



HAL
open science

Les effets du polissage sur les restaurations en zircone : une revue systématique de la littérature

Charlotte Capdarest-Lasserette

► **To cite this version:**

Charlotte Capdarest-Lasserette. Les effets du polissage sur les restaurations en zircone : une revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03616985

HAL Id: dumas-03616985

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03616985v1>

Submitted on 23 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° 24

THESE POUR L'OBTENTION DU

**DIPLOME D'ÉTAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par CAPDAREST-LASSERETTE, Charlotte

Née le 19-05-1995 à Pessac

Le 01-03-2022

**LES EFFETS DU POLISSAGE SUR LES RESTAURATIONS
EN ZIRCON : UNE REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA
LITTÉRATURE**

Sous la direction du Docteur Léa MASSÉ

Membres du jury :

Mme BERTRAND Caroline

Professeur des Universités

Président

Mme MASSÉ Léa

Assistant-Hospitalo-Universitaire

Directrice

M. DECAUP Pierre-Hadrien

Assistant-Universitaire associé

Rapporteur

Mme AUSSEL Audrey

Maître de conférences des Universités

Assesseur

M. NAVEAU Adrien

Maître de conférences des Universités

Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
31/01/22

Président	M. DEAN Lewis
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
Mme	Karine	LEVET	CDD LRU Santé publique	56-02

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 Caroline BERTRAND

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section de Prothèse Dentaire 58-01

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en présidant cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect.

À ma directrice de thèse

Madame le Docteur Léa MASSÉ

Assistant Hospitalo - Universitaire

Sous-section de Prothèse Dentaire 58-01

Je te remercie très sincèrement d'avoir accepté de diriger cette thèse, qui, j'espère te rendra fière. Merci de m'avoir accompagnée tout au long de ce travail, tu as su être pédagogue, bienveillante et patiente. Je te remercie également de ta bonne humeur lors de nos réunions, ainsi que de ta disponibilité à n'importe quelle heure.

À mon rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Pierre-Hadrien DECAUP

Enseignant

Sous-section Prothèse Dentaire 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté de corriger cette thèse. Merci pour votre disponibilité et le temps que vous y avez consacré. Veuillez trouver dans ce travail ma profonde gratitude.

À notre assesseur

Madame le Docteur Audrey AUSSEL

Maître de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section des Sciences anatomiques et physiologiques – Biomatériaux 58-01

Merci d'avoir accepté de siéger à cette thèse. Merci pour votre travail auprès des étudiants à la faculté et à l'hôpital. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

À notre assesseur

Monsieur le Docteur Adrien NAVEAU

Maître de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse dentaire 58-01

Merci d'avoir accepté de siéger à cette thèse. J'ai de bons souvenirs à vos côtés pendant mes vacances cliniques à l'hôpital Saint-André. Veuillez recevoir mes remerciements les plus sincères et l'expression de ma plus profonde estime.

À ma famille,

À mes parents, merci d'avoir toujours été là pour moi. Tout ceci a été possible grâce à vous, à votre travail acharné à l'atelier depuis toutes ces années. Je ne serai pas devenue la personne que je suis sans vous. Je n'aurai jamais assez de mots pour exprimer combien je vous aime, et à quel point je vous suis reconnaissante pour tout ce que vous m'avez apporté dans ma vie, et pour tout ce que vous faites encore au quotidien. J'espère vous rendre fière en vous dédiant ce travail, la consécration de ces 6 ans d'étude.

À grand-mère Paula et mon grand-père Jean, merci d'avoir été présents pour moi et de l'être encore aujourd'hui. Mamie, je te remercie pour l'amour que tu me portes chaque jour, de tes conseils de vie et des millions de crêpes que tu as fait chaque semaine pour moi depuis 26 ans. Je ne te remercierai jamais assez pour ta gentillesse sans limite et pour tout ce que tu apportes dans ma vie. Papi, je te remercie pour l'amour que tu m'as apporté, de ton aide et de ta patience durant les devoirs de l'école primaire au lycée et pour ta patience. C'est aussi grâce à vous que j'en suis là aujourd'hui. J'espère que vous êtes fière de la personne que je suis devenue aujourd'hui.

À toute ma famille Labadié, Clément, Florian, Pascal, Valérie, merci pour ces moments passés et ceux à venir. Merci pour tous ces repas de famille festifs et joyeux le vendredi midi chez Papi et Mamie. Vous êtes tous très importants pour moi et je suis fière d'avoir à mes côtés une famille aussi bienveillante.

À ma grand-mère Sylvie, merci pour tous ces moments que tu as offert à toute notre famille autour d'une table joyeuse à Piquey. J'espère te rendre fière à travers ce travail qui est la concrétisation de ces années d'études.

À toute ma famille Capdarest-Lasserette, Jérôme, Sophie, Olympe, Laëtitia, Julia, Isabelle, Moïse, Othilia, Max, Joackim, merci pour tous ces moments passés, j'ai énormément de chance d'avoir une si grande et belle famille.

À mon amour Kylian, merci pour l'amour inconditionnel que tu m'apportes au quotidien. Merci de m'avoir toujours encouragée et soutenue dans la rédaction de ce manuscrit (d'avoir fait mes figures et la mise en page de mon manuscrit hihi sans ton aide il n'aurait pas été aussi beau) et de me supporter un peu plus chaque jour. Tout n'a pas toujours été rose (et toi seul sais combien j'aime le rose), mais aujourd'hui, je le sais, tu es ma moitié et je veux vieillir à tes côtés. Je t'aime plus que l'infini.

À mes amis,

À ma bande de belles, Lulu, Mouyou, Eno, *merci pour toutes ces folies depuis tant d'années. J'espère encore passer de nombreuses et belles années à vos côtés et tous les frères marseillais tmtc. Vous êtes des personnes extraordinaires, qu'on ne rencontre qu'une fois dans sa vie. J'ai eu la chance de vous rencontrer que vous fassiez partie de ma vie. Merci d'avoir toujours été là pour me remonter le moral et de me soutenir et ce malgré la distance.*

À Morgane, *merci d'être la personne et amie que tu es. Merci d'avoir été une épaule sur qui je peux toujours compter, et ce depuis notre rencontre en P2. Ton amitié sans faille depuis des années est si précieuse à mes yeux et je sais que tu seras là pour moi dans les bons comme dans les mauvais moments.*

À Valentine, Emmanuelle, Bérangère, Jennifer, Julie et Léa et Chloé Q, *merci pour toutes ces années étudiantes. Je n'aurai pas rêvé mieux que de passer ces 6 ans à vos côtés. Je me rappellerai toujours ces rires et regards de détresse en TP d'endo haha. Merci pour toutes ces folles soirées à vos côtés. Le meilleur est à venir.*

À mes consœurs du cabinet de Bassens,

À Camille, *tu étais en 5^e année et assistante (la meilleure de toutes), puis tu as pris ton envol et tu es devenue praticienne à mes côtés. Grâce à ta joie et ta bonne humeur quotidienne c'était un réel plaisir de venir travailler dans ce cabinet. J'ai trouvé en toi une réelle amitié et j'espère qu'elle perdurera de nombreuses années (merci le destin de nous avoir fait voisines).*

À Sonia, *ma consœur, devenue amie au grand cœur. Merci de m'avoir soutenue et donné tes conseils dans la rédaction de cette thèse. Grâce à ta bonne humeur quotidienne communicative, notamment tes « HELLOOO » dès ton arrivée le matin au cabinet, je savais que j'allais passer une bonne journée quoi qu'il arrive. J'ai également trouvé en toi une personne en or et une très belle amitié qui ne tient réellement à cœur.*

À Chiara, *également consœur devenue une amie. Je repense à toutes ces heures passées au cabinet, parfois très tardives à se raconter les potins. Tu es une très belle personne et une excellente praticienne. Tu es pour moi un modèle (... et surtout pour mettre la digue et sonder avec la sonde paro, ton instrument de prédilection haha) mais tu le sais déjà. J'espère qu'un jour tu monteras ton cabinet je serai honorée de travailler à tes côtés.*

TABLE DES MATIÈRES

TABLES DES ILLUSTRATIONS	11
TABLE DES TABLEAUX.....	12
ANNEXES	13
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	14
INTRODUCTION	15
1. ÉTAT DE L'ART.....	16
1.1. La zirconne : une céramique complexe	16
1.1.1. Microstructure	16
1.1.2. La transformation de phase	17
1.1.3. Stabilisation en phase tétragonale	18
1.1.4. Renforcement par transformation de phases.....	18
1.2. Propriétés physiques de la zirconne	19
1.2.1. État de surface de la zirconne	19
1.2.2. Usure de l'antagoniste	20
1.3. Propriétés mécaniques de la zirconne	21
1.3.1. Module d'élasticité	21
1.3.2. Résistance à la flexion.....	21
1.3.3. Résistance à la fatigue	21
1.3.4. Ténacité	21
1.4. Les différents types de zirconne	22
1.4.1. Zirconne monolithique	22
1.4.1.1. Structure	22
1.4.1.2. Propriétés mécaniques de la zirconne monolithique.....	23
1.4.1.3. Mise en forme.....	23
1.4.2. Zirconne stratifiée	24
1.4.2.1. Structure	24
1.4.2.2. Propriétés.....	25
1.4.2.3. Mise en forme.....	25
2. LES TECHNIQUES DE FINITION ET DE POLISSAGE DE LA ZIRCONE	26
2.1. Les systèmes de finition	26
2.1.1. Les fraises diamantées.....	26

2.1.2.	Les fraises en carbure de tungstène	27
2.2.	Les finitions sur les restaurations en zircone.....	27
2.2.1.	Les finitions avant assemblage	27
2.2.2.	Les finitions après assemblage	28
2.3.	Le polissage de la zircone	29
2.3.1.	Généralités.....	29
2.3.2.	Les systèmes de polissage en deux étapes.....	31
2.3.3.	Les systèmes de polissage en trois étapes	32
3.	LES EFFETS DU POLISSAGE SUR LES RESTAURATIONS EN ZIRCON : UNE REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE.....	35
3.1.	Objectifs de recherche.....	35
3.2.	Matériel et méthode.....	36
3.2.1.	Questions de recherche.....	36
3.2.2.	Méthode de sélection des études	36
3.2.2.1.	Types d'études sélectionnées.....	36
3.2.2.2.	Types de zircons étudiées	36
3.2.2.3.	Protocole de réalisation	36
3.2.3.	Stratégie de recherche bibliographique	37
3.2.3.1.	Mots-clés et équation de recherche.....	37
3.2.3.2.	Bases consultées	38
3.2.3.3.	Stratégie de recherche.....	38
3.2.4.	Collecte des données et analyse	39
3.2.4.1.	Critères d'inclusion et d'exclusion	39
3.2.4.2.	Stratégie de sélection des études.....	39
3.2.4.3.	Stratégie d'extraction des données	40
3.2.4.4.	Risque de biais inhérents à chacune des études	41
3.3.	Résultats	42
3.3.1.	Sélection des études.....	42
3.3.2.	Analyse des résultats	43
3.3.2.1.	Synthèse des biais.....	43
3.3.2.2.	Synthèse des résultats	45
3.3.2.2.1.	Résultats sur les propriétés mécaniques	46
3.3.2.2.2.	Résultats sur les caractéristiques superficielles de la zircone.....	48
4.	DISCUSSION.....	51
4.1.	Discussion sur la pertinence des articles : les biais de l'étude	51
4.2.	Discussion sur les résultats des propriétés mécaniques de la zircone.....	52
4.2.1.	Analyse des résultats concernant la résistance à la flexion.....	52

4.2.1.1.	Analyse des résultats concernant l'effet des ajustages occlusaux et prépolissage	52
4.2.1.2.	Analyse des résultats concernant le polissage et les systèmes utilisés.....	53
4.2.2.	Analyse des résultats sur la transformation de phase	54
4.3.	Discussion sur les résultats concernant les caractéristiques superficielles de la zircone	55
4.3.1.	Analyse des résultats sur la topographie et rugosité de surface.....	55
4.3.1.1.	Analyse des résultats des ajustages occlusaux et prépolissage	55
4.3.1.2.	Analyse des résultats concernant le polissage et les systèmes utilisés.....	56
CONCLUSION.....		59
BIBLIOGRAPHIE		61

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Représentation schématique des trois phases cristallographiques de la zirconne (d'après Mahiat, 2006).....	17
Figure 2 : Représentation schématique des transformations de phases allotropiques de la zirconne (d'après Gautam et al., 2016).....	17
Figure 3 : Mécanisme de renforcement de la zirconne 3Y-TZP par transformation de phase (d'après Laurent Gremillard, 2002)	19
Figure 4 : Vue microscopique de la transformation cristalline autour d'une fissure dans de la zirconne stabilisée (d'après l'article de Mainjot, tiré de la thèse de Dr El Attaoui, INSA Lyon, 2003).....	19
Figure 5 : Microstructure de la zirconne 3Y-TZP observée au microscope électronique à balayage (d'après Song et al., 2013)	20
Figure 6 : Coupe transversale et vue occluso-palatine d'une couronne monolithique (d'après Regin et Mahdhaoui, 2009).....	22
Figure 7 : Photo d'un disque de zirconne monolithique multicouches Katania® Zirconia KURARAY (d'après le catalogue KURARAY, 2021)	24
Figure 8 : Coupe transversale et vue occluso-palatine d'une couronne stratifiée (d'après Regin et Mahdhaoui 2009).....	24
Figure 9 : Normes ISO sur une fraise boule diamantée bague verte (d'après Séverine Thévenet, tiré du catalogue « fraises et polissage » de GACD, 2015)	26
Figure 10 : Différentes formes de fraises en carbure de tungstène (d'après Séverine Thévenet, tiré du catalogue KOMET, 2017).....	27
Figure 11 : Photographies de plusieurs polissoirs : une roue à liant caoutchouc diamantée (A), une cupule à liant céramique diamantée (B), une pointe à liant silicone diamanté (C), de la pâte à polir diamantée (D), un disque à liant silicone diamanté (E) et une brosse en poils de chèvre imprégnés de carbure de silicium (F), d'après les catalogues respectifs de Charming Dental 2021, KOMET 2021, Dental Drill 2021, Cap Dentaire 2021, Garrison 2021, et KOMET 2021	30
Figure 12 : Photographie d'un coffret spécifique pour le polissage de la zirconne monolithique prothèse (d'après KOMET, 2021))	32
Figure 13 : Détail des polissoirs du coffret ci-dessus : polissoirs à grains moyens (A) et (C) et grains fins (B) et (D) (d'après KOMET, 2021)	32
Figure 14 : Photographie d'un coffret spécifique pour le polissage de la zirconne stratifiée (d'après 3D Dental, 2021)	33
Figure 15 : Détail des polissoirs du coffret ci-dessus : polissoirs à gros grains (A), moyens grains (B) et grains fins (C) (d'après 3D Dental, 2021)	33
Figure 16 : Diagramme de flux PRISMA.....	42
Figure 17 : Diagramme en bâtons empilés du risque de biais	43
Figure 18 : Tableau récapitulatif du risque de biais.....	44

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Récapitulatif des propriétés mécaniques de la zircone monolithique.....	23
Tableau 2 : Mots-clés par catégories et traduits en anglais	37
Tableau 3 : Bases de données utilisées et équation de recherche	38

ANNEXES

Annexe 1 : Tableau de synthèse des articles sélectionnés pour la revue systématique	67
---	----

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AUT : Autoclave

CFAO : Conception et Fabrication Assistés par Ordinateur

DOSS: Dentistry and Oral Science Source

FV : Faible vitesse

GV : Grande vitesse

MEB : Microscope électronique à balayage

P Anterior : Prettau Anterior

PM: Pièce à main

PRISMA: Proposed Reporting Items Systematic Reviews and Meta-Analysis

Ra : Unité de la rugosité de surface

RF : Résistance à la flexion

STO : Stockage

ZM : Zircon monolithique

ZT : Zircon traditionnelle

INTRODUCTION

Avec le développement d'une dentisterie tout céramique ces dernières années, la zircone est devenue une céramique de choix dans les restaurations prothétiques. Elle offre au chirurgien-dentiste un large choix de possibilités thérapeutiques allant de la simple coiffe unitaire au bridge de grande étendue. La zircone se doit de présenter des exigences en lien avec ses propriétés intrinsèques, notamment son état de surface qui conditionne ses propriétés mécaniques ainsi que ses caractéristiques superficielles.

Les propriétés remarquables de la zircone sont donc susceptibles d'être modifiées par des retouches inadaptées. De ce fait, toute retouche, réalisée avant ou après assemblage en bouche, nécessite un polissage rigoureux. Malgré un usinage de plus en plus précis au laboratoire, comme au cabinet, les restaurations prothétiques donnent lieu à des ajustages quasi-systématiques. Par conséquent, le praticien doit être en mesure d'effectuer les retouches, ajustages occlusaux et le polissage d'une restauration prothétique aussi bien au moment de l'essayage qu'après son assemblage sans altérer les matériaux qui le constituent. Il est alors primordial d'établir des protocoles, tant pour la retouche que pour le polissage qui suit. Ces protocoles doivent être adaptés au type de zircone, monolithique ou stratifiée, que constitue la restauration prothétique, au-delà du glaçage.

De nombreuses études ont rapporté les effets du polissage sur les différentes propriétés de la zircone après retouches à la fraise mais à l'heure actuelle aucune revue systématique de la littérature n'a répertorié ces articles. Il n'y a actuellement aucun consensus concernant les techniques de finition et de polissage. Il existe sur le marché, une multitude de systèmes et d'instruments servant à la finition et au polissage. Cela inclut les fraises, les pointes, les cupules, les disques abrasifs, les strips, les pâtes à polir et les brosettes. Cette grande variété de dispositif de finition et de polissage ne permet pas au chirurgien-dentiste de s'y retrouver. Elle apparaît comme le témoin de l'absence d'une procédure idéale à ce jour.

Aujourd'hui, il semble nécessaire d'analyser les travaux étudiant les effets du polissage de la zircone après ajustages occlusaux à la fraise de manière à orienter le praticien vers les protocoles et instruments les plus efficaces. Nous avons donc décidé de réaliser une revue systématique de la littérature traitant des effets du polissage sur les caractéristiques superficielles et les propriétés mécaniques de la zircone après retouches à la fraise.

Dans la première partie de ce manuscrit, un rappel sur la zircone sera fait en exposant sa structure et ses différentes propriétés (physiques et mécaniques). Dans une seconde partie, nous décrirons les différentes techniques de corrections et de finitions, réalisées avant et après assemblage. Enfin, dans une dernière partie, nous discuterons au travers d'une revue systématique de la littérature les effets du polissage sur les propriétés de la zircone, après retouches à la fraise.

1. ÉTAT DE L'ART

1.1. La zircone : une céramique complexe

La zircone est très souvent utilisée pour les restaurations prothétiques du fait de ses remarquables propriétés physico-chimiques, de sa résistance mécanique et de sa stabilité dimensionnelle (1). En effet, elle fait partie des céramiques polycristallines pures de haute densité et se caractérise par une absence de phase vitreuse. De ce fait, la zircone présente de meilleures propriétés mécaniques que certaines autres catégories de céramiques (i.e., vitrocéramiques), au détriment cependant de ses propriétés esthétiques dû à une opacité plus importante (1,2).

1.1.1. Microstructure

La zircone, de formule chimique $ZrSiO_4$ fait partie de la famille minérale des silicates. En dentisterie prothétique, c'est le dioxyde de zirconium, ZrO_2 , composé chimique naturel, qui est utilisé. La zircone est un matériau polymorphe qui présente trois phases cristallines selon la température (1,3,4) (*Figure 1*):

- Une phase monoclinique : la zircone existe à son état naturel et sous cette forme entre 0°C et 1170°C . Cette phase est stable mais ses propriétés ne sont pas optimales, donc peu intéressantes. Les cristaux forment des prismes obliques où des ions Zr^{4+} s'agencent avec 7 ions O^{2-} (4) (*Figure 1A*).
- Une phase tétragonale (dite aussi quadratique) : c'est la structure métastable de la zircone que l'on retrouve à une température comprise entre 1171°C et 2370°C . Elle présente les meilleures propriétés mécaniques à savoir une dureté très élevée et une bonne résistance aux sollicitations mécaniques. Les cristaux forment des prismes droits aux côtés rectangulaires avec un atome d'oxygène venant s'ajouter pour former un quadrilatère à angles droits (4) (*Figure 1B*).
- Une phase cubique : c'est une phase que l'on retrouve à une température comprise entre 2371°C et 2690°C (point de fusion de la zircone). Les cristaux forment des prismes droits aux côtés carrés et les propriétés mécaniques sont légèrement diminuées. En revanche, si la zircone est correctement stabilisée, elle verra ses propriétés esthétiques améliorées. C'est cette forme cubique qui est retrouvée dans les zircons de nouvelles générations (4,5) (*Figure 1C*).

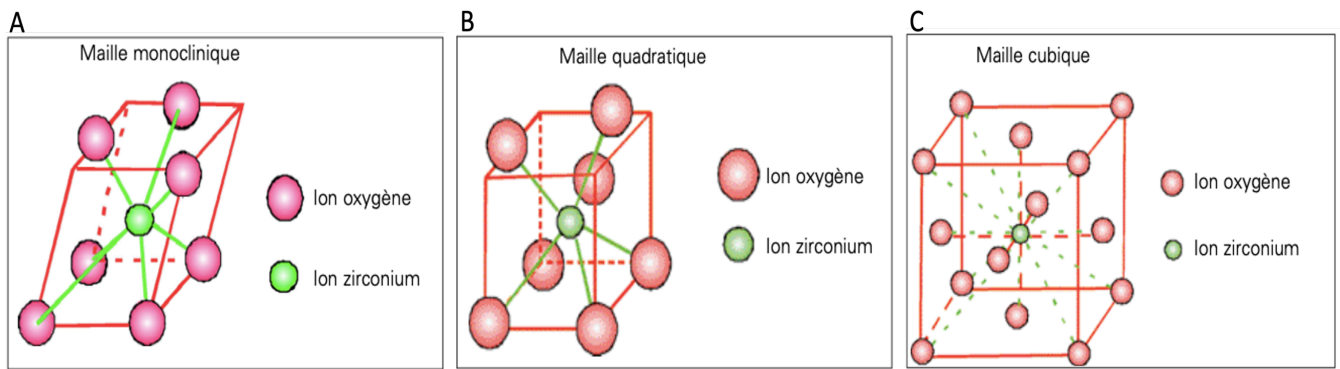


Figure 1 : Représentation schématique des trois phases cristallographiques de la zircone (d'après Mahiat, 2006)

1.1.2. La transformation de phase

La zircone peut alors exister principalement sous trois structures différentes. La phase monoclinique est stable jusqu'à 1170°C, puis se transforme en phase tétragonale stable jusqu'à 2370°C, température à laquelle la phase cubique apparaît. La température de fusion de la zircone est d'environ 2680°C (6) (Figure 2).

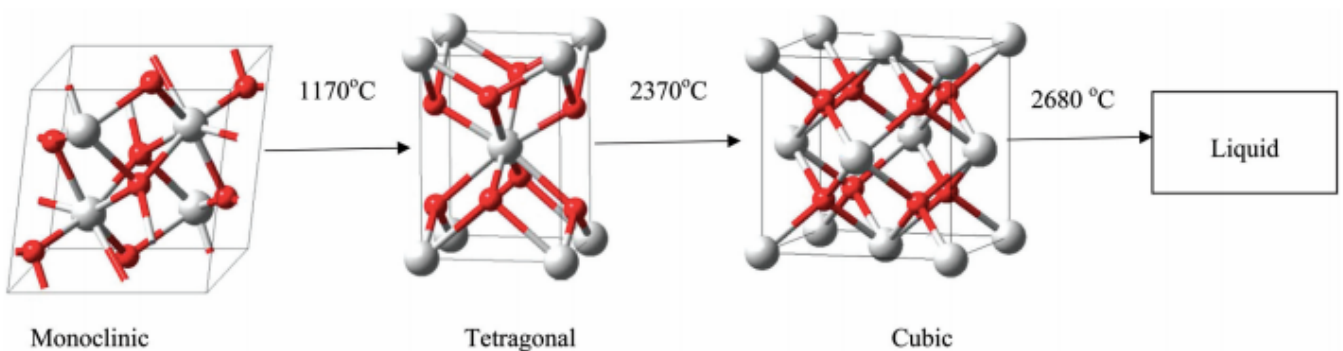


Figure 2 : Représentation schématique des transformations de phases allotropiques de la zircone (d'après Gautam et al., 2016)

Le frittage est le procédé de mise en forme de la zircone permettant de transformer un agglomérat de grains en un solide dense. A la suite de ce processus, la zircone passe à nouveau de la phase tétragonale à la phase monoclinique lors du refroidissement (température passant en dessous de 950°C). Il en résulte une expansion volumique de 3 à 5% et une perte de ses propriétés mécaniques recherchées. Cette augmentation de volume entraîne une déformation de la zircone. Cela provoque une diminution de son élasticité et de sa résistance à la fatigue et laisse apparaître des défauts structuraux comme des fissures ou

des fractures (2,3,7). Afin d'obtenir les meilleures propriétés mécaniques, il est alors primordial de stabiliser la zirconie en phase tétragonale. (8,9).

1.1.3. Stabilisation en phase tétragonale

Des oxydes stabilisants comme l'oxyde d'yttrium (Y_2O_3), ou l'oxyde de magnésium (MgO) sont utilisés afin d'obtenir une zirconie renforcée et de conserver la forme tétragonale stable à température ambiante. Le matériau est ainsi placé dans un état dit « métastable » (8).

La zirconie la plus utilisée dans notre profession est obtenue après frittage grâce à l'ajout d'oxyde d'yttrium. On parle de zirconie partiellement stabilisée avec 3% d'yttrium. Elle est appelée zirconie 3Y-TZP pour *Tetragonal Zirconia Polycrystals* et correspond à une phase unique tétragonale. Elle présente d'excellentes propriétés mécaniques mais son opacité la rend peu esthétique. Son utilisation se limite à la réalisation d'armatures. (4,6,10) (*Figure 5*).

Plus récemment et afin de rendre plus translucide ce matériau polycristallin, les fabricants ont augmenté la proportion d'oxyde d'yttrium faisant apparaître des générations de zirconie à haute translucidité. Elles sont davantage destinées aux restaurations antérieures. Ces zircons contiennent 4 à 5 mol % et prennent le nom respectif de 4Y-TZP et 5Y-TZP. Enfin, il existe une catégorie de zirconie totalement stabilisées (*Fully Stabilized Zirconia*) avec l'addition d'yttrium > 8 mol %. Elle va présenter des propriétés esthétiques très importantes mais de plus faibles propriétés mécaniques. Les propriétés mécaniques ou esthétiques vont donc dépendre de la stabilisation de phase ainsi que de la quantité d'oxyde au sein de la zirconie (11,12).

1.1.4. Renforcement par transformation de phases

Si la zirconie « métastable » tétragonale rencontre un apport énergétique quelconque (e.g., stress mécanique, température) au niveau de ces zones, elle retrouve sa structure originale monoclinique (13). Lorsqu'une fissure se propage dans le matériau avec des contraintes très importantes en tête de fissure, la phase métastable de la zirconie augmente sa résistance devant la propagation de la fissure. Les cristaux maintenus artificiellement en phase tétragonale par l'yttrium vont capter cet apport d'énergie et passer en phase monoclinique. Ce phénomène de transformation de phase va agir positivement sur la fissure et entraîner une augmentation locale du volume (expansion volumique de 3 à 5%), ce qui va la mettre en compression, la refermer et la stopper. On peut parler de pouvoir de cicatrisation de la fissure (*Figure 3-5*).

Ce principe de cicatrissage confère à la zircone une ténacité (résistance à la propagation d'une fissure) et une résistance en flexion remarquables lui conférant de bonnes propriétés mécaniques (13–16). En revanche, au-delà d'un certain niveau de contrainte et d'un pourcentage de phase monoclinique supérieur à 5% au sein du matériau, la fissure entraîne la fracture (4,17). En effet, la phase tétragonale (qui présente les meilleures propriétés mécaniques) se retrouve alors en moins grande proportion au sein du matériau ce qui peut entraîner une fragilisation et aboutir à une fracture de la zircone à long terme.

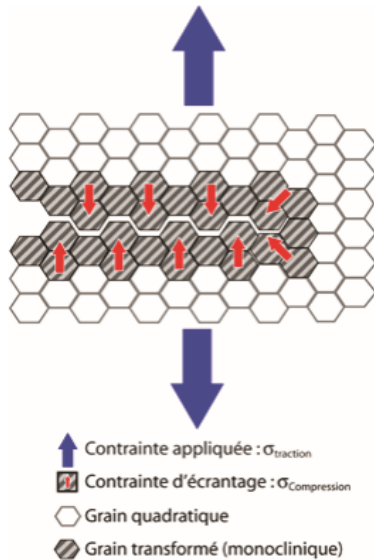


Figure 3 : Mécanisme de renforcement de la zircone 3Y-TZP par transformation de phase (d'après Laurent Gremillard, 2002)



Figure 4 : Vue microscopique de la transformation cristalline autour d'une fissure dans de la zircone stabilisée (d'après l'article de Mainjot, tiré de la thèse de Dr El Attaoui, INSA Lyon, 2003)

1.2. Propriétés physiques de la zircone

1.2.1. État de surface de la zircone

L'état de surface est un paramètre important dans le vieillissement du matériau. Cette usure dépend de la rugosité de la surface du matériau exprimée en Ra (i.e., écart moyen entre les creux et les pics par rapport à la ligne médiane). Cette dernière dépend de plusieurs facteurs comme le mode de fabrication de la zircone, la porosité et la densité de ses grains, et notamment la taille de leurs grains qui ne doit pas dépasser 0,6 μm . Plus les grains seront fins et la structure dense, plus la surface sera lisse (4,18,19).

De plus, la surface du matériau est la zone d'initiation et de développement de microfissures ; donc une surface rugueuse multiplie les zones de contact et accroît les défauts de surface, fragilisant la résistance mécanique de la zircone. Ainsi, plus la rugosité de surface de la zircone aura une valeur proche de la valeur seuil utilisée en bouche (i.e., $0,2 \mu\text{m}$), c'est-à-dire, un état de surface quasiment lisse, moins la zircone vieillira rapidement et perdra de ses propriétés mécaniques (18,20).

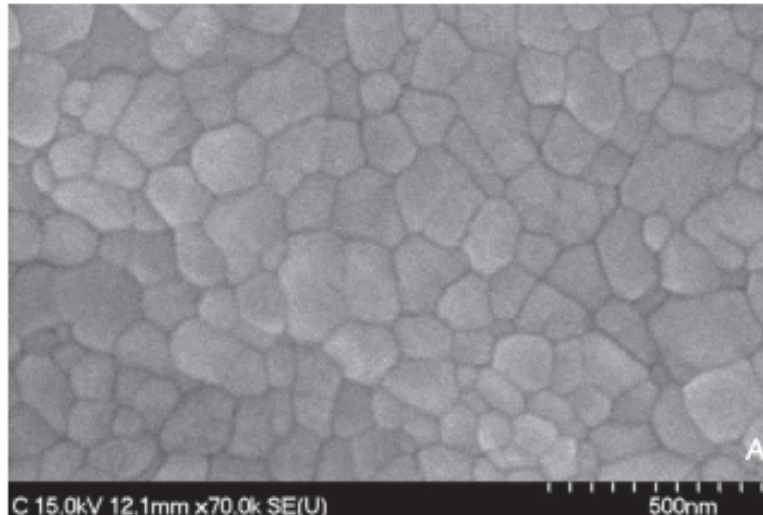


Figure 5 : Microstructure de la zircone 3Y-TZP observée au microscope électronique à balayage (d'après Song et al., 2013)

1.2.2. Usure de l'antagoniste

Du fait de la dureté de la zircone, il serait légitime de penser qu'elle pourrait favoriser l'usure par attrition (i.e., usure par frottement entre deux matériaux, e.g., entre une dent et une couronne antagoniste). En comparant les valeurs moyennes de dureté de surface, on constate que l'émail a une valeur aux alentours de 3,5 GPa, la céramique feldspathique autour de 5 GPa et la zircone autour de 13 GPa. Il serait alors logique que la zircone use par attrition de manière beaucoup plus importante les dents antagonistes, or ce n'est pas le cas (21). L'usure n'est pas seulement la conséquence d'une différence de valeur de dureté de surface, mais dépend d'un facteur très important : la rugosité de surface. Il existe une corrélation positive entre la rugosité de surface d'un matériau et la perte de volume de l'antagoniste, le but de tout traitement de surface est donc de chercher à minimiser l'usure de l'antagoniste et du matériau lui-même. Une surface soigneusement polie doit être obtenue après assemblage d'une restauration en zircone en bouche (21,22).

1.3. Propriétés mécaniques de la zircone

1.3.1. Module d'élasticité

Le module de Young ou module d'élasticité est exprimé en GPa. Il se détermine par un essai de traction et permet d'étudier la déformation d'un matériau en fonction de la contrainte appliquée (4). Le module d'élasticité de la zircone, relativement bas pour une céramique (220 GPa), permet une certaine déformation élastique du matériau avant rupture. En comparaison, le module d'élasticité de l'émail est compris entre 70 et 90 GPa. L'absorption des contraintes jusqu'à un certain seuil fait que la zircone répond bien aux tests de fatigue (4,23).

1.3.2. Résistance à la flexion

Les contraintes en flexion s'exercent essentiellement lors de la mastication sur le groupe incisivo-canin (24). La résistance à la flexion dépend de la pureté du matériau, de sa densité, de la taille critique des grains ($< 0,6\mu\text{m}$), du pourcentage de phase tétragonale et de la qualité du frittage. La zircone présentant tous ces critères, obtient une résistance à la flexion très élevée avec une valeur comprise entre 1100 et 1400 MPa. Cette importante résistance en flexion fait de la zircone un matériau aux caractéristiques mécaniques très supérieures à celles des autres céramiques du marché (4,17).

1.3.3. Résistance à la fatigue

Les contraintes exercées sur les restaurations dentaires ne sont pas constantes, mais varient en fonction du temps. Il s'agit de cycles de contraintes qui vont induire la propagation de fissures au sein du matériau. C'est la raison pour laquelle on peut observer des phénomènes de rupture en relation avec des contraintes relativement limitées, simplement parce que le matériau aura au préalable été fragilisé par la progression de fissures en son sein (i.e., transformation de phase et amincissement de ses propriétés mécaniques) (24). Ces contraintes peuvent s'exercer en compression, flexion, cisaillement ou associer plusieurs types de contraintes. C'est l'une des raisons qui rend difficile la modélisation de ce type de dégradation in vitro (24).

1.3.4. Ténacité

La ténacité correspond à la résistance d'un matériau face à la progression d'une fissure préexistante, ou encore à sa résistance à la fatigue : c'est une propriété essentielle. Elle est exprimée en $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$. Une ténacité élevée peut laisser espérer une durée de fonctionnement élevée et donc une pérennité

plus longue de la prothèse. La transformation de structure cristalline que subissent les céramiques à base de ZrO_2 lorsqu'elles sont soumises à une contrainte explique la ténacité élevée de ces matériaux (4,25).

La zircone présente des propriétés très appréciables lorsqu'il est question de restaurations prothétiques à forte demande mécanique, en revanche la question est de savoir si ces propriétés diffèrent en fonction du type de zircone et si elles sont amenées à changer en fonction de l'utilisation ou du polissage de celles-ci. Deux grandes catégories de restaurations zircone sont actuellement envisageables : les restaurations à armature stratifiée et les restaurations monolithiques maquillées.

1.4. Les différents types de zircone

1.4.1. Zircone monolithique

1.4.1.1. Structure

Les restaurations en zircone monolithique sont faites d'un seul volume de zircone qui peut être mono-teinte ou teintée (i.e., dégradé mimant les différences de teinte d'un dent naturelle) (11) (*Figure 6*).

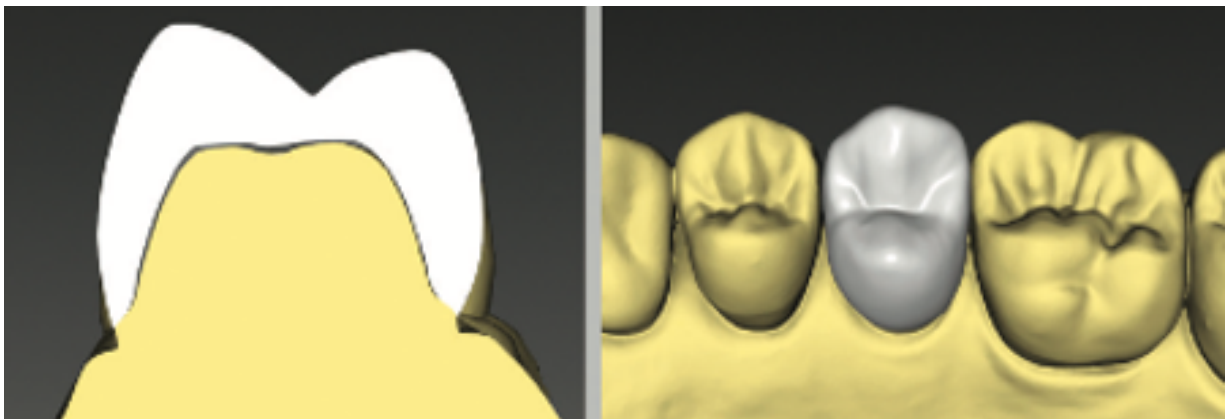


Figure 6 : Coupe transversale et vue occluso-palatine d'une couronne monolithique (d'après Regin et Mahdhaoui, 2009)

1.4.1.2. Propriétés mécaniques de la zircone monolithique

Les propriétés mécaniques de la zircone monolithique sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Ténacité	Module d'élasticité	Résistance à la flexion
10 MPa√	210GPa	1000-1400MPa

Tableau 1: Récapitulatif des propriétés mécaniques de la zircone monolithique

1.4.1.3. Mise en forme

Les zircons, en tant que céramiques polycristallines, ne peuvent être mis en forme qu'à l'aide des procédés de CFAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur). La zircone monolithique est le plus souvent usinée avant frittage dans un bloc mono-teinte (il en existe plusieurs, mais elles restent cependant limitées). En sortie d'usinage la zircone est surdimensionnée de 20 à 30% car elle n'est que partiellement condensée par frittage pour être suffisamment tendre afin d'être travaillée, elle est alors pré-frittée. Avant le second frittage, la zircone pré-frittée peut être colorée afin d'obtenir des dégradés de couleur directement dans la masse. Une fois la coloration faite, elle est frittée à nouveau dans un four de sinterisation qui va alors condenser la zircone pour lui donner ses propriétés mécaniques remarquables et son volume final, soit une réduction de 20 à 30%. A sa sortie du four, la zircone peut à nouveau être maquillée afin d'obtenir une esthétique optimale. Elle sera ensuite glacée (4,26).

Afin d'optimiser l'esthétique et d'éviter une infiltration secondaire de colorants qui pourraient altérer les propriétés du matériau, certains fabricants proposent des disques multicouches qui présentent dans leur épaisseur une désaturation progressive, permettant ainsi d'obtenir des couronnes monolithiques plus saturées au niveau de leur collet et moins saturées au niveau de leur bord libre (e.g., *Katana® Zirconia KURARAY*) (11) (*Figure 7*):

- Couche de dentine : 35 % de l'épaisseur totale (Dentin layer)
- Couches de transition : 15 % (Transition layer 1) + 15 % (Transition layer 2)
- Couche d'émail : 35 % (Enamel layer)

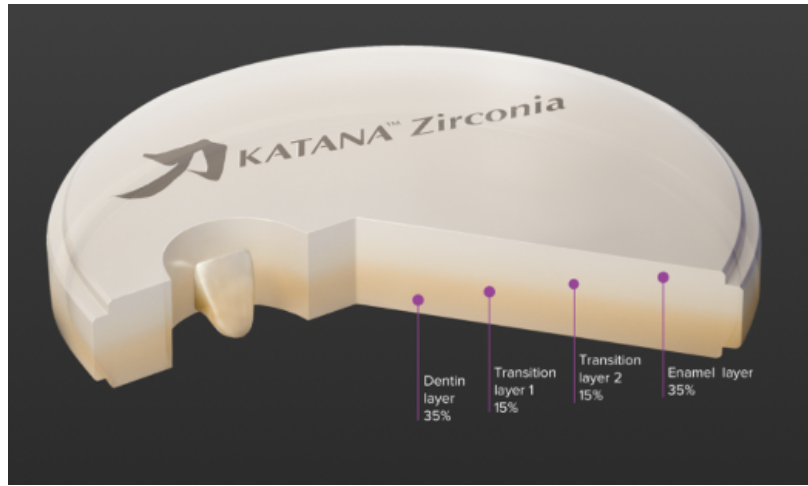


Figure 7 : Photo d'un disque de zircone monolithique multicouches Katana® Zirconia KURARAY (d'après le catalogue KURARAY, 2021)

1.4.2. Zircone stratifiée

1.4.2.1. Structure

Les restaurations en zircone stratifiées (aussi appelées traditionnelles) sont composées de deux infrastructures (*Figure 8*) :

- Une infrastructure en zircone monolithique de grande résistance mécanique.
- Une suprastructure en céramique feldspathique, montée en plusieurs couches de teintes différentes, permettant d'optimiser le rendu optique, de ne pas fragiliser le matériau d'infrastructure sous-jacent lors des retouches occlusales et de faciliter le polissage après celles-ci (11,27).

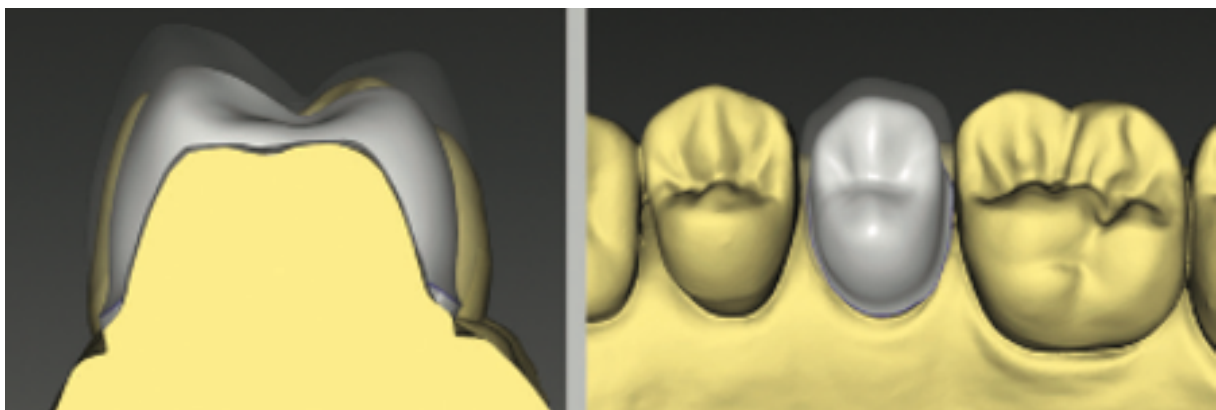


Figure 8 : Coupe transversale et vue occluso-palatine d'une couronne stratifiée (d'après Regin et Mahdhaoui 2009)

1.4.2.2. Propriétés

Les propriétés de la zircone stratifiée sont les mêmes que celles de la zircone monolithique à la différence que la couche de stratification de céramique cosmétique est opératoire dépendant et peut incorporer des lacunes au sein de la cosmétique ainsi que des défauts au niveau de l'interface infrastructure/cosmétique. Ces lacunes et ses défauts sont autant de sites d'initiation de fractures pour les couronnes stratifiées. La zircone stratifiée pourra alors voir ses propriétés mécaniques amoindries par rapport à la zircone monolithique (12,28).

1.4.2.3. Mise en forme

La mise en forme de l'infrastructure est la même que pour les zircons monolithiques. La suprastructure, une stratification de céramique cosmétique recouvre l'infrastructure afin d'obtenir la forme et l'esthétique finales. Il est conseillé de respecter les directives données par chaque fabricant pour ce qui concerne le mode opératoire et les températures. Un premier apport de poudre, une masse dentine d'une faible épaisseur, est fait et sera surcuit de 25°C par rapport à une cuisson normale pour favoriser l'adhésion du cosmétique à la zircone. La teinte est contrôlée après cette première opération, permettant ainsi un ajustement, le cas échéant. La cosmétique sera ensuite montée jusqu'à la phase finale de la réalisation de la stratification. La pièce prothétique sera ensuite cuite à nouveau puis glacée (4).

Nous pouvons constater d'une part que la zircone présente de remarquables propriétés mécaniques qui font d'elle un matériau de choix pour les restaurations prothétiques. D'autre part, nous avons vu que son état de surface, qui est un paramètre très important conditionnant son vieillissement, dépendait de sa rugosité de surface. La zircone ou plutôt les zircons, stratifiées ou monolithiques, ou plus largement les restaurations prothétiques, engendrent une problématique pour le praticien, celle des retouches avant et/ou après assemblage. Même avec des protocoles codifiés et rigoureux au laboratoire ou au fauteuil, la question est de savoir quels vont être les effets des retouches/polissages sur les propriétés de ces zircons.

2. LES TECHNIQUES DE FINITION ET DE POLISSAGE DE LA ZIRCON

2.1. Les systèmes de finition

2.1.1. Les fraises diamantées

Introduites en 1958, les fraises diamantées sont très largement utilisées dans tous les domaines de la dentisterie. Il en existe des milliers, classées selon des normes ISO pour pouvoir les identifier. Ces normes prennent notamment en compte :

- La forme de la tête (e.g., boule, cylindrique, flamme, poire).
- Le matériel constituant la tête (e.g., diamant, carbure de tungstène, céramique).
- La granulométrie ou nombre de lames (i.e., pouvoir abrasif de la fraise).
- Le diamètre de la partie la plus large de la tête de la fraise.
- Les rotatifs avec lesquels elles sont compatibles (e.g., turbine, contre-angle, pièce à main).

L'un des paramètres qui nous importe particulièrement est la granulométrie car la taille des grains conditionne l'abrasion. Les fraises diamantées utilisées pour les finitions ont une granulométrie de l'ordre de 8 à 50 μm . Elles s'utilisent sur turbine ou contre-angle bague rouge, sous irrigation afin limiter l'échauffement et d'éliminer les débris pour une meilleure visibilité. Ce paramètre normé est par ailleurs facilement identifiable, grâce à une bague de couleur gravée sur le manche de la fraise

Figure 9) (29,30).

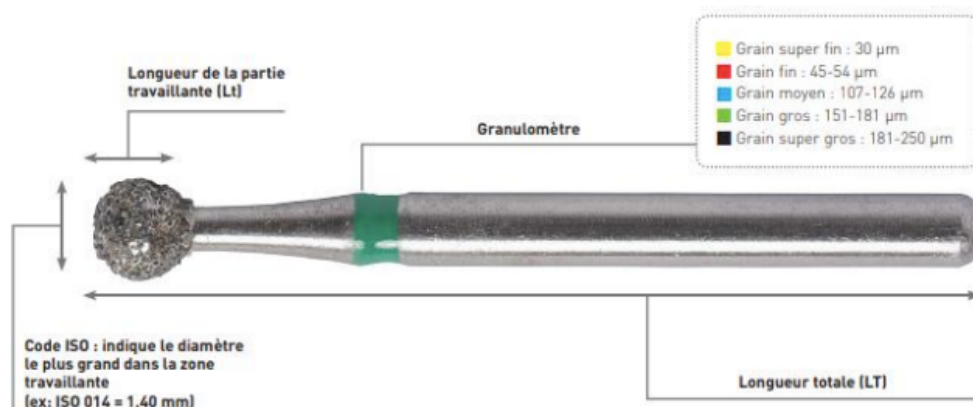


Figure 9 : Normes ISO sur une fraise boule diamantée bague verte (d'après Séverine Thévenet, tiré du catalogue « fraises et polissage » de GACD, 2015)

2.1.2. Les fraises en carbure de tungstène

Le carbure de tungstène est un composé inorganique résultant de la combinaison entre le tungstène et le carbone. Sa dureté est plus faible que celle des fraises diamantées. Les fraises en carbure de tungstène découpent la matière et leur efficacité dépend de 2 paramètres : le nombre de bords tranchants et leur angle de coupe. Plus le nombre de bords tranchants augmente, plus la fraise travaille en finesse. Les bords tranchants peuvent être droits (*Figure 10C*), en forme de spirale (*Figure 10B*) et avec ou sans la présence de coupes transversales supplémentaires (*Figure 10A*) favorisant l'élimination des débris (30).

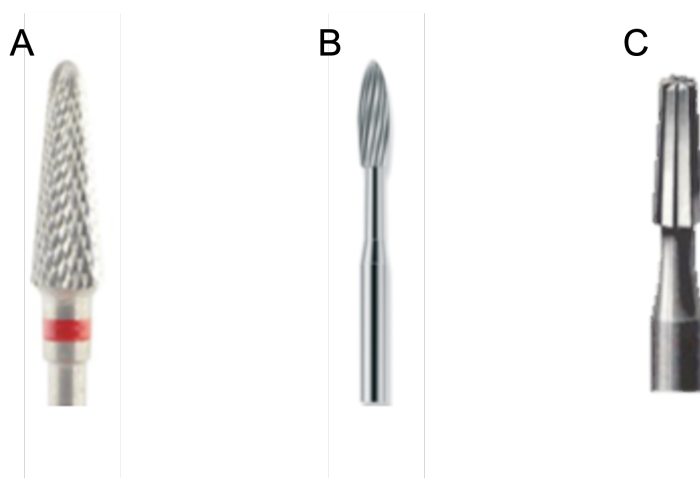


Figure 10 : Différentes formes de fraises en carbure de tungstène (d'après Séverine Thévenet, tiré du catalogue KOMET, 2017)

Ces fraises s'utilisent sur turbine ou contre-angle bague rouge, elles doivent tourner en sens inverse de celui des lames et une forte irrigation est nécessaire pour éviter l'échauffement et éliminer les débris. Il n'existe pas à ce jour de recommandations quant à leur utilisation pour les finitions des restaurations en zircone. Il semblerait que le choix soit laissé à l'appréciation des praticiens, mais que la zircone reste un matériau trop dur pour être réellement coupée, la fraise diamantée reste l'instrument de choix pour les retouches en bouche.

2.2. Les finitions sur les restaurations en zircone

2.2.1. Les finitions avant assemblage

L'essayage et l'ajustage occlusal des pièces prothétiques est un préalable indispensable à leur assemblage. Lors de cette phase et avant tout scellement ou collage prothétique, il est nécessaire de s'assurer de la parfaite insertion de la prothèse sur son support et de l'absence de toutes anomalies ou

interférences dans les contacts occlusaux (e.g., sur-occlusion, points de contacts trop importants). En cas de sous-occlusion la prothèse est immédiatement renvoyée au laboratoire pour un ajout ou une réfection totale (31). Si les retouches sont trop importantes, la prothèse est renvoyée au laboratoire et le prothésiste pourra alors parfaire la zone concernée par les retouches importantes et réaliser un polissage performant (31,32).

Les échauffements localisés sont susceptibles de générer une modification des propriétés physico-chimiques du matériau, *a fortiori* des propriétés mécaniques, provoquant des tensions et déformations internes pouvant aboutir à une fissure du matériau, amplifiée par les contraintes occlusales. Une fois la validation de la parfaite insertion et l'absence d'interférences sur la pièce prothétique, celle-ci peut être assemblée. En revanche, malgré l'utilisation de logiciel performant de CFAO, certaines retouches après assemblages seront inévitables (32).

2.2.2. Les finitions après assemblage

Afin d'obtenir des contacts occlusaux optimaux, il est parfois nécessaire de retoucher les restaurations en intra-oral avec des fraises diamantées montées sur instruments rotatifs. Cependant, les retouches de la surface de la zircone augmentent sa rugosité de surface. Celles-ci jouent un rôle important dans la résistance mécanique et dans la naissance des microfissures. Ces microfissures induites lors des retouches à la fraise peuvent engendrer un processus de cicatrisation, grâce à la transformation de phase, ou au contraire entraîner la fracture de la zircone (2,33).

Nous avons vu précédemment que lorsqu'une fissure se propage dans la zircone, les cristaux tétragonaux présents en tête de fissure se transforment en phase monoclinique, mettant la fissure en compression et permettant alors de la stopper. Cependant comme toute autre céramique, la zircone a ses limites et risque de se fracturer si les contraintes sont trop importantes et les microfissures profondes trop nombreuses. Des retouches trop importantes peuvent créer des défauts de surface profonds selon la granulométrie des fraises, la charge appliquée et la vitesse des rotatifs, entraînant une baisse de la résistance à la flexion (34–36). Une surface polie avec soin résiste mieux à d'importantes charges occlusales qu'une surface présentant des irrégularités (37). L'étude de *Aboushelib et al.* démontre que le polissage de la zircone permet de retrouver 72 % de la résistance perdue lors des retouches à la fraise (35,38).

Pour toutes ces raisons, il apparaît alors essentiel de procéder à un polissage approprié de la zircone. Son polissage permet également de réduire la rugosité de surface, bien qu'elle ne semble pas influencer le changement de phase dans le matériau. Cependant, la rugosité de surface joue un rôle

important dans la relation avec les dents antagonistes naturelles opposées, car les céramiques polies et émaillées ont un meilleur comportement mécanique face à celles-ci (35,39).

2.3. Le polissage de la zircone

2.3.1. Généralités

Après assemblage, les retouches sont exclusivement occlusales et se font après marquage des points de contact occlusaux à l'aide d'un papier d'occlusion (e.g., papier ultra-mince de 8 micromètres). Si les retouches sont faibles, la fraise diamantée de faible granulométrie est suffisante. Il est recommandé d'utiliser des fraises diamantées, montées sur contre-angle bague rouge ou turbine, avec une granulométrie comprise entre 14/10 et 16/10 de mm de diamètre pour s'approcher le plus possible de l'occlusion (40,41).

Cette étape est renouvelée jusqu'à disparition des points de sur-occlusion et obtention d'un marquage homogène sur toute la surface occlusale. Une fois l'occlusion obtenue, le polissage débute avec des polissoirs adaptés en fonction du type de zircone qu'elle soit stratifiée ou monolithique (31,32).

Plusieurs systèmes de polissage, spécifiques de la zircone ont été développés et sont apparus sur le marché. Ces systèmes varient en fonction du type polissoir, lui-même composé de différents éléments (35) :

- **Abrasif** utilisé : diamant, carbure de silicium, émeri, carbure de tungstène, oxyde d'aluminium, silicate de zirconium, céramique, grenat sont les plus couramment utilisés dans la pratique.
- **Taille et concentration des particules abrasives** : plus les particules sont grosses, plus les rainures créées sont larges et profondes et plus l'abrasion est efficace.
- **Liant** utilisé pour la forme du polissoir : céramique, silicone, caoutchouc, feutre et poils de chèvre.
- Utilisation ou non de **pâte à polir** en extra-oral (*Figure 11D*).
- **Nombre d'étapes** (deux ou trois, parfois quatre) pour arriver au polissage final.

Comme dit précédemment, les instruments de polissage sont composés d'un liant et de particules abrasives permettant l'abrasion propre. Ce liant peut être en silicone, en caoutchouc, en céramique ou encore poils de chèvre (pour les brosses notamment) et permet de conférer la forme du polissoir (37,42,43).

Les différents types de polissoirs les plus souvent rencontrés et utilisés en pratique sont énumérés en suivant ; ils peuvent être utilisés avec ou sans pâte à polir (*Figure 11D*) :

- Les roues (*Figure 11A*).
- Les cupules (*Figure 11B*).
- Les pointes (*Figure 11C*).
- Les disques (*Figure 11E*).
- Les brosses (*Figure 11F*).



Figure 11 : Photographies de plusieurs polissoirs : une roue à liant caoutchouc diamantée (A), une cupule à liant céramique diamantée (B), une pointe à liant silicone diamanté (C), de la pâte à polir diamantée (D), un disque à liant silicone diamanté (E) et une brosse en poils de chèvre imprégnés de carbure de silicium (F), (d'après les catalogues respectifs de Charming Dental 2021, KOMET 2021, Dental Drill 2021, Cap Dentaire 2021, Garrison 2021, et KOMET 2021).

Les systèmes de polissage couramment utilisés pour les restaurations en zircone sont ceux en silicone diamanté. Le polissage se réalise soit en deux ou trois étapes selon le type de zircone utilisée (i.e., monolithique ou stratifiée). Ils s'utilisent avec ou sans pâte à polir (44). Ce sont ces derniers que nous allons développer. Nous ne détaillerons pas les systèmes de polissage en quatre étapes, car ce ne sont pas les plus couramment utilisés en pratique. Notons par ailleurs que le système utilisé n'apparaît que très rarement dans les études traitant de notre sujet.

Il existe deux types de systèmes de polissage en raison des deux types de zircone à notre disposition (37) :

- Un système de polissage en deux étapes qui s'utilise dans le cas de la zircone monolithique : on retrouve une première phase de prépolissage, réalisée avec des fraises diamantées de différentes granulométries adaptées à la zircone, puis une deuxième phase de polissage/brillantage réalisée avec des polissoirs adaptés de différentes granulométries.

La phase de prépolissage avec des fraises diamantées est requise et essentielle du fait de la densité et la dureté de la zircone.

- Un système de polissage en trois étapes qui s'utilise dans le cas de la zircone stratifiée : on retrouve une étape de prépolissage, une étape de polissage et une étape de brillantage, réalisées toutes les trois avec des polissoirs adaptés de différentes granulométries.

La phase de prépolissage, avec des fraises diamantées, n'est pas requise dans le cas de la zircone stratifiée car la céramique retouchée ici est celle de la couche de stratification qui est en céramique feldspathique, une céramique conventionnelle beaucoup moins dense que la zircone. Elle est alors réalisée uniquement avec des polissoirs.

2.3.2. Les systèmes de polissage en deux étapes

Les systèmes de polissage en deux étapes (*Figure 12*), utilisés dans le cas de restaurations en zircone monolithique, se composent de deux types de polissoirs diamantés à liant synthétique et s'utilisent sur contre-angle bague bleue (20,32,45) :

- Des polissoirs (bleus) à grains moyens (*Figure 13A et C*) pour l'élimination des éraflures rendant la surface lisse sont utilisés après les retouches à la fraise diamantée (fraises bague bleue et bague rouge du coffret ci-dessous (*Figure 12*)),
- Des polissoirs à grains fins pour le brillantage final de la zircone lui conférant une très haute brillance sans cuisson additionnelle (*Figure 13B et D*).

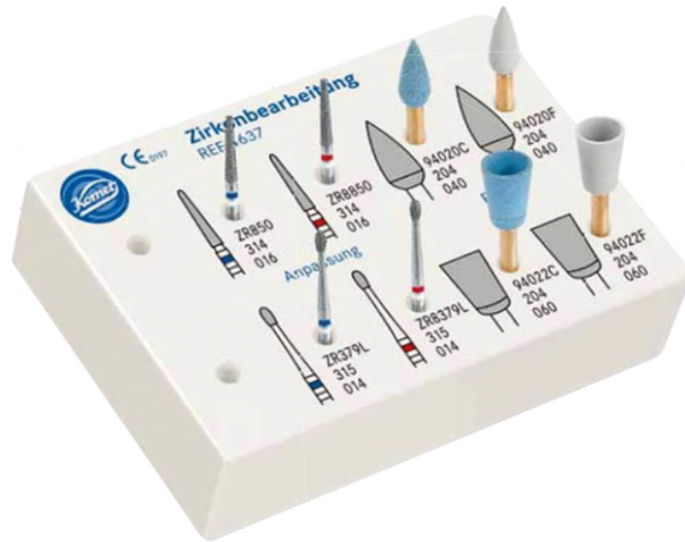


Figure 12 : Photographie d'un coffret spécifique pour le polissage de la zircone monolithique prothèse (d'après KOMET, 2021)

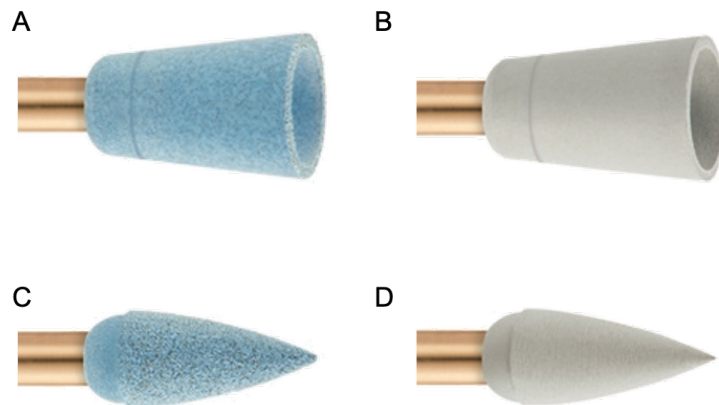


Figure 13 : Détail des polissoirs du coffret ci-dessus : polissoirs à grains moyens (A) et (C) et grains fins (B) et (D) (d'après KOMET, 2021)

2.3.3. Les systèmes de polissage en trois étapes

Les systèmes de polissage en trois étapes (Figure 14), utilisés dans le cas de restaurations en zircone stratifiée, se composent de trois types de polissoirs diamantés à liant synthétique qui s'utilisent sur un contre-angle bague bleue (32,40,45) :

- Un polissoir (vert) à gros grains pour le prépolissage rapide et efficace sur céramique (Figure 15A).

- Un polissoir (bleu) à grains moyens pour le polissage afin d'obtenir un aspect satiné (*Figure 15B*).
- Un polissoir (orange) à grains fins pour le brillantage final de la zircone et lui conférer une très haute brillance sans cuisson additionnelle (*Figure 15C*).



Figure 14 : Photographie d'un coffret spécifique pour le polissage de la zircone stratifiée (d'après 3D Dental, 2021)

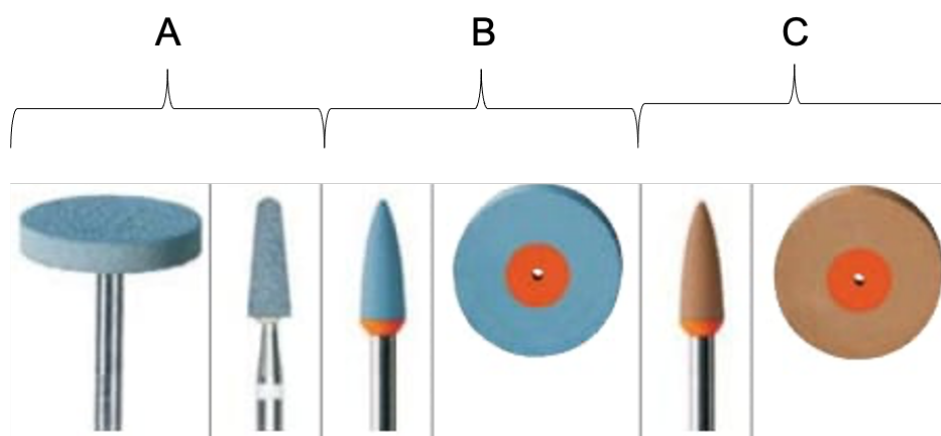


Figure 15 : Détail des polissoirs du coffret ci-dessus : polissoirs à gros grains (A), moyens grains (B) et grains fins (C) (d'après 3D Dental, 2021)

Ces systèmes de polissage, nécessitent d'utiliser un contre-angle à vitesse lente (entre 6000 et 10000 t/min) sous irrigation pour ne pas fragiliser la zircone en surface car comme le montre l'étude de Zucini *et al.* des contraintes et des échauffements trop importants modifient les propriétés de la zircone,

provoquant un changement de phase cristallographique avec une proportion plus importante de phase monoclinique au sein du matériau (supérieur à 5%) qui, à terme, entraîne la fissure du matériau (32,46).

Cependant, des publications dans la littérature scientifique comme celles de Lee *et al.* ou Pereira *et al.* affirment que le polissage avec retouches à la fraise n'affecte pas les propriétés mécaniques de la zircone (1,33).

A notre connaissance, il n'est donc pas clair si les procédures cliniques de polissage de la zircone affectent ou non les propriétés mécaniques ; entre autres la résistance à la flexion, la transformation de phase de la zircone et ses caractéristiques superficielles telles que sa microstructure et sa rugosité de surface.

Nous avons alors interrogé la littérature avec l'hypothèse suivante : **le polissage des restaurations zircone semblerait avoir un impact sur leurs caractéristiques superficielles et mécaniques après retouches à la fraise.**

3. LES EFFETS DU POLISSAGE SUR LES RESTAURATIONS EN ZIRCON : UNE REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE

3.1. Objectifs de recherche

Depuis une vingtaine d'années émergent des publications sur la nécessité du polissage des restaurations en céramique, après retouches à la fraise, dès lors qu'une pièce prothétique est insérée en bouche. On retrouve notamment beaucoup de publications sur le polissage des céramiques vitreuses mais il existe très peu de publications sur le polissage de la céramique polycristalline, notre zircon a proprement parlé.

Parmi les publications disponibles sur le polissage de la zircon, les auteurs ne sont quant à eux pas d'accord sur les effets du polissage après retouches à la fraise. En effet, certaines études comme celles de Gaonkar *et al.* ou de Mohammadi-Bassir *et al.* affirment que le polissage de la zircon en utilisant un kit de polissage adéquat permet d'obtenir un état de surface plus lisse qu'après les retouches à la fraise seule (47,48). A contrario, l'étude de Al-Haj Husain *et al.*, affirme l'inverse et soutient que le polissage de la zircon après retouches à la fraise entraîne une rugosité de surface plus importante (8).

Il en est de même avec ce qui concerne les propriétés mécaniques de la zircon, l'étude de Lee *et al.* affirme que le polissage de la zircon n'affecte ni la résistance à la flexion, ni la transformation de phase alors que celle de Botelho *et al.* certifie que le polissage a tendance à diminuer la résistance à la flexion (33,49).

En 2016, Goo *et al.*, publient une étude qui compare les effets de différents systèmes de polissage sur la zircon. En 2020, Aliaga *et al.*, publient quant à eux une étude qui comparaient les effets du prépolissage avec et sans irrigation sur les deux types de zircon (monolithique et stratifiée) (7,40).

L'objectif de notre étude est double : **(1) examiner les effets des différents systèmes de polissage sur les différents types de zircon ainsi que sur leurs propriétés physico-chimiques et mécaniques respectives ; (2) déterminer quel procédé est à privilégier pour un polissage optimal de la zircon après assemblage.**

3.2. Matériel et méthode

3.2.1. Questions de recherche

Nos questions de recherche étaient les suivantes :

- Quel(s) effet(s) a le polissage sur les propriétés physiques, mécaniques et sur la topographie de surface de la zircone ?
- Ces effets sont-ils différents selon le type de zircone utilisé ?
- Quelles sont les conséquences sur la transformation de phase après les retouches et polissage de la zircone ?
- Le choix du système de polissage a-t-il un impact sur les caractéristiques superficielles et les propriétés mécaniques de la zircone ?

3.2.2. Méthode de sélection des études

3.2.2.1. Types d'études sélectionnées

Les publications incluses dans notre revue répondant à nos questions de recherche sont des essais expérimentaux randomisés et non randomisés.

Les revues systématiques de la littérature, articles de discussion, guides d'expert, thèses et mémoires ne sont pas inclus.

Les articles éligibles sont en français ou en anglais.

Seules les publications entre les années 2010 et 2021 ont été incluses.

3.2.2.2. Types de zircons étudiés

Nous avons étudié les deux types de zircone présents sur le marché et utilisés en clinique pour les restaurations prothétiques, à savoir la zircone monolithique et la zircone stratifiée.

3.2.2.3. Protocole de réalisation

Nous avons réalisé une revue systématique de la littérature qui a été établie selon la méthode du *Proposed Reporting Items Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)* (50).

3.2.3. Stratégie de recherche bibliographique

3.2.3.1. Mots-clés et équation de recherche

Afin d'établir une équation de recherche qui nous servira dans les différentes bases de données, des mots-clés ont été regroupés par catégories. Les termes utilisés sont les traductions anglaises des mots français pour désigner :

1) Fraiser*	5) Zircon	10) Résistance
2) Polir*	6) ZrO	11) Flexion
3) Finir*	7) Y-TZP	12) Topographie
4) Lustrer*	8) Propriétés	13) Surface
	9) Mécanique	

Le tableau ci-dessous regroupe les mots-clés par catégories et traduits en anglais.

Catégories	Mots-clés	Traduction anglaise
1	Fraiser*	Grind*
	Polir*	Polish*
	Finir*	Finish*
	Lustrer*	Luster*
2	Zircon*	Zircon*
	ZrO*	ZrO*
	Y-TZP	Y-TZP
3	Propriétés	Properties
	Mécaniques	Mechanical
	Résistance	Strength
4	Topographie	Topography
	Surface	Surface

Tableau 2 : Mots-clés par catégories et traduits en anglais

Le tableau 3 ci-dessous indique la même équation de recherche utilisée dans les trois bases de données consultées :

Bases de données	Équation de recherche
PubMed	((Finish* OR Polish* OR luster* OR grind*)
Scopus	AND (zircon* OR ZrO* OR Y-TZP) AND
Dentistry and Oral Sciences Source (DOSS)	((mechanical AND properties) OR (flexural AND strength) OR roughness OR (surface AND topography)).

Tableau 3 : Bases de données utilisées et équation de recherche

3.2.3.2. Bases consultées

La recherche de publications a été réalisée dans plusieurs bases de données telles que *Scopus*, *Pubmed* et *Dentistry and Oral Sciences Sources* (DOSS) dans lesquelles nous nous sommes servis d'une phrase booléenne établie au préalable qui est : **((Finish* OR Polish* OR luster* OR grind*) AND (zircon* OR ZrO* OR Y-TZP) AND ((mechanical AND properties) OR (flexural AND strength) OR roughness OR (surface AND topography))**.

3.2.3.3. Stratégie de recherche

Nous avons mené cette recherche bibliographique sur les trois bases de données citées ci-dessus en encadrant la recherche de publications entre 2010 et 2021. Tout d'abord, nous avons utilisé *Pubmed*, principal moteur de recherche de données bibliographiques notamment de la biologie et de la médecine. Ensuite, nous avons utilisé *Scopus*, très grande base de données et de citations sur laquelle nous avons pu utiliser des filtres (e.g., année, type de publication, domaine de recherche) afin de trier les articles qui étaient issus de notre phrase booléenne. Puis, pour finir, nous avons utilisé *DOSS*, base de données et de recherche pour les praticiens dans le secteur dentaire sur laquelle nous avons également utilisé des filtres afin de trier les articles (e.g., année, type de publication, domaine de recherche).

En mai 2021, à l'issue de cette recherche, un total de 1098 articles a été pris en compte :

- 516 provenant de *Pubmed*
- 356 de *Scopus*
- 226 issus de *DOSS*

Par la suite, 556 publications ont été sélectionnées pour la revue après suppression des doublons. Le nombre final d'articles retenus étaient de 44. La stratégie de recherche est décrite ci-après. Ces résultats sont présentés dans le diagramme PRISMA établi en *Figure 16*.

3.2.4. Collecte des données et analyse

3.2.4.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

CRITERES D'INCLUSION

Afin de systématiser et d'être le plus reproductible possible lors de notre sélection d'articles nous avons établi les critères d'inclusion ci-dessous :

- Les publications traitant du polissage de la zircone.
- Les publications en français et en anglais.
- Les publications de 2010 à 2021 afin d'avoir un panel d'articles avec suffisamment de recul sur une dizaine d'années.
- Les études *in vitro* et *in vivo* (chairside = au fauteuil) pour avoir une comparaison entre les 2 types d'études.

CRITERES D'EXCLUSION

Ont été exclus les éléments ci-dessous :

- Les revues systématiques, articles de discussion, guides d'expert, thèses et mémoires.
- Les publications portant sur les matériaux excluant la zircone (e.g., acier Co-Cr, disilicate de lithium, alumine).
- Les publications portant sur les restaurations implanto-portées en zircone.
- Les publications portant sur des propriétés autres que la rugosité de surface, la micromorphologie, la résistance à la flexion et la transformation de phase de la zircone.

3.2.4.2. Stratégie de sélection des études

Nous avons réalisé une première sélection uniquement par le titre, ce qui nous a permis d'éliminer les publications qui ne traitait pas de notre sujet de recherche ou qui nous donnait d'ores et déjà une

information du non-respect d'un critère d'inclusion ou d'exclusion. Cette première sélection nous a permis d'exclure 96 références.

Après lecture des résumés des 61 articles qui avaient été retenus par la première sélection, 13 références ont été exclues pour les raisons suivantes :

- 2 articles portaient uniquement sur les propriétés optiques de la zircone.
- 11 articles portaient sur des traitements de surface autre que le polissage.

Après lecture intégrale 4 références ont été exclues pour les raisons suivantes :

- L'étude de Kozmacs *et al.* évaluait notamment la rugosité de surface des couronnes en zircone après polissage au fauteuil par différents groupes de praticiens, mais ne répondait pas à nos questions de recherche (51).
- L'étude de Mochales *et al.* étudiait les effets de polissage uniquement sur la transformation de phase de la zircone et ne répondait pas à notre problématique (52).
- Deux articles n'était pas disponible en texte intégral.

3.2.4.3. Stratégie d'extraction des données

Une grille de lecture a ensuite été réalisée afin de prélever les données des références sélectionnées. L'extraction des données est détaillée en *Annexe 1*. Les éléments pris en compte pour la lecture étaient :

- Le type de zircone utilisé dans l'étude.
- Le contexte dans lequel ont été préparés les échantillons.
- Les traitements de surface et/ou les méthodes de polissage utilisés (e.g., utilisation de différents instruments de prépolissage, de différents types de polissoirs, de différents systèmes de polissage).
- Les résultats sur la rugosité de surface.
- Les résultats sur la micromorphologie.
- Les résultats sur la résistance à la flexion.
- Les résultats sur la transformation de phase.

3.2.4.4. Risque de biais inhérents à chacune des études

Au cours de la lecture des publications nous avons évalué le risque de biais selon les points suivant (*Figure 18*) :

- Biais de sélection : taille de l'échantillon (nous avons déterminé que le nombre minimum d'échantillons pour lequel l'étude présentait un risque faible s'élevait à 30), séquence de randomisation des groupes d'échantillons, présence ou non d'un groupe contrôle.
- Biais d'information : résistance à la flexion (haute, basse ou inconnue) de la zircone.
- Biais de déclaration : procédés de polissage reproductible ou non (polissage réalisé manuellement par un opérateur ou mécanisé à l'aide de machines), comparaison de différents systèmes de polissage.
- Biais d'attrition : présence d'analyse avant et après l'expérimentation, outil d'analyse statistique mentionné ou non.

3.3. Résultats

3.3.1. Sélection des études

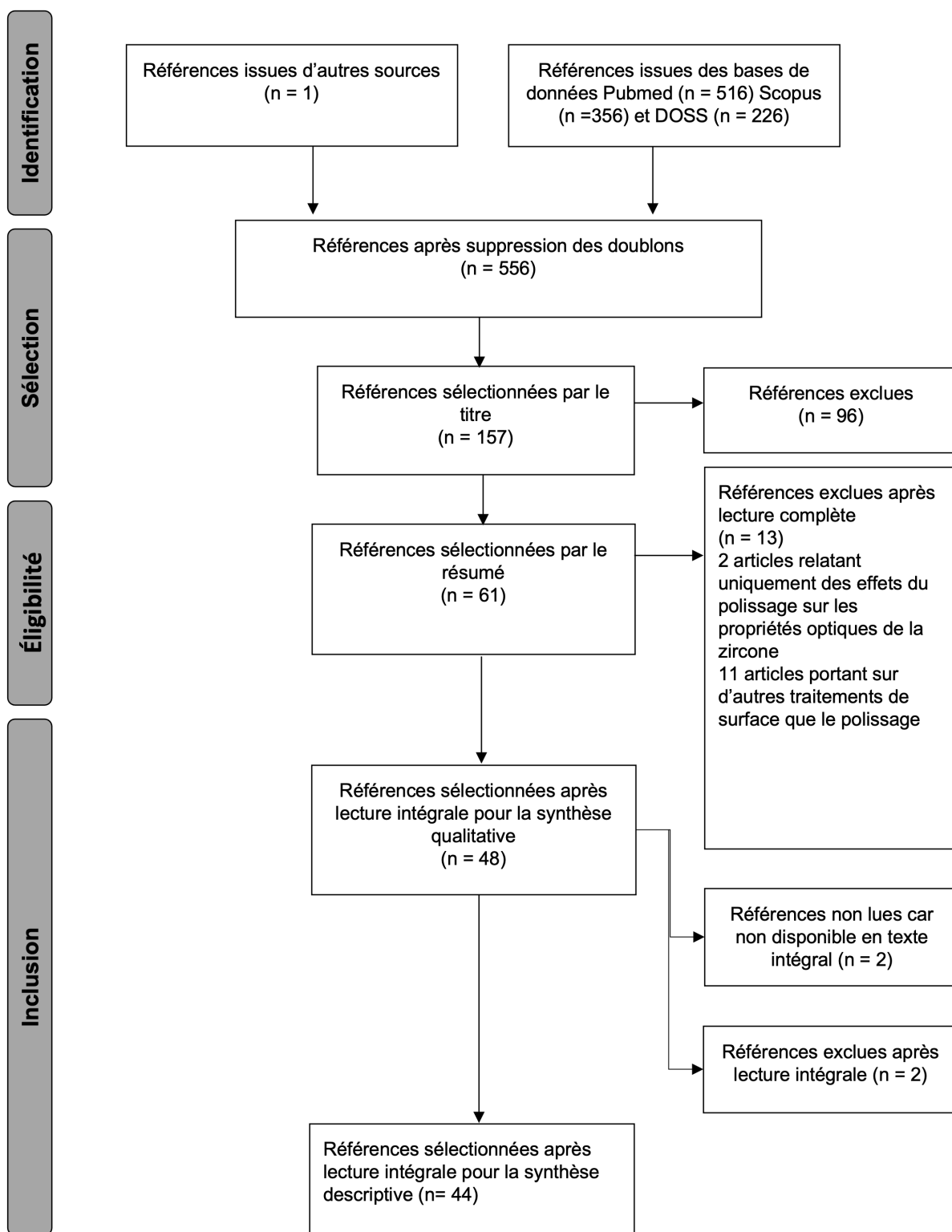


Figure 16 : Diagramme de flux PRISMA

3.3.2. Analyse des résultats

3.3.2.1. Synthèse des biais

La qualité méthodologique des études de notre revue de la littérature est représentée au sein d'un tableau (Figure 18), lui-même associé à un diagramme de représentation du risque global de biais, (Figure 17) qui a été réalisée grâce à un outil d'évaluation de qualité des études, dentaires dans notre cas, via l'application *Robvis (Risk Of Bias VISualization, R package® (ESH))*. Cet outil permet d'évaluer chaque étude incluse dans la revue selon les 10 biais en fonction de leur couleur :

- La couleur rouge signifie que le risque de biais est élevé.
- La couleur jaune signifie que le risque de biais est modéré.
- La couleur verte signifie que le risque de biais est faible.
- La couleur bleue signifie qu'il n'y a aucune information concernant le risque de biais.

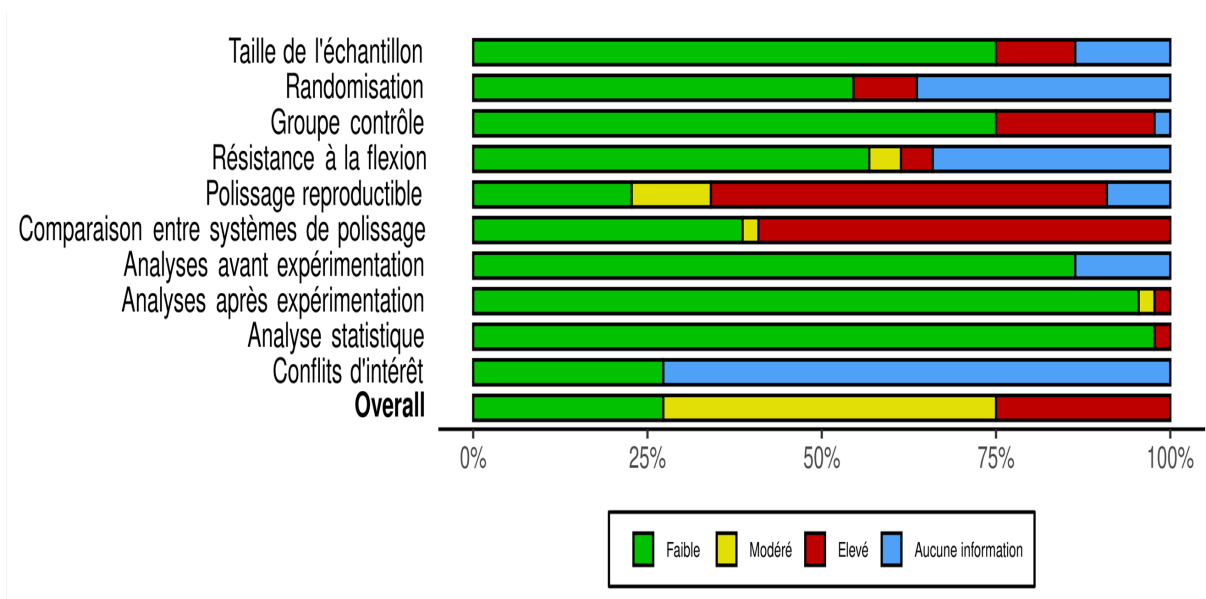


Figure 17 : Diagramme en bâtons empilés du risque de biais

Etude	Risque de biais										
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	verif
Al-Haj Husain et Özcan 2018	+	+	X	?	?	X	+	+	+	?	X
Chougule et Wadkar 2017	+	X	+	?	-	X	?	X	+	?	X
Gaonkar et al 2020	X	+	+	+	X	+	+	+	+	+	-
Pradies et al. 2019	X	?	X	?	X	X	+	+	+	?	-
Işeri et al 2012	+	+	+	?	+	X	?	-	+	?	X
Pfefferle et al 2019	+	+	+	+	X	+	?	+	+	+	+
Aliaga et al 2019	?	?	+	+	+	X	+	+	+	+	-
Mohammadi-Bassir et al 2017	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	+
Lee et al 2016	+	+	X	+	X	+	+	+	+	?	-
Amaya-Pajares et al. 2016	+	?	X	-	X	+	+	+	+	?	-
Yin et al 2019	+	+	+	?	X	X	+	+	+	?	-
Vila-Nova et al 2020	+	X	+	+	X	+	+	+	+	?	+
Khayat et al 2018	+	+	+	X	-	X	+	+	+	?	-
Pereira et al 2014	+	X	+	+	-	X	+	+	X	?	-
Al-Haj Husain et al 2016	?	+	+	+	+	+	?	+	+	?	X
Bartolo et al 2017	?	?	+	+	+	X	?	+	+	?	X
Goo et al 2016	+	X	X	+	-	+	+	+	+	+	X
Sandhu et al 2017	+	+	+	?	+	X	+	+	+	+	-
Park et al 2017	+	+	X	+	X	+	+	+	+	?	+
Bluntzer et al 2019	?	?	+	?	X	+	+	+	+	?	-
Chavali et al 2017	+	?	+	+	X	+	+	+	+	?	+
Bandeira et al 2017	X	?	+	?	X	+	+	+	+	?	X
Zucuni et al 2017	?	+	+	?	X	X	+	+	+	?	-
Asli et al. 2019	+	?	+	?	?	X	+	+	+	?	X
Traini et al 2014	+	+	?	+	X	+	?	+	+	?	-
Zucuni et al 2020	+	+	+	X	+	X	+	+	+	+	-
Zucuni et al 2019	+	+	+	?	X	+	+	+	+	?	+
Işeri et al 2010	X	+	+	?	+	X	+	+	+	?	-
Dapieve et al 2018	+	?	+	+	X	X	+	+	+	+	-
Chun et al 2017	+	?	+	+	+	X	+	+	+	?	+
Jum'ah et al 2020	+	?	+	?	?	X	+	+	+	+	X
Alfrisany et al 2019	X	+	+	?	X	X	+	+	+	?	X
Preis et al 2015	?	?	+	+	X	X	+	+	+	?	-
Al Hamad et al 2019	+	+	X	?	X	X	+	+	+	?	-
Hmaidouch et al 2014	+	+	X	?	+	X	+	+	+	?	-
Linkevicius et al 2020	+	+	+	+	X	-	+	+	+	+	-
Alkimavicius et al. 2018	+	+	+	+	?	X	+	+	+	?	-
Botelho et al 2018	+	+	+	+	X	X	+	+	+	+	-
Caglar et al 2018	+	+	+	+	X	+	+	+	+	?	+
Preis et al. 2015	+	?	X	+	X	+	+	+	+	+	+
Lee et al 2019	+	+	+	+	X	X	+	+	+	?	+
Hatanaka et al 2020	+	?	+	+	-	X	+	+	+	?	+
Fontolliet et al. 2020	+	?	+	+	X	+	+	+	+	+	+
Preis et al. 2012	+	?	X	-	X	X	+	+	+	?	X

- D1: Taille de l'échantillon
- D2: Randomisation
- D3: Groupe contrôle
- D4: Résistance à la flexion élevée
- D5: Polissage reproductible
- D6: Comparaison entre les systèmes de polissage
- D7: Analyses avant expérimentation
- D8: Analyses après expérimentation
- D9: Analyse statistique
- D10: Conflits d'intérêts

Jugement

-  Elevé
-  Modéré
-  Faible
-  Aucune information

Figure 18 : Tableau récapitulatif du risque de biais

3.3.2.2. Synthèse des résultats

Cette revue inclut 44 articles (24 essais expérimentaux randomisés et 20 non randomisés). Elle a permis de mettre en avant les effets du polissage, sur les caractéristiques superficielles ainsi que sur les propriétés mécaniques de la zircone, après retouches à la fraise. L'extraction des données est détaillée en *Annexe 1*.

Pour ce qui est des propriétés propres de la zircone, 39 articles abordent la rugosité de surface, 20 évoquent la micromorphologie et 14 traitent les deux. De même, 19 articles abordent la résistance mécanique du ou des matériaux, 11 parlent de la transformation de phase et seulement 3 articles traitent des quatre propriétés à la fois.

Pour ce qui est de la partie expérimentale propre, 15 articles comparent plusieurs systèmes de polissage différents :

- 9 articles n'abordent qu'un seul système de polissage.
- 6 articles comparent deux systèmes de polissage.
- 7 articles comparent trois systèmes de polissage.
- 2 articles comparent quatre systèmes de polissage.
- 7 articles abordent différents abrasifs (dont cinq avec des polissoirs de différentes granulométries).

11 articles abordent le fraisage (dont 1 qui n'aborde d'ailleurs qu'uniquement ce traitement de surface), 18 articles évoquent le prépolissage (dont 2 ne traitant que de ce dernier et 1 abordant le prépolissage avec l'utilisation ou non d'irrigation). 2 articles abordent le traitement thermique et le vieillissement à l'autoclave comme autres traitements de surface et 3 articles parlent seulement du système rotatif utilisé.

Afin de répondre à nos questions de recherche, il nous est apparu essentiel de mettre en avant les différents résultats concernant les propriétés de la zircone, avant ou après polissage, à savoir les effets qu'avait le polissage sur les propriétés mécaniques et les caractéristiques superficielles. Aussi, certains articles traitent du prépolissage, du système de polissage employé (se faisant en une, deux, trois et pour certains quatre étapes), de l'appareil rotatif employé avec ou sans irrigation et utilisé à différentes vitesses, il nous a donc paru intéressant de distinguer ces différents résultats.

3.3.2.2.1. Résultats sur les propriétés mécaniques

- **Résultats concernant l'effet des ajustages occlusaux et du prépolissage sur la résistance à la flexion :**

Sur les 19 études qui évoquent la résistance à la flexion, 9 mettent en évidence une augmentation de la résistance à la flexion de la zircone après ajustages occlusaux à la fraise (1,2,33,46,48,53–56). De plus, selon Pereira *et al.*, la zircone verrait sa résistance à la flexion augmenter parallèlement à la taille des grains des outils de prépolissage (57). Une seule étude, celle de Yin *et al.* affirme que la résistance à la flexion augmente avec une épaisseur occlusale plus importante (2).

Asli *et al.* et Botelho *et al.* démontrent le contraire en affirmant que la résistance à la flexion de la zircone a été réduite de manière significative (49,58). L'étude de Lee *et al.* rapporte que l'utilisation de certaines fraises n'est pas recommandée pour le prépolissage de la zircone. Les fraises en céramique diamantées et en carbure de silice provoqueraient une diminution très significative de la résistance à la flexion et seraient donc à proscrire pour le prépolissage de la zircone (33). En revanche, Aliaga *et al.* souligne que ces ajustages n'ont pas modifié la résistance à la flexion de la zircone monolithique mais a augmenté celle de la zircone stratifiée, indépendamment de l'irrigation (7). En revanche, 2 études menées par İşeri *et al.* soulignent que cette diminution de résistance à la flexion peut être prévenue si les ajustages occlusaux sont réalisés avec une pièce à main, plutôt qu'un contre-angle, avec irrigation, utilisée à haute vitesse sur une courte durée et de façon discontinue (36,59).

- **Résultats concernant l'effet du polissage sur la résistance à la flexion :**

Sur les 19 études évoquant la résistance à la flexion, Asli *et al.* et Botelho *et al.* ont démontré que la résistance à la flexion de la zircone a été réduite de manière significative après le polissage (49,58). 4 articles mettent en évidence le contraire, et avancent que le polissage produit bien une augmentation de la résistance à la flexion de la zircone après ajustages occlusaux à la fraise (20,60–62). Pfefferle *et al.*, Park *et al.* et Al Haj Husain *et al.* rajoutent que la résistance à la flexion se retrouve augmentée après un polissage soigneux, qu'il soit fait en une étape, avec des polissoirs en silicone diamanté, ou en deux étapes avec des polissoirs diamantés de faible à plus grossières granulométries (20,41,63). Cependant, l'étude de Mohammadi-Bassir *et al.* a montré qu'il n'y a pas eu de différence significative sur la résistance à la flexion de la zircone monolithique que ce soit après retouches à la fraise diamantée ou après un polissage en deux étapes (48).

Par ailleurs, Vila-Nova *et al.* recommande l'utilisation de polissoirs en caoutchouc diamantés aussi bien sur la zircone monolithique que sur la zircone stratifiée car le polissage avec ces derniers a permis une augmentation de la résistance à la flexion par rapport au groupe contrôle (61).

- **Résultats concernant l'effet des ajustages occlusaux, prépolissage et polissage sur la transformation de phase :**

Sur les 11 articles qui traitent de la transformation de phase, seulement 4 affirment que les retouches à la fraise, le prépolissage et le polissage n'ont eu aucune influence sur la cristallographie de la zircone, aussi bien la zircone monolithique que la zircone stratifiée (9,39,64,65). L'étude de Zucuni *et al.* a démontré qu'aucun des traitements de surface (fraisage, prépolissage et polissage) n'a affecté, ni la résistance à la flexion, ni la transformation de phase (65).

Pereira *et al.* et Yin *et al.* ont démontré que le prépolissage à la fraise diamantée provoquait une augmentation du pourcentage de phase monoclinique de façon proportionnelle à la granulométrie des fraises utilisées. Plus la granulométrie employée est importante, plus le pourcentage de phase monoclinique est important (1,2). En revanche, Pereira *et al.* souligne le fait que l'utilisation seule d'une fraise diamantée à gros grains ne permet pas de diminuer le pourcentage de phase monoclinique (1), alors que Yin *et al.* montre que c'est le passage successif de trois fraises diamantées de granulométrie décroissante : fraise verte gros grains, fraise rouge grains fins et fraise jaune grains très fins qui le permet (2).

A contrario, trois auteurs affirment que les simulations d'ajustage cliniques, avec des fraises diamantées gros grains et petits grains ont influé sur la cristallographie de la zircone en augmentant le pourcentage de phase monoclinique à la surface de la zircone (1,39,55). Cette augmentation du pourcentage de phase monoclinique a entraîné une diminution de la résistance à la flexion, tandis que Aliaga *et al.* affirme le contraire en soutenant que le prépolissage n'a eu aucune conséquence sur la cristallographie de la zircone (64). Une seule étude, met en évidence que le prépolissage a provoqué une transformation de phase tétragonale en phase monoclinique et ce, pour les deux types de zircone (7).

Pour finir, Mohammadi-Bassir *et al.* a mis en évidence que le glaçage permettait de diminuer le pourcentage de phase monoclinique afin de retrouver la phase stable recherchée (48).

3.3.2.2.2. Résultats sur les caractéristiques superficielles de la zircone

- **Résultat concernant l'effet des ajustages occlusaux et du prépolissage :**

En ce qui concerne les caractéristiques superficielles de la zircone (e.g., la rugosité et la micromorphologie de surface), sur les 39 articles abordant la rugosité de surface, seulement 6 affirment que la rugosité de surface a augmenté après retouches, prépolissage et polissage de la zircone (33,37,53,62,66,67). Six études montrent que les retouches et le prépolissage à la fraise ont fait diminuer significativement la rugosité de surface de la zircone (49,53,65,68–70). En effet, Lee *et al.* et Sandhu *et al.* montrent que les fraises diamantées (71) et les fraises en céramiques diamantées (33) ne sont pas indiquées pour le prépolissage de la zircone, mais que ce seraient les fraises en carbure de tungstène (71) et en carbure de silicium les plus appropriées (33).

L'étude de Aliaga *et al.* précise qu'après un prépolissage sans irrigation, il existe une différence significative de rugosité de surface en fonction du type de zircone. La zircone monolithique obtient une surface beaucoup plus rugueuse que la zircone stratifiée, alors qu'après un prépolissage avec irrigation, aucune différence de rugosité n'a été trouvée entre les deux types de zircone. De plus, l'irrigation a permis de réduire les valeurs de rugosité de surface par rapport aux valeurs sans irrigation, et ce pour les deux types de zircone (7).

En ce qui concerne la topographie de surface, 4 auteurs s'accordent pour dire que la topographie de surface de la zircone se retrouve modifiée après les retouches à la fraise et les procédures de prépolissage : elle présente des défauts de surface, rainures plus ou moins profondes (1,33,53,62). Les images analysées au MEB d'une étude corroborent ces résultats en montrant que l'utilisation de fraises en céramique diamantées laisse des défauts structurels profonds dans les blocs de zircone (33). Pereira *et al.* démontrent qu'une surface fraisée avec une fraise diamantée à grains fins présente des rainures plus superficielles qu'une surface fraisée avec une fraise diamantée à gros grains qui engendre des rainures plus conséquentes et plus profondes (1). Trois études mettent en évidence que les rainures présentes à la surface des blocs de zircone sont souvent parallèles à la direction du mouvement de la fraise diamantée et plus ou moins profondes en fonction de la granulométrie (1,44,62).

- Résultats concernant le polissage et les systèmes utilisés

En ce qui concerne le polissage, alors que seule l'étude de Lee *et al.* a montré que le polissage avait engendré une diminution de la résistance à la flexion de la zircone, les autres ont mis en évidence l'inverse (33). En effet, Zucini *et al.*, Asli *et al.* et Fontolliet *et al.* ont montré qu'un polissage adéquat de la zircone monolithique, en deux (système *Optrafine® IVOCLAR VIVADENT, KOMET, Dialite® Zr BRASSELER, Eve Diacera® GARRISON et Kg Viking®*) et parfois trois étapes (système *Prima Dental*) permet d'augmenter et de retrouver une résistance à la flexion correcte qui a été entachée lors des retouches à la fraise diamantée et lors du prépolissage (53,58,72). De plus, Vila-Nova et ses pairs ont mis en évidence que le polissage avec des polissoirs en silicone diamantés avaient permis d'augmenter la résistance à la flexion tant pour la zircone monolithique que pour la stratifiée (61).

Park *et al.* montre que l'utilisation de polissoirs en silicone diamantés n'a pas d'impact tant sur la zircone monolithique que la zircone stratifiée. Les deux systèmes utilisés dans cette étude (*Eve Diacera® GARRISON et CeraGloss® EDENTA*) ont obtenu des valeurs de rugosité de surface sensiblement équivalentes (41). Selon Fontolliet *et al.*, il semblerait que les polissoirs en carbure de silicium soient recommandés pour le polissage de la zircone car ils permettent d'abaisser la rugosité de surface générée par le prépolissage à la fraise diamantée gros grains. Ces résultats sont étayés par les analyses au MEB qui mettent en évidence une réduction de la profondeur des stries causées par la fraise diamantée (73). Enfin, l'étude de Vila-Nova *et al.* montre que ce sont finalement les polissoirs en caoutchouc diamantés qui permettent d'obtenir des valeurs de rugosité de surface proches de la valeur utilisée en bouche (0,2 μm), résultats confirmés par les analyses au MEB montrant une surface uniforme (61). En revanche, l'étude de Traini *et al.* est à considérer avec prudence car les valeurs obtenues pour la rugosité de surface oscillent entre 9 et 10 μm . Ces valeurs semblent aberrantes car la valeur seuil de rugosité de surface utilisée en bouche est de 0,2 μm (69).

Cependant, deux études menées par Al Haj Husain *et al.* démentent ces résultats. En effet, une étude réalisée en 2016 met en évidence que le polissage avec des polissoirs en céramique diamantés et en carbure de silicium n'a d'impact ni sur la rugosité de surface ni sur le motif topographique de la zircone, tandis que ceux en caoutchouc diamantés augmentent considérablement la rugosité de surface et créent des défauts structurels profonds (9). Celle de 2018, montre quant à elle que les polissoirs en céramique diamantés augmentent la rugosité de surface et créent des défauts de surface plus importants qu'avec des polissoirs en carbure de silicium. Elle corrobore également les résultats obtenus en 2016 en démontrant à nouveau que les polissoirs en caoutchouc diamantés ne sont pas recommandés pour le polissage de la zircone après d'éventuelles retouches occlusales (74).

Enfin, l'étude de Zucini *et al.* a montré que le glaçage en suivant du polissage permettait d'abaisser les valeurs de rugosité de surface déjà réduites grâce à ce dernier (53). Cependant, selon Chun *et al.* un glaçage réalisé en amont juste après usinage a de meilleures valeurs de rugosité de surface qu'un glaçage réalisé après un polissage final (39).

En ce qui concerne les différents systèmes de polissage utilisés dans les études, l'étude de Pfefferle *et al.* montre qu'un polissage en deux étapes permet d'augmenter la résistance à la flexion et de diminuer la rugosité de surface de façon considérable par rapport à un polissage en une étape (20). Goo et ses pairs, ajoutent que les systèmes de polissage en deux étapes spécifiques de la zircone, utilisés sur des blocs de zircone monolithique, permettent non seulement de diminuer la rugosité de surface, mais aussi de retrouver des surfaces dépourvues de défauts (44). En revanche, selon trois auteurs, ce sont les systèmes en trois étapes, et non pas ceux en deux étapes qui permettent d'obtenir les valeurs de rugosité les plus basses et une surface sans rainures, stries ou défauts structurels (46,64,68).

Chavali *et al.* mettent en avant l'impact de la vitesse de polissage sur la rugosité et la topographie de surface de la zircone. En effet, dans son étude il montre que sur des blocs de zircone usinés et fraisés au préalable, un polissage réalisé avec des polissoirs en silicone diamanté de marque différente (*Ceramaster® SHOFU* et *Dialite® ZR BRASSELER*) et à une vitesse de 15 000t/min et de 40 000t/min, produit une rugosité de surface moins importante qu'à une vitesse de 5 000t/min. De plus, l'analyse au MEB montre que la surface qui était rugueuse après le fraisage, est redevenue progressivement lisse après le passage des polissoirs, et ce, pour les deux systèmes étudiés (75).

4. DISCUSSION

L'objectif premier de cette étude était d'examiner les effets des différents systèmes de polissage sur les deux types de zircone, à savoir la zircone monolithique et la zircone stratifiée, ainsi que sur leurs propriétés physico-chimiques et mécaniques respectives. Le deuxième consistait à déterminer quel procédé est à privilégier pour un polissage optimal de la zircone après assemblage. Au regard de cette revue systématique de la littérature, nous avons pu relever différentes informations quant aux effets du polissage sur les restaurations en zircone après retouches à la fraise. En revanche, l'analyse des articles sélectionnés nous oriente vers des résultats assez hétérogènes concernant ces effets. C'est la raison pour laquelle une évaluation de la pertinence de notre revue s'impose.

4.1. Discussion sur la pertinence des articles : les biais de l'étude

Tout d'abord, l'étude que nous avons menée peut avoir été biaisée par différents éléments, et en premier lieu, lors de l'extraction de nos données. En effet, nous nous sommes aperçus que le polissage n'était pas reproductible pour plus de 75% des études (*Figure 17*), ce qui génère un biais de déclaration. En effet, le polissage est, pour la plupart des études, réalisé manuellement et non pas par une machine. En revanche, pour le pourcentage restant des études (25%), le polissage a pu être systématisé, voir en *Annexe 1*. La force de l'opérateur lors de l'utilisation des instruments rotatifs (e.g., contre-angle, turbine, pièce à main) et des systèmes de polissage n'étant pas constante sur l'ensemble des échantillons, elle ne peut donc pas être contrôlée parfaitement. Il est donc primordial de réussir à systématiser le polissage afin de le rendre reproductible sur n'importe quel échantillon. De plus, la préparation des échantillons, avant essais expérimentaux, diffère entre les articles. Selon les études, les échantillons sont soit : usinés uniquement, usinés/fraisés, usinés/prépolis, usinés/glacés, usinés/fraisés/prépolis et glacés. C'est la raison pour laquelle les échantillons doivent être préparés de façon reproductible afin de pouvoir avoir des résultats comparables.

Ensuite, nous avons été confrontés à un biais d'information concernant les valeurs de résistance à la flexion des blocs de zircone utilisés lors des essais expérimentaux de nos études. En effet, sur les 44 études de notre revue, dans 55% des cas (*Figure 17*), nous connaissons les valeurs de résistance à la flexion des blocs de zircone, voir en *Annexe 1*. En revanche, pour les 45% restants (*Figure 17*), nous n'avons aucune information sur les valeurs de résistance à la flexion, malgré des recherches effectuées sur les sites des fabricants. C'est pourquoi nous ne pouvons pas nous fier à une valeur de référence (avec la présence d'un groupe contrôle) et ainsi faire une comparaison avec les échantillons utilisés pour les essais expérimentaux. Nous ne pouvons donc pas statuer avec certitude si les procédures de retouches,

prépolissage et polissage permettent d'augmenter ou de diminuer la résistance à la flexion. Il convient donc d'inscrire ou de connaître les valeurs de résistance à la flexion des blocs de zircone utilisés lors des essais expérimentaux.

Sur l'ensemble des articles lus, bien qu'environ 25% (*Figure 17*) d'entre eux comparent différents systèmes de polissage, plus de la moitié n'offrent pas la possibilité de comparaison de plusieurs systèmes de polissage entre eux (*Figure 17*) rendant difficile l'analyse de l'efficacité des différents systèmes de polissage, voir en *Annexe 1*. De plus, la plupart des articles de notre étude ne mentionnent que très rarement le liant et l'abrasif du polissoir utilisé, ce qui ne nous permet pas d'analyser s'il existe un liant et un abrasif correspondant au mieux à la zircone et permettant d'exécuter un polissage fin. Enfin, certains articles mentionnent le liant mais pas la présence de l'abrasif, nous avons considéré que tous les polissoirs contenaient des grains abrasifs pour la bonne compréhension de la revue.

Par ailleurs, notre revue recense beaucoup moins d'articles qui traitent de l'impact du polissage sur la résistance à la flexion que ceux traitant des effets du polissage sur la rugosité et la topographie de surface. Par conséquent, cela nous mène à une analyse plus poussée sur les caractéristiques superficielles que sur les propriétés mécaniques de la zircone, en ce qui concerne le polissage à proprement parlé. En revanche, au vu du nombre important d'articles sélectionnés (n=44) et le fait qu'ils soient tous, sans exception, des études expérimentales impliquent un fort niveau de preuve scientifique amenant à une évaluation et une comparaison des résultats pertinentes.

4.2. Discussion sur les résultats des propriétés mécaniques de la zircone

4.2.1. Analyse des résultats concernant la résistance à la flexion

4.2.1.1. Analyse des résultats concernant l'effet des ajustages occlusaux et prépolissage

Alors que la plupart des études de notre revue mettent en évidence une augmentation de la résistance à la flexion de la zircone après ajustages occlusaux à la fraise, d'autres auteurs comme Asli *et al.* et Botelho *et al.*, démontrent le contraire en affirmant que la résistance à la flexion de la zircone a été réduite de manière significative (49,58). En revanche, Aliaga *et al.*, a rajouté que ces ajustages n'ont pas modifié la résistance à la flexion de la zircone monolithique mais a augmenté celle de la zircone stratifiée, indépendamment de l'irrigation (7). Ces résultats sont étonnants car comme nous avons pu le voir, la zircone stratifiée a une résistance à la flexion moins importante que la zircone monolithique. En effet, la couche de céramique cosmétique recouvrant l'armature de zircone monolithique est moins résistante aux

contraintes en flexion que l'armature. La zircone stratifiée serait donc plus sujette aux variations à la baisse plutôt qu'à la hausse en termes de résistance à la flexion par rapport à la zircone monolithique.

Il est aussi important de souligner que les échantillons n'ont pas été préparés de la même façon dans les deux études. En effet, dans celle de Aliaga *et al.*, les échantillons ont seulement été usinés, alors que dans celle de Asli *et al.*, ils ont été usinés puis fraisés, ce qui génère déjà une modification de résistance à la flexion avant même l'essai expérimental (7,58). Ces résultats semblent donc à juger avec prudence.

Les études de notre revue ont également démontré que la résistance à la flexion avait un comportement variable selon différents éléments des outils de prépolissage utilisés (2,57,76) :

- L'épaisseur occlusale de la restauration.
- Le liant du prépolissoir (e.g., céramique, silicone, caoutchouc, feutre et poils de chèvre).
- La granulométrie (e.g., gros grains/moyens grains /grains fins).
- L'abrasif des outils de prépolissage utilisés tels que les fraises et les prépolissoirs.

Par ailleurs, les liants et le type d'abrasif ne sont pas indiqués dans la plupart des études, il convient d'aller effectuer une recherche externe aux études, sur les sites fabricants. De plus, dans la plupart des études, les marques des fraises et des prépolissoirs ne sont pas indiquées, et si toutefois elles seraient indiquées, nous n'avons pas pu trouver les informations dont nous avons besoin sur les sites des fabricants.

4.2.1.2. Analyse des résultats concernant le polissage et les systèmes utilisés

Les résultats sur les propriétés mécaniques de la zircone concernant le polissage sont tout aussi divisés que ceux pour le fraisage et le prépolissage. D'une part, selon certains chercheurs, la résistance à la flexion se retrouve augmentée après un polissage soigneux, qu'il soit fait en une étape, avec des polissoirs en silicone diamanté, ou en deux étapes avec des polissoirs diamantés de faible à plus grossières granulométries (20,41,63). Et d'autre part, d'autres études affirment qu'après polissage la résistance à la flexion reste inchangée ou même diminuée alors que le pourcentage de phase monoclinique, se retrouve quant à lui augmenté, et permet *a fortiori* une augmentation de la résistance à la flexion (33,62,65).

Ces résultats restent toutefois à discuter et ne sont pas totalement objectifs car deux éléments n'ont pas été pris en compte lors de leur interprétation. En effet, comme dit précédemment, les valeurs de résistance à la flexion des blocs de zircone ne sont pas connues pour 45% des études de notre étude

(Figure 17), ce qui nous freine quant à l'analyse des variations de ces valeurs. Par conséquent, on ne peut vraisemblablement pas savoir la variation de valeur de résistance si la valeur de référence n'est pas connue en amont. De plus, comme la préparation des échantillons n'a pas été systématisée, les blocs de zircon n'ont pas tous la même valeur de résistance à la flexion avant les procédures de polissage.

4.2.2. Analyse des résultats sur la transformation de phase

Alors qu'un peu moins de la moitié des auteurs affirment que ces procédures de retouches, prépolissage et polissage n'ont aucune influence, qu'elle soit positive ou négative, sur la transformation de phase, tant sur la zircon monolithique que sur la stratifiée (9,39,64,65), d'autres auteurs démontrent le contraire et recommandent un prépolissage adéquat en utilisant successivement le passage de fraises diamantées de granulométrie décroissante afin d'obtenir une phase stable, comportant un pourcentage faible (3 à 5%) de phase monoclinique (1,2).

Comme vu précédemment, il est important de rappeler que le phénomène de transformation de phase tétragonale en phase monoclinique est à l'origine des propriétés remarquables de la zircon dont sa haute résistance à la flexion. Ce pourcentage de phase monoclinique a un effet positif sur la zircon lorsqu'il est compris entre 3 et 5%. Au-delà de ce pourcentage, cela a l'effet inverse et peut entraîner une fissure de la zircon. Or, dans les études abordant la transformation de phase, on ne retrouve que très peu de données numériques mentionnant le pourcentage de phase monocliniques après les différentes procédures (retouches à la fraise, prépolissage et polissage), ce qui nous ne permet pas de conclure si le passage de la phase tétragonale à monoclinique est bénéfique ou au contraire en défaveur de la zircon pouvant alors amener à sa fragilisation.

Par ailleurs, l'étude Mohammadi-Bassir *et al.* menée sur l'importance du glaçage après le polissage a mis en évidence que le glaçage permettait également de diminuer le pourcentage de phase monoclinique (48). Cependant, au cabinet il est difficile de réaliser un glaçage au fauteuil car cela requiert du matériel et en plus pour le praticien. La pièce doit être renvoyée au laboratoire à cette fin.

4.3. Discussion sur les résultats concernant les caractéristiques superficielles de la zircone

4.3.1. Analyse des résultats sur la topographie et rugosité de surface

4.3.1.1. Analyse des résultats des ajustages occlusaux et prépolissage

En ce qui concerne les caractéristiques superficielles de la zircone (e.g., la rugosité et la micromorphologie de surface), la grande majorité des études et leurs auteurs s'accordent pour affirmer qu'un polissage soigneux et adapté au type de zircone permet de réduire considérablement la rugosité de surface. En effet, cette dernière est augmentée après les retouches à la fraise et certaines fraises utilisées pour le prépolissage spécifiques à la zircone (20,33).

De plus, les analyses au microscope électronique à balayage (MEB) ont montré que le fraisage avec une fraise diamantée a donné lieu à des rainures parallèles à la direction de propagation de la fraise et une profondeur proportionnelle à la granulométrie de la fraise utilisée à la surface de la zircone (1,44). Cependant, la surface de la zircone devenue rugueuse après fraisage est redevenue progressivement polie aussi bien avec des polissoirs spécifiques de la zircone que des polissoirs destinés au polissage de la céramique cosmétique (75). Par conséquent, un processus de polissage fin, en deux ou trois étapes, selon le type de zircone (monolithique ou stratifiée) est recommandé pour obtenir un état de surface correct (33,68,77).

La plupart des études de notre revue montrent que les retouches et le prépolissage à la fraise diamantée modifient la topographie de surface et font augmenter significativement la rugosité de surface de la zircone (48,78). En effet, les études de *Sandhu et al.* et *Lee et al.*, montrent que les fraises diamantées (71) et les fraises en céramiques diamantées (33) ne sont pas indiquées pour le prépolissage de la zircone, mais que ce seraient les fraises en carbure de tungstène (71) et en carbure de silicium les plus appropriées (33). Ces résultats sont très surprenants, car selon les recommandations des fabricants, seules les fraises diamantées sont aptes à être utilisées pour les retouches et le prépolissage de la zircone monolithique, du fait de sa dureté. En revanche aucune recommandation officielle n'a été établie quant aux instruments à utiliser pour la zircone stratifiée. Il conviendrait donc de réaliser d'autres études expérimentales afin d'étayer ces résultats quant à l'utilisation des fraises en carbure de tungstène pour le prépolissage de la zircone stratifiée.

En ce qui concerne la topographie de surface, la majorité des auteurs s'accordent pour dire que le motif de surface de la zircone se retrouve modifié après les retouches à la fraise diamantée et le prépolissage avec différentes fraises (e.g., diamantées, céramique diamantée, carbure de silicium, en micro-grains d'oxyde d'aluminium) (33,44). Les images analysées au MEB corroborent ces résultats en montrant que les surfaces fraisées avec une fraise diamantée présentent des défauts de surface et des rainures (65,79). Ces rainures sont souvent parallèles à la direction du mouvement de la fraise et plus ou moins profondes en fonction de la granulométrie (1,62). Cependant, il faut prendre à nouveau en compte que les blocs de zircone destinés aux essais expérimentaux n'ont pas été usinés de façon reproductible entraînant alors un changement dans le motif topographique initial.

A contrario, d'autres auteurs ont démontré que malgré la finesse de certaines fraises, des rainures et défauts de surface peuvent être profonds et ne sont pas toujours proportionnels à la granulométrie des fraises employées (33,44).

Cela nous laisse supposer que la profondeur des défauts dépend du type de fraise employé ainsi que de l'abrasif qui recouvre la partie travaillante de celles-ci mais est également dépendante de la force employée par l'opérateur réalisant les retouches et le prépolissage. Cette force employée sera un facteur à prendre en compte concernant l'hétérogénéité des défauts. Ces résultats sont à juger avec prudence car notre étude recense seulement trois articles abordant le type de fraises, la granulométrie et la profondeur des rainures (1,33,44).

4.3.1.2. Analyse des résultats concernant le polissage et les systèmes utilisés

Les résultats des différentes études de notre revue concernant l'efficacité des différents types de polissoirs font l'objet de nombreuses contestations en la matière. Toutefois, il semblerait que ce soit le liant constituant le polissoir qui influe sur la rugosité de surface et conditionne le motif topographique. Tandis que certains auteurs comme Vila-Nova *et al.*, Traini *et al.* et Fontolliet *et al.* recommandent d'utiliser des polissoirs en caoutchouc diamantés, de granulométrie décroissante pour polissage fin de la zircone (61,69) et des polissoirs en carbure de silicium (73), Al-Haj Husain *et al.* quant à eux, déconseillent d'avoir recours à des polissoirs en céramique diamanté. Ces trois études nomment trois liants différents à savoir le carbure de silicium, la céramique et le caoutchouc et avec comme seul abrasif le diamant. Néanmoins, il est important de rappeler que les polissoirs les plus répandus et utilisés en cabinet sont les polissoirs en silicone diamanté. Il est alors primordial de réaliser d'autres études à grande échelle avec tous les polissoirs constitués de liants et abrasifs différents disponibles sur le marché afin de pouvoir réaliser un comparatif objectif et ainsi déterminer quel est le liant et le type d'abrasif le plus indiqué pour effectuer un polissage soigneux de la zircone.

Selon d'autres auteurs ce ne serait pas le liant constituant le polissoir, mais la granulométrie de son abrasif qui influe sur la rugosité de surface et la topographie de surface de la zircone. Selon eux, la profondeur des rainures et les valeurs de rugosité à la surface sont proportionnels (comme les fraises diamantées) à la granulométrie des polissoirs utilisés (système *CeraGlaze® NTI*) : plus la granulométrie est importante, plus les rainures seront profondes et inversement (80,81). De même, il faudrait réaliser d'autres études sur de nombreux blocs de zircone avec des polissoirs constitués de liants et granulométries différents pour déterminer si c'est le liant, la granulométrie ou les deux associés qui impacte la rugosité et la topographie de surface de la zircone.

Par ailleurs, l'utilisation d'une pâte à polir diamantée en finition semble assez controversée selon les études. En effet, selon certains chercheurs, la pâte à polir diamantée en utilisation concomitante avec un polissoir en poils de chèvre recouvert de carbure de silicium permet d'obtenir une valeur de rugosité de surface proche de 0 μm et ainsi parfaire l'état de surface final (80,81). En revanche, selon Al Hamad *et al.*, son utilisation n'a apporté aucune amélioration significative sur la rugosité de surface de la zircone monolithique et de la zircone stratifiée (82).

Enfin, en ce qui concerne le glaçage, les résultats des études de certains sont également divisés. En effet, une étude a montré que le glaçage en suivant du polissage permettait d'abaisser les valeurs de rugosité de surface déjà réduites grâce à ce dernier (53), tandis que selon Chun *et al.*, un glaçage réalisé en amont juste après usinage a de meilleures valeurs de rugosité de surface qu'un glaçage réalisé après un polissage final (39). Cependant, on ne recense pas assez d'articles dans notre revue concernant le glaçage a proprement parlé pour émettre de réelles conclusions quant à son intérêt avant ou après un polissage de la zircone.

Notre revue de la littérature montre aussi que les systèmes de polissage à étapes multiples (deux ou trois étapes) ont de meilleurs résultats que ceux à une seule étape. En effet, selon certaines études, un polissage en deux étapes, spécifique de la zircone, utilisés sur des blocs de zircone monolithique permet à la fois d'augmenter la résistance à la flexion et de diminuer la rugosité de surface de façon considérable par rapport à un polissage en une étape (20,44).

De plus, Gaonkar *et al.*, corrobore ces résultats et précise dans son étude que les échantillons de zircone monolithique polis avec un système de polissage en deux étapes (*Optrafine® IVOCLAR VIVADENT*) obtient de meilleurs résultats tant sur la rugosité que sur la topographie de surface que les échantillons polis avec un système en trois étapes (*eZr® GARRISON*). Il rajoute que le système de polissage *Optrafine® IVOCLAR VIVADENT* peut être utilisé en alternative au glaçage réalisé manuellement car les valeurs de rugosité et l'analyse au MEB ne sont pas significativement différentes

de celles obtenues qu'avec un glaçage seul (47). Par conséquent, il semblerait que les systèmes de polissage en deux étapes soient indispensables pour exécuter un polissage soigneux de la zircone monolithique après des retouches occlusales.

En revanche, selon d'autres auteurs, ce sont les systèmes en trois étapes, et plus précisément le système *Eve Diacera® GARRISON*, qui permettent d'obtenir les valeurs de rugosité les plus basses et une surface sans rainure, strie ou défaut structurel (46,64,68). Ces résultats sont assez paradoxaux car les systèmes en trois étapes, mentionnés dans les différentes études ont été testés sur des blocs de zircone monolithique, alors que selon les recommandations des fabricants, ces systèmes en trois étapes sont à utiliser sur de la zircone stratifiée. Il serait alors judicieux à ce que les auteurs de ces études procèdent à des tests sur des échantillons de zircone stratifiée avec des systèmes de polissage en deux étapes afin de comparer si le nombre d'étapes a un réel impact sur les caractéristiques superficielles des deux types de zircone.

CONCLUSION

L'étape de polissage d'une restauration en zircone, après d'éventuelles retouches occlusales, peut générer des modifications tant concernant ses propriétés mécaniques que ses caractéristiques superficielles et donc compromettre à terme sa qualité. D'où l'intérêt de mettre en place un protocole et/ou un système de polissage optimal parmi ceux existants actuellement sur le marché.

Dans notre revue de la littérature, nous avons cherché à déterminer quels étaient les effets des différents systèmes de polissage sur la zircone tant sur la zircone monolithique que sur la zircone stratifiée, ainsi que sur leurs propriétés physico-chimiques et mécaniques respectives.

De nombreuses études ont évalué l'efficacité des procédures de finition et de polissage afin d'obtenir un état de surface lisse après d'éventuels ajustages occlusaux. Malgré cela, les différents articles de notre revue n'offrent pas de preuves évidentes quant à la supériorité d'une procédure de finition et de polissage par rapport à un type de zircone donné, malgré les recommandations fabricants que l'on peut retrouver. En effet, il existe une multitude de kits et d'instruments servant à la finition et au polissage, avec de nombreuses procédures afin de les mettre en œuvre.

De plus, dans ces études expérimentales, différentes approches, concernant les procédures de finition et de polissage, ont été utilisées afin d'évaluer les effets du polissage sur les propriétés de la zircone. Cela va de la mise en forme et de la préparation des échantillons aux différences entre les opérateurs multiples, le temps de polissage, et la force appliquée. Ce sont tout autant de facteurs qui peuvent affecter les résultats de façon significative. Tous ces éléments seront à évaluer à l'avenir afin de donner des instructions claires aux praticiens leur permettant d'améliorer la clinique.

D'après les conclusions que nous avons pu tirer au travers de cette revue systématique, seules les zircons monolithiques semblent répondre à la question posée, avec des valeurs de rugosité de surface avoisinant la valeur seuil utilisée en bouche lorsqu'elles sont polies avec un système en deux étapes, notamment *Optrafine®* *IVOCLAR VIVADENT*. Selon d'autres études, il semblerait également que les systèmes en trois étapes, et plus particulièrement *Eve Diacera®* *GARRISON* permettraient eux aussi d'atteindre des valeurs de rugosité de surface sensiblement équivalente à celle des systèmes de deux étapes. Ces systèmes de polissage sont ceux qui ont le plus été cités dans les résultats de notre étude et testés sur des échantillons de zircone monolithique. A la lecture des résultats, il nous apparaît évident que d'autres études devront être faites pour préciser lequel des systèmes, celui en deux ou trois étapes est vraiment le plus adapté pour un polissage optimal de la zircone monolithique.

En ce qui concerne les zircons stratifiées, nous ne sommes pas en mesure de conclure compte tenu de la pauvreté et de la disparité des résultats obtenus à travers les articles de notre étude. Il semblerait en revanche que les systèmes de polissage à étapes multiples (deux ou trois étapes) n'aient pas d'impact significatif tant sur les propriétés mécaniques que sur les caractéristiques superficielles que ce soit sur une zircone monolithique ou une zircone stratifiée. Par conséquent, d'autres études devront être faites sur des échantillons de zircone stratifiée afin de préciser les effets du polissage sur ce type là et quel serait le système de polissage le plus adapté.

BIBLIOGRAPHIE

1. Pereira GKR, Amaral M, Simoneti R, Rocha GC, Cesar PF, Valandro LF. Effect of grinding with diamond-disc and -bur on the mechanical behavior of a Y-TZP ceramic. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2014 ; 37 : 133-40.
2. Yin R, Lee M-H, Bae T-S, Song K-Y. Effect of finishing condition on fracture strength of monolithic zirconia crowns. *Dental Materials Journal*. 2019 ; 38(2) : 203-10.
3. Dutra D, Pereira G, Kantorski K, Exterkate R, Kleverlaan C, Valandro L, et al. Grinding With Diamond Burs and Hydrothermal Aging of a Y-TZP Material: Effect on the Material Surface Characteristics and Bacterial Adhesion. *Operative Dentistry*. 2017 ; 42(6) : 669-78.
4. Mahiat, Yves. La zircone : cette méconnue. *Stratégie prothétique*. 2006 ; 6(1) : 12.
5. Bobrowski P, Pędzich Z, Faryna M. Three-dimensional microstructural characterization of porous cubic zirconia. *Micron (Oxford, England: 1993)*. 2015 ; 78 : 73-8.
6. Gautam C, Joyner J, Gautam A, Rao J, Vajtai R. Zirconia based dental ceramics: structure, mechanical properties, biocompatibility and applications. *Dalton Transactions (Cambridge, England: 2003)*. 2016 ; 45(48) : 19194-215.
7. Aliaga R, Miotto L, Candido L, Fais L, Pinelli L. Does Diamond Stone Grinding Change the Surface Characteristics and Flexural Strength of Monolithic Zirconia? *Operative Dentistry*. 2020 ; 45(3) : 318-26.
8. Kim DJ, Lee MH, Lee DY, Han JS. Mechanical properties, phase stability, and biocompatibility of (Y, Nb)-TZP/Al₂O₃ composite abutments for dental implant. *Journal of Biomedical Materials Research*. 2000 ; 53(4) : 438-43.
9. Al-Haj Husain N, Camilleri J, Özcan M. Effect of polishing instruments and polishing regimens on surface topography and phase transformation of monolithic zirconia: An evaluation with XPS and XRD analysis. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2016 ; 64 : 104-12.
10. Song J-Y, Park S-W, Lee K, Yun K-D, Lim H-P. Fracture strength and microstructure of Y-TZP zirconia after different surface treatments. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013 ; 110(4) : 274-80.
11. Regin M, Mahdhaoui K. Les couronnes tout céramique – Partie 1 – Couronne monolithique ou stratifiée ? *Biomatériaux cliniques*. 2019 ; 4(2) : 9.
12. Regin M, Mahdhaoui K, Attal J-P. Les couronnes tout céramique – Partie 2 – Quel choix dans le secteur postérieur ? *Biomatériaux cliniques*. 2020 ; 5(2) : 13.
13. Mainjot A. Partie 1 - À la rencontre de céramiques pas comme les autres. *Biomatériaux cliniques*. 2018 ; 3(1) : 11.
14. Sanon C. Lumière sur la zircone 3y-tzp utilisée en implantologie orale : étude de la relation entre la microstructure et la durabilité [Thèse de doctorat]. [Lyon]: INSA; 2014.
15. Camposilvan E, Leone R, Gremillard L, Sorrentino R, Zarone F, Ferrari M, et al. Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*. 2018 ; 34(6) : 879-90.

16. Gremillard, Laurent. Relations microstructure-durabilité dans une zircone biomédicale [Thèse de doctorat]. [Lyon]: INSA; 2002.
17. Comident. Guide Comident Zircone. 2010.
18. Pradines C. Infrastructures de bridges en zircone Y-TZP: de la conception aux applications [Thèse de doctorat]. [Nancy]: Faculté d'odontologie; 2010.
19. Denry I, Kelly JR. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *Journal of Dental Research*. 2014 ; 93(12) : 1235-42.
20. Pfefferle R, Lümkmann N, Wiedenmann F, Stawarczyk B. Different polishing methods for zirconia: impact on surface, optical, and mechanical properties. *Clinical Oral Investigations*. 2020 ; 24(1) : 395-403.
21. Hmaidouch R, Weigl P. Tooth wear against ceramic crowns in posterior region: a systematic literature review. *International Journal of Oral Science*. 2013 ; 5(4) : 183-90.
22. Gou M, Chen H, Kang J, Wang H. Antagonist enamel wear of tooth-supported monolithic zirconia posterior crowns in vivo: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019 ; 121(4) : 598-603.
23. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: Basic properties and clinical applications. *Journal of Dentistry*. 2007 ; 35(11) : 819-26.
24. Bolla, Colon, Leforestier. Cahier des charges des matériaux de restauration utilisés en technique directe. *Campus Odontologie*. 2010.
25. Pr J.Déjou. Les céramiques [Internet]. Société Francophone des Biomatériaux dentaires. 2010.
26. Casas T. Zircone translucide & CFAO directe : une réponse pertinente pour de nombreuses situations cliniques. *Actualités Odonto-Stomatologiques*. 2017 ; (283) : 4.
27. Seydler B, Rues S, Müller D, Schmitter M. In vitro fracture load of monolithic lithium disilicate ceramic molar crowns with different wall thicknesses. *Clinical Oral Investigations*. 2014 ; 18(4) : 1165-71.
28. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*. 2006 ; 22(9) : 857-63.
29. Pettini F, Corsalini M, Savino MG, Stefanachi G, Di Venere D, Pappalettere C, et al. Roughness Analysis on Composite Materials (Microfilled, Nanofilled and Silorane) After Different Finishing and Polishing Procedures. *The Open Dentistry Journal*. 2015 ; 9 : 357-67.
30. Thevenet S. Finitions et polissage des résines composites : revue systématique de la littérature et étude in vitro [Thèse de doctorat]. [Paris-Descartes]: Faculté d'odontologie; 2018.
31. Bartala M, Marslen L. Zircone et polissage. *L'Information Dentaire*. 2020 ; (16-17) : 4.
32. Pilavyan É. Le polissage des restaurations à armature zircone. *L'information Dentaire*. 2017 ; (36) : 3.

33. Lee K-R, Choe H-C, Heo Y-R, Lee J-J, Son M-K. Effect of different grinding burs on the physical properties of zirconia. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2016 ; 8(2) : 137.
34. Gremillard L, Chevalier J. Transformation de phase quadratique - monoclinique dans la zircone : caractéristiques et implications.
35. Chavali R, Lin CP, Lawson NC. Evaluation of Different Polishing Systems and Speeds for Dental Zirconia. *Journal of Prosthodontics*. 2017 ; 26(5) : 410-8.
36. İşeri U, Özkurt Z, Yalnız A, Kazazoğlu E. Comparison of different grinding procedures on the flexural strength of zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2012 ; 107(5) : 309-15.
37. Bluntzer A, Jacomine L, Etienne O. Etude in vitro du polissage des céramiques stratifiées et monolithiques. 2019 ; : 8.
38. Aboushelib MN, Wang H. Effect of surface treatment on flexural strength of zirconia bars. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2010 ; 104(2) : 98-104.
39. Chun EP, Anami LC, Bonfante EA, Bottino MA. Microstructural analysis and reliability of monolithic zirconia after simulated adjustment protocols. *Dental Materials*. 2017 ; 33(8) : 934-43.
40. Goo CL, Yap AUJ, Tan KBC, Fawzy AS. Effect of polishing systems on surface roughness and topography of monolithic zirconia. *Operative Dentistry*. 2016 ; 41(4) : 417-23.
41. Park C, Vang M-S, Park S-W, Lim H-P. Effect of various polishing systems on the surface roughness and phase transformation of zirconia and the durability of the polishing systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 ; 117(3) : 430-7.
42. Al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1998 ; 64(8) : 580-3.
43. Freedman GA. *Contemporary Esthetic Dentistry*. Elsevier Health Sciences; 2011. 834 p.
44. Goo C, Yap A, Tan K, Fawzy A. Effect of Polishing Systems on Surface Roughness and Topography of Monolithic Zirconia. *Operative Dentistry*. 2016 ; 41(4) : 417-23.
45. STONER. Polissoirs dentisterie STONER.
46. Zucuni CP, Dapieve KS, Rippe MP, Pereira GKR, Bottino MC, Valandro LF. Influence of finishing/polishing on the fatigue strength, surface topography, and roughness of an yttrium-stabilized tetragonal zirconia polycrystals subjected to grinding. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2019 ; 93 : 222-9.
47. Gaonkar S, Aras M, Chitre V. An in vitro study to compare the surface roughness of glazed and chairside polished dental monolithic zirconia using two polishing systems. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2020 ; 20(2) : 186.
48. Mohammadi-Bassir M, Babasafari M, Rezvani MB, Jamshidian M. Effect of coarse grinding, overglazing, and 2 polishing systems on the flexural strength, surface roughness, and phase transformation of yttrium-stabilized tetragonal zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 ; : S0022391317300501.
49. Botelho MG, Dangay S, Shih K, Lam WYH. The effect of surface treatments on dental zirconia:

An analysis of biaxial flexural strength, surface roughness and phase transformation. *Journal of Dentistry*. 2018 ; 75 : 65-73.

50. 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 ; 15(157) : 39-44.

51. Kozmacs C, Hollmann B, Arnold WH, Naumova E, Piwowarczyk A. Polishing of Monolithic Zirconia Crowns-Results of Different Dental Practitioner Groups. *Dentistry Journal*. 2017 ; 5(4).

52. Mochales C, Maerten A, Rack A, Cloetens P, Mueller WD, Zaslansky P, et al. Monoclinic phase transformations of zirconia-based dental prostheses, induced by clinically practised surface manipulations. *Acta Biomaterialia*. 2011 ; 7(7) : 2994-3002.

53. Zucuni CP, Guilardi LF, Rippe MP, Pereira GKR, Valandro LF. Fatigue strength of yttria-stabilized zirconia polycrystals: Effects of grinding, polishing, glazing, and heat treatment. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2017 ; 75 : 512-20.

54. Dapieve KS, Guilardi LSF, Silvestri T, Rippe MP, Pereira GKR, Valandro LF. Mechanical performance of Y-TZP monolithic ceramic after grinding and aging: Survival estimates and fatigue strength. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2018 ; 87 : 288-95.

55. Lee J-Y, Jang G-W, Park I-I, Heo Y-R, Son M-K. The effects of surface grinding and polishing on the phase transformation and flexural strength of zirconia. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2019 ; 11(1) : 1.

56. Hatanaka GR, Polli GS, Adabo GL. The mechanical behavior of high-translucent monolithic zirconia after adjustment and finishing procedures and artificial aging. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020 ; 123(2) : 330-7.

57. Pereira GKR, Fraga S, Montagner AF, Soares FZM, Kleverlaan CJ, Valandro LF. The effect of grinding on the mechanical behavior of Y-TZP ceramics: A systematic review and meta-analyses. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2016 ; 63 : 417-42.

58. Asli HN, Rahimabadi S, Falahchai M. Flexural strength of monolithic zirconia after different surface treatments. *World Journal of Dentistry*. 2019 ; 10(4) : 264-9.

59. Işerl U, Özkurt Z, Kazazoğlu E, Küçükoğlu D. Influence of grinding procedures on the flexural strength of zirconia ceramics. *Brazilian Dental Journal*. 2010 ; 21(6) : 528-32.

60. Chougule KJ, Wadkar AP. An In vitro Comparative Evaluation of Flexural Strength of Monolithic Zirconia after Surface Alteration Utilising Two Different Techniques. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017 ; 11(8) : ZC20-3.

61. Vila-Nova TEL, Gurgel de Carvalho IH, Moura DMD, Batista AUD, Zhang Y, Paskocimas CA, et al. Effect of finishing/polishing techniques and low temperature degradation on the surface topography, phase transformation and flexural strength of ultra-translucent ZrO₂ ceramic. *Dental Materials*. 2020 ; 36(4) : e126-39.

62. Khayat W, Chebib N, Finkelman M, Khayat S, Ali A. Effect of grinding and polishing on roughness and strength of zirconia. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018 ; 119(4) : 626-31.

63. Al-Haj Husain et Özcan. A Study on Topographical Properties and Surface Wettability of Monolithic Zirconia after Use of Diverse Polishing Instruments with Different Surface Coatings: Surface Profile Change in Zirconia after Polishing. *Journal of Prosthodontics*. 2018 ; 27(5) : 429-42.

64. Caglar I, Ates SM, Yesil Duymus Z. The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2018 ; 10(2) : 132.
65. Zucuni CP, Pereira GKR, Valandro LF. Grinding, polishing and glazing of the occlusal surface do not affect the load-bearing capacity under fatigue and survival rates of bonded monolithic fully-stabilized zirconia simplified restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2020 ; 103 : 103528.
66. Bartolo D, Cassar G, Al-Haj Husain N, Özcan M, Camilleri J. Effect of polishing procedures and hydrothermal aging on wear characteristics and phase transformation of zirconium dioxide. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 ; 117(4) : 545-51.
67. Sandhu R, Kheur M, Kheur S. Effect of simulated chairside grinding procedures using commercially available abrasive agents on the surface properties of zirconia. *Journal of Indian Prosthodontist Society*. 2017 ; 17(1) : 22-8.
68. Bandeira MB, Queiroz IMS, Fernandes SKSC, Freitas A, Özcan M, Martinelli AE, et al. Evaluation of surface roughness of monolithic zirconia after using different polishing kits. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2017 ; 17(1).
69. Traini T, Gherlone E, Parabita SF, Caputi S, Piattelli A. Fracture toughness and hardness of a Y-TZP dental ceramic after mechanical surface treatments. *Clinical Oral Investigations*. 2014 ; 18(3) : 707-14.
70. Hmaidouch R, Müller W-D, Lauer H-C, Weigl P. Surface roughness of zirconia for full-contour crowns after clinically simulated grinding and polishing. *International Journal of Oral Science*. 2014 ; 6(4) : 241-6.
71. Sandhu R, Kheur M, Kheur S. Effect of simulated chairside grinding procedures using commercially available abrasive agents on the surface properties of zirconia. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2016 ; 0(0) : 0.
72. Amaya-Pajares SP, Ritter AV, Vera Resendiz C, Henson BR, Culp L, Donovan TE. Effect of Finishing and Polishing on the Surface Roughness of Four Ceramic Materials after Occlusal Adjustment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2016 ; 28(6) : 382-96.
73. Fontolliet A, Al-Haj Husain N, Özcan M. Wear analysis and topographical properties of monolithic zirconia and CoCr against human enamel after polishing and glazing procedures. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2020 ; 105 : 103712.
74. Al-Haj Husain N, Özcan M. A Study on Topographical Properties and Surface Wettability of Monolithic Zirconia after Use of Diverse Polishing Instruments with Different Surface Coatings. *Journal of Prosthodontics*. 2018 ; 27(5) : 429-42.
75. Chavali R, Lin CP, Lawson NC. Evaluation of Different Polishing Systems and Speeds for Dental Zirconia: Evaluation of Zirconia Polishing Systems and Speed. *Journal of Prosthodontics*. 2017 ; 26(5) : 410-8.
76. Lee K-R, Choe H-C, Heo Y-R, Lee J-J, Son M-K. Effect of different grinding burs on the physical properties of zirconia. *Journal of Advanced Prosthodontics*. 2016 ; 8(2) : 137-43.

77. Preis V, Schmalzbauer M, Bougeard D, Schneider-Feyrer S, Rosentritt M. Surface properties of monolithic zirconia after dental adjustment treatments and in vitro wear simulation. *Journal of Dentistry*. 2015 ; 43(1) : 133-9.
78. Pradies G, Godoy-Ruiz L, Özcan M, Moreno-Hay I, Martínez-Rus F. Analysis of Surface Roughness, Fracture Toughness, and Weibull Characteristics of Different Framework-Veneer Dental Ceramic Assemblies after Grinding, Polishing, and Glazing: Influence of Grinding, Polishing, and Glazing on Ceramics Systems. *Journal of Prosthodontics*. 2019 ; 28(1) : e216-21.
79. Zucuni CP, Pereira GKR, Dapieve KS, Rippe MP, Bottino MC, Valandro LF. Low-fusing porcelain glaze application does not damage the fatigue strength of Y-TZP. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2019 ; 99 : 198-205.
80. Linkevicius T, Valantiejiene V, Alkimavicius J, Gineviciute E, Andrijauskas R, Linkeviciene L. The Effect of a Polishing Protocol on the Surface Roughness of Zirconium Oxide. *The International Journal of Prosthodontics*. 2020 ; 33(2) : 217-23.
81. Alkimavicius J, Gineviciute E, Valantiejiene V, Rolandas Andrijauskas R, Linkevicius T. The effect of polishing protocols on the surface roughness of zirconium oxide. *Clinical Oral Implants Research*. 2018 ; 29 : 125-125.
82. Al Hamad KQ, Abu Al-Addous AM, Al-Wahadni AM, Baba NZ, Goodacre BJ. Surface Roughness of Monolithic and Layered Zirconia Restorations at Different Stages of Finishing and Polishing: An In Vitro Study. *Journal of Prosthodontics*. 2019 ; 28(7) : 818-25.

Annexe 1 : Tableau de synthèse des articles sélectionnés pour la revue systématique

Références	Type de zircon	Contexte	Traitements de surface/Techniques de polissage	Résultat sur la rugosité de surface (Ra)	Résultats sur la micromorphologie de la zircon	Résultats sur la résistance à la flexion (RF) en MPa	Résultats sur la transformation de phase (tétragonale en monoclinique)	Conclusions
Al-Haj Husain <i>et al.</i> 2018	ZM (<i>Katana Zirconia® HT®KURARAY</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1100MPa	Étude en laboratoire de 5 instruments de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés puis fraisés (mais non glacés) afin de simuler les ajustages occlusaux	<p>-Groupe contrôle</p> <p>Groupe BG : polissoirs carbure de silicium</p> <p>-Groupe CG : polissoirs en céramique diamantés</p> <p>-Groupe EV : polissoirs en caoutchouc avec particules diamantées</p> <p>-Groupe DB : fraises diamantées</p> <p>-Groupe EL : papier d'uréthane avec grains d'oxyde d'aluminium</p>	Après le polissage, la Ra moyenne a diminué significativement pour BG mais a augmenté significativement pour CG et EV. (DB < BG < SL < CG < EV)	Après analyse au MEB : une perte de matériau plus microscopique (défauts et de porosités) dans le groupe EV et des rainures plus profondes dans le groupe CG.			Ce sont les polissoirs en carbure de silicium qui semblent le plus recommandé pour le polissage de la zircon.
Chougule <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Lava® 3M ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont seulement été usinés (pas de fraisage, prépolissage ou glaçage)	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe kit de polissage</p> <p>-Groupe reglaçage de la zircon</p>			<p>Groupe contrôle : 507 MPa</p> <p>Groupe avec kit de polissage : 588,5 MPa</p> <p>Groupe avec reglaçage : 648,7 MPa</p>		La résistance à la flexion s'est avérée être augmentée après le traitement de reglaçage et de polissage par rapport au groupe contrôle.

<p>Gaonkar <i>et al.</i> 2020</p>	<p>ZM (<i>Ceramill® AMANNGIRRBACH</i>) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés (pas de prépolissage ou de glaçage) et fraisés pour simuler les ajustages occlusaux</p>	<p>-Groupe 1 : contrôle -Groupe 2 : glaçage -Groupe 3 : fraise gros grains + polissage avec le kit de polissage <i>eZr® GARRISON</i> (polissoir gros grains pour le prépolissage + polissoir moyen grains pour le polissage + polissoir grains fins pour le brillantage) -Groupe 4 : fraise gros grains + polissage avec le kit de polissage céramique <i>Optrafine® IVOCLAR VIVADENT</i> (2 polissoirs en silicone pour le polissage) -Groupe 5 : fraise gros grains + glaçage</p>	<p>La valeur de Ra la plus faible est pour le groupe 4 (0,47µm) qui a été fraisé et poli avec le kit <i>Optrafine® IVOCLAR VIVADENT</i>. Valeur inférieure à celle des groupes glacés (groupe 2 =0,53µm) et fraisés et glacés (groupe 5 = 0,59µm).</p>	<p>Après analyse au MEB, les surfaces polies ont révélé une morphologie régulière avec quelques stries. Les échantillons polis avec le kit <i>Optrafine® IVOCLAR VIVADENT</i> présentent une surface lisse par rapport aux échantillons polis avec le kit de <i>eZr® GARRISON</i>.</p>			<p>Le kit de polissage pour céramique <i>Optrafine® IVOCLAR VIVADENT</i> peut être utilisé comme une alternative au glaçage.</p>
<p>Pradies <i>et al.</i> 2019</p>	<p>ZM (<i>Lava® 3M ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude en laboratoire de du fraisage et polissage et du glaçage. Les échantillons de zircon ont été usinés puis stratifiés avec de la céramique feldspathique et finalement glacés (aucun fraisage, ni polissage)</p>	<p>-Groupe contrôle : glaçage Groupe prépolissage : fraise grains fins -Groupe polissage : polissoirs en silicone</p>	<p>Les valeurs de Ra en fonction du traitement de surface étaient de 1,9µm pour les échantillons du groupe contrôle (glacé), 3,5µm pour les échantillons du groupe prépolissage, et 1,7µm pour les échantillons du groupe polissage.</p>				<p>Le polissage après retouches à la fraise est indispensable pour obtenir un état de surface correct.</p>

Işeri <i>et al.</i> 2012	Pas de nom de marque donné : aucune information sur le type de zircone et sa résistance à la flexion	Étude en laboratoire de l'impact de la vitesse et de la périodicité du micromoteur et de la pièce à main. Les échantillons de zircone ont été usinés (aucun fraisage, ni glaçage) puis polis afin d'obtenir une surface lisse.	<p>-Groupe micromoteur en continu (MC)</p> <p>-Groupe micromoteur périodiquement (MP)</p> <p>-Groupe pièce à main haute vitesse en continu (HC)</p> <p>-Groupe pièce à main à haute vitesse périodiquement (HP)</p> <p>-Groupe contrôle (CG)</p>			<p>Le groupe contrôle a atteint une résistance moyenne à la flexion significativement plus élevée (1083 MPa) que celle des groupes MC (755 MPa), MP (680 MPa), HC (823 MPa) et HP (807 MPa).</p> <p>CG > HC > HP > MC > MP</p> <p>Cependant, la résistance à la flexion moyenne des groupes de pièces à main à grande vitesse est numériquement plus élevée (815 MPa) que celle des groupes de micromoteurs (718 MPa).</p>		<p>Le prépolissage de la zircone a diminué la résistance à la flexion. La zircone prépolie avec une pièce à main à haute vitesse en continu entraîne une réduction moindre de la résistance à la flexion par rapport à une zircone prépolie avec un micromoteur périodiquement.</p>
--------------------------	--	--	---	--	--	--	--	---

<p>Pfefferle <i>et al.</i> 2020</p>	<p>ZM (Zolid® HT AMANNGIRRBACH) : résistance à la flexion aux alentours de 700MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de plusieurs techniques de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis fraisés (mais non glacés) pour simuler les ajustages occlusaux.</p>	<p>1^{er} polissage manuel avec un papier abrasif puis divisés en 9 groupes en fonction de leur technique de polissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Groupe RF : roue en feutre -Groupe RFP : roue en feutre + pâte à polir -Groupe BC : brosse en poils de chèvre -Groupe BCP : brosse en poils de chèvre + pâte à polir -Groupe KF : kit de finition -Groupe PU : polissoir universel -Groupe PP : papier à polir -Groupe NP : contrôle <p>Chaque groupe a été divisé 2 groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Groupe polissage 1 étape : polissage avec polissoir petits grains -Groupe polissage en 2 étapes : polissoirs grains fins + gros grains 	<p>Les valeurs de Ra sont comprises entre 0,053 et 0,350 µm</p> <p>Le polissage en 1 étape a augmenté la Ra pour BC et KF alors que pour PP la Ra est la plus faible.</p> <p>Le polissage en 2 étapes : Groupe témoin > BCP > KF > PU</p> <p>Le polissage en 2 étapes obtient la Ra la plus faible dans tous les groupes sauf BCP.</p>		<p>Les groupes ont montré des valeurs de RF comprises entre 783 et 1322 MPa.</p> <p>Pour le polissage en 1 étape : la RF de KF est supérieure pour PU, BC et le groupe témoin</p> <p>Pour le polissage en 2 étapes : BC à une RF supérieure au groupe témoin.</p> <p>Augmentation de la RF pour le polissage en 2 étapes pour tous les groupes par rapport au polissage en 1 étape.</p>		<p>Un protocole de polissage en 2 étapes a permis de réduire la rugosité de surface et d'augmenter la RF. L'utilisation d'une pâte à polir a encore plus réduit la rugosité de surface.</p>
---	---	---	--	---	--	---	--	---

Aliaga <i>et al.</i> 2019	ZM (<i>Prettau</i> ® <i>ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa. ZT (<i>ICE</i> ® <i>ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire de l'impact de l'irrigation lors du prépolissage de la zircone. Les échantillons de zircone ont seulement été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage)	-Groupe prépolissage avec irrigation -Groupe prépolissage sans irrigation -Groupe contrôle	Il existe une différence significative entre les Ra pour le prépolissage sans irrigation : la Ra de la ZM (3,26 µm) est plus importante que celle de la ZT (Ra = 2,76 µm). Pas de différence significative pour le prépolissage avec irrigation : Ra de la ZM (1,53 µm) et de ZT (1,49 µm).		Le prépolissage n'a pas modifié la RF de la zircone monolithique (ZM) mais a augmenté celle de la zircone stratifiée (ZT). Il n'y a pas de différence entre le prépolissage sans irrigation et le prépolissage avec irrigation.	Les 2 types zircons ayant eu prépolissage avec irrigation ont présenté une phase plus monoclinique que les autres groupes	Lorsqu'une fraise diamantée est utilisée pour réaliser un prépolissage il est préférable de le faire avec irrigation que ce soit pour une ZM ou une ZT.
Mohammadi- Bassir <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Ceramill</i> ® <i>AMANNGIRRBACH</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircone ont été pré-frittés puis fraisés et polis (=polissage standard) mais glacés	-Groupe PS : polissage standard (=contrôle) -Groupe PFD : prépolissage avec une fraise diamantée -Groupe PFD + SG : prépolissage avec une fraise diamantée (PFD)+ sur glaçage (SG) -Groupe PZK1 : prépolissage avec une fraise diamantée + kit de polissage intra oral pour ZIRCONE (en 2 étapes : un polissoir moyen grain + un polissoir grain fin) -Groupe PZK2 : prépolissage avec une fraise diamantée + kit de polissage intra oral pour ZIRCONE (en 2 étapes : prépolissoir + polissoir pour la brillance).	La Ra présente une différence significativement plus élevée dans le groupe PFD que dans les autres groupes. Après glaçage la Ra est significativement la même dans les groupes PKZ1 et PK2. Pas de différence significative entre les groupes PKZ1, PKZ2 et PFD après le polissage.	D'après l'analyse au MEB le groupe PFD + SG présente une surface lisse avec présence de quelques petites rainures. Des modifications morphologiques (rainures ou rayures parallèles à la direction du mouvement du PFD) ont été observées. La surface est devenue plus lisse mais certaines rainures n'ont pas pu être entièrement éliminées dans le groupe PKZ2. Une surface finement granuleuse a été observée dans le groupe PKZ1.	La RF est la plus élevée dans le groupe PFD (1189MPa) mais sans aucune différence significative avec les 2 groupes PKZ1 (1169MPa) et PKZ2 (1114MPa). Le groupe PFD + SG a la RF la plus faible (929 MPa) qui n'est pas significativement différente du groupe PS (935MPa)	La plus grande quantité de phase monoclinique a été observée dans les groupes PFD, PZK1 et PZK2. Les groupes PS et SG n'ont pas de phase monoclinique.	Le prépolissage de la zircone avec une fraise diamantée gros grains a augmenté la résistance à la flexion. Le polissage final de la zircone avec des kits de polissage adaptés à la zircone a permis de diminuer la rugosité de surface.

Lee <i>et al.</i> 2016	ZM (<i>Prettau</i> ® <i>ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire de 2 types de polissoirs (en céramique diamanté et en carbure de silicium). Les échantillons de zircone ont été seulement usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage)	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe A : fraises de prépolissage en céramique diamanté (<i>AllCeramic SuperMax® NTI</i>) (spécifiques zircone)</p> <p>-Groupe B : fraises de prépolissage en céramique diamanté (<i>Dura Green DIA® SHOFU</i>) (spécifiques zircone)</p> <p>-Groupe C : fraise de prépolissage en carbure de silicium (<i>Dura Green® SHOFU</i>) (toutes céramiques)</p>	La Ra est plus élevée dans le groupe A et B que dans le groupe contrôle et le groupe C	La surface du groupe contrôle présente des cristaux non altérés. Le groupe A présente une surface rugueuse à cause du prépolissage mécanique. Le groupe B présente une surface moins rugueuse que le groupe A. Le groupe C présente des rainures plus fines et une surface plus lisse que les groupes A et B	Tous les groupes ont montré une résistance moyenne à la flexion inférieure à celle du groupe contrôle (945MPa). Cependant, la résistance à la flexion s'est avérée être supérieure à 500MPa dans tous les groupes (A=870MPa et B=815MPa). Le groupe C a montré une RF plus faible que les autres groupes (670MPa).	Après le polissage de la surface, on observe une augmentation de la phase monoclinique dans les 3 groupes. Le changement de phase est plus élevé dans les groupes A et B	Un protocole de polissage fin est alors recommandé après utilisation des fraises de prépolissage en céramique diamantées et en carbure de silicium.
------------------------	---	---	---	---	--	---	---	--

<p>Amaya-Pajares et al. 2016</p>	<p>ZM (<i>Zenostar</i>[®] <i>WIELAND</i> <i>DENTAL</i>) : résistance à la flexion non précisée ZM (<i>BruXZir</i>[®] <i>GLIDEWELL</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1150MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage sur 2 marques de zircone monolithique. Les groupes BruXZir GLAZED et Zenostar GLAZED ont été usinés puis glacés (sans fraisage ni polissage). Les groupes BruXZir POLISHED et Zenostar POLISHED ont été usinés puis poli avec de la pâte à polir (sans glaçage ni fraisage)</p>	<p>-Groupe BruXZir[®] GLAZED divisé en 2 sous- groupes *groupe <i>BruXZir</i>[®] poli avec <i>BruXZir System</i>[®] <i>GLIDEWELL</i> (Composé de 2 fraises pour l'ajustage occlusal et de 3 polissoirs) *groupe poli avec le système <i>Dialite</i>[®] ZR <i>BRASSELER</i> (composé de 2 fraises d'ajustage occlusal et de 2 polissoirs</p> <p>-Groupe BruXZir[®] POLISHED divisé en 2 sous-groupes : *groupe <i>BruXZir</i>[®] poli avec <i>BruXZir</i>[®] <i>Système</i> *groupe poli avec le système <i>Dialite</i>[®] ZR <i>BRASSELER</i></p> <p>-Groupe Zenostar[®] GLAZED *groupe <i>Zenostar</i>[®] poli avec <i>Zenostar</i> <i>System</i>[®] (composé de 2 fraises pour l'ajustage occlusal et de 3 polissoirs) *groupe <i>Zenostar</i>[®] poli avec le système <i>Dialite</i>[®] ZR <i>BRASSELER</i></p>	<p>Les échantillons des groupes POLISHED (0,7 µm) et GLAZED (0,9 µm) de <i>BruXZir System</i>[®] obtiennent les valeurs de Ra les plus élevées avec le système de polissage <i>BruXZir System</i>[®] alors que pour le système de polissage <i>Dialite ZR</i>[®] les valeurs de Ra sont très largement inférieures pour ces mêmes groupes (0,4 µm pour <i>BruXZir</i>[®] GLAZED et 0,18 µm pour <i>BruXZir</i>[®] POLISHED). Pour les échantillons des groupes <i>Zenostar</i>[®] il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 2 systèmes de polissage pour les 2 groupes (GLAZED et POLISHED). On obtient des valeurs de Ra de 0,15 µm pour le système <i>Zenostar</i>[®] et de 0,21 µm pour le système <i>Dialite</i>[®] le groupe GLAZED. Dans le groupe POLISHED, les valeurs de Ra sont aux alentours de 0,2 µm pour les 2 systèmes de polissage.</p>				<p>Le système de polissage le plus approprié pour un polissage efficace (aux 2 marques de zircone exposée ici) est le système <i>Dialite</i>[®] ZR. Le système de polissage <i>BruXZir System</i>[®], développé par le fabricant même de la marque ne semble pas approprié pour le polissage de la zircone. Le système de polissage <i>Zenostar</i>[®] développé par le fabricant même de la marque est approprié pour un polissage soigneux de la zircone.</p>
--------------------------------------	---	--	---	--	--	--	--	--

			<p>-Groupe Zenostar® POLISHED divisé en 2 sous-groupes :</p> <p>*groupe Zenostar® poli avec Zenostar® System (composé de 2 fraises pour l'ajustage occlusal et de 3 polissoirs)</p> <p>*groupe Zenostar® poli avec le système Dialite® ZR</p>					
Yin <i>et al.</i> 2019	ZM (Prettau® ZIRKONZAHN) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire de 3 fraises de prépolissage de granulométrie croissante. Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage)	<p>Rotatif à 300 000 t/min</p> <p>4 groupes étudiés avec différentes fraises diamantées de prépolissage diamantées :</p> <p>-Groupe 0 : contrôle (fraisage uniquement afin de simuler l'ajustage occlusal)</p> <p>-Groupe 1 : fraisage pour ajustage occlusal + fraise verte (gros grains)</p> <p>-Groupe 2 : fraisage pour ajustage occlusal + fraise rouge (grains fins)</p> <p>-Groupe 3 : fraisage pour ajustage occlusal + fraise jaune (grains très fins)</p> <p>-Groupe 4 : fraisage pour ajustage occlusal + les 3 fraises</p>	Les groupes 2, 3 et 4 groupes présentent des valeurs de Ra significativement plus faibles (respectivement 0,104 µm, 0,107 µm et 0,096 µm) que les groupes 0 et 1 (respectivement 0,603 µm et 0,574 µm). Le groupe 4 présente la surface la plus lisse.		<p>Les groupes après polissage ont des RF plus élevées qu'après un ajustage occlusal seul.</p> <p>Les valeurs ne sont pas significativement différentes. Pour les groupes ayant subi le même traitement de surface, la RF dépend de l'épaisseur occlusale ; les groupes ayant une épaisseur occlusale plus importante ont une résistance à la flexion plus élevée</p>	<p>Présence d'une phase monoclinique dans les groupes 0, 1 et 2</p> <p>Pas de phase monoclinique détectable dans les groupes 3 et 4.</p> <p>Les groupes 1 et 2 ont utilisé les fraises verte et rouge ce qui prouve que la fraise de prépolissage gros grains seule ne permet pas d'éliminer la phase monoclinique.</p> <p>Le groupe 4, qui a été prépoli avec les 3 fraises présente la phase la plus stable.</p>	<p>La résistance à la flexion augmente avec l'épaisseur occlusale.</p> <p>Le prépolissage a eu un meilleur effet sur la rugosité de surface que l'ajustage occlusal seul.</p> <p>La phase monoclinique peut être éliminée en utilisant successivement les 3 fraises de polissage.</p>

<p>Vila-Nova et al. 2020</p>	<p>ZM (<i>Prettau Anterior</i>® <i>ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 670MPa</p> <p>ZT (<i>ICE</i>® <i>ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude en laboratoire de polissoirs, fraises de polissage et du glaçage. Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage)</p>	<p>-Groupe C : contrôle</p> <p>-Groupe B : polissoirs en caoutchouc diamantés</p> <p>-Groupe P : fraises diamantées grains très fins</p> <p>-Groupe PB : fraises + polissoirs en caoutchouc diamantés</p> <p>-Groupe PG : fraises + glaçage en 1 couche</p>	<p>Les groupes B (0,0356 µm) et PB (0,0508 µm) présentent une Ra plus faible, se distinguant statistiquement des autres groupes. Le groupe P présente la valeur de Ra la plus élevée (0,5491 µm) et est statistiquement différent des autres groupes.</p>	<p>Les groupes traités par polissage à la fraise (P, PB et PG) présentent des pics et des rainures plus prononcés par rapport aux autres groupes. Les échantillons du groupe B ont des surfaces plus uniformes.</p>	<p>Les échantillons du groupe B ont la valeur de RF la plus élevée que ce soit pour la ZT (1654MPa) ou la ZM (623MPa) en comparaison aux groupes contrôles de la ZT (1456MPa) et de la ZM (450MPa) et aux autres groupes. Les valeurs de RF pour le groupe B (voir valeurs plus haut) et le groupe PB ((ZT=1497MPa) et (ZM=496MPa)) ne présentent pas différence statistiquement significative par rapport au groupe contrôle, et ce pour les 2 types de zircone (voir valeurs plus haut). En revanche le groupe PG ((ZT= 837MPa et ZM=372MPa)) qui a été glacé voit sa RF considérablement diminué par rapport aux groupe PB et P.</p>		<p>L'utilisation de polissoirs en caoutchouc diamantés semble être la méthode la plus appropriée pour polir les restaurations monolithiques en zircone. Le glaçage doit être effectué uniquement après polissage car il réduit la résistance à la flexion de la zircone s'il est effectué juste après l'ajustage occlusal</p>
------------------------------	---	--	--	---	---	---	--	---

<p>Khayat <i>et al.</i> 2018</p>	<p>ZM (<i>Tizian Blank Translucent®</i>) : <i>SCHÜTZ DENTAL</i>) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis glacés (pas de fraisage, ni prépolissage).</p>	<p>-Groupe G : prépolissage -Groupe GPB : prépolissage + polissage avec <i>kit Dialite ZR®</i> <i>BRASSELER</i> (spécifique zircone) en 2 étapes -Groupe GPK : prépolissage + kit <i>KOMET</i> en 2 étapes -Groupe C : contrôle</p>	<p>Les résultats de la Ra1 (rugosité au début de l'étude) sont comparables entre les groupes et ne sont pas significativement différents. Cependant, les valeurs de la Ra2 (après prépolissage et polissage) sont significativement différentes entre les groupes. La Ra3 (après vieillissement à l'autoclave) la plus élevée est trouvée dans le groupe G, suivi du groupe GPB. Les groupes GPK et C ont montré les valeurs de Ra3 les plus faibles et égales entre elles.</p>	<p>Après analyse au MEB, les échantillons du groupe G ont montré des rayures parallèles à la direction du prépolissage sur toute la surface. Après le vieillissement, ces échantillons ont montré des rainures plus profondes. Les échantillons du groupe GPB ont montré quelques zones lisses avec des rayures et des irrégularités éparses. Les échantillons du groupe GPK ont montré des irrégularités et des rayures plus importantes après vieillissement. Les images des échantillons du groupe C étaient lisses et homogènes, alors qu'après le vieillissement, ils présentaient des ondulations.</p>	<p>Le groupe G (879MPa) a montré la plus faible valeur moyenne de résistance à la flexion, tandis que le groupe GPK a enregistré la valeur moyenne la plus élevée (962MPa), ce qui ne représente pas de différence significative entre les 2 groupes.</p>		<p>Le prépolissage augmente de manière significative. De plus, une surface rugueuse est soumise à l'influence négative du vieillissement. Il convient donc de procéder à un polissage approprié afin d'obtenir des restaurations lisses comparables aux surfaces vitrifiées.</p>
--------------------------------------	---	--	---	---	--	---	--	--

Pereira <i>et al.</i> 2014	ZM (<i>Lava</i> ® 3M <i>ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire d'un jeu de fraises de 2 granulométries différentes et d'un jeu de disques de 2 granulométries différentes. Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage)	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe Xfine : fraise diamantée grains très fins (25µm)</p> <p>-Groupe Coarse : fraise diamantée gros grains (181µm)</p> <p>-Groupe D600 : disque diamanté (25µm)</p> <p>-Groupe D120 : disque diamanté (160µm)</p>		L'analyse au MEB montre que le fraisage avec une fraise diamantée (groupe Xfine et Coarse) présente des rayures parallèles et une profondeur proportionnelle à la granulométrie de la fraise utilisée. Le polissage effectué avec des disques diamantés (groupe D600 et D120) montre une surface plus lisse, la présence de rayures superficielles et une profondeur également liée à la granulométrie du disque employé.	Les valeurs de RF pour les groupes de prépolissage avec des granulométries plus petites (Xfine=1085MPa) et D600=1001MPa) sont similaires et significativement plus élevées que celles obtenues pour le groupe contrôle (865MPa). Des valeurs plus élevées ont été observées pour le groupe Coarse (1076 MPa) par rapport à D120 (691MPa).	L'analyse par diffraction des rayons X montre une augmentation de la taille des grains des fraises augmente le pourcentage de phase monoclinique à la surface du matériau. Pour les granulométries plus importantes, l'utilisation de disques entraîne des quantités plus importantes de phase monoclinique. Pour les granulométries plus petites, ce sont les fraises diamantées qui entraînent des quantités plus importantes de phase monoclinique.	L'utilisation combinée des fraises et des disques diamantés est donc indispensable afin d'avoir les bénéfices des 2 instruments de polissage.
Al-Haj Husain <i>et al.</i> 2016	ZM (<i>Katana Zirconia</i> ® HT <i>KURARAY</i>) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire de plusieurs outils de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis fraisés et prépolis (sans glaçage).	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe BG : polissoirs en carbure de silicium</p> <p>-Groupe CG : polissoirs en céramique diamantés</p> <p>-Groupe EV : polissoirs à liant synthétique diamantés</p> <p>-Groupe SL : papier recouvert d'uréthane avec des grains d'oxyde d'aluminium</p> <p>-Groupe DB : fraise diamantée.</p>	La Ra la plus élevée a été obtenue dans le groupe EV (1.11µm) comparée à celle des autres groupes (0.13-0.4 µm). A l'exception de EV toutes les autres techniques de polissage n'ont produit aucune différence significative par rapport au groupe contrôle. Comparé au groupe GB, les groupes DB et BG ont diminué la Ra moyenne mais non significativement.	L'analyse au MEB a montré que le groupe contrôle présentait une surface lisse, puis avec des rayures après le prépolissage. Le groupe EV présente une morphologie plus profonde. Les groupes BG et CG présentaient un nombre et une distribution visuellement moins importants de sillons. Aucun des systèmes n'a complètement éliminé ces sillons.		Aucun changement de phase monoclinique n'a été observé dans aucun des groupes	Aucuns des systèmes de polissage n'a permis de retrouver la rugosité de surface du groupe contrôle.

Bartolo <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Katana Zirconia® HT KURARAY</i>) : résistance à la flexion comprise aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire de 3 systèmes de polissage et de la vitesse de la pièce à main utilisée. Les échantillons de zirconie ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe Contrôle - Groupe INTENSIV + pièce.à main grande vitesse avec refroidissement - Groupe SHOFU + pièce.à main grande vitesse avec refroidissement - Groupe 3M ESPE + pièce à main vitesse lente	Les procédures de polissage ont augmenté la Ra des 3 systèmes de polissage par rapport au groupe témoin (Ra= 0,52µm) : 0,73 µm pour Intensiv, 0,70 µm pour SHOFU, et 0,70 µm pour 3M ESPE				Aucuns des systèmes de polissage n'a permis de retrouver la rugosité de surface du groupe contrôle.
Goo <i>et al.</i> 2016	ZM (<i>Lava Plus High Translucency®3M ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 5 systèmes de polissage. Les échantillons de zirconie ont été usinés puis fraisés pour reproduire les ajustages occlusaux (sans glaçage).	- Groupe WZ : Fraisés en micro-grains d'oxyde d'aluminium (<i>Dura white® SHOFU</i>) + kit polissage (<i>SHOFU zirconia</i>) en 2 étapes - Groupe SZ : Polissoirs en silicone diamantés (<i>SHOFU Zirconia</i>) en 2 étapes - Groupe KZ : Polissoirs en silicone diamantés (<i>KOMET Zirconia</i>) en 2 étapes - Groupe CE : Polissoirs en silicone imprégnés de carbure de silice (<i>Ceramisté® SHOFU</i>) en 3 étapes - Groupe CM : Polissoirs en silicone diamantés (<i>Ceramaster® SHOFU</i>) en 2 étapes - Groupe contrôle	Les valeurs moyennes de Ra allaient de 0,24 µm à 0,51µm. Classement de la Ra en fonction des groupes est le suivant : KZ>WZ>SZ>CM>CE. Les valeurs de Ra de KZ, WZ et SZ étaient significativement plus élevée que celle de CE. Une différence significative entre les valeurs de Ra aussi été observée entre les groupes KZ et CM. Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes KZ, WZ et SZ dont les polissoirs sont imprégnés de diamant.	L'analyse au MEB montre qu'après fraisage avec des fraises fines en micro-grains d'aluminium, il y a des rainures profondes à la surface. Après traitement avec les différents systèmes de polissage, les surfaces sont apparues plus lisses. Les surfaces obtenues avec les systèmes de polissage SZ et KZ étaient plus lisses que celles obtenues avec les polissoirs pour le polissage de la céramique cosmétique CM et CE.			L'utilisation de polissoirs en silicone imprégnés de carbure de silice est donc la plus appropriée pour obtenir une surface lisse après retouches à la fraise diamantée.

Sandhu <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Lava® 3M ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 3 fraises de différentes granulométries utilisées pour l'ajustage occlusal. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	<p>-Groupe T : fraise diamantée en pointe à gros grains</p> <p>-Groupe M : fraise diamantée en pointe à grains moyens</p> <p>-Groupe P : fraise en carbure de tungstène</p> <p>-Groupe contrôle</p>	Les valeurs moyennes de Ra étaient de 1,235 µm pour le groupe T, 0,44 µm pour le groupe M, et -0,88 µm pour le groupe P. Les valeurs de Ra montrent une différence statistiquement significative entre les groupes. Le prépolissage de la zircone a augmenté significativement la Ra dans les groupes T et M, alors qu'elle a diminué dans le groupe P.				Les fraises en carbure de tungstène utilisées pour le fraisage de la zircone ont considérablement réduit sa rugosité de surface de la zircone, et sont donc à utiliser pour le polissage de la zircone. Les fraises en pointes diamantées, quant à elles, ont abrasé et rendu rugueuse la surface de la zircone, ce qui a donné des surfaces nécessitant une finition supplémentaire et un polissage.
Park <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Zirmon® ZIRMON DENTAL</i>) : résistance à la flexion non précisée ZT (<i>Prettau Zirconia® ZIRKONZAHN</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis polis avec du papier abrasif (pas de glaçage).	<p>-Groupe Z1 : polissoirs (2 étapes) en silicone pour zircone (<i>EVE Diacera® GARRISON</i>)</p> <p>-Groupe Z2 : polissoirs (2 étapes) en silicone diamantés pour zircone (<i>CeraGloss® EDENTA</i>)</p>	La valeur de Ra du groupe Z1 (0,65µm) ne présente pas de différence statistiquement significative avec la valeur de Ra du groupe Z2 (0,81 µm) en ce qui concerne la ZT. De même pour la ZM, le groupe Z1 (0,75µm) ne présente pas différence statistiquement significative avec le groupe Z2 (0,64µm).			L'analyse par diffraction des rayons X montre que les volumes de la phase monoclinique des deux échantillons de ZM et ZT ont augmenté lorsque le polissage a été effectué avec le système Z2. La phase monoclinique la plus importante (0,09%) a été observée lorsque le système Z2 a été appliqué sur ZM.	Les 2 systèmes de polissage utilisés sont adaptés pour un polissage adéquat de la zircone.

Bluntzer <i>et al.</i> 2019	ZM (<i>WIELAND</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Le 1 ^{er} groupe d'échantillons de zircone a été usiné puis glacé. Le 2 ^e groupe d'échantillons a été usiné, puis poli mécaniquement et glacé.	-Groupe contrôle : zircone usinée et glacée -Groupe O : kit de polissage <i>Optrafine</i> ® <i>IVOCLAR VIVADENT</i> -Groupe 4637 : kit de polissage 4637	Le groupe O obtient la valeur de Ra la plus élevée (0,43µm) alors qu'avec le groupe 4637 elle est de 0,31 µm. Le groupe contrôle a quant à lui la valeur de Ra la plus faible (0,18µm)				Les retouches doivent donc être évitées car aucun des systèmes de polissage n'a permis de retrouver une surface lisse.
Chavali <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Zenostar</i> ® <i>WIELAND</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis fraisés, pour reproduire les ajustages occlusaux, (pas de glaçage).	-Groupe 1 : <i>Ceramaster</i> ® <i>SHOFU</i> (polissoirs en silicone diamantés grains fins pour le lustrage de la céramique cosmétique) et <i>Ceramaster Coarse</i> ® <i>SHOFU</i> (polissoirs en silicone diamantés gros grains pour le prépolissage céramique cosmétique) -Groupe 2 : <i>Dialite</i> ® <i>ZR</i> <i>BRASSELER</i> (polissoirs silicone diamantés fins et moyens grains pour zircone).	Le polissage final à 15 000 (0,6µm pour le groupe 2 et 1 µm pour le groupe 1) et 40 000 t/min (1,3 µm pour le groupe 2 et 1,6 µm pour le groupe 1) a produit une Ra inférieure à celle de 5 000 t/min (2 µm pour le groupe 2 et 2,3 µm pour le groupe 1) pour les 2 groupes. Une réduction de la Ra a également été observée à chaque étape progressive.	La surface de la zircone devenue rugueuse après fraisage avec une fraise diamantée est devenue progressivement polie avec les polissoirs de chaque système. Après la première étape de polissage, les rainures apparaissent peu profondes et émoussées avec de fines rayures de surface.			L'utilisation des 2 polissoirs des 2 systèmes de polissage à une vitesse de 15 000 tr/min a permis de réduire la rugosité et d'obtenir des surfaces similaires à celles de la zircone glacée. Ils sont recommandés pour le polissage de la zircone.

Bandeira <i>et al.</i> 2017	Pas de nom de marque donné : aucune information sur le type de zircon et sa résistance à la flexion	Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	<p>-Groupe GC : groupe contrôle</p> <p>-Groupe GM : fraisage seul</p> <p>-Groupe GPK : fraisage + kit de polissage (polissoirs diamantés) pour zircon (<i>KENDA</i> en 2 étapes)</p> <p>-Groupe GPD : fraisage + kit de polissage (polissoirs diamantés) pour zircon (<i>Eve Diacera® GARRISON</i> en 3 étapes)</p>	Les groupes GPK (0,22µm) GPD (0,11µm) présentent une rugosité de surface proche de celle de GC (0,32µm), et bien inférieure à celle du groupe GM (1,27µm),	Les groupes GPK et GPD présentaient un état de surface similaire à celui de GC, sans les rainures et les défauts dans le groupe GM.			La combinaison du fraisage et polissage (des 2 systèmes de polissage) a permis d'obtenir une texture de surface conforme aux paramètres cliniques acceptables.
Zucuni <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Zenostar® WIELAND</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de l'impact du fraisage, d'un traitement thermique et du glaçage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe Gr : fraisage à la fraise diamantée gros grains</p> <p>-Groupe Gr + Ht : fraisage + traitement thermique</p> <p>-Groupe Gr + Pol : fraisage + polissage</p> <p>-Groupe Gr + Pol + Ht : fraisage + polissage + traitement thermique</p> <p>-Groupe Gr + Gl : fraisage + glaçage</p> <p>-Groupe Gr + Pol + Gl : fraisage + polissage + glaçage</p>	Le groupe contrôle (0,22µm) et les groupes Gr + Pol + Gl (0,17µm) et Gr + Gl (0,24µm) ont des valeurs qui sont similaires et nettement diminuées par rapport au groupe Gr + Pol (0,29µm). Lorsque le polissage est combiné avec le glaçage, il y a une tendance à la diminution des valeurs de rugosité.	L'analyse au MEB montre que le groupe Gr a une topographie irrégulière par rapport au groupe contrôle. Le groupe Gr + Pol a une surface lisse mais beaucoup moins lisse que les groupes Gr + Gl et Gr + Pol + Gl. Le polissage combiné au glaçage montre qu'il est possible de réduire les irrégularités pour obtenir une surface plus lisse.	Le groupe Gr + Pol présente valeur de résistance à la fatigue très élevée (651MPa). Le groupe Gr + Gl présente une valeur de résistance à la flexion assez basse (464MPa) tandis que le groupe Gr + Pol + Gl a significativement amélioré sa résistance à la flexion (540MPa) par rapport au glaçage seul (Gr + Gl) (464MPa)		Un polissage adéquat suivi d'un glaçage, après un ajustage occlusal semble être obligatoire pour une amélioration de la résistance à la flexion et obtenir un état de surface lisse.

Asli <i>et al.</i> 2019	ZM (<i>Ceramill® AMANNGIRRBACH</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de l'impact du fraisage, glaçage suivi d'un nouveau fraisage. Les échantillons de zircone ont été usinés puis fraisés, pour reproduire les ajustages occlusaux (pas de glaçage).	- Groupe C : contrôle - Groupe G : fraisage - Groupe G + GI : fraisage + glaçage - Groupe G+ GI + G : fraisage + glaçage + fraisage - Groupe G + GI + G + P : fraisage + glaçage + fraisage + polissage (polissage en 3 étapes)			La RF moyenne la plus élevée a été enregistrée dans le groupe C (567MPa) et la plus faible dans le groupe G + GI + G (265MPa). On note une différence significative entre le groupe C et les autres groupes (G (347MPa), G + GI (342MPa)) et entre le groupe G+ GI + G et le groupe G + GI + G + P (369MPa).	Le polissage des surfaces re-fraisées est indispensable afin retrouver une RF correcte.
Traini <i>et al.</i> 2014	ZM (<i>Diazir® DIADEM</i>) : résistance à la flexion comprise entre 1000 et 1200MPa	Étude en laboratoire de 2 granulométries différentes de polissoirs en silicone. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe M : contrôle - Groupe CP : prépolissage avec polissoirs en silicone à gros grains - Groupe FP : polissage fin avec des polissoirs en silicone à grains fin	Les Ra moyennes sont de 11,8µm pour M, 11,2µm pour CP, et 9,7 µm pour FP. Il existe seulement une différence significative entre les groupes M et CP par rapport à FP.	L'analyse au MEB montre que le groupe M présente une topographie très irrégulière avec des rainures profondes et un défaut central profond tandis que le groupe CP présente des rainures moins profondes et le défaut central moins profond. Le groupe FP ne présente presque plus de rainures, le défaut central largement atténué, l'état de surface semble lisse.		Le polissage avec des polissoirs en silicone à grains fin a permis de retrouver une surface quasiment lisse.

Zucuni <i>et al.</i> 2020	ZM (<i>Zircad</i> ® <i>IVOCLAR VIVADENT</i>) : résistance à la flexion < 1000MPa	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe contrôle - Groupe Gr (fraise diamantée) - Groupe Gr + Pol (polissage en 2 étapes (EVE Diacera)) - Groupe Gr + GI - Groupe Gr + Pol +GI	La Ra du groupe Gr + Pol (0,70µm) et celle du groupe Gr + Pol + GI (0,79µm) sont équivalentes et inférieures à celle du groupe Gr (1,26µm). C'est le groupe Gr + GI qui obtient la Ra la plus faible (0,55µm)	L'analyse au MEB montre que le prépolissage modifie le schéma topographique, générant des rayures et des défauts sur la surface du matériau. Le polissage et le glaçage quant à eux, permettent de retrouver un état de surface encore plus lisse que celui du groupe contrôle.	Aucun des traitements de surface n'a affecté la résistance à la flexion.	L'analyse par diffraction des rayons X montre que les traitements de surface n'ont pas déclenché de transformation de phase tétragonale en phase monoclinique.	La combinaison du système de polissage et du glaçage est préconisée afin de retrouver un état de surface optimal.
Zucuni <i>et al.</i> 2019	ZM (<i>Zenostar</i> ® <i>WIELAND</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire de 3 systèmes de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe contrôle - Groupe Gr (fraise diamantée gros grains) - Groupe Gr + Eve Diacera ® <i>GARRISON</i> (polissage en 2 étapes) - Groupe Gr + Fin (fraises diamantées grains fins et extrafins) + <i>Eve Diacera</i> ® <i>GARRISON</i> - Groupe Gr + Kg Vikin ® (polissage en 2 étapes) - Groupe Gr + Fin + Kg Viking ® - Groupe Gr + Optra Fine ® <i>IVOCLAR VIVADENT</i> (polissage en 2 étapes + pâte diamantée) - Groupe Gr + Fin + Optra Fine ® <i>IVOCLAR VIVADENT</i>	Le groupe Gr a la Ra la plus élevée (1,21µm). Toutes les procédures de polissage (associées ou non à la finition (Fin)), ont réduit la Ra, mais n'ont pas rétabli la Ra initiale. Le système Eve Diacera® <i>GARRISON</i> montre un meilleur potentiel pour lisser la surface (avec et sans finition) car il a la valeur de Ra la plus faible (0,32µm). La finition a également présenté un effet positif sur la réduction de la Ra lorsqu'elle est associée aux systèmes Kg Viking et Optrafine® (Ivoclar Vivadent)® (Ivoclar Vivadent)® (Ivoclar Vivadent) .	Le groupe Gr présente des défauts et des rayures sur la surface de l'échantillon. Toutes les procédures de polissage, associées ou non à la finition, ont permis de diminuer le nombre de rayures	Le fraisage a généré une augmentation de la RF par rapport au groupe contrôle. Les groupes de polissage/finition présentent une RF supérieure à celle du groupe Gr. La finition avant le polissage n'a eu aucun effet sur la RF en comparant les groupes avec et sans finition pour le même système de polissage (Gr+Eve = Gr+Fin+Eve ; Gr+Kg = Gr+Fin+Kg ; Gr+OP = Gr+Fin+OP)	Tous les groupes observent une augmentation de la teneur en phase monolithique par rapport au groupe contrôle. Le fraisage a généré un pourcentage plus élevé de phase m, avec une légère réduction de cette phase m après les procédures de finition/polissage	La finition avec des fraises grains fins et grains très fins comme étape supplémentaire pourrait être inutile alors que le polissage reste essentiel.

Işeri <i>et al.</i> 2010	Pas de nom de marque donné : aucune information sur le type de zircone et sa résistance à la flexion	Étude en laboratoire de l'impact du temps de fraisage avec différentes vitesses de pièce à main. Les échantillons de zircone ont été usinés, puis polis (sans fraisage ou glaçage).	<p>-Groupe contrôle</p> <p>-Groupe pièce à main (PM) grande vitesse (GV)+ fraisage continu</p> <p>-Groupe pièce à main (PM) grande vitesse (GV) + fraisage court (5s)</p> <p>-Groupe pièce à main (PM) faible vitesse (FV)+ fraisage continu</p> <p>-Groupe pièce à main (PM) faible vitesse (FV) + fraisage court (5s)</p>			<p>Le groupe contrôle à la valeur de RF la plus importante (928,4MPa). Dans le groupe PM-GV, les échantillons ont montré une RF moyenne de 878,5MPa après un prépolissage de 5s, et de 823,5MPa après un prépolissage en continu. Dans le groupe PM-FV, les échantillons ont montré une RF moyenne à la flexion de 838,9MPa après 5s de prépolissage et de 733MPa après un prépolissage en continu.</p>	Si des ajustages occlusaux sont nécessaires, il est recommandé d'utiliser des instruments à haute vitesse de façon discontinue.
--------------------------	--	---	--	--	--	---	---

<p>Dapieve <i>et al.</i> 2018</p>	<p>ZM (ZIRLUX) : résistance à la flexion aux alentours de 1200MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de l'impact du vieillessement sur la zircone. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>-Groupe contrôle -Groupe Ctrl + Sto (séchage à sec à T° ambiante pendant 2 ans) -Groupe Ctrl + Aut (autoclave) + Sto (stockage) -Groupe Ground (fraisage) -Groupe Ground + Sto -Groupe Ground + Sto + Aut</p>			<p>Le groupe Ground et tous les groupes Ctrl présentent une valeur de RF sensiblement équivalente (autour de 670MPa). En revanche les groupes Ground + Sto +Aut (845MPa) et celui Ground + Sto (772MPa) ont leur valeur de RF qui ont augmenté.</p>	<p>Le fraisage avec des fraises diamantées déclenche une transformation de phase (t-m), entraînant une teneur plus élevée en phase m (Ctrl- 0,0 %, fraisé- 10,84 %). Le vieillissement a aussi entraîné une transformation de phase, le stockage à sec pendant 2 ans affectant plus intensément l'état fritté (Ctrl Sto - 13,40 %, Ground Sto - 16,46 %). Le groupe Ctrl Aut Sto présente une plus grande susceptibilité à la transformation de phase t- m (Ctrl Aut Sto - 75,27% ; Ground Aut Sto - 40,14%).</p>	<p>Le stockage à sec de deux ans à température ambiante et le fraisage (fraises diamantées grossières) entraînent une augmentation de la teneur en phase m. Malgré la présence de 75,27 % de phase m dans le groupe Ctrl Aut Sto, les propriétés mécaniques n'ont pas été altérées. La résistance à la fatigue de la zircone n'a pas été altéré par le vieillessement et le fraisage.</p>
---------------------------------------	---	--	--	--	--	---	---	---

Chun <i>et al.</i> 2017	ZM (<i>Vita YZ® HT VITA ZAHNFABRIK</i>) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe S (fritté = contrôle) - Groupe G (glacé) - Groupe DbG (fraisé puis glacé) - Groupe GDb (glacé puis fraisé) - Groupe DbDrG (fraisé puis polissage avec kit de polissoirs en caoutchouc diamanté puis glacé) - Groupe GDbDr (glacé puis fraisé puis polissage avec kit de polissoirs en caoutchouc diamantés	Les groupes DbG et DbDrG ont les valeurs de Ra les plus élevées (respectivement 1,32µm et 1,45µm) tandis que les groupes GDb et GDbDr ont les valeurs de Ra les plus faibles (respectivement 0,61µm et 0,21µm). Le groupe G (1,12µm) juste glacé a une valeur de Ra plus élevée que le groupe S (0,72µm)	La surface du groupe S présente des rainures plus profondes que les autres groupes. La surface des groupes G et DbDrG, présente des ilots d'accumulation irréguliers de glaçure qu'il n'y a pas dans le groupe DbG. Le groupe GDb présente des pics et des rainures plus prononcés que le groupe GDbDr.		L'analyse de diffraction des rayons X montre qu'il n'y a pas eu de changement significatif dans la cristallographie de la zircon après les simulations d'ajustages cliniques.	Le polissage est donc une étape indispensable après les ajustages occlusaux afin de retrouver une surface homogène.
----------------------------	---	--	--	--	---	--	---	---

<p>Jum'ah <i>et al.</i> 2020</p>	<p>ZM (<i>DD cube ONE® DENTAL DIREKT</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p> <p>Pour les 2 autres zircons (5Y-TZP et 8-TZP) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude en laboratoire de 3 protocoles de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>3 types de zircon étudiés : 3Y-TZP, 5Y-TZP, 8-TZP</p> <p>-Groupe contrôle (fritté)</p> <p>-Groupe F : fraisage (fraise diamantée pour zircon)</p> <p>-Groupe step 1 : polissage en 1 étape (polissoir en céramique diamanté)</p> <p>-Groupe step 2 : polissage en 2 étapes (prépolissoir diamanté + polissoir diamanté haute brillance)</p> <p>-Groupe step 4 : polissage en 4 étapes (une fraise en céramique diamantée + pré-polissoir en caoutchouc diamanté + polissoir diamanté fin + une pâte à polir</p> <p>-Groupe glacé : les échantillons du Groupe F ont été polis puis glacés</p>	<p>Le groupe contrôle de la 3Y-TZP présente la Ra la plus faible (1,51µm) parmi les trois matériaux testés. Les 3 groupes F ont leur Ra qui a significativement augmenté. La Ra la plus élevée est obtenue pour le groupe F de la 8Y-TZP. Tous les protocoles de polissage ont permis de diminuer la Ra dans tous les types de zircons fraisés. Dans le groupe 3Y-TZP, le polissage/glaçage a entraîné la Ra la plus faible (0,21µm). Le protocole de polissage en 4 étapes est le plus efficace et la 3Y-TZP obtient la valeur de Ra la plus faible (0,41µm). Le protocole de polissage en 2 étapes est le moins efficace des 3. Dans le groupe 5Y-TZP, le protocole en 4 étapes a entraîné une Ra significativement plus faible (0,99µm) par rapport aux autres. Dans le groupe 3Y-TZP, le groupe glacé a la valeur de Ra plus faible (0,21mm).</p>	<p>L'analyse au MEB montre une perte de matériau dans le groupe 8Y-TZP poli et d'importants défauts de surface résiduels dans tous les groupes 8Y-TZP polis. On note une finesse de finition de surface après le polissage en 4 étapes dans les groupes 3Y-TZP et 5Y-TZP, ainsi que des fissures dans la couche de glaçure du groupe 8Y-TZP</p>			<p>L'utilisation de fraises diamantées pour zircon peut entraîner des défauts de surface profonds qui peuvent être très difficiles à polir, en particulier dans les matériaux 5Y-TZP/8Y-TZP. Par conséquent, c'est un protocole de polissage en 4 étapes qui est le plus indiqué pour le polissage des 3 types de zircon.</p>
----------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	--

<p>Alfrisany <i>et al.</i> 2019</p>	<p>ZM (<i>BruXZir</i>® <i>GLIDEWELL</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1150MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de 2 systèmes de polissage, d'un système de glaçage et d'un système d'émaillage. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>-Groupe CPZ : zircone polie de contrôle avec kit de polissage pour zircone (<i>Dialite</i>® <i>ZR BRASSELER</i> en 2 étapes) -Groupe GRZ : la zircone polie a été fraisée -Groupe RPZ : le groupe GRZ a ensuite été repoli avec un autre kit de polissage (<i>eZr</i>® <i>GARRISON</i> en 2 étapes) -Groupe GZ : des tranches de zircone non polie/frittée ont été glacées avec le système de glaçage <i>Zenostar</i>® <i>WIDELAND</i> -Groupe PVZ : des tranches de zircone frittée non polies ont été vernies avec le matériau de vernissage <i>IPS e.max</i> <i>Ceram</i>® <i>IVOCLAR</i> <i>VIVADENT</i></p>	<p>La simulation de mastication et l'interaction entre la simulation de mastication et l'état de surface ont eu un effet significatif sur la Ra. Les échantillons stratifiés en disilicate de lithium (15,22µm et glacés (13,54µm) présentent une Ra significativement plus élevée après la simulation de mastication par rapport aux valeurs initiales (PVZ -13,43 µm ; GZ - 3,7 µm). Avant la simulation de mastication, la Ra la plus faible est présentée par le groupe contrôle (1,3 µm), ce qui est similaire aux échantillons repolis (3,37 µm). Après la simulation de mastication, les échantillons fraisés (4,02 µm), repolis (4,14 µm) et de contrôle (1,43 µm) présentent des valeurs de Ra significativement inférieures à celles des échantillons stratifiés et glacés.</p>	<p>La zircone polie et repolie présente une topographie de surface plus lisse sous la zone abrasée, tandis qu'une rugosité significativement plus élevée peut être trouvée pour les échantillons glacés. Pour l'usure de la stéatite (la stéatite permet de simuler les dents antagonistes), les zones usées sont plus prononcées pour les échantillons abrasés contre le groupe contrôle, fraisé et repoli. Les groupes glacés et stratifiés ont causé une perte moindre de volume d'émail opposé. Ces résultats sont confirmés par ceux du MEB, qui montrent une zone d'abrasion significativement plus petite pour la stéatite abrasée contre la zircone glacée et stratifiée. Cependant, la stratification de la zircone sur les surfaces opposées a été partiellement enlevée par l'abrasion contre la stéatite.</p>			<p>Le polissage a un effet significatif sur la rugosité de la zircone monolithique, même si elle n'affecte pas l'usure de l'émail artificiel opposé. La stratification de la surface de la zircone affecte l'usure de l'émail artificiel opposé par rapport à la zircone polie, et l'interaction entre l'état de surface et la simulation de mastication affecte également la rugosité de la zircone.</p>
---	---	---	--	---	---	--	--	---

<p>Preis <i>et al.</i> 2015</p>	<p>ZM (<i>Cercon® HT</i> <i>PRODONTEC</i>, <i>Cercon base®</i> <i>PRODONTEC</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p>	<p>Étude en laboratoire à chaque étape de polissage d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>2 types de zircons étudiées : Cercon Base® et Cercon® HT</p> <p>-Groupe contrôle (frittage) -Groupe fraisage/prépolissage</p> <p>Puis étapes de polissage</p> <p>-Groupe polissage étape 1 -Groupe polissage étape 2 -Groupe polissage étape 3</p> <p>Après chaque étape de ce processus (frittage, prépolissage et polissage en 3 étapes), 2 échantillons de chaque matériau ont été conservés dans l'état de surface obtenu pour une étude plus approfondie. L'un des deux échantillons a été soumis à une simulation d'usure.</p>	<p>Le fraisage des surfaces frittées a significativement augmenté la Ra (environ 1,20µm de moyenne pour les 2 zircons). La Ra élevée a été réduite de manière significative après la 1^e étape de polissage pour les 2 types de zircone (environ 0,50µm). Les tests d'usure ont entraîné une légère diminution supplémentaire de la Ra, significative que pour les échantillons fraisés des 2 types zircone. Le groupe contrôle a montré des valeurs de Ra significativement plus élevées que les autres groupes. En comparant les 2 types de zircone, et les soumettant aux mêmes traitements de surface, aucune différence significative de Ra avant/ après test d'usure n'a été trouvé.</p>	<p>Les images au MEB des 2 types de zircone montrent des surfaces frittées unies avec une structure à grains fins avant le test d'usure. Les surfaces présentent de petites imperfections et des trous. Les surfaces fraisées sont rugueuses avec de profondes rainures. Après les étapes de polissage, les surfaces ont été progressivement lissées, mais certaines rainures profondes n'ont pas pu être entièrement éliminées.</p>			<p>Un polissage soigneux incluant toutes les étapes de polissage est primordial afin de réduire la rugosité de surface de la zircone polie. Il a été démonstré que l'usure exerce une influence mineure sur la rugosité de surface.</p>
-------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	---

<p>Al Hamad <i>et al.</i> 2019</p>	<p>ZM (<i>Ceramill® AMANNGIRRBACH</i>) : résistance à la flexion non précisée</p> <p>ZM translucide (<i>Zolid FX® AMANNGIRRBACH</i>) : résistance à la flexion diminuée (environ 700MPa) du fait du pourcentage de phase cubique plus important</p>	<p>Étude en laboratoire à chaque étape de polissage d'un seul système de polissage.</p> <p>Les échantillons de zircone monolithique Ceramill ont été usinés et stratifiés avec de la céramique feldspathique puis glacés (sans fraisage, prépolissage).</p> <p>Les échantillons de zircone translucide ont été usinés puis glacés (sans fraisage, prépolissage)</p>	<p>5 groupes en fonction de la zircone monolithique ou stratifiée :</p> <p>-Groupe stratifié manuellement (application de la céramique (feldspathique en couches)</p> <p>-Groupe stratifié par presse</p> <p>-Groupe stratifié par CAD/CFAO</p> <p>-Groupe monolithique opaque</p> <p>CAD/CAM</p> <p>-Groupe monolithique translucide</p> <p>CAD/CAM</p> <p>Chaque groupe a été glacés au préalable, puis a été poli en plusieurs étapes avec le système <i>Ceramisté® SHOFU</i> : prépolissage + superpolissage + superpolissage avec une pâte à polir diamantée</p>	<p>Les 3 groupes stratifiés ont une Ra plus élevée que les 2 groupes monolithiques à l'étape non glacée et aux étapes de finition et de polissage. Il n'y a pas de différence significative entre l'étape de prépolissage et les étapes de polissage pour les groupes stratifiés et les groupes monolithiques. Les valeurs moyennes de Ra sont les plus basses pour les groupes glacés, alors que les valeurs les plus élevées sont pour les groupes non glacés. Les valeurs de Ra ont augmenté à l'étape de prépolissage et diminué à l'étape de finition. Aucune différence significative entre l'étape de finition et les étapes de polissage/ superpolissage (avec et sans pâte à polir diamantée) pour les 2 types de zircone.</p>	<p>L'analyse au MEB a montré des différences morphologiques dans les 5 groupes, à toutes les étapes de finition et de polissage. Les groupes glacés présentent des textures de surface homogènes, tandis que les groupes non glacés présentent de nombreuses porosités et rayures sur l'ensemble des échantillons</p>			<p>Le polissage</p> <p>L'utilisation d'une pâte de polissage diamantée, quelque que soit le type de zircone (monolithique ou stratifiée) n'a apporté aucune amélioration significative de la rugosité de surface de la ZM ou de la ZT.</p>
--	---	---	--	---	---	--	--	--

<p>Hmaidouch <i>et al.</i> 2014</p>	<p>Pas de nom de marque donné : aucune information sur le type de zircon et sa résistance à la flexion</p>	<p>Étude en laboratoire prépolissage et du polissage sur des échantillons de zircon stratifiés et glacés ou seulement glacés après usinage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>-Groupe 1 : glaçage après usinage -Groupe 2 : stratification puis glaçage après usinage</p> <p>Chaque groupe a été fraisé en 3 étapes et poli en 3 étapes</p>	<p>La Ra des 2 groupes a augmenté de manière significative après utilisation du prépolissoir gros grains (12,57µm pour le groupe 1 et 24,13µm pour le groupe 2). Ensuite, la Ra a diminué de manière significative après utilisation du prépolissoir grains moyens (5,53µm) et fins (3,76µm) uniquement dans le groupe 1. Cependant, la Ra dans le groupe 2 a diminué de manière significative uniquement après utilisation du prépolissoir grains moyens (15,03µm). Après utilisation du prépolissoir grains fins (13,51µm), aucune différence significative n'a été observée dans le groupe 2. Grâce aux polissoirs grains moyens (2,96µm pour le groupe 1 et 10,24µm pour le groupe 2) et fins (2,41µm pour le groupe 1 et 8,10µm pour le groupe 2), la Ra a été réduite de manière significative dans les 2 groupes.</p>	<p>L'analyse au MEB montre que les surfaces du groupe 1 fraisées avec une fraise diamantée gros grains présentent des rainures moins profondes après l'utilisation des 2 fraises (moyens grains et grains fins) et après l'utilisation du polissoir gros grains. Les surfaces du groupe 2 fraisées avec des fraises diamantées gros grains présentent des stries et des rainures. Après le polissage, les traces de stries et rainures subsistent mais ont été lissés et légèrement arrondis.</p>			<p>Le prépolissage en 3 étapes et le polissage en 3 étapes de la zircon stratifiée est indispensable pour obtenir à nouveau un état de surface plus lisse par rapport à la zircon seulement glacée.</p>
-------------------------------------	--	---	--	--	---	--	--	---

Linkevicius et al. 2020	ZM (Lava® 3M ESPE®) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	-Groupe contrôle -Groupe Co : polissoir gros grains (CeraGlaze® NTI) -Groupe F : polissoir grains fins (CeraGlaze® NTI) -Groupe SF : polissoir grains très fins (CeraGlaze®NTI) -Groupe PP : pâte à polir	La Ra la plus faible a été obtenue dans le groupe PP (0,054µm). La comparaison de la Ra entre les groupes a montré des différences statistiquement significatives. La Ra la plus élevée a été obtenue par le groupe contrôle (0,525µm), puis le groupe Co et F qui ont des valeurs de Ra équivalentes (respectivement 0,252µm et 0,196µm). Enfin, le groupe SF a une valeur de Ra de 0,114µm)	Le groupe contrôle présente une topographie de surface grossière par rapport aux groupes Co, S, SF qui montre des structures similaires caractérisées par des rainures longitudinales droites. Les rainures ont diminué en nombre et sont devenues moins profondes dans les groupes Co et SF. Le groupe PP présente une surface entièrement lisse et homogène dépourvue de stries et de rainures.			Le kit de polissage CeraGlaze® NTI permet de retrouver un état de surface correct et la pâte à polir permet de perfectionner l'état de surface et d'obtenir une surface quasiment lisse.
Alkimavicius et al. 2018	ZM (Lava® 3M ESPE) : résistance à la flexion non précisée	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	-Groupe contrôle -Groupe Co : polissoir gros grains (CeraGlaze® NTI) -Groupe F : polissoir grains fins (CeraGlaze® NTI) -Groupe SF : polissoir grains très fins (CeraGlaze® NTI) -Groupe PP : pate de polissage	Le groupe contrôle a enregistré la valeur la plus élevée de Ra moyenne (environ 0,525 µm). La valeur la plus faible est obtenue par le groupe PP (0,054 µm). On note aucune différence significative entre les groupes Co (0,25µm) et F (0,20µm) par rapport aux autres groupes. Le groupes SF obtient une valeur de Ra de 0,12µm	Le groupe contrôle présente des stries parallèles tandis que le groupes Co présente des stries plus nombreuses avec quelques rainures profondes. Dans le groupe F les stries sont toujours présentes mais les rainures moins marquées. Dans le groupe SF les rainures profondes ont disparu pour laisser place à des stries moins nombreuses et plus espacées. Le groupe PP présente une surface lisse dépourvue de stries et de rainures.			Le kit de polissage CeraGlaze® NTI permet de retrouver un état de surface correct et la pâte à polir permet de perfectionner l'état de surface et d'obtenir une surface quasiment lisse.

<p>Botelho <i>et al.</i> 2018</p>	<p>ZM (<i>Cercon base</i>® <i>PRODONTEC</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de différentes techniques de polissage : des fraises (diamantées et en carbure de tungstène) des polissoirs silicone et air abrasion avec particules d'alumines. Les échantillons de zircone ont été usinés seulement (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>2 groupes étudiant la résistance à la flexion et la rugosité de surface : -Groupe étudiant la résistance à la flexion : divisé en 11 sous-groupes : *groupes A à B : fraise diamantée gros grains seules + air abrasion pour le groupe E *groupes C à E : fraise diamantée gros grains + fraises de finition en carbure de tungstène + air abrasion pour le groupe E *groupe F : fraise diamantée grains fins *groupes G à J : fraises en carbure de tungstène de finition + air abrasion pour les groupes H et J *groupe K : contrôle -Groupe étudiant la rugosité de surface : divisés en 13 sous-groupes *groupe 1 : fraise diamantée gros grains seule *groupes 2 et 3 : fraise diamantée gros grains, fraise de finition en carbure de tungstène *groupes 4 : fraise diamantée gros grains + 2</p>	<p>Le groupe 1 a la Ra moyenne la plus élevée de tous les groupes. Les groupes 2-4, 8-9 et ont une Ra moyenne significativement plus faible que les groupes avec les fraises diamantées grossières seules. Les groupes 6-9 ont eu une Ra moyenne supérieure à groupe 13. L'abrasion seule (groupe 10) a laissé une surface plus rugueuse que le contrôle, mais après polissage (groupe 11 et 12) les surfaces sont devenues moins rugueuses que le groupe 13.</p>		<p>Les groupe A et F n'ont pas eu une baisse significative de RF par rapport au groupe K (864MPa). Le groupe C (366MPa) et D (285MPa) ont les valeurs de RF moyenne les plus faibles. L'air abrasion a permis d'augmenter la RF moyenne des échantillons des groupes E, H et J) et de la ramener à la valeur du groupe K, mais n'a pas eu d'impact significatif sur la RF du groupe B (822MPa) par rapport au groupe A (801MPa)</p>		<p>Les fraises en carbure de tungstène ne sont pas recommandées pour la finition de la zircone en raison d'affaiblissement significatif de la RF de la zircone, malgré la production de surfaces lisses. L'air abrasion permet de restaurer la résistance à la flexion de la zircone et semble donc être recommandé avant un polissage soigneux.</p>
---------------------------------------	---	---	---	---	--	---	--	--

			<p>fraises de finition en carbure de tungstène</p> <p>*groupe 5 : fraise diamantée grains fins</p> <p>*groupe 6 et 7 : fraise diamantée grains fins + fraises de finition en carbure de tungstène</p> <p>*groupes 8 et 9 : fraise de finition en carbure de tungstène</p> <p>*groupes 10 : air abrasion</p> <p>*groupe 11 : air abrasion + polissage avec des polissoirs en silicone</p> <p>*groupe 12 : air abrasion + polissage avec des polissoirs en caoutchouc (pour céramique cosmétique)</p> <p>*groupe 13 : contrôle</p>					
--	--	--	---	--	--	--	--	--

<p>Caglar <i>et al.</i> 2018</p>	<p>ZM (<i>Katana Zirconia® HT KURARAY</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1200MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de 3 systèmes de polissage Les échantillons de zirconium ont été usinés puis prépolis une 1^e fois avec une fraise en carbure de silicium puis une 2^e fois avec du papier abrasif afin de normaliser la rugosité de surface des échantillons (pas de glaçage).</p>	<p>-Groupe C : contrôle -Groupe G : prépolissage -Groupe M : polissage avec le kit <i>MEISINGER</i> (en 3 étapes) -Groupe E : polissage avec le kit <i>Eve Diacera®</i> <i>GARRISON</i> (en 3 étapes) -Groupe P : polissage avec le kit <i>EVE Diapol® EVE</i> (en 3 étapes)</p>	<p>Les valeurs de Ra les plus élevées ont été obtenues pour le groupe G (1,77 µm). Tous les systèmes de polissage ont présenté une surface significativement plus lisse que le groupe G. Parmi les 3 systèmes de polissage, le groupe M (0,28µm) et le groupe E (0,28µm) présentaient une surface plus lisse que le groupe P(0,78µm), malgré le fait que le groupe M et E ne présentent aucune différence significative.</p>	<p>L'analyse au MEB montre que le processus de prépolissage et de polissage modifie le motif topographique. Pour le groupe contrôle, on observe des textures périodiques. Le prépolissage avec une fraise diamantée a créé des rayures parallèles. Les surfaces ont été progressivement lissées après l'utilisation des systèmes de polissage. Toutes les surfaces de polissage ont présenté des images similaires, cependant, certaines rainures de prépolissage profondes n'ont pas pu être entièrement éliminées, et certaines striations ont été observées pour le groupe P.</p>		<p>Les données indiquent que le prépolissage et aucun des systèmes de polissage n'ont provoqué l'apparition de transformations de phase dans les échantillons de zirconium</p>	<p>Les 3 systèmes de polissage semblent être adéquats pour un polissage fins des surfaces prépolis.</p>
--------------------------------------	---	---	---	--	--	--	--	---

<p>Preis <i>et al.</i> 2015</p>	<p>ZM (<i>Cercon® HT</i> <i>PRODONTEC</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p>	<p>Étude en laboratoire de systèmes de polissage en 2 et 3 étapes. Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>-Groupe contrôle : échantillons frittés -Groupe fraisage -Groupe polissage divisé en 4 sous-groupes selon le kit de polissage utilisé : *kits de polissage intra- oraux en 3 étapes : <i>CeraGlaze® NTI,</i> <i>Zenostar® WIELAND,</i> <i>Optrafine® IVOCLAR</i> <i>VIVADENT, Komet</i> <i>Ceramic kit® BRASSELER</i> * kits de polissage en 2 étapes : <i>Komet zirconia</i> <i>kit® BRASSELER,</i> <i>Diacera® EVE, BruxZir®</i> <i>GLIDEWELL,</i> <i>CeraMaster® SHOFU,</i> <i>Zircovis®KENDA All</i> <i>Ceramic® KENDA</i> *kits techniques en 3 étapes composés de polissoirs : <i>Zirconia</i> <i>polishers® ZIRKONZAHN,</i> <i>Diaceram® DIASWISS</i> *kits techniques en 2 étapes composés de polissoirs uniquement : <i>Zirconia polishers®</i> <i>MEISINGER, Dia blue O-</i> <i>Cera® TOPDENT</i></p>	<p>Tous les systèmes de polissage ont permis de réduire la valeur de Ra dès la première étape, en comparaison au groupe fraisage qui a la valeur de Ra la plus élevée (1,22µm). Cependant, les 2 étapes pour les systèmes à 2 étapes et les étapes 2 et 3 pour les systèmes à 3 étapes ne diffèrent pas de manière significative (sauf pour un système à 2 étapes <i>Allceramic® NTI</i>). En comparant les différents systèmes, les Ra moyennes après l'étape 1 varient entre 0,11 µm et 0,85 µm, montrant des différences significatives. Après le polissage final, la Ra la plus basse (0,06 µm) a été trouvée dans le système à 2 étapes pour deux kits techniques et la Ra significativement la plus élevée (0,65 µm) pour un système intra-oral en 2 étapes (<i>AllCeramic® NTI</i>). Après une augmentation significative de Ra par le prépolissage, la 1^e étape de polissage a réduit</p>				<p>La majorité des kits de polissage ont été efficaces pour réduire la rugosité de surface de la zircone. Les systèmes en 2 et 3 étapes ont donné de bons résultats peuvent être recommandés pour le reglaçage des surfaces retouchées.</p>
---------------------------------	---	---	---	--	--	--	--	---

				significativement la Ra pour la plupart des systèmes (sauf : Zenostar® WIELAND, AllCeramic® NTI, ZIRCOVIS), variant largement entre 0,77µm et 5,60µm. Après le polissage final, un kit intraoral en 2 étapes (CeraGlaze® NTI) et les kits techniques ont les valeurs les plus basses (sauf pour un système intra oral en 2 étapes (DIACERA), la Ra finale était similaire ou même inférieure à celle du groupe contrôle.				
Lee et al. 2019	ZM (Prettau® ZIRKONZAHN) : résistance à la flexion aux alentours de 1200MPa	Étude en laboratoire d'un seul système de polissage. Les échantillons de zircon ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage). Ils ont été usinés de façon à avoir des irrégularités de surface afin de simuler les ajustages occlusaux	- Groupe contrôle : fraise diamantée gros grains pour zircon - Groupe 1 : fraise diamantée gros grains pour zircon + polissage (NTI Ceramic Polisher) - Groupe 2 : fraise diamantée grains fins pour zircon + polissage - Groupe 3 : fraise diamantée grains fins pour zircon	Les groupes 1 et 2 (0,38µm et 0,27µm respectivement), polis après fraisage, présentent des surfaces lisses, tandis que le groupe contrôle (0,48µm) et le groupe 3 (0,41µm), non polis, présentent des surfaces rugueuses.		La résistance à la flexion des différents groupes est présentée dans l'ordre suivant : groupe 2 (1216MPa) ≥ groupe 1 (1209MPa) ≥ groupe 3 (1159 MPa) ≥ groupe contrôle (1076MPa). Le groupe contrôle présente une RF significativement plus faible que les groupes 1 et 2 polis. Cependant, dans le cas des groupes avec une fraise fine (polis ou non), aucune différence significative de RF n'a été trouvée.	Tous les groupes qui ont été fraisés et polis présentent une transformation de phase monoclinique. Le groupe contrôle, fraisé avec une fraise grossière et non poli, présente le taux le plus élevé de transformation monoclinique par rapport aux groupes 1 et 2.	Il convient d'effectuer un processus de polissage après le prépolissage car l'utilisation d'une fraise diamantée gros grains augmente la rugosité de surface et provoque une transformation de phase réduisant ainsi la résistance à la flexion.

<p>Hatanaka <i>et al.</i> 2020</p>	<p>ZM (Prettau® ZIRKONZAHN) : résistance à la flexion aux alentours de 1200MPa</p> <p>ZM translucide (Prettau Anterior® ZIRKONZAHN) : résistance à la flexion diminuée (environ 700MPa) du fait du pourcentage de phase cubique plus important</p>	<p>Étude de l'impact du glaçage et du vieillissement (à l'autoclave) sur 2 types de zircons.</p> <p>Les échantillons de zircone ont été usinés et prépolis pour normaliser la rugosité de surface des échantillons (pas de glaçage).</p>	<p>2 types de zircons (Prettau et Prettau Anterior) et pour chaque type, il y a 5 sous-groupes :</p> <p>-Groupe contrôle (avec et sans vieillissement) : uniquement glacé</p> <p>-Groupe Gr (avec et sans vieillissement)</p> <p>-Groupe Gr + Pol + Gl (avec et sans vieillissement)</p> <p>-Groupe Gr + Gl (avec et sans vieillissement)</p> <p>-Groupe Gr + Pol (avec et sans vieillissement)</p>	<p>La zircone P Anterior, indépendamment du vieillissement, a montré que le fraisage a produit les valeurs de Ra les plus élevées. Le groupe Gr obtient une valeur de Ra de 5,10µm alors que le groupe Ctrl a une valeur de Ra de 0,36µm. Le polissage et le glaçage ont permis de réduire la Ra par rapport au groupe Gr. Ainsi les groupes Gr + Pol (2,29µm), Gr + Gl (1,21µm), Gr + Pol + Gl (0,62µm) ont vu leur Ra diminué par rapport au groupe Gr. Le vieillissement n'a pas modifié la Ra des échantillons Prettau sauf pour le groupe Gr + Pol. Pour les échantillons des groupes P Anterior, le vieillissement a permis de diminuer la Ra dans tous les groupes.</p>	<p>La zircone Prettau présente une distribution granulométrique plus homogène, alors que la zircone P Anterior présente un profil mixte de grains plus grands et plus petits. La comparaison entre les groupes vieillis et non vieillis révèle une couche de dégradation dans les groupes vieillis Gr et Gr + Pol qui est plus significative dans le groupe Gr. L'application de la glaçure (groupes Ctrl, Gr + Pol + Gl et Gr + Gl) a protégé la zircone Prettau contre les effets du vieillissement.</p>	<p>Indépendamment du vieillissement, la zircone Prettau présente une augmentation significative de la RF après le prépolissage et le polissage. Dans le groupe Gr + Gl (569MPa), les valeurs de RF sont similaires à celles du groupe contrôle (583MPa). En revanche, lorsque la glaçure est appliquée après le prépolissage et le polissage (groupe Gr + Pol + Gl = 815MPa), la RF est supérieure à celle du groupe contrôle, mais inférieure à celle des groupes Gr (1147MPa), Gr + Pol + Gl (815MPa), Gr + Gl (569MPa) et Gr + Pol (1210MPa). Les groupes avec la zircone Prettau Anterior Gr + Gl (427MPa), Gr + Pol + Gl (404,2MPa), Gr + Pol (443,7MPa) et Gr (435,9MPa) présentent des valeurs moyennes moins élevées que celle du groupe contrôle (484MPa). Le vieillissement artificiel a augmenté la résistance à la flexion de la zircone Prettau</p>		<p>Les différents traitements de surface n'ont pas eu les mêmes effets en fonction du type de zircone (Prettau et P Anterior). Il convient donc d'adapter les protocoles de prépolissage et de polissage en fonction du type de matériau de la restauration.</p>
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

						mais n'a pas eu d'effet sur la RF de la P Anterior		
Fontolliet <i>et al.</i> 2020	ZM translucide (<i>Zenostar</i> ® <i>WIELAND</i>) : résistance à la flexion de 1400MPa	Étude du prépolissage et de différentes techniques de polissage Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).	- Groupe UG : contrôle - Groupe G : glaçage - Groupe BG : prépolissage avec des fraises diamantés gros grains + polissage avec des polissoirs en carbure de silicium - Groupe CG : prépolissage avec des fraises diamantés gros grains + polissage avec du papier abrasif recouvert d'uréthane avec des grains d'oxyde d'aluminium	La Ra était la plus faible pour le groupe UG (0,014 µm) et la plus élevée pour CG (0,806 µm). Classement par ordre croissant de Ra : UG < BG < G < CG. Le groupe CG a montré la Ra la plus élevée. Tous les groupes ont présenté des différences significatives en ce qui concerne la Ra, à l'exception des groupes UG et G.	Les images obtenues au MEB présentent les surfaces les plus lisses pour le groupe G, alors que les rainures de polissage sont les plus profondes sur les échantillons du groupe CG, suivi par le groupe BG, et enfin le groupe UG.			Le polissage avec du papier abrasif recouvert d'uréthane avec des grains d'oxyde d'aluminium n'est pas recommandé pour le polissage de la zircone. En revanche le polissage avec des polissoirs en carbure de silice est largement recommandé pour un polissage soigneux de la zircone.

<p>Preis et al. 2012</p>	<p>ZM (<i>Cercon base</i>® <i>PRODONTEC</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p> <p>ZM (<i>Cercon</i>® <i>HT</i> <i>PRODONTEC</i>) : résistance à la flexion aux alentours de 1250MPa</p> <p>ZM (<i>Lava</i>® <i>3M</i> <i>ESPE</i>) : résistance à la flexion non précisée</p>	<p>Étude d'un seul système de polissage et de l'impact d'un second</p> <p>Les échantillons de zircone ont été usinés (sans fraisage, prépolissage ou glaçage).</p>	<p>-Groupe <i>Cercon</i>® <i>HT</i> divisé en 4 sous-groupes : *groupe 1 : polissage *groupe 2 : polissage + fraisage *groupe 3 : polissage + fraisage + polissage *groupe 4 : sablage + glaçage</p> <p>-Groupe <i>Cercon base</i>® divisé en 3 sous-groupes : *groupe 1 : polissage *groupe 2 : polissage + fraisage *groupe 3 : polissage + fraisage + polissage</p> <p>-Groupe <i>Lava</i>® divisé en 3 sous-groupes *groupe 1 : polissage *groupe 2 : polissage + fraisage *groupe 3 : polissage + fraisage + polissage</p>	<p>La Ra de la zircone est similaire après le polissage (groupes 1) pour la <i>Cercon</i> <i>base</i>® (0,07 µm) et la <i>Cercon</i>® <i>HT</i> (0,06 µm), alors que pour la Lava (0,20µm) elle Ra est plus élevée. La Ra augmente nettement après le polissage et le fraisage (groupe 2) : la Ra la plus élevée étant pour la <i>Cercon</i>® <i>HT</i> (1,18µm), suivi de la <i>Cercon base</i>® (0,94 µm), puis de la Lava (0,85 µm). Le groupe 4 de la <i>Cercon</i>® <i>HT</i> (0,15µm) a montré une Ra comparable à celle du groupe 3 de <i>Cercon</i> <i>base</i>® et de la zircone Lava.</p>				<p>Le polissage après retouches à la fraise diamantée est indispensable afin de diminuer la rugosité de surface et ce pour les 3 marques de zircone étudiées.</p>
------------------------------	--	--	---	---	--	--	--	---

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.

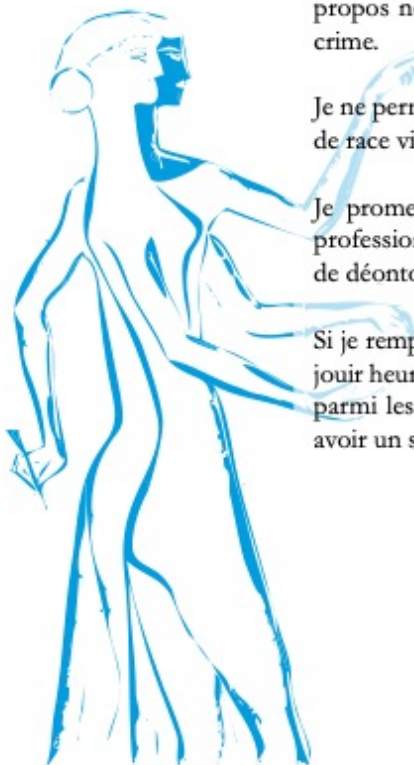
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

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 : Les effets du polissage sur les restaurations en zircone : une revue systématique de la littérature

Résumé : Avec le développement d'une dentisterie tout céramique, la zircone est devenue une céramique de choix dans les restaurations prothétiques. Malgré un usinage précis, il reste inévitable pour le chirurgien-dentiste de retoucher l'occlusion après assemblage de la restauration en bouche. **Objectif :** (1) examiner les effets des différents systèmes de polissage sur les différents types de zircone, sur leurs propriétés physico-chimiques et mécaniques respectives, après retouche à la fraise. (2) Déterminer le procédé de polissage idéal de la zircone après assemblage dans le but d'un état de surface et d'une condition mécanique optimaux. **Matériels et méthodes :** une revue systématique de la littérature a été réalisée selon les recommandations PRISMA. Les bases de données PubMed, DOSS et Scopus ont été consultées. Une sélection a été faite tenant compte de questions de recherche bien définies et de critères bien établis. Une évaluation des risques de biais a été réalisée sur l'ensemble des études. **Résultats et discussion :** 44 études ont été retenues. La majorité des études ont mis en avant un réel bénéfice du polissage après retouche à la fraise sur la zircone monolithique. Il existe néanmoins peu d'études démontrant le réel bénéfice du polissage sur la zircone stratifiée. **Conclusion :** Le polissage permet, la plupart du temps, d'accroître non seulement la résistance à la flexion de la zircone mais aussi d'abaisser sa rugosité de surface afin de retrouver une surface plane sans défauts structurels. Aucune conclusion ne peut être tirée de cette étude faute de preuves évidentes démontrant la supériorité d'une procédure de finition et de polissage par rapport à un type de zircone donné, et ce, malgré les recommandations fabricants que l'on peut retrouver. D'autres études devront être réalisées afin d'amener des éléments de réponse concernant le système de polissage idéal.

Mot clés : Zircone, Finition, Polissage, Résistance à la flexion, Transformation de phase, Rugosité de surface, Topographie de surface

Title: The effects of polishing on zirconia restorations: a systematic review of the literature

Abstract: Aim: With the development of all-ceramic dentistry, zirconia has become the ceramic of choice in prosthetic restorations. Zirconia, remarkable by its properties, must present requirements related to its intrinsic properties, in particular its surface state, which conditions its mechanical properties as well as its surface characteristics. Despite precise machining, it remains unavoidable for the dental surgeon to retouch the occlusion after assembly of the restoration in the mouth. However, it is difficult to find a perfectly efficient polishing system for a given type of zirconia, as there are so many different systems and tools. The objective of our study is to investigate the effects of different polishing systems on the different types of zirconia and their respective physicochemical and mechanical properties, as well as to determine the ideal polishing process for optimal polishing of zirconia after assembly. **Material and method:** This is a systematic review of the literature performed according to PRISMA recommendations. The PubMed, DOSS and Scopus databases were searched. A selection was first made by reading the titles and abstracts and then by reading the full texts. Studies meeting the inclusion criteria were included, and risk of bias assessment was performed on all studies. **Results:** Most of the studies showed a real benefit of polishing after step milling on monolithic zirconia. However, there are few studies showing a real benefit of polishing on layered zirconia. **Conclusion:** In most cases, polishing not only increases the bending strength of the zirconia, but also lowers its surface roughness to achieve a flat surface without structural defects. No conclusion can be drawn from this study due to the lack of clear evidence demonstrating the superiority of a finishing and polishing procedure over a given type of zirconia, despite the manufacturers' recommendations. Further studies will be required to provide answers regarding the ideal polishing system.

Keywords: Zirconia, Finishing, Polishing, Flexural strength, Phase transformation, Surface roughness, Surface topography