45)	2008	Otto et al	Vita Mark I/nc	17 ans	187	88.7% (taux de succès)
(46)	2008	Zimmer et al	Vita Mark II; Dicor/Syntac (MR3) ou Vita Cerec Duo Cement	5ans 10 ans	226	94.7% 85.7%
(47)	2009	Bernhard et al	Cerec 3D/Syntac (MR3)	3 ans	62	95%

## Annexe 6. Échelle d'évaluation des biais selon la Cochrane Collection's

**Table 8.5.a: The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias**

Domain	Support for judgement	Review authors' judgement
<i>Selection bias.</i>		
<b>Random sequence generation.</b>	Describe the method used to generate the allocation sequence in sufficient detail to allow an assessment of whether it should produce comparable groups.	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate generation of a randomised sequence.
<b>Allocation concealment.</b>	Describe the method used to conceal the allocation sequence in sufficient detail to determine whether intervention allocations could have been foreseen in advance of, or during, enrolment.	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate concealment of allocations prior to assignment.
<i>Performance bias.</i>		
<b>Blinding of participants and personnel</b> <i>Assessments should be made for each main outcome (or class of outcomes).</i>	Describe all measures used, if any, to blind study participants and personnel from knowledge of which intervention a participant received. Provide any information relating to whether the intended blinding was effective.	Performance bias due to knowledge of the allocated interventions by participants and personnel during the study.
<i>Detection bias.</i>		
<b>Blinding of outcome assessment</b> <i>Assessments should be made for each main outcome (or class of outcomes).</i>	Describe all measures used, if any, to blind outcome assessors from knowledge of which intervention a participant received. Provide any information relating to whether the intended blinding was effective.	Detection bias due to knowledge of the allocated interventions by outcome assessors.
<i>Attrition bias.</i>		
<b>Incomplete outcome data</b> <i>Assessments should be made for each main outcome (or class of outcomes).</i>	Describe the completeness of outcome data for each main outcome, including attrition and exclusions from the analysis. State whether attrition and exclusions were reported, the numbers in each intervention group (compared with total randomized participants), reasons for attrition/exclusions where reported, and any re-inclusions in analyses performed by the review authors.	Attrition bias due to amount, nature or handling of incomplete outcome data.
<i>Reporting bias.</i>		
<b>Selective reporting.</b>	State how the possibility of selective outcome reporting was examined by the review authors, and what was found.	Reporting bias due to selective outcome reporting.
<i>Other bias.</i>		
<b>Other sources of bias.</b>	State any important concerns about bias not addressed in the other domains in the tool.  If particular questions/entries were pre-specified in the review's protocol, responses should be provided for each question/entry.	Bias due to problems not covered elsewhere in the table.

## TABLE DES FIGURES

- Figure 1. Illustration des deux limites pour une molaire mandibulaire. Butt joint et hollow Chamfer
- Figure 2. Description de la « ténacité » lors de la propagation d'une fissure pour la Zirconie. (35)
- Figure 3. Diagramme de flux
- Figure 4. Critères de préparation avec la CFAO. Murs verticaux, surface occlusale parallèle avec le plan d'occlusion
- Figure 5. Critères de préparation avec la CFAO. Surface occlusale oblique de 60° à 0°, jonction «crocodile»
- Figure 6. Les trois axes de la Préparation assistée par guidage- PAG (88)
- Figure 7. Les étapes de la V-prep pour une RPCP (88)
- Figure 8. Tracé d'une V-prép sur une 36

## TABLE DES TABLEAUX

- Tableau 1: Description des RPCP (restaurations partielles collées postérieures°)
- Tableau 2. Résumé des systèmes CAO (94)
- Tableau 3. Avantages et inconvénients de la méthode soustractive
- Tableau 4. Résumé de solutions commercialisées en CFAO dentaire (17)
- Tableau 5. Tableau comparatif des céramiques vitreuses mises en forme par usinage
- Tableau 6. Tableau comparatif, les trois générations des Zircons
- Tableau 7. Le classement des matériaux hybrides (11)
- Tableau 8. Mots-clés par catégorie et traduits en anglais
- Tableau 9. Equation de recherche
- Tableau 10. Risque de biais



## CORRESPONDANCE POUR DROIT D'IMAGE

Dossiers « Envoyés » « droit ...nde

Précédent Suivant Actions ▼ Rédiger

De : Alisa Hate <alisa.hate@u-bordeaux.fr>  
[Masquer les détails](#)

À : info@information-dentaire.fr

[Répondre](#) [Rép. à tous](#) [Faire suivre](#)

---

**droit d'image demande**  
ven., 17 déc. 2021 12:56

---

Bonjour,

Etudiante en cours de rédaction de thèse à l'Université de Bordeaux, je me permets de vous contacter pour vous si je peux utiliser les figures 8,29,33,35 de la revue Stratégie prothétique mars-avril 2014 • vol 14, n° 2.  
Bien sûr, la source sera cité.

Dans l'attente de votre réponse,  
Cordialement,  
Alisa Hate

dentaire.fr>  
[Afficher les détails](#)

[Répondre](#) [Rép. à tous](#) [Faire suivre](#)

---

**Re: Votre demande de reprise de visuels dans Stratégie Prothétique**  
lun., 17 janv. 2022 22:54

---

Bonjour Madame,

C'est avec plaisir que nous vous donnons l'autorisation de reprendre les figures 8, 29, 33 et 35 de l'article du Dr Raynal « Préparation assistée par guidage », publié dans Stratégie Prothétique en 2014 (vol. 14, n° 2) dans le cadre de votre thèse. Cette autorisation est donnée à la condition d'indiquer la source des visuels.

Restant à votre écoute,

Bien sincèrement.

Nathalie Devaux

---

 **Nathalie DEVAUX**  
Directrice des rédactions  
Ligne directe : 01 56 26 50 12  
44, rue de Prony | 75017 Paris | Standard 01 56 26 50 00  
[www.information-dentaire.fr](http://www.information-dentaire.fr)

---



## Collège des Sciences de la Santé

### UFR des Sciences Odontologiques

# Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

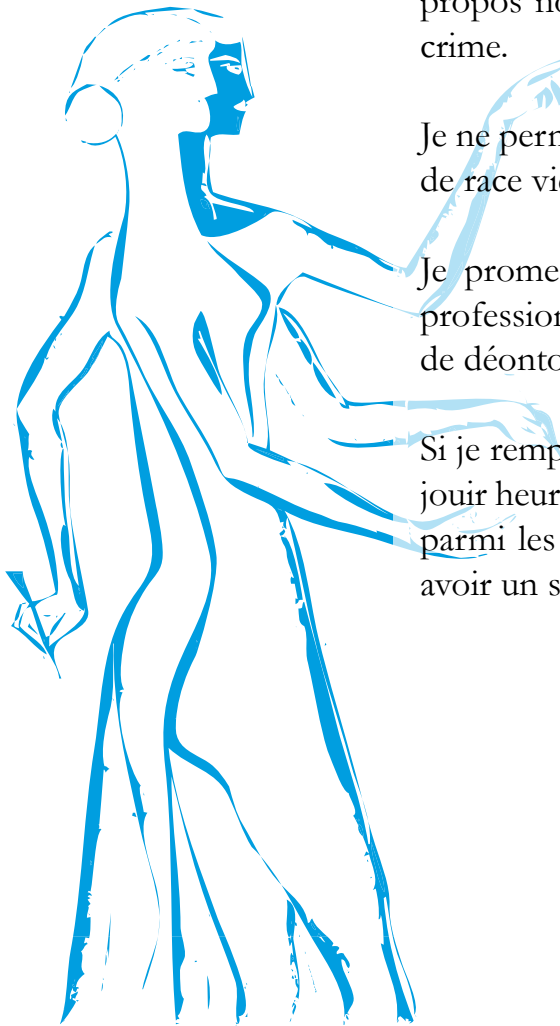
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

## **Titre: Implication de la CFAO dans les restaurations partielles collées postérieures: matériaux et préparation- une revue systématique de la littérature**

**Résumé: Objectif:** L'avènement de nouvelles caméras optiques et les principes d'une dentisterie minimalement invasive gagnent en importance ces dernières années. L'objectif de notre recherche est d'étudier l'implication de la CFAO sur les critères de préparation et sur le choix des matériaux en cas de réalisation de Restaurations Partielles Collées Postérieures (RPCP). **Matériel et méthode :** Il s'agit d'une revue systématique de la littérature réalisée selon les recommandations PRISMA. Différentes bases de données PubMed, DOSS et Scopus ont été interrogées, ainsi que la littérature française. Une sélection s'est faite d'abord par la lecture des titres, des résumés puis par la lecture des textes en entier. Les études répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion ont été sélectionnées. **Résultats :** 37 articles ont été inclus dans la revue, 29 en anglais et 8 en français. Les études ont mis en avant des modifications à apporter aux préparations des RPCP via la CFAO, une préparation homothétique de la surface occlusale et des formes de limites à respecter. En ce qui concerne les matériaux usinés, les céramiques vitreuses sont les matériaux les plus mis en valeur par les études du point de vue d'esthétique, de biocompatibilité et de collage. **Conclusion :** Les RPCP via la CFAO sont de plus en plus utilisées grâce au développement des nouvelles caméras et l'amélioration des propriétés des matériaux usinés. Ces traitements répondent aux critères de nos patients qui demandent des restaurations peu délabrantes, esthétiques et résistantes. Néanmoins, des études à plus grande échelle et des suivis à plus long terme semblent nécessaires pour évaluer le taux de réussite de ces restaurations.

**Mots clés:** onlay, CFAO, préparation, céramique, Zircon, composite usinable

## **Title: Implication of CAD/CAM on posterior indirect adhesive restorations: preparation and materials- a systematic review of the literature**

**Abstract: Aim:** The advent of new optical cameras and the principles of minimally invasive dentistry have recently gained in importance. The objective of our research is to study the implication of the CAD / CAM on the cavity preparation and on the fabricated material choice for the posterior indirect adhesive restorations. **Material and methods :** This is a systematic review following PRISMA recommendations, using PubMed, DOSS and Scopus databases, as well as French literature . The informations have been selected on a primary reading of the titles and the abstracts, which then led to a full reading of the articles. Studies respecting inclusion and exclusion criteria were included. **Results:** 37 articles were included in this systematic review, 29 articles in English and 8 articles in French. The studies highlighted the modifications to take in consideration for the preparations of CAD/CAM posterior indirect adhesive restorations, a homothetic preparation of the occlusal surface and the limit shapes to respect. Concerning the fabricated materials, vitreous ceramics seem to be the best materials in regards to aesthetics, biocompatibility and bonding. **Conclusion:** CAD/CAM posterior indirect adhesive restorations are increasingly used as a result of development of new cameras and the improvement of fabricated materials properties. These treatments meet the criterias of our patients who require minimalist, aesthetic and resistant restorations. Nevertheless, more large-scale studies and long-term follow-ups would be necessary to evaluate the success rate of these restorations.