

République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD

FACULTE DE MEDECINE

DR. B.BENZERDJEB – TLEMEN



جامعة أبو بكر بلقايد

كلية الطب

د.ب.بن زرجب – تلمسان

DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE**

Thème :

Intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie :

Revue systématique de la littérature

Présenté par :

BOUKHEDDA Yasmina

BENZIADI Thouria

BENABDERRAHMAN Hanane

Déposée le 27 Octobre 2021

Le Jury :

PR MESLI. A

Maitre de conférence A en pathologie et chirurgie buccal
CHU Tlemcen.

Président

DR BOUDJELLAL. Y

Maitre-assistant en odontologie conservatrice
endodontie.

Examineur

DR REGAGBA. D

Maitre de conférences B en Epidémiologie.

Examineur

PR HENAOUI. L

Professeur en épidémiologie.

Encadrant

Dr ALLAL. N

Maitre-assistant en odontologie conservatrice
endodontie.

Co-Encadrant

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

A Notre Directeur de Mémoire Professeur HENAOUI.L Professeur en Epidémiologie

Nous avons été très honorées en acceptant la Direction de notre mémoire.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans votre aide et encadrement, nous vous remercions pour la qualité de votre encadrement exceptionnel, pour votre patience, votre rigueur et votre disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Que ce travail soit l'occasion pour nous de vous témoigner notre gratitude et notre profond respect. Nous sommes très fières d'avoir travaillé avec vous et de soutenir ce mémoire.

A Notre Co-Encadreur Docteur ALLAL.N Maitre/Assistante en Odontologie Conservatrice Endodontie

Nous tiendrions à vous remercier pour votre disponibilité et vos précieux conseils pendant la rédaction de ce mémoire. Merci pour votre pédagogie et votre enthousiasme, nous avons su apprécier la qualité de votre enseignement et de votre Co-encadrement pendant les vacances cliniques tout au long de nos études.

Veillez trouver dans ce mémoire, le témoignage de notre profonde gratitude.

A notre Président de jury : Professeur A. MESLI
Maitre de conférences A en pathologie et chirurgie buccal

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury de mémoire.

Veillez trouver ici l'expression de notre plus profond respect pour votre qualité d'enseignement.

A notre juge : Docteur Y. BOUDJELLAL
Maitre-assistant en odontologie conservatrice endodontie

Nous vous remercions sincèrement pour la gentillesse avec laquelle vous avez accepté de siéger parmi notre jury nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement que vous nous avez prodigué durant nos études.

Veillez trouvez ici le témoignage de notre sympathie et notre profond respect.

A notre juge : Professeur D. REGAGBA
Maitre de conférences B en épidémiologie

Nous tenons à vous remercier d'avoir accepté de participer au jury de notre mémoire, d'évaluer et d'enrichir ce travail.

Veillez trouver par ce travail le témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Dédicaces

Avant tout merci à Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux à qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, à qui je dois ma vie, ma réussite et en qui j'ai un profond respect, mon père : **Mohamed Ettayeb**.

A la femme qui m'a donné la vie, le symbole de la tendresse, qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère **Hadja**.

Je ferai mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.

A ma chère sœur **Fatma** et mon cher frère **Bachir** qui n'ont cessé de me conseiller, m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études. Que dieu vous protège et vous offre la chance, le bonheur et la réussite.

A mon adorable petite sœur mon ange **Hadjer** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Je t'aime.

A **ma grande famille, ma grand-mère, mes oncles, mes tantes, et mes cousins**. Que dieu vous donne une longue et joyeuse vie.

A mes chères amies : **Lamia, Amina, Narimane, Mansoura, Roumeissa, Hanane, Ikram, khadidja** et les amies que j'ai connu jusqu'à maintenant. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Merci pour votre amour et vos encouragements.

Merci à **moi-même** de m'être supporter et de n'avoir rien lâché, je suis fier de moi.

Sans oublier mon binôme ma moitié ma chère **Yasmina** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet et ces 6 ans. Ton amitié m'a été précieuse et nos éclats de rire indispensables. Merci pour tous les bons moments et les beaux souvenirs qu'on a passé ensemble

BENZIADI Thouria

Avant tout c'est grâce à Dieu que nous en sommes là.

A mes parents très chers parents : Mohammed et Messaouda, Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien tout au long de mes études. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et vous protège de tout mal.

A mes très chères sœurs : Sabrina Naima, un merci bien appuyé et plein de sincérité pour votre soutien, vos encouragements. Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant vous protège.

A mon frère : Hicham, Je te souhaite bien mieux que ma réussite, avec l'accord de notre Dieu tout puissant. Que Dieu le tout puissant te protège.

A mon adorable nièce : Lyna, Un jour tu apprendras à lire et tu comprendras à quel point je t'aime. Voici ces quelques lignes pour toi, car j'ai à cœur de remercier les petits et les grands. Et si Dieu veut, petite tu deviendras grande et tu seras comblée de réussite. Que dieu te protège ma princesse.

A mon beau-frère Amine, je te remercie énormément pour tes encouragements et je te souhaite que de bonheur.

A ma grande famille, ma grande mère, mes oncles, mes tantes, A tout ce qui fait de nous une famille, à tous ces liens forts qui nous unissent. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.

A ma binôme, et ma très chère amie : Thouria, de tout. De bricolage, de shopping, de fête, de voyages. Te connaître était la meilleure chose qui m'est arrivée durant mon cursus universitaire, ton amitié est tellement précieuse à mes yeux. Je te souhaite que de bonheur.

A Mélissa BouabdAllah, J'étais ravie de te connaître, sur des circonstances où le hasard a bien fait les choses. Merci pour tes conseils, beaucoup de bonheur dans tes études.

A mes amies, Naima, Ikram, Marwa, Nawal, Soumia, Kwather, Amina, Ikram, Narimène, pour votre amitié si précieuse.

A moi-même, je suis fière de toi.

BOUKHEDDA Yasmina

Je dédie cet humble travail à la mémoire de mon père décédé, le meilleur des pères **MOURADJ** qui m'a toujours soutenu et protégé, que Dieu te fasse miséricorde

A ma chère mère **FATIMA**, pour les sacrifices et les encouragements tout au long de mes études et pour sa patience ; que Dieu la protège pour moi

A mes chers frères **YOUCEF** et **MOHAMED**

A ma chère sœur **ZINE WISSAM**, merci énormément pour ton précieux soutien, merci pour ton grand cœur ; je te souhaite mon âme un avenir radieux plein de réussite

A mes chères amies de loin ou de près et mes cousins, pour leur soutien moral et leur motivation

Aux membres de mon équipe, **LES SECOURISTES VOLONTAIRES** de la Protection Civile à Mechria

Aux membres de **L'ASSOCIATION CULTURELLE TAFRA** à Mechria, je vous souhaite le succès.

BENABDERRAHMANE Hanane

Liste d'abréviations

AAP: Asymptomatic Apical Periodontitis

BC: BioCeramic

BCC: BioCeramic Cône

BCS: BioCeramic Sealer

CS-BG: Canal Sealer- Glass Based

CSH: Hydrated Calcium Silicate

CH: Calcium Hydroxide

CLSM: Confocal Laser Scanning Microscope

DPC: Direct Pulp Capping

ES-BCRR: EndoSequence BioCeramic Root Repair

GMTA: Grey Mineral Trioxide Aggregate

GP: Gutta Percha

hDPC : human Dental Pulp Cells

hSCAP: human Stem Cells from the Apical Papilla

iRoot FS: iRoot Fast Set

Laser Er:YAG :Laser Erbium Yttrium Aluminium Garnet

Laser Nd: YAG: Laser Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet

LB: LactoBacillus

Micro-CT: Micro Computed Tomography

MS: Mutans Streptococci

MTA: Mineral Trioxyde Aggregate

PD: Pain During root canal obturation

PH: Potential Hydrogen

PI: Pain Immediately after root canal obturation

PLGA: poly (glycolic)-poly (lactic acid)

PRISMA: Proposed Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

PP: Postoperative Pain

POBS: Push-Out Bond Strength

RCO : Root Canal Obturation

SNDL : System National de Documentation en Ligne

WMTA: White Mineral Trioxyde Aggregate

Liste des figures

Figure 1: ProRoot ® MTA. 4

Figure 2: Retro MTA®..... 5

Figure 3: Biodentine®..... 6

Figure 4: BioAggregate®..... 7

Figure 5: EndoSequence® Root Repair Material..... 8

Figure 6: Endosequence® BC Sealer..... 9

Figure 7: Nishika Canal Sealer BG® (CS-BG)..... 10

Figure 8: Diagramme de flux du nombre total d'articles sélectionnés..... 17

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des ciments hydrauliques en fonction de leur utilisation spécifique en endodontologie	2
Tableau 2: Classification des ciments hydrauliques en fonction de leur chimie	2
Tableau 3: Récapitulatif des articles exclus (n=387)	18
Tableau 4 : Nombres et justification des articles exclus.	18
Tableau 5: Tableau d'extraction des données.	19
Tableau 6 : Résultats de la biocompatibilité.....	36
Tableau 7: Résultats des propriétés antibactériennes.	38
Tableau 8: Résultats des propriétés antalgique.	40
Tableau 9: Résultats de la cicatrisation.	43
Tableau 10: Résultats de l'étanchéité.	54
Tableau 11: Résultats de la résistance à la fracture.....	64
Tableau 12: Résultats de la pénétration.....	66
Tableau 13: Résultats de la température.....	69

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces	iii
Liste d'abréviations	vi
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	ix
Table des matières	x
1 Introduction	1
2 Matériels et méthodes	13
2.1 Type d'étude	13
2.2 Objectif principal	13
2.3 Population de l'étude	13
2.4 Critères d'inclusion	13
2.5 Critères d'exclusion	13
2.6 Sources des données	14
2.7 Stratégies de recherche	14
2.8 Fiche d'extraction des données	15
3 Résultats et discussions	16
3.1 Résultats des différentes phases de recherche d'articles pour la revue systématique	16
3.2 Analyse des articles inclus	19
3.3 Résultats et discussion des études	36
3.3.1 Propriétés biologiques	36

3.3.1.1	Biocompatibilité	36
3.3.1.1.1	Résultat	36
3.3.1.1.2	Discussion	37
3.3.1.1.3	Conclusion	37
3.3.1.2	Antibactérienne	38
3.3.1.2.1	Résultat	38
3.3.1.2.2	Discussion	39
3.3.1.2.3	Conclusion	39
3.3.1.3	Antalgique	40
3.3.1.3.1	Résultat	41
3.3.1.3.2	Discussion	42
3.3.1.3.3	Conclusion	42
3.3.1.4	Cicatrisation	43
3.3.1.4.1	Résultat	49
3.3.1.4.2	Discussion	50
3.3.1.4.3	Conclusion	53
3.3.2	Propriétés mécanique et physiques	53
3.3.2.1	L'étanchéité	54
3.3.2.1.1	Résultat	60
3.3.2.1.2	Discussion	61
3.3.2.1.3	Conclusion	64
3.3.2.2	Résistance à la fracture	64
3.3.2.2.1	Résultat	65

3.3.2.2.2	Discussion	65
3.3.2.2.3	Conclusion	66
3.3.2.3	Pénétration	66
3.3.2.3.1	Résultat	67
3.3.2.3.2	Discussion	68
3.3.2.3.3	Conclusion	69
3.3.2.4	Température	69
3.3.2.4.1	Résultat	70
3.3.2.4.2	Discussion	70
3.3.2.4.3	Conclusion	71
4	Conclusion	72
5	Référence bibliographiques	74
6	Annexes	80

1 Introduction :

Au cours des 30 à 40 dernières années, l'industrie médicale a connu un réel développement de matériaux pratiques dans le domaine de la régénération et de la réparation tissulaires⁽¹⁾.

Depuis 1960, de grands progrès au niveau de la science et de la technologie, ont permis d'introduire des matériaux dits « biocéramiques » dans notre pratique quotidienne. Ce terme est souvent entendu lors de conférences et de publications professionnelles, ce qui nous est de plus en plus familier. Mais qu'est-ce que la biocéramique ? Le préfixe « bio » nous permet-il de faire quelque chose ? Comment et quand peuvent-ils être utilisés et quand doivent-ils être utilisés ? Quels sont exactement ces matériaux ?

Les biocéramiques constituent une famille de matériaux et conviennent à différents domaines de la médecine. Selon le type de céramiques utilisées et l'interaction avec l'hôte, elles peuvent être classées comme céramiques bio- inertes ou bioactives,

- Les céramiques bio-inertes, comme leur nom l'indique, ne déclenchent aucune réaction biologique lorsqu'elles sont en contact avec l'hôte, (alumina, zircone, carbone) ; pourtant elles sont biocompatibles.
- Les céramiques bioactives qui déclenchent ou stimulent un processus biologique au sein du tissu avec lequel elles sont mises en contact (verre bioactif, hydroxyapatite, silicates de calcium).

Les céramiques bio-inertes sont utilisées de routine en médecine, surtout en chirurgie orthopédique en tant que prothèse orthopédique, en chirurgie cranio-faciale en tant que prothèse oculaire ou pour un remplacement total d'une mandibule. Les bioactives sont, quant à elles, utilisées comme matériau de comblement des défauts osseux ou pour les thérapeutiques de régénération et réparation tissulaire⁽¹⁾.

De plus, leur champ d'action est large notamment en odontostomatologie (implantologie, en prothèse, odontologie conservatrice).

En endodontie, elles sont utilisées pour le coiffage pulpaire, le traitement des perforations dentaires permettant la fermeture de la brèche entre l'endodonte et le parodonte ou entre l'endodonte et le milieu buccal et plus récemment sont indiquées pour l'obturation canalaire⁽¹⁾.

D'un point de vue chimique, la plupart des matériaux bioactifs utilisés en endodontie sont à base de silicate tricalcique et dicalcique. Lorsque ces dernières interagissent avec l'eau, un gel de silicate de calcium hydraté (CSH) se forme, qui durcit ensuite avec le temps. Il a également été rapporté que la bioactivité est due à la libération d'hydroxyde de calcium (CH) pendant le processus d'hydratation. Ainsi, ce groupe de matériaux est également appelé « ciment à base de silicate de calcium » ou « ciment à base de silicate de calcium hydraulique ». Lorsque du phosphate de calcium monobasique a été ajouté aux silicates de calcium, une réaction complexe s'ensuit, entraînant la formation de gel de CSH et de CH. De plus, le phosphate de calcium monobasique réagit avec CH pour former des composés de type hydroxyapatite ou une couche de type apatite qui co-précipite avec la phase CSH, renforçant ainsi le ciment durci. Cette propriété de « bio minéralisation » permet d'améliorer la fixation tissulaire de ces matériaux⁽²⁾.

Tableau 1: Classification des ciments hydrauliques en fonction de leur utilisation spécifique en endodontie⁽³⁾.

Location	Utilisation spécifique
Intra-coronaire	Matériaux de coiffage pulpaire Ciments endodontiques régénératifs
Intra-radicaire	Scellants pour canaux radiculaires Ciments pour bouchons apicaux Ciments de réparation des perforations
Extra-radicaire	Matériaux d'obturation des apex Ciments de réparation des perforations

Tableau 2: Classification des ciments hydrauliques en fonction de leur chimie⁽³⁾.

Type	Cément	Radiopacifiant	Additives	Eau
1	Cément Portland	✓/X	X	✓

2	Cément Portland	✓	✓	✓
3	Cément Portland	✓	✓	X
4	Silicate Tricalcique/Dicalcique	✓	✓	✓
5	Silicate Tricalcique/Dicalcique	✓	✓	X

Type 1: ProRoot MTA.

Type 2: MTA Angelus, Bio MTA+, Micro-Mega –MTA.

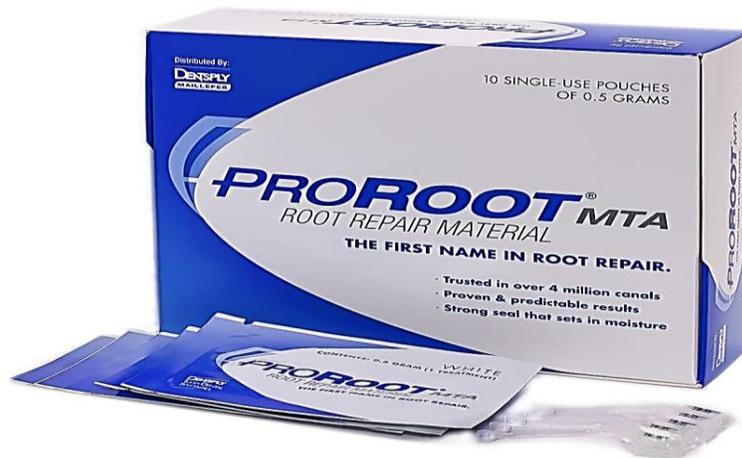
Type 3: Endoseal, MTA Fillapex, TheraCal.

Type 4: Biodentine, BioAggregate.

Type 5 : TotalFill.

- **ProRoot®MTA :**

ProRoot® MTA est considéré comme un prototype de biocéramique en endodontie. Il a été développé et introduit pour la première fois en 1993. Il est considéré comme l'un des matériaux endodontiques les plus étudiés, par rapport à son efficacité à court et à long terme. Il a été démontré que le ProRoot®MTA est le moins cytotoxique par rapport à d'autres matériaux, et il a été prouvé qu'il induit l'ostéogenèse et la cimentogenèse. Ces applications cliniques en endodontie comprenaient la protection pulpaire dans le traitement conservateur de la vitalité pulpaire, la réparation des perforations et des résorptions radiculaires, l'apexification, la revascularisation et l'obturation à rétro dans la chirurgie endodontique. Néanmoins, le MTA présente des inconvénients, notamment un temps de prise long, une difficulté de manipulation, et la dyschromie coronaire⁽²⁾(Figure 1).



Source : <https://www.dentalworldofficial.com/wp-content/uploads/2020/08/proroot-1-min.jpg>

Figure 1: ProRoot® MTA.

- **MTA® Plus et NeoMTA® Plus :**

Un nouveau groupe de matériaux biocéramique a été introduit sur le marché. Le MTA® Plus et NeoMTA® Plus grâce à leurs propriétés biominéralisantes sont utilisés pour plusieurs applications tels que la thérapie de la pulpe vitale, l'apexification, l'obturation de l'extrémité radiculaire, la réparation des perforations, la gestion de la résorption et le scellement du canal radiculaire. La composition de base du MTA® Plus est similaire à celle du MTA d'origine, il y a deux différences principales : la poudre de MTA® Plus est plus fine et il est recommandé de mélanger la poudre de MTA avec un gel à base d'eau propriétaire. Lorsque le matériau doit être utilisé comme scellant du canal radiculaire. Ce gel contient des polymères filmogènes et des accélérateurs mais pas de sels. Actuellement, trois variantes de ce matériau sont disponibles : Grey MTA® Plus, MTA® Plus et NeoMTA® Plus⁽²⁾.

- Grey MTA® Plus/ MTA® Plus est un système poudre et liquide/gel. La poudre est constituée d'une fine substance inorganique similaire à celle du ProRoot® MTA. Ce biomatériau peut être utilisé pour le coiffage pulpaire, la pulpotomie, l'apexification, la réparation de la résorption/perforation⁽²⁾.
- NeoMTA® Plus est un système poudre-gel.

Les composants de la poudre sont une poudre extrêmement fine principalement de silicate tricalcique et dicalcique, assez similaire à celle du ProRoot® MTA blanc, mais ne contient pas

d'oxyde de bismuth afin d'éviter les taches sur les dents. L'oxyde de tantale est utilisé comme radio-opacifiant. Il a également un temps de travail de 20 minutes et un temps de prise de 50 minutes lors du mélange jusqu'à une consistance pâteuse. Ainsi, le temps de prise du MTA[®] Plus et du NeoMTA[®] Plus dépend de la consistance du matériau mélangé⁽²⁾.

- **Retro MTA[®] :**

Le Retro MTA[®] est une poudre constituée de fines particules hydrophiles de carbonate de calcium, de dioxyde de silicium, d'oxyde d'aluminium et d'un complexe hydraulique de calcium et de zirconium comme radio-opacifiant. Ce biomatériau est de nature plus granulaire et se fixe rapidement. Le Retro MTA[®] a une biocompatibilité similaire par rapport au ProRoot[®] MTA. Son temps de prise est d'environ trois minutes⁽²⁾ (Figure 2).



Source : https://www.bibodent.com/wp-content/uploads/2020/02/img_retro_01-1.jpg

Figure 2: Retro MTA[®].

- **Biodentine[®] :**

La Biodentine[®] est un ciment à base de silicate de calcium dont le principal constituant est le silicate tricalcique, qui contient de la zircone comme radiopacifiant. L'ajout de carbonate de calcium dans la poudre et de chlorure de calcium dans le liquide permet d'accélérer le temps de prise. Les résultats de ce mélange rendent le temps de prise de Biodentine[®] aussi rapide que 10 à 12 minutes comme indiqué par le fabricant. La résistance à la compression initiale de ce biomatériau a été signalée comme étant significativement plus élevée que celle du MTA, mais la résistance à la compression du MTA augmente de manière significative avec le temps.

Au contact du phosphate présent dans les fluides corporels, Biodentine® forme des dépôts d'hydroxyapatite, qui pénètrent dans les tubules dentinaires. Les performances de ce matériau sont facilement affectées par le rapport poudre-liquide. Les applications cliniques de Biodentine® en endodontie sont assez similaires à celles de ProRoot® MTA. Dans le domaine de la restauration, la Biodentine® a également été suggérée en tant que restauration temporaire et matériau de remplacement de la dentine. Cependant, comme le temps de prise complet prend jusqu'à deux semaines avant la restauration permanente avec une résine composite, son applicabilité clinique à cet usage spécifique n'a pas atteint une large reconnaissance⁽²⁾(Figure 3).



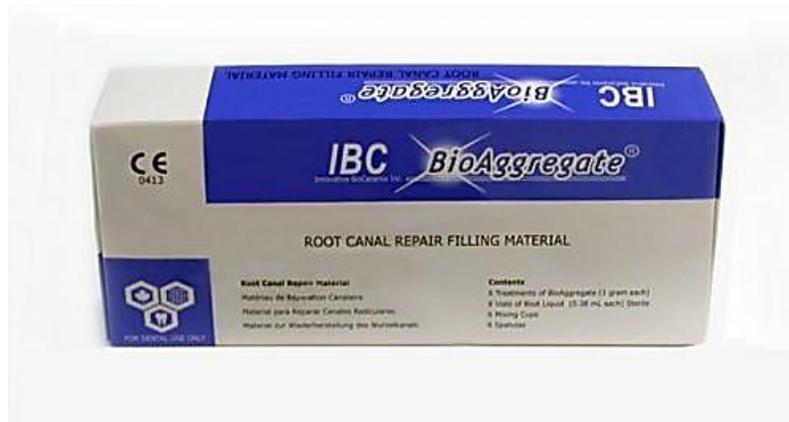
Source : https://www.septodontacanada.ca/sites/ca/files/2017-08/biodentine-0817-2x_0.jpg

Figure 3: Biodentine®

- **BioAggregate® (Ciment Silicate Phosphate de Calcium) :**

BioAggregate® est une poudre blanche pure nanoparticulaire biocompatible composée de nanoparticules biocéramiques (inférieures à 2 microns). Les principaux constituants sont le silicate tricalcique et le silicate dicalcique, mais il s'agit d'un matériau biocéramique sans aluminate. A la place de l'oxyde de bismuth, le pentoxyde de tantale, plus inerte chimiquement, est utilisé comme agent radio opacifiant. Cela pourrait être l'une des raisons de la biocompatibilité signalée et de la possibilité réduite de décoloration des dents.

Il a été rapporté que la biocompatibilité de BioAggregate® est comparable à celle du MTA® et de la Biodentine®. Sa résistance à la compression est faible et le temps de prise est de moins de quatre heures dans le rapport poudre-liquide optimal recommandé par le fabricant (1 gramme pour 0,38 ml). Par conséquent, il ne semble pas y avoir de preuves solides pour utiliser BioAggregate® comme alternative aux formulations de MTA®⁽²⁾(Figure 4).



Source :<https://localdentist.pro/images/05c4147a8227a1cbf7f613c89482962e.jpg>

Figure 4: BioAggregate®.

- **EndoSequence® Root Repair Material (ERRM) ou Bioceramic Root Repair Material (BC RRM):**

EndoSequence® Root Repair Material (ERRM) est un matériau biocéramique prémélangé récent dans le groupe des ciments au phosphate de calcium et au silicate. Ces matériaux ont été développés pour des applications de réparation canalair permanente avec des propriétés de manipulation améliorées et des temps de prise plus courts. Ce matériau contient des silicates de calcium, de l'oxyde de zirconium, de l'oxyde de tantale et du calcium monobasique. Le fabricant affirme que le matériau est sans aluminium et ne rétrécit pas lors de la prise.

Le matériau est disponible en trois consistances spécifiquement formulées. Leurs noms commerciaux sont différents selon les pays où ils sont commercialisés [iRoot® au Canada (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canada) et TotalFill® (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suisse) dans les pays hors Amérique du Nord].

Lorsque comparés BC RRM® avec ProRoot® MTA, les deux matériaux ont démontré une cytotoxicité et une résistance à la compression comparable mais négligeables. Cependant, le BC RRM pourrait maintenir sa résistance à la compression lorsqu'il est exposé à un fluide biologique, contrairement au ProRoot® MTA⁽²⁾(Figure 5).



Source: https://www.henryschein.fr/Products/890-4176_1200x1200.jpg.

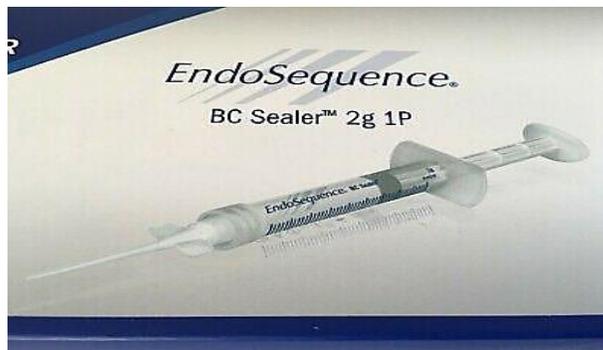
Figure 5: EndoSequence® Root Repair Material.

- **Cinq oxydes minéraux (5MO) :**

Cinq oxydes minéraux (5MO) est un nouveau matériau dentaire, de couleur blanche, développé comme alternative à l'agrégat de trioxyde minéral (MTA) qui est généralement utilisé pour traiter les accidents et les complications endodontiques. Il a été développé par le Docteur Maisour Ala Rachi en Syrie à la Faculté de Médecine Dentaire de l'Université de Damas, où ce matériau est le résultat d'une recherche, selon laquelle le Dr Maisour Ala Rachi a obtenu un doctorat en 2007. Ce matériau est une poudre de fines microparticules hydrophiles, qui se transforment en masse solide par l'eau, constituée principalement des oxydes minéraux suivants : silicate de calcium qui est le composant essentiel, oxyde de calcium, oxyde de silicate, taux élevé d'oxyde de titane, oxyde d'aluminium et oxyde de magnésium. Le 5MO a les mêmes indications, le même mécanisme d'action et les mêmes avantages que MTA, mais il a une meilleure capacité d'étanchéité et de meilleures propriétés mécaniques, de meilleures propriétés antibactériennes, une meilleure manipulation et application que MTA. De plus, il présente une bonne opacité et un temps de prise initial après environ 3 heures. 5MO a été utilisé comme matériau d'obturation de l'extrémité de la racine (matériau d'obturation à rétro), pour le scellement du canal radiculaire, la réparation des perforations de furcation, le traitement des résorptions internes, coiffage pulpaire direct, apexification en une seule visite. En revanche, il n'y a pas assez d'études scientifiques ou de recherches sur ce matériau. Par conséquent, il est impératif de mener de nombreuses études et recherches scientifiques afin de découvrir les propriétés de 5MO et son importance dans le traitement endodontique⁽⁴⁾.

- **Endosequence® BC Sealer (iRoot SP® Sealer ou TotalFill® BC Sealer):**

Cette pâte de ciment hydraulique blanche injectable pré mélangée et prête à l'emploi est un scellant de canal radiculaire biocéramique pur composé de silicate tricalcique, de silicate di calcique, de silice colloïdale, de phosphate de calcium monobasique, d'hydroxyde de calcium et d'agent épaississant. L'oxyde de zirconium est utilisé comme radio-opacifiant, et le matériau est prétendu être sans aluminium, non soluble et ne rétrécit pas pendant la prise. Le temps de prise du scellant dépend de la présence d'humidité dans les tubules dentinaires. Selon le fabricant, le scellant prend généralement en quatre heures, mais si la dentine est très sèche, le temps de prise peut prendre jusqu'à 10 heures. Le pH du scellant pendant la prise pourrait être supérieur à 12, ce qui pourrait être attribué à son effet antibactérien⁽²⁾ (Figure 6).



Source : <https://i.ebayimg.com/images/g/GKEAAOSwoJhdrmnF/s-1400.jpg>

Figure 6: Endosequence® BC Sealer.

- **Nishika Canal Sealer BG® (CS-BG):**

C'est l'un des scellants à base de biocéramique, il a été développé en 2017 et est maintenant appliqué dans les traitements endodontiques. Le CS-BG présente de nombreuses propriétés souhaitables, telles que la stabilité physico-chimique, la biocompatibilité, la capacité de scellement et la capacité d'étanchéité. Les études ont montré que le CS-BG présente une excellente biocompatibilité pour les tissus péri apicaux⁽⁵⁾. Cependant, la signification clinique de ces caractéristiques du CS-BG n'est pas encore claire. Ce matériau biocéramique est une pâte à deux phases. La pâte CS-BG a tendance à durcir lorsqu'elle est exposée à la chaleur ou à l'humidité⁽⁶⁾ (Figure7).



Source: https://www.mdpi.com/materials/materials-12-03967/article_deploy/html/images/materials-12-03967-g003.png

Figure 7: Nishika Canal Sealer BG® (CS-BG).

Problématique :

La biologie pulpaire est aujourd'hui au centre de la recherche en endodontie. Les connaissances actuelles sur le complexe dentino-pulpaire, ainsi que l'évolution des biomatériaux, ont permis de donner au maintien de la vitalité pulpaire une place essentielle dans la thérapeutique endodontique.

En effet, l'objectif principal de l'endodontie est de mettre en place des méthodes et des biomatériaux permettant de préserver, guérir et régénérer la pulpe dentaire endommagée.

Les procédures de maintien de la vitalité pulpaire et des fonctions neurosensorielles de l'organe dentaire, correspondent à toutes les techniques mises en œuvre (le coiffage pulpaire indirect, le coiffage pulpaire direct, la pulpotomie) lors d'une agression physique, chimique ou bactérienne du complexe pulpo-dentinaire⁽⁷⁾.

Lorsque ces traitements conventionnels ne sont pas efficaces, le traitement endodontique est une solution qui permet la conservation de la dent. L'indication du traitement endodontique est principalement l'inflammation de la pulpe autrement nommée pulpite. Elle résulte d'une infection persistante dans le canal radiculaire. La pulpe peut être encore vivante mais parfois le traitement est réalisé sur une pulpe nécrosée.

La conception biologique et mécanique du traitement s'appuie sur les trois notions : mise en forme – assainissement – obturation⁽⁸⁾.

Les ciments endodontiques les plus fréquemment utilisés en cabinet sont de trois sortes :

- les ciments à base d'oxyde de zinc et d'eugénol (Sealite[®], Pulp Canal Sealer[®], ...),
- les ciments à base d'hydroxyde de calcium (Sealapex[®], Apexit Plus[®], ...),
- les ciments à base de résine (AH Plus[®], Spad[®], ...).

Ils offrent tous de nombreux avantages mais présentent aussi quelques limites. Par exemple, les ciments à base d'oxyde de zinc et d'eugénol ont une faible adhésion aux parois dentinaires et peuvent entraîner des discolorations grisâtres de la dent, à cause de l'argent qu'ils contiennent et ainsi porter atteinte à l'esthétique dentaire du patient.

Les ciments à base d'hydroxyde de calcium sont naturellement résorbés dans l'organisme ce qui induit une perte d'étanchéité sur le long terme.

Enfin, les ciments à base de résine sont cytotoxiques et complètement insolubles : s'ils n'ont pas été associés à des cônes de gutta-percha, le retraitement endodontique est impossible.

Ces inconvénients ont poussé les fournisseurs des produits pharmaceutiques à rechercher de nouveaux types de ciments⁽⁹⁾: **les biocéramiques.**

Le développement des ciments dits biocéramiques pourrait changer notre conception de l'obturation. Ils appartiennent à la famille des silicates de calcium et contiennent du silicate bi et tricalcique. Ils possèdent des propriétés biologiques et physico-chimiques intéressantes déjà exploitées dans d'autres domaines de la dentisterie. Celles-ci pourraient potentiellement compenser les défauts des ciments conventionnels⁽¹⁰⁾.

Dans ce travail nous étudierons les résultats de la littérature sur ces biomatériaux afin de démontrer l'intérêt potentiel de ces ciments silicate de calcium en endodontie.

L'objectif principal de notre revue systématique de la littérature est de démontrer l'intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie.

Les objectifs secondaires sont :

- Comparaison entre les ciments d'obturation conventionnelle et les biocéramiques.
- Comparaison entre les anciens matériaux biocéramiques et les nouveaux.

2 Matériels et méthodes :

La revue a été menée selon le plan, les critères ou les principes du *Proposed Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al, 2009). Voir annexes

2.1 Type d'étude :

Il s'agit d'une revue systématique de littérature portant sur les études publiées de 2010 à 2021, évaluant l'intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie.

2.2 Objectif principal :

L'objectif de notre revue systématique de la littérature est de démontrer l'intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie.

Objectif secondaire :

* Comparaison entre les ciments d'obturation conventionnelle et les biocéramiques.

*Comparaison entre les anciens et les nouveaux biocéramiques.

2.3 Population de l'étude :

Notre revue cible les articles répondant aux critères d'inclusion.

2.4 Critères d'inclusion :

- Année de publication : 2010 et 2021.
- Langue d'article : français ou anglais.
- Le type de document : thèses, articles originaux traitant les biocéramiques et leurs intérêts.
- Les études randomisées ou non.

2.5 Critères d'exclusion :

- Articles publiés antérieurs à 2010 ;
- Articles publiés en d'autres langues ;

- Mémoires ;
- Revues de la littérature ;
- Revues narratives ;
- Articles abordant l'intérêt des matériaux biocéramiques dans d'autres spécialités dentaires.

2.6 Sources des données :

La recherche a été effectuée sur trois bases de données électroniques : PubMed, Google scholar et SNDL.

2.7 Stratégies de recherche :

Les termes mesh utilisés pour la recherche de littérature étaient en rapport avec l'intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie. Cette recherche a été débutée en février 2021. Nous avons utilisé des équations de recherche avec des termes combinés tels que :

-Avantage des biocéramiques en dentisterie OU silicate tricalcique : Advantage of bioceramics in dentistry) OR (silicate tricalcique).

-Intérêt des biocéramiques en dentisterie : interest of bioceramic materials in dentistry.

-Intérêt de Bioroot OU MTA : interest of Bioroot or MTA.

-L'utilisation des biocéramiques en dentisterie : use of bioceramics in dentistry.

-L'utilisation des biocéramiques en dentisterie OU silicate tricalcique : use of bioceramics in dentistry OR (silicate tricalcique).

-Intérêt de matériaux biocéramiques en odontologie.

-Intérêt de MTA OR Biodentine.

Par ailleurs nous avons utilisés des mots clés en français et leurs équivalents en anglais :

Termes de la recherche	Equivalent
Intérêt	Interest, use, advantage
Matériaux biocéramique	MTA, Bioroot, silicate tricalciques, Biodentine
Odontologie	Dentistry

2.8 Fiche d'extraction des données :

Après avoir identifié les articles répondant à nos critères d'inclusion, les études ont ensuite été classées et analysées, puis les données suivantes ont été extraites :

- Le titre de l'article ;
- L'auteur ;
- L'année de publication ;
- La langue ;
- Le type de document ;
- Le type d'étude ;
- Le biomatériau ;
- L'objectif d'étude ;
- La population ;
- L'âge ;
- La taille d'échantillon.

3 Résultats et discussions :

3.1 Résultats des différentes phases de recherche d'articles pour la revue systématique :

Au début de notre recherche, nous avons identifié **451** articles.

Après vérification, les doublons ont été exclus jusqu'à atteindre **443** articles éligibles en rapport avec notre sujet d'étude.

Après lecture des titres et des résumés **387** articles ont ensuite été exclus de notre étude, **10** autres articles non obtenues ont été éliminés.

Parmi **46** articles, **42** ont été sélectionnés. **04** ont été éliminés à la lecture complète (Figure 8).

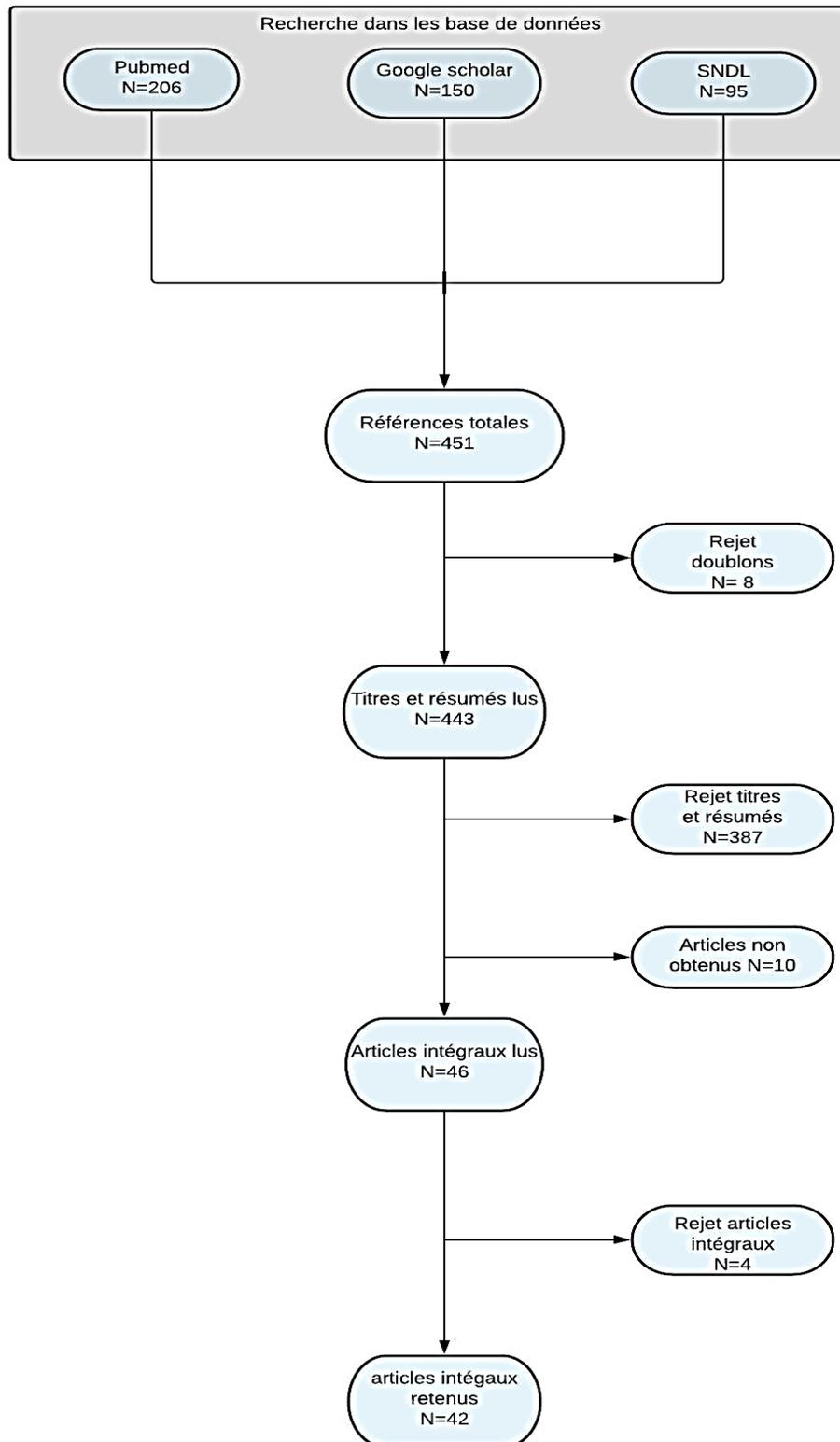


Figure 8: Diagramme de flux du nombre total d'articles sélectionnés.

Tableau 3: Récapitulatif des articles exclus (n=387). Voir annexes

Tableau 4 : Nombres et justification des articles exclus.

La justification des articles exclus	le nombre des articles
Articles ne correspondent pas à notre étude	270
Articles ne traite pas l'intérêt des BO	68
Revue systématiques	16
Articles publiés avant 2010	9
Articles non obtenus	14
Mémoires	5
Aucun résumés ni texte intégrale	3
Langue chinoise	1
Revue narrative	1

3.2 Analyse des articles inclus :

Tableau 5: Tableau d'extraction des données.

/	Le titre	L'auteur	L'année de publication	La langue	Le type de document	Le type d'étude	Le biomatériau	L'objectif d'étude	La population	L'âge	La taille d'échantillon
In vivo	Bioceramic root repair material (BCRRM) for root-end obturation in apical surgery. An analysis of 174 teeth after 1 year	von Arx, T. Janner, S. F. M. Haenni, S. Bornstein, M. M.	2020	Anglais	Article de journal (Swiss Dent J)	Expérimentale	(BCRRM) TotalFill®	l'évaluation clinique et radiographique des dents traitées au BCRRM un an après la chirurgie apicale	Adultes	56 ± 14,1 ans	150
	The effect of partial pulpotomy with iRoot BP Plus in traumatized immature permanent teeth	Yang, Y. Xia, B. Xu, Z. Dou, G. Lei, Y. Yong, W.	2020	Anglais	Article de journal (Dent Traumatol)	Expérimentale	iRoot BP Plus®	étudier l'efficacité de l'iRoot BP Plus pour la pulpotomie partielle des dents permanentes immatures traumatisées avec exposition de la pulpe.	Enfants	de 7 à 12 ans	120
	Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations	Mancino, Davide Meyer, Florent Haikel, Youssef	2018	Anglais	Article de journal (Giornale Italiano di Endodon)	Expérimentale	Biodentine®	évaluer les résultats à moyen terme du traitement endodontique de perforations radiculaires iatrogènes infectées anciennes en utilisant la Biodentine®	Adultes	/	51

using Biodentine®										
Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial	Graunaite, I. Skucaite, N. Lodiene, G. Agentiene, I. Machiulskiene, V.	2018	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	Total Fill®/ scellement à base de résine époxy (AH Plus)	comparer l'effet des scellants canalaires à base de résine et de biocéramique sur l'apparition et l'intensité de la douleur postopératoire chez les patients atteints de parodontite apicale asymptomatique (PAA)	Enfants et adultes	de 12 à 49ans	57
Partial Pulpotomy of Immature Teeth with Apical Periodontitis using Bioceramics and Mineral Trioxide Aggregate: A Report of Three Cases	Jiang, S. Wu, H. Zhang, C. F	2016	Anglais	Article de journal (Chin J Dent Res)	Expérimentale	iRoot BP®/MTA	évaluer l'efficacité de l'utilisation de biocéramiques (iRoot BP®) ou d'agrégats de trioxyde minéral (MTA) pour les pulpotomies partielles	Enfants	de 9 à 11ans	3
Clinical outcome of endodontic microsurgery that uses EndoSequene BC root repair material as the root-end filling material	Shinbori, N. Grama, A. M. Patel, Y. Woodmansey, K. He, J.	2015	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	EndoSequene® BC Root Repair	déterminer les résultats cliniques, radiographiques de la chirurgie radiculaire lorsque le matériau d'obturation radiculaire EndoSequence® BC Root Repair (ES-BCRR) était utilisé comme matériau d'obturation radiculaire.	Adultes	de 20 à 88ans	94

In vivo	<p>Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis</p>	<p>Chybowski, E. A. Glickman, G. N. Patel, Y. Fleury, A. Solomon, E. He, J.</p>	2018	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	EndoSequenc® BC Sealer	évaluer les résultats d'un traitement canalaire non chirurgical utilisant une technique à cône unique et BC	Adultes	48ans	307
	<p>Effect of Bioactive Glass-Based Root Canal Sealer on the Incidence of Postoperative Pain after Root Canal Obturation</p>	<p>Washio, A. Miura, H. Morotomi, T. Ichimaru-Suematsu, M. Miyahara, H. Hanada-Miyahara, K. Yoshii, S. Murata, K. Takakura, N. Akao, E. Fujimoto, M. Matsuyama, A.Kitamura,</p>	2020	Anglais	Article de journal (Int J Environ Res Public Health)	Expérimentale	Nishika Canal Sealer BG® (CS-BG)	<p>Evaluer l'effet d'un scellement canalaire à base de verre bioactif, Nishika Canal Sealer BG® (CS-BG), sur l'incidence de la douleur postopératoire (PP) après l'obturation du canal radiculaire (RCO)</p>	Hommes et Femmes	de 11 à 89 ans	555

<p>Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in Contact with Pulp and Periradicular Tissues in a Canine Model</p>	<p>Walsh, R. M. Woodmansey, K. F. He, J. Svoboda, K. K. Primus, C. M. Opperman, L. A.</p>	<p>2018</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (J Endod)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>NeoMTA Plus® et Quick-Set2®</p>	<p>Comparer la cicatrisation des tissus pulpaire et périapicaux chez les chiens après exposition à NeoMTA Plus® et Quick-Set2® après des procédures de pulpotomie</p>	<p>6 chiens beagledogs</p>	<p>/</p>	<p>72</p>
<p>Bioceramic/poly (glycolic)-poly (lactic acid) composite induces mineralized barrier after direct capping of rat tooth pulp tissue</p>	<p>Gala-Garcia, A. Teixeira, K. I. Wykrota, F. H. Sinisterra, R. D. Cortés, M. E.</p>	<p>2010</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (Braz Oral Res)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>Un composite de biocéramique phosphate tricalcique</p>	<p>Observer la réponse histopathologique de la pulpe après le recouvrement direct de la pulpe de dents exposées mécaniquement chez le rat avec un composite de biocéramique (BC) à base de phosphate tricalcique et d'hydroxyapatite et de poly (glycolique)-poly (acide lactique) (PLGA)</p>	<p>premières molaires supérieures non cariées de rats sains</p>	<p>4 semaines</p>	<p>52</p>

<p>Case Report: Interdisciplinary management of a complex odontoma with a periapical involvement of superior anterior teeth</p>	<p>Flores Orozco, E. I. Abu Hasna, A. Teotonio de Santos Junior, M. Flores Orozco, E. I. Falchete Do Prado, R. Rocha Campos, G. Carneiro Valera, M.</p>	<p>2019</p>	<p>Anglais</p>	<p>Rapport de cas (F1000Research)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>Cinq oxydes minéraux (5MO)</p>	<p>décrire la gestion d'un odontome complexe avec une implication endodontique des dents avoisinantes</p>	<p>la 11 et la 12</p>	<p>27</p>	<p>1</p>
<p>Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth</p>	<p>Nowicka, Alicja Wilk, Grażyna Lipski, Mariusz Kolecki, Janusz Buczkowska-Radlińska, Jadwiga</p>	<p>2015</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (Journal of Endodontics)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>MTA, Biodentine®</p>	<p>évaluations tomographiques de la formation d'un pont dentinaire réparateur après coiffage direct de la pulpe avec de l'hydroxyde de calcium, de MTA, de la Biodentine et du Single Bond Universal</p>	<p>Adultes (3eme molaire maxillaire et mandibulaire)</p>	<p>de 19 à 32ans</p>	<p>21</p>
<p>Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic</p>	<p>Linu, S. Lekshmi, M. S. Varunkumar, V. S.</p>	<p>2017</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (J Endod)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>MTA et Biodentine®</p>	<p>Etudier les séquelles du coiffage pulpaire direct (CPD) à l'aide d'agrégats de trioxyde</p>	<p>Molaires mandibulaires 5 présentant des caries limitées</p>	<p>de 15 à 30 ans</p>	<p>30</p>

Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study	Sam Joseph, V. G.						minéral (MTA) et de Biodentine® sur des dents pérennes matures présentant une exposition carieuse			
Comparison of pulp response to mineral trioxide aggregate and a bioceramic paste in partial pulpotomy of sound human premolars: a randomized controlled trial	Azimi, S. Fazlyab, M. Sadri, D. Saghiri, M. A. Khosravanifard, B. Asgary, S.	2013	Anglais	Article de journal (Int Endod J)	Expérimentale	iRootBP®/ MTA ProRoot®	Évalué les signes/symptômes cliniques ainsi que les réactions pulpaires histologiques en termes d'inflammation et de formation de ponts minéralisés après une pulpotomie partielle de prémolaires humaines saines et la mise en place d'une pâte biocéramique (iRootBP®) ou d'un MTA ProRoot®	prémolaires saines humaines	de 12 à 16 ans	12

In vivo	Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials	Nabeel, Mohamed Tawfik, Hossam M. Abu-Seida, Ashraf M. A. Elgendy, Abeer A.	2019	Anglais	Article de journal (The Saudi Dental Journal)	Expérimentale	Biodentine®, MTA ProRoot®	évaluer la capacité de scellement de ProRoot® MTA et de Biodentine® comme matériaux d'obturation radiculaire	dents antérieures centrales maxillaires	/	20
In vitro	The effect of current pulp capping materials against intrapulpal temperature increase in primary teeth. An in-vitro study by pulpal microcirculation simulation model	Ertuğrul, C. Ç Ertuğrul, İ F	2021	Anglais	Article de journal (Journal of Dental Sciences)	Expérimentale	MTA®, Biodentine®	étudier l'efficacité des matériaux de coiffage de la pulpe (PCM) contre les augmentations de température intra pulpaire (ITI) dans les dents primaires pendant la photo polymérisation des compomères	Deuxièmes molaires primaires mandibulaires	/	80
	Similar sealability between bioceramic putty ready-to-use repair cement and white MTA	Leal, F. De-Deus, G. Brandão, C. Luna, A. Souza, E. Fidel, S.	2013	Anglais	Article de journal (Brazilian Dent J)	Expérimentale	iRoot BP Plus®/ MTA® blanc.	évaluer la capacité à empêcher la pénétration du glucose d'un ciment de réparation prêt à l'emploi en mastic biocéramique par rapport à un agrégat de trioxyde minéral blanc (WMTA)	insicives maxillaires	/	40

In vitro	Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA	Leal, F. De-Deus, G. Brandão, C. Luna, A. S. Fidel, S. R. Souza, E. M	2011	Anglais	Article de journal (Int Endod J)	Expérimentale	Ceramicrete®/ BioAggregate®/ ProRoot® MTA blanc	évaluer si les ciments de réparation biocéramiques présentent une étanchéité similaire lorsqu'ils sont utilisés comme matériaux d'obturation radiculaire	Incisives maxillaires	/	49
	Bacterial leakage and marginal adaptation of various bioceramics as apical plug in open apex model	Lertmalapong, P. Jantarat, J. Srisatjaluk, R. L. Komoltri, C.	2019	Anglais	Article de journal (J Investig Clin Dent)	Expérimentale	ProRoot®MTA, Biodentine®, TotalFill ®BC RRM paste, TotalFill® BC RRM putty, RetroMTA®	étudier la fuite bactérienne et l'adaptation marginale des bouchons apicaux en biocéramique	Prémolaires mandibulaires	/	170
	Root fillings with a matched-taper single cone and two calcium silicate-based sealers: an analysis of voids using micro-computed tomography	Pedullà, E. Abiad, R. S. Conte, G. La Rosa, G. R. M. Rapisarda, E. Neelakantan, P	2020	Anglais	Article de journal (Clin Oral Investig)	Expérimentale	GuttaFlow Bioseal®, BioRoot RCS®	Comparer le pourcentage de vides dans les obturations monocônes à cônes appariés avec les scellants canalaires GuttaFlow Bioseal®ou BioRoot RCS®, en utilisant la tomographie micro-informatique.	Prémolaires Mandibulaires	/	48
In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer	Wang, Y. Liu, S. Dong, Y.	2018	Anglais	Article de journal (PLoS One)	Expérimentale	iRoot SP®	évaluer la pénétration des tubules dentinaires et la qualité de remplissage d'un scellant biocéramique (iRoot SP®)	Incisives inférieures	/	42	

Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla	Wongatanasanti, N. Jantarati, J. Sritanaudomchai, H. Hargreaves, K. M.	2018	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	ProRoot®MTA, Biodentine®, RetroMTA®	comparer l'efficacité de différents matériaux biocéramiques (ProRoot®, Biodentine® et RetroMTA®) comme matériaux de scellement dans le traitement endodontique radiculaire pour la prolifération et la différenciation des cellules souches de la papille apicale (SCAP).	Cellules souches de la papille apicale	/	20 000 cellules
Etude de l'adaptation marginale des obturations à retro du MTA Caps vs l'E-RRM	Hediguer Frédérique	2015	Français	Thèse	Expérimentale	Endosequence® Root Repair Matériel®, MTA Caps®	comparer l'adaptation marginale de l'E-RRM® avec celle du MTA Caps®.	Racines des dents humaines	/	28
Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems	Ghoneim, A. G. Lutfy, R. A. Sabet, N. E. Fayyad, D. M.	2011	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	ActiV GP iRoot SP	évaluer et comparer la résistance à la fracture des racines obturées avec divers systèmes contemporains de remplissage de canaux.	Prémolaires mandibulaires	/	50

Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone	Osiri, S. Banomyong, D. Sattabanasuk, V. Yanpiset, K.	2018	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	TotalFill®	évaluer le renforcement radulaire d'un cône / scellant biocéramique (TotalFill®)	Racines des prémolaires mandibulaires	/	84
An in vitro Comparison of Bond Strength of Different Sealers/Obturation Systems to Root Dentin Using the Push-Out Test at 2 Weeks and 3 Months after Obturation	Yap, W. Y. Che Ab Aziz, Z. A. Azami, N. H. Al-Haddad, A. Y. Khan, A. A.	2017	Anglais	Article de journal (Med Princ Pract)	Expérimentale	TotalFill®	Evaluer la force d'adhérence par poussée et les modes de rupture de différents scellants / systèmes d'obturation à la dentine intraradiculaire à 2 semaines et 3 mois après obturation par rapport à AH Plus ® / gutta-percha.	Dents antérieures	/	60
In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic	Topçuoğlu, H. S. Tuncay, Ö Karataş, E. Arslan, H. Yeter, K.	2013	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	Endosequence® Bcsealer; trioxyde minéral et d'aggrégats (Tech Biosealer Endo)	Evaluer la résistance à la fracture de dents obturées avec 3 scellants endodontiques différents	Prémolaires Mandibulaires	/	75

root canal sealers										
Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study	Roizenblit, R. N. Soares, F. O. Lopes, R. T. Dos Santos, B. C. Gusman, H	2019	Anglais	Article d journal (Aust Endod J)	Expérimentale	EndoSequence® BC	Comparer, par analyse de tomographie micro-informatique (micro-CT), la qualité d'obturation de deux méthodes d'obturation : la technique unique avec le scellant biocéramique EndoSequence® BC et la technique à ondes continues avec le scellant à base de résine AH Plus	Molaires mandibulaires	/	20
A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using Enterococcus faecalis	Nair, U. Ghattas, S. Saber, M. Natera, M. Walker, C. Pileggi, R.	2011	Anglais	Article de journal (Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod)	Expérimentale	EndoSequence® et WMTA	Evaluer la capacité de scellement du matériau biocéramique EndoSequence® pour la réparation radiculaire (BCRR) par rapport à WMTA	Dents humaines intactes, à canal unique	/	40

	Antibacterial Effect of New Bioceramic Pulp Capping Material on the Main Cariogenic Bacteria	Elshamy, F. M. Singh, G. Elraih, H. Gupta, I. Idris, F. A.	2016	Anglais	Article de journal (J Contemp Dent Pract)	Expérimentale	MTA/ Endosequence®	Evaluer l'activité antibactérienne d'un nouveau matériau biocéramique de recouvrement de la pulpe contre les principales bactéries cariogènes et de comparer les résultats avec l'agrégat de trioxyde minéral et l'hydroxyde de calcium	Bactéries	/	/
In vitro	Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface	Ozkocak, I. Sonat, B.	2015	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	EndoSequenc ® BC Sealer	Evaluer la force d'adhérence de divers scellants de canal radiculaire après l'utilisation de différentes solutions d'irrigation et d'irradiation au laser Er:YAG sur la dentine du canal radiculaire	Dents maxillaires humaine à racine unique	/	150

<p>Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals</p>	<p>Candeiro, G. T. M. Lavor, A. B. Lima, I. T. F. Vasconcelos, B. C. Gomes, N. V. Iglecias, E. F. Gavini, G.</p>	<p>2019</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (Braz Oral Res)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>Endosequence® BC Sealer</p>	<p>évaluer la capacité de pénétration de deux ciments endodontiques , Endosequence®BC Sealer et AH Plus®, dans les canaux latéraux artificiels.</p>	<p>1^{ère} prémolaire maxillaire</p>	<p>/</p>	<p>26</p>
<p>The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers</p>	<p>Donnermeyer, D. Dornseifer, P. Schäfer, E. Dammachke, T.</p>	<p>2018</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (head and face medicine)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>TotalFill® BC,BioRoot RCS®, Endo CPM</p>	<p>comparer la résistance au délogement des scellants à base de silicate de calcium (Total Fill® BC Sealer, Endo CPM Sealer®, BioRoot RCS®) avec un scellant à base de résine époxy (AH Plus®).</p>	<p>Prémolaires mandibulaires humaines avec un seul canal radiculaire droit (courbure <5°)</p>	<p>/</p>	<p>80</p>
<p>Antimicrobial and ultra structural properties of root canal filling materials exposed to bacterial challenge</p>	<p>Long, J. Kreft, J. U. Camilleri, J.</p>	<p>2020</p>	<p>Anglais</p>	<p>Article de journal (J dent)</p>	<p>Expérimentale</p>	<p>BioRoot RCS®</p>	<p>évaluer la microstructure et les propriétés antimicrobiennes d'un certain nombre de matériaux utilisés dans le canal radiculaire lors du contact avec le microbiote endodontique.</p>	<p>/</p>	<p>/</p>	<p>/</p>

In vitro	Resistance to fracture of dental roots obturated with different materials	Celikten, B. Uzuntas, C. F. Gulsahi, K.	2015	Anglais	Article de journal (Biomed Res Int)	Expérimentale	ActiVGPsealer, ActiVGPconen, Endosequence® BCSealer, Endosequence® BCpoint, Smartpastebio®, Smartpaste biopropoint®	évaluer et de comparer l'effet de différents matériaux d'obturation de la racine et de scellants sur la résistance à la fracture des racines traitées par endodontie	Prémolaires mandibulaires humaines extraites	/	55
	Sealing ability of two root-end filling materials in a bacterial nutrient leakage model	Antunes, H. S. Gominho, L. F. Andrade-Junior, C. V. Dessaune-Neto, N. Alves, F. R. Rôças, I. N. Siqueira, J. F., Jr.	2016	Anglais	Article de journal (Int Endod J)	Expérimentale	MTA / BC-RRM	Comparer in vitro la capacité d'étanchéité des fillages de bout de racine (MTA) et (BC-RRM) en utilisant un nouveau modèle de fuite de nutriments bactériens, qui fournit des informations sur le fait que les bactéries intra canales reçoivent ou non des nutriments du sérum via des canaux de fuite.	Incisives Mandibulaires	/	60
	Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study	Celikten, B. Uzuntas, C. F. Orhan, A. I. Orhan, K. Tufenkci, P. Kursun, S. Demiralp, KÖ	2016	Anglais	Article de journal (scanning)	Expérimentale	EndoSequenc® BC Sealer, Smartpaste bio®, ActiV GP	évaluer et de comparer la présence de vides dans des canaux radiculaires ovales filés avec différents scellants canaux (EndoSequence® BC Sealer, Smartpaste bio®, ActiV GP) et de les comparer avec	Prémolaires maxillaire humaines	/	40

								des canaux radiculaires filés avec le scellant AH Plus® en utilisant la microCT.			
In vitro	Influence of Nd:YAG laser on the penetration of a bioceramic root canal sealer into dentinal tubules: A confocal analysis	Jardim Del Monaco, R. Tavares d'Oliveira, M. de Lima, A. F. Scarpato Navarro, R. Zanetti, R. V. de Fátima Teixeira da Silva, D. Horliana, Acrt	2018	Anglais	article de journal (Plus one)	Expérimentale	Endosequence® BC Sealer	Le but de cette étude in vitro est d'évaluer la pénétration d'un scellement canalair biocéramique dans les tubules dentinaires à 3 mm et 5 mm de l'apex après irradiation au laser Nd:YAG.	Prémolaires mandibulaires humaines		40
	Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-Based Root Canal Sealer Using a Specific Calcium Fluorophore	Coronas, V. S. Villa, N. Nascimento, A. L. D. Duarte, P. H. M. Rosa, R. A. D. Só, M. V. R.	2020	Anglais	article de journal (Braz Dent J)	Expérimentale	Sealer Plus BC®	évaluer la pénétrabilité sur le tubule dentinaire d'un nouveau scellant biocéramique par microscopie confocale à balayage laser (CLSM).	Racines distobuccales de molaires maxillaires	/	40

	<p>Cell migration and osteo/odontogenesis</p> <p>stimulation of iRoot FS as a potential apical barrier material in apexification</p>	<p>Liu, Y.</p> <p>Liu, X. M.</p> <p>Bi, J.</p> <p>Yu, S.</p> <p>Yang, N.</p> <p>Song, B.</p> <p>Chen, X.</p>	2020	Anglais	<p>Article de journal (Int Endod J)</p>	Expérimentale	<p>iRoot FS® / ProRoot®MTA</p>	<p>Étudier les effets biologiques in vitro d'un matériau biocéramique à nanoparticules,</p> <p>iRoot Fast Set root repair material (iRoot FS®), sur la prolifération, la migration et la différenciation ostéo/odontogénique des cellules souches humaines de la papille apicale (hSCAP), et explorer plus avant le mécanisme impliqué</p> <p>dans l'induction ostéo/odontogénique d'iRoot FS®</p>	<p>Troisièmes molaires humaines impactées avec des racines immatures</p>	<p>moins de 18 ans</p>	/
In vivo/ In vitro	<p>Injectable phosphopullulan-functionalized calcium-silicate cement for pulp-tissue engineering: An in-vivo and ex-vivo study</p>	<p>Pedano, M. S.</p> <p>Li, X.</p> <p>Camargo, B.</p> <p>Hauben, E.</p> <p>De Vleeschauwer, S.</p> <p>Yoshihara, K.</p> <p>Van Landuyt, K.</p> <p>Yoshida, Y.</p> <p>Van Meerbeek, B.</p>	2020	Anglais	<p>Article de journal (Dent Mater)</p>	Expérimentale	<p>Le ciment de calcium-silicate expérimental à base de phosphopullulane et la Biodentine®</p>	<p>Evaluer la réaction inflammatoire de la pulpe et la capacité de formation de la dentine séparative d'un ciment au calcium-silicate à base de phosphopullulane injectable lors du coiffage de la pulpe, en comparaison avec le matériau de référence commercial Biodentine®</p>	<p>Ex vivo : 3 patients</p> <p>In vivo : 3 miniporcs</p>	/	<p>Ex vivo : 9</p> <p>In vivo : 40</p>

	Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo	Liu, S. Wang, S. Dong, Y.	2015	Anglais	Article de journal (J Endod)	Expérimentale	iRoot BP Plus®	évaluer les effets d'iRoot BP Plus® comme agent de recouvrement de la pulpe in vitro et in vivo.	In vitro : des cellules de pulpe dentaire humaine In vivo : rats Wistar males	In vitro : de 18 à 26ans	In vivo: 20 rats
--	---	---------------------------------	------	---------	------------------------------	---------------	----------------	--	--	--------------------------	------------------

3.3 Résultats et discussion des études :

3.3.1 Propriétés biologiques :

Nous avons trouvé 21 articles qui évaluent les propriétés biologiques des biocéramiques.

3.3.1.1 Biocompatibilité :

Tableau 6 : Résultats de la biocompatibilité.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
In vivo	Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®	Mancino, Davide Meyer, Florent Haikel, Youssef	Biodentine®	Adultes	/	51	Biodentine peut fournir un joint biocompatible et efficace en milieu acide, dans les perforations accidentelles de la racine	la Biodentine est un agent efficace et bien toléré pour réparer les anciennes perforations infectées en une seule étape.
In vivo / in vitro	Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo	Liu, S. Wang, S. Dong, Y.	iRoot BP® Plus	In vitro : des cellules de pulpe dentaire humaine In vivo : rats Wistar males	In vitro: de 18 à 26ans	in vivo:20 rats	iRoot BP Plus® a montré une bonne biocompatibilité avec le tissu pulpaire.	iRoot BP Plus® peut être utilisé comme matériau de coiffage pulpaire pour la thérapie pulpaire vitale.

3.3.1.1.1 Résultat :

Deux parmi les 21 articles trouvés parlent de la biocompatibilité de la Biodentine® et L'iRoot BP® plus. L'étude faite par Mancino, Meyer *et al.*, 2018(11) a englobé 51 adultes pour évaluer les résultats à moyen terme du traitement endodontique des perforations radiculaires iatrogènes infectées anciennes en utilisant la Biodentine®. L'étude menée par Liu, Wang *et al.*, 2015(12) a été faite en deux parties in vivo utilisant 20 rats (wister mâles) ; in vitro utilisant des cellules de pulpe dentaire humaine d'une moyenne d'âge de 19,5 ans pour évaluer les effets de l'iRoot BP® Plus comme agent de recouvrement de la pulpe.

Les auteurs de ces deux articles ont montré que la Biodentine® et l'iRoot BP® plus ont une bonne biocompatibilité avec le tissu pulpaire. En plus, la Biodentine® peut fournir un joint biocompatible et efficace en milieu acide dans les perforations accidentelles de la racine.

3.3.1.1.2 Discussion :

Les perforations radiculaires iatrogènes sont des problèmes fréquents affectant 12 à 20 % des traitements endodontiques primaires. La gestion des ces perforations représente un défi majeur même pour les endodontistes expérimentés. Il est donc urgent de trouver une procédure plus adaptée pour rendre le traitement plus facile, plus reproductible et plus facile à gérer⁽¹¹⁾. Ce taux élevé pourrait être liés aux propriétés de la Biodentine® qui n'a présenté aucune cytotoxicité, aucune induction d'apoptose ou d'inflammation, et ceci en l'utilisant sur les cellules souches dentaires (in vitro)⁽¹³⁾. De plus, Chang, Lee *et al.*, 2014⁽¹⁴⁾ ont constaté que la Biodentine® présentait des viabilités cellulaires également favorables⁽¹⁴⁾.

Un matériau d'obturation doit posséder la biocompatibilité la plus élevée possible. L'étude menée par Liu, Wang *et al.*, 2015⁽¹²⁾ a montré que l'iRoot BP® plus présentait une bonne biocompatibilité in vitro, ce qui est cohérent avec l'étude in vitro menée par Ma, J., *et al.*, 2011⁽¹⁵⁾, qui a trouvé les mêmes résultats en examinant la cytotoxicité des matériaux de réparation iRoot PB® Plus et MTA®. Aussi, ces derniers ont été hydrophiles et susceptibles de libérer des composants ioniques qui seraient plus à même d'interférer avec l'activité enzymatique intracellulaire⁽¹⁵⁾.

3.3.1.1.3 Conclusion :

En conclusion, les deux études ont abouti à une bonne biocompatibilité : la Biodentine® est un agent efficace et bien toléré pour réparer les anciennes perforations infectées en une seule étape. Ainsi l'iRoot BP® Plus peut être utilisé comme matériau de coiffage pulpaire pour la thérapeutique pulpaire vitale.

3.3.1.2 Antibactérienne :

Tableau 7: Résultats des propriétés antibactériennes.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
in vitro	Antibacterial Effect of New Bioceramic Pulp Capping Material on the Main Cariogenic Bacteria	Elshamy, F. M. Singh, G. Elraih, H. Gupta, I. Idris, F. A	MTA®/ Endosequence®	Bactéries	/	/	l'activité antibactérienne de l'ERRM contre la MS = le MTA et > au Dycal. Lactobacillus a été inhibé par ERRM qui était > à Dycal et < à MTA	le matériau de réparation radiculaire Endosequence et le MTA présentait des propriétés antibactériennes supérieures contre les principales bactéries cariogènes : MS et LB par rapport à Dycal
in vitro	Antimicrobial and ultrastructural properties of root canal filling materials exposed to bacterial challenge	Long, J. Kreft, J. U. Camilleri, J.	BioRoot RCS®	/	/	/	Tous les matériaux testés ont permis la formation de biofilm à divers stades, à l'exception des tenons en alliage métallique et du BioRoot RCS®, qui présentaient des propriétés antimicrobiennes	L'intégrité structurelle et les propriétés antimicrobiennes Sont importantes pour tous les matériaux utilisés dans l'espace canalaire.

3.3.1.2.1 Résultat :

Deux articles ont parlé de propriété antibactérienne in vitro. Ils ont utilisé les matériaux biocéramiques suivants dans leurs études MTA®, EndoSequence®(16) et le BioRoot RCS®(17)

comparés successivement à l'HC et le Pulp Canal Sealer[®], l'AH plus[®] ; un tenon métallique et un autre en résine époxy, l'étude a été basée sur les bactéries et la microstructure des matériaux.

Ces études ont prouvé que le matériau de réparation radiculaire Endosequence[®] et le MTA[®] présentaient des propriétés antibactériennes supérieures contre les principales bactéries cariogènes : MS et LB par rapport à l'HC. Ainsi le BioRoot RCS[®], qui présentait en plus des bonnes propriétés antimicrobiennes une bonne intégrité structurelle qui est similaire au tenon métallique.

3.3.1.2.2 Discussion :

La préparation chimio-mécanique du canal radiculaire peut engendrer l'apparition des bactéries viables qui peuvent conduire à l'échec du traitement. Les matériaux utilisés à l'intérieur du canal radiculaire doivent posséder des propriétés antimicrobiennes et également résister à la désintégration en présence du microorganisme. Liu, Wang *et al.*, 2015 ont montré que le BioRoot RCS[®] n'a aucune accumulation de biofilm⁽¹⁷⁾. Ce résultat était cohérent avec l'étude réalisée par Arias-Moliz and Camilleri 2016⁽¹⁸⁾. Ceci semblerait s'expliquer, par la libération de hautes concentrations de calcium par le BioRootRCS[®], ce qui conduit à un pH élevé⁽¹⁹⁾.

Cependant, l'étude menée par Elshamy, Singh *et al.*, 2016 a exploré l'activité antibactérienne de l'EndoSequence[®] (ERRM) et de MTA[®]. Les résultats ont montré des capacités d'inhibition bactérienne similaire pour les deux matériaux⁽¹⁶⁾. Ces résultats étaient en accord avec celles obtenues par Lovato and Sedgley 2011⁽²⁰⁾. L'activité antimicrobienne du MTA semble être associée à un pH élevé⁽¹⁶⁾. Alors que, la propriété antibactérienne de l'ERRM peut être attribuée à son pH élevé (12,5), à sa nature hydrophile et à sa diffusion active de l'hydroxyde de calcium⁽¹⁶⁾.

3.3.1.2.3 Conclusion :

En conclusion, les deux études ont trouvé que les propriétés antimicrobiennes sont importantes pour tous les matériaux utilisés dans l'espace canalaire.

3.3.1.3 Antalgique :

Tableau 8: Résultats des propriétés antalgique.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
in vivo	Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial	Graunaite, I. Skucaite, N. Lodiene, G. Agentiene, I. Machiulskiene, V.	Scellement à base de silicate de calcium (Total Fill®)/scellement à base de résine époxy (AHPlus®).	Enfants et adultes	de 12 à 49ans	57	AH Plus® et Total Fill® ont donné des résultats similaires en termes d'occurrence et d'intensité de la douleur postopératoire dans les dents avec AAP.	la douleur postopératoire dans les dents diagnostiquées avec AAP et obturées avec des scellants canalaires à base de résine ou de biocéramique sans extrusion au-delà de l'apex était généralement faible

in vivo	Effect of Bioactive Glass-Based Root Canal Sealer on the Incidence of Postoperative Pain after Root Canal Obturation	Washio, A.	Nishika Canal Sealer BG [®] (CS-BG)	Homme et Femme	de 11 à 89 ans	555	il peut supprimer la détresse des patients pendant l'obturation du canal radiculaire	L'inconfort et la douleur dans les dents obturées avec CS-BG étaient généralement faibles, pourrait être expliqué par la faible irritation du CS-BG pour le tissu péri apical
		Miura, H.						
		Morotomi, T.						
		Ichimaru-Suematsu, M.						
		Miyahara, H.						
		Hanada-Miyahara, K.						
		Yoshii, S.						
		Murata, K.						
		Takakura, N.						
		Akao, E.						
		Fujimoto, M.						
Matsuyama, A.								
Kitamura, C.								

3.3.1.3.1 Résultat :

Nous avons trouvé deux articles qui parlent des propriétés antalgiques. Ces études ont été faites in vivo sur des enfants et des adultes (hommes et femmes) avec une moyenne d'âge de 30,5-50ans et avec une population de 57⁽²¹⁾, 555 personnes ⁽⁵⁾. Le TotalFill[®] et le Nishka BG Sealer[®] (CS-BG) sont les matériaux qui ont été sélectionnés pour ces études.

Après comparaison entre le TotalFill[®] et l'AH plus[®], les auteurs ont trouvé qu'ils donnent des résultats similaires en termes d'occurrence et d'intensité de la douleur postopératoire dans les dents avec AAP. Egalement, le CS-BG[®] peut supprimer la détresse des patients pendant l'obturation du canal radiculaire.

3.3.1.3.2 Discussion :

Dans l'étude publiée par Graunaitė , Skučaitė *et al.*, 2018, ils ont observé que l'intensité de la douleur post opératoire était généralement faible⁽²¹⁾. Aussi , ils ont constaté toujours d'après cette même étude que la douleur post-opératoire en question était similaire pour l'AH Plus[®] et le TotalFill[®] dans le traitement des parodontites apicales asymptomatiques⁽²¹⁾. De la même façon , ils ont noté la présence d'une légère cytotoxicité concernant le AH Plus[®] à base de résine⁽²¹⁾.

Toutefois , ils ont aussi constaté cette cytotoxicité pour le TotalFill[®]⁽²¹⁾. Or , il semblerait que cet effet cytotoxique ne soit pas fortement impactant puisqu'il n'est pas reflété cliniquement. Par contre, dans l'étude menée par Shim , Jang *et al.*, 2021, aucune différence en terme de douleurs post-opératoires n'a été remarquable⁽²²⁾.

Rappelons que dans cette étude, les auteurs ont mis en avant l'utilisation de Endoseal MTA[®] et AH Plus[®]⁽²²⁾. Cependant , dans une autre étude réalisée par Washio , Miura *et al.*, 2020, il est affirmé que le CS-BG[®] n'a aucun effet sur l'apparition de douleurs post-opératoires⁽⁵⁾. Par extension , il semblerait que l'incidence des douleurs post-opératoires puisse être attribuée à la composition du produit de scellement dans le cas de leur extrusion au-delà de l'apex⁽²¹⁾.

3.3.1.3.3 Conclusion:

En conclusion, les deux études ont montré que les douleurs provoquées par les matériaux d'obturation sont liées au dépassement canalaire et à la composition du matériau. Et que les matériaux biocéramiques ont une excellente biocompatibilité qui n'entraîne aucun effet sur la douleur post opératoire.

3.3.1.4 Cicatrisation :

Tableau 9: Résultats de la cicatrisation.

/	Titre	Auteur	Biomatériaux	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
In vivo	Bioceramic root repair material (BCRRM) for root-end obturation in apical surgery. An analysis of 174 teeth after 1 year	von Arx, T. Janner, S. F. M. Haenni, S. Bornstein, M. M.	(BCRRM) TotalFill®	Adultes	56 ± 14,1 ans	150	Le résultat global de la guérison a été jugé : réussi dans 94,1 % des cas, incertaine dans 4,1 % des cas et ratée dans 1,8 % des cas	Le BCRRM semble être un matériau d'obturation radiculaire biocompatible présentant d'excellents résultats à un an.
In vivo	The effect of partial pulpotomy with iRoot BP Plus in traumatized immature permanent teeth	Yang, Y. Xia, B. Xu, Z. Dou, G. Lei, Y. Yong, W.	iRoot BP Plus®	Enfants	de 7 à 12 ans	120	le pont calcifié formé était plus épais dans le groupe CH que dans le groupe iRoot BP®. Mais le nombre de cas d'échec était plus faible dans le groupe iRoot BP Plus® que dans le groupe CH.	iRoot BP Plus® est un matériau de recouvrement favorable pour la pulpotomie partielle.
In vivo	Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®	Mancino, Davide Meyer, Florent Haikel, Youssef	Biodentine®	Adultes	/	51	1 Biodentine® était efficace pour réparer les anciennes perforations infectées	Biodentine® est efficace et bien toléré pour réparer les anciennes perforations infectées en une seule étape.

<p>In vivo</p>	<p>Partial Pulpotomy of Immature Teeth with Apical Periodontitis using Bioceramics and Mineral Trioxide Aggregate: A Report of Three Cases</p>	<p>Jiang, S. Wu, H. Zhang, C. F</p>	<p>iRoot BP®/MTA®</p>	<p>Enfants</p>	<p>de 9 à 11 ans</p>	<p>3</p>	<p>iRoot BP® et le MTA® ont donné de bons résultats lors de la pulpotomie partielle de dents immatures avec une nécrose pulpaire partielle et une parodontite apicale. Cependant, iRoot BP® était > en termes de facilité d'application clinique</p>	<p>iRoot BP® est une meilleure alternative de traitement que le MTA®.</p>
<p>In vivo</p>	<p>Clinical outcome of endodontic microsurgery that uses EndoSequence BC root repair material as the root-end filling material</p>	<p>Shinbori, N. Grama, A. M. Patel, Y. Woodmansey, K. He, J.</p>	<p>EndoSequence® BC Root Repair</p>	<p>Adultes</p>	<p>de 20 à 88ans</p>	<p>94</p>	<p>Le taux de guérison de l'ES-BCRR= 92,0 % en microchirurgie endodontique</p>	<p>ES-BCRR est efficace pour la chirurgie endodontique</p>
<p>In vivo</p>	<p>Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis</p>	<p>Chybowski, E. A. Glickman, G. N. Patel, Y. Fleury, A. Solomon, E. He, J.</p>	<p>EndoSequence® BC Sealer</p>	<p>Adultes</p>	<p>48ans</p>	<p>307</p>	<p>EndoSequence® BC Sealer utilisant une technique monocône =un taux de réussite de 90.9%.</p>	<p>EndoSequence® BC Sealer utilisé avec une technique à cône unique est une option viable pour l'obturation canalair.</p>

<p>In vivo</p>	<p>Bioceramic/poly (glycolic)-poly (lactic acid) composite induces mineralized barrier after direct capping of rat tooth pulp tissue</p>	<p>Gala-Garcia, A. Teixeira, K. I. Wykrota, F. H. Sinisterra, R. D. Cortés, M. E.</p>	<p>Un composite de biocéramique phosphate tricalcique</p>	<p>premières molaires supérieures non cariées de rats sains</p>	<p>4 semaines</p>	<p>52</p>	<p>Le composite BC/PLGA Stimule la réorganisation du tissu pulpaire et la formation d'une barrière de tissu minéralisé qui a réussi à combler l'exposition pulpaire</p>	<p>le composite BC/PLGA a réorganisé efficacement le complexe dentine-pulpe</p>
<p>In vivo</p>	<p>Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in Contact with Pulp and Periradicular Tissues in a Canine Model</p>	<p>Walsh, R. M. Woodmansey, K. F. He, J. Svoboda, K. K. Primus, C. M. Opperman, L. A.</p>	<p>NeoMTA Plus® et Quick-Set2®</p>	<p>6 chiens Beagledogs</p>	<p>/</p>	<p>72</p>	<p>Les effets de Quick-Set2® = NeoMTAPlus® Sur l'inflammation, la réponse pulpaire, la formation du ligament parodontal et du ciment, et la cicatrisation du tissu apical chez le chien.</p>	<p>NeoMTAPlus® présentait une qualité de cicatrisation > à Quick-Set2®</p>

<p>In vivo</p>	<p>Case Report: Interdisciplinary management of a complex odontoma with a periapical involvement of superior anterior teeth</p>	<p>Flores Orozco, E. I. Abu Hasna, A. Teotonio de Santos Junior, M. Flores Orozco, E. I. Falchete Do Prado, R. Rocha Campos, G. Carneiro Valera, M.</p>	<p>Cinq oxydes minéraux (5MO)</p>	<p>la 11 et la 12</p>	<p>27</p>	<p>1</p>	<p>Une néoformation osseuse a été observée par radiographie périapicale</p>	<p>5MO semble être un ciment biocéramique efficace qui présente des caractéristiques réparatrices.</p>
<p>In vivo</p>	<p>Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth</p>	<p>Nowicka, Alicja Wilk, Grażyna Lipski, Mariusz Kolecki, Janusz Buczowska-Radlińska, Jadwiga</p>	<p>MTA®, Biodentine®</p>	<p>Adultes (3eme molaire maxillaire et mandibulaire)</p>	<p>de 19 à 32ans</p>	<p>21</p>	<p>la dentine réparatrice formée dans les groupes CH, MTA® et Biodentine® était >à Single Bond Universal® en termes d'épaisseur et de volume. Les ponts dentinaires du groupe Biodentine avaient les volumes les plus élevés. La densité moyenne des ponts dentinaires était la plus élevée dans le groupe MTA® et la plus faible dans le groupe Single Bond Universal®.</p>	<p>Le volume des ponts dentinaires réparateurs dépend du matériau utilisé: Biodentine® et MTA® ont permis la formation de ponts d'un volume moyen plus élevé que celui du matériau Single Bond Universal®,</p>

<p>In vivo</p>	<p>Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study</p>	<p>Linu, S. Lekshmi, M. S. Varunkumar, V. S. Sam Joseph, V. G.</p>	<p>MTA et Biodentine</p>	<p>Molaires mandibulaires 5 présentant des caries limitées</p>	<p>de 15 à 30 ans</p>	<p>30</p>	<p>la Biodentine et le MTA efficace pour le coiffage pulpaire, et pour maintenir la vitalité de la pulpe</p>	<p>Des résultats analogues ont été observés dans le cas de la formation d'un pont dentinaire et de la calcification de la chambre pulpaire dans les dents traitées au MTA® et à la Biodentine®, tandis qu'une décoloration coronaire significative a été observée dans les dents traitées au MTA®</p>
<p>In vivo</p>	<p>Comparison of pulp response to mineral trioxide aggregate and a bioceramic paste in partial pulpotomy of sound human premolars: a randomized controlled trial</p>	<p>Azimi, S. Fazlyab, M. Sadri, D. Saghiri, M. A. Khosravanifard, B. Asgary, S.</p>	<p>Biocéramique (iRootBP®) ou d'un MTA ProRoot®</p>	<p>Prémolaires saines Humaines</p>	<p>12 à 16 ans</p>	<p>12</p>	<p>ProRoot® =MTA= iRoot BP® en termes d'inflammation de la pulpe, de formation d'un pont de tissu dur et de son apparence n'a été détectée. Les dents traitées avec le MTA® avaient moins de sensibilité au froid</p>	<p>La réponse au traitement par pulpotomie partielle avec MTA® et iRoot BP® était favorable</p>

<p>In vitro</p>	<p>Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla</p>	<p>Wongwatan asanti, N. Jantarat, J. Sritanaudo mchai, H. Hargreaves, K. M.</p>	<p>ProRoot® MTA, Biodentine®, RetroMTA®</p>	<p>les cellules souches de la papille apicale</p>	<p>/</p>	<p>20 000 cellules</p>	<p>RetroMTA® a montré la plus faible expression des marqueurs odontoblastiques.</p>	<p>Biodentine, ProRoot® MTA et ® peuvent induire la prolifération des SCAP. Les SCAPs présentaient la plus grande différenciation dans le groupe Biodentine.</p>
<p>In vitro</p>	<p>Cell migration and osteo/odontogenesis stimulation of iRoot FS as a potential apical barrier material in apexification</p>	<p>Liu, Y. Liu, X. M. Bi, J. Yu, S. Yang, N. Song, B. Chen, X.</p>	<p>iRoot FS® / ProRoot® MTA</p>	<p>Des troisièmes molaires humaines impactées avec des racines immatures</p>	<p>moins de 18 ans</p>	<p>/</p>	<p>iRoot FS® a favorisé la migration cellulaire des hSCAP et a facilité la différenciation ostéo/odontogénique des hSCAP</p>	<p>iRoot FS® pourrait être utilisé comme matériau de barrière apicale dans l'apexification ou comme matériau d'étanchéité coronaire dans le traitement endodontique régénératif.</p>
<p>IN vivo / in vitro</p>	<p>Injectable phosphopullulan-functionalized calcium-silicate cement for pulp-tissue engineering: An in-vivo and ex-vivo study</p>	<p>Pedano, M. S. Li, X. Camargo, B. Hauben, E. De Vleeschauwer, S. Yoshihara, K. Van Landuyt, K. Yoshida, Y. Van Meerbeek, B.</p>	<p>Le ciment de calcium-silicate expérimental à base de phosphopullulane et la Biodentine®</p>	<p>ex vivo : 3 patients In vivo : 3 miniporcs</p>	<p>/</p>	<p>ex vivo : 9 In vivo : 40</p>	<p>la réparation et la régénération de la pulpe dentaire médiée par le silicate de calcium calcique</p>	<p>Le nouveau ciment de silicate de calcium fonctionnalisé, prêt à l'emploi et auto-adhésif, avait un potentiel de réparation pulpaire efficace</p>

In vivo / in vitro	Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo	Liu, S. Wang, S. Dong, Y.	iRoot BP Plus®	In vitro : des cellules de pulpe dentaire humaine In vivo : rats Wistar males	In vitro de 18 à 26ans	in vivo:20 rats	iRoot BP® induit la prolifération des cellules de la pulpe dentaire (in vitro), et la formation d'un pont dentinaire réparateur sur le site pulpaire exposé après 4 semaines (in vivo)	iRoot BP Plus® peut être utilisé comme matériau de coiffage pulpaire pour la thérapie pulpaire vitale.
--------------------	---	---------------------------------	----------------	--	------------------------	-----------------	--	--

3.3.1.4.1 Résultat :

Seize articles ont traité l'effet réparateur et régénérateur des biocéramiques, parmi eux deux ont été faite in vivo/ in vitro ; douze in vivo et les deux restants in vitro.

Les études qui ont été réalisé in vivo/in vitro ont utilisé comme matériaux bioceramique le ciment de calcium-silicate expérimental à base de phosphopullulane, la Biodentine^{®(23)} et l'iRoot BP^{®plus(12)} pour évaluer leurs effets comme agent de recouvrement de la pulpe lors d'un coiffage pulpaire direct et d'une pulpotomie. In-vivo, ils ont utilisé 3 mini porcs et 20 rats (Wistar mâles) ; in-vitro, ils ont utilisé des dents fraîchement extraites et des cellules de pulpe dentaire humaine (hDPCs). Les résultats montrent que la réparation et la régénération du pulpe dentaire a été méditée par le silicate de calcium calcique et que iRoot BP[®] induit la prolifération des cellules de la pulpe dentaire (in vitro), et la formation d'un pont dentinaire réparateur sur le site pulpaire exposé après 4 semaines (in vivo).

Le nouveau ciment de silicate de calcium fonctionnalisé, prêt à l'emploi et auto-adhésif, et iRoot BP^{® plus} peuvent être utilisés comme matériau de coiffage pulpaire pour la thérapie pulpaire vitale.

Les études qu'ont été réalisé in vitro ont utilisés l'iRoot FS[®], ProRoot[®] MTA, Biodentine[®] et Retro[®]MTA^(24, 25) comme matériaux bioceramiques pour étudier les effets biologiques sur la prolifération, la migration et la différenciation ostéo/odontogénique des cellules souches humaines de la papille apicale (hSCAP). iRoot FS[®], ProRoot[®] MTA, Biodentine[®] ont favorisé la migration

cellulaire des hSCAP et ont facilité la différenciation ostéo/odontogénique des hSCAP via la voie de signalisation Wnt/b-caténine sans cytotoxicité. Tandis que le groupe RetroMTA[®] a montré la plus faible expression des marqueurs odontoblastiques.

Donc ces biocéramiques pourraient être utilisés comme matériau de barrière apicale dans l'apexification ou comme matériau d'étanchéité coronaire dans le traitement endodontique régénératif.

Les douze études in vivo, ont utilisé BCRRM[®]; iRoot BP[®] Plus; Biodentine[®]; MTA[®]; ES-BCRR[®]; NeoMTA Plus[®] et Quick-Set2[®]; 5MO[®]; ProRoot[®] MTA dans leurs étude sur une population varié entre 1-307 personnes de tous âges, parmi ces douze articles une étude a été faite sur 6 chiens Beagle et une autre sur des rats sains âgés de 4 semaines pour évaluer l'efficacité de ces biocéramiques dans les différentes thérapeutique pulpaire (pulpotomie partiel, coiffage pulpaire direct, chirurgie apical) et leurs pouvoir réparateur/régénérateur. Les résultats de ces études ont été basés sur une évaluation clinique et radiologique (histologique dans deux études) et ils ont montré que ces biocéramiques ont une bonne capacité de réparation et de régénération dans les différentes thérapeutiques pulpaires. Aussi, la Biodentine[®] semble être efficace pour réparer les anciennes perforations infectées, et elle est bonne en termes d'inflammation pulpaire que MTA[®]. Toujours en termes d'inflammation de la pulpe il n'y a pas de différences significatives entre le ProRoot[®]MTA et iRoot BP[®]. Tandis que MTA[®] présente la moindre sensibilité au froid. Les résultats montrent aussi que l'iRoot BP[®] est supérieure en termes de facilité d'application clinique que MTA[®]. Le taux de guérison dans la plupart des études était supérieur à 90%,

3.3.1.4.2 Discussion :

-En chirurgie péri apicale :

La chirurgie péri apicale implique la mise en place d'une obturation radiculaire, afin d'assurer l'étanchéité apicale du système canalaire. Un taux de réussite globale était de 94,1 % dans l'étude menée par Von Arx, Janner *et al.*, 2020⁽²⁶⁾, concordant avec l'étude menée par Shinbori, Grama *et al.* 2015 qui était de 92 % ⁽²⁷⁾. Les matériaux utilisés dans les deux études sont biocompatible, non toxique, ne rétrécissent pas et sont chimiquement stable dans l'environnement biologique⁽¹⁵⁾. Une étude a montré que ces matériaux durcissent à un pH très alcalin et possèdent une activité antibactérienne⁽²⁰⁾.

De plus une revue systématique a été publiée en 2018 par Abusrewil, McLean *et al.*, a trouvé que BCRRM[®] a des propriétés physiques similaires à celles du MTA[®] une fois pris, mais présente des propriétés de manipulation bien meilleures⁽²⁸⁾. Par conséquent, ces biomatériaux sont considérés comme des alternatives viables au MTA[®] pour le comblement radiculaire^(26, 27).

-En coiffage pulpaire et pulpotomie :

Un matériau idéal pour le coiffage de la pulpe doit posséder une bonne biocompatibilité et une forte activité antibactérienne. Il doit également être capable d'induire la différenciation des cellules de la pulpe dentaire ainsi que la formation de dentine réparatrice⁽¹²⁾.

Dans cette option, Jiang, Wu *et al.*, 2016 ont réalisé une série de cas visant à évaluer l'efficacité de l'utilisation de biocéramiques iRoot BP[®] et MTA[®] pour les pulpotomies partielles, et il ressort de ces études que les scellants iRoot BP[®] et le MTA[®] ont produit des résultats positifs⁽²⁹⁾.

Les mêmes résultats ont été obtenus dans l'étude publiée par Yang, Xia *et al.*, 2020, où ils ont trouvé que l'iRoot BP Plus[®] est un matériau de coiffage efficace pour la pulpotomie partielle⁽³⁰⁾. De la même façon, l'étude menée par Azimi, Fazlyab *et al.*, 2014⁽³¹⁾ a affirmé que la réponse au traitement de la pulpotomie partielle avec le MTA et l'iRoot BP[®] était favorable.

En revanche, il a été constaté que les pulpes recouvertes d'iRoot BP[®] étaient plus sensibles aux stimuli froids. Cela dit, Jiang, Wu *et al.*, 2016 ont observé que l'iRoot BP[®] était supérieur en termes de facilité d'application clinique⁽²⁹⁾.

Ceci a confirmé que la biocompatibilité et la bioactivité des matériaux biocéramiques sont comparables à celles du MTA[®], même si la composition chimique des deux matériaux diffère.

En outre, iRoot BP[®] présente un temps de travail plus long et un temps de prise plus court que le MTA[®], car l'eau présente dans les tubules dentinaires est absorbé par iRoot BP pour renforcer sa réaction avec les tubules dentinaires^(29, 30). De plus, Liu, Wang *et al.*, 2015 ont constaté que le pont calcique formé après l'application d'iRoot BP Plus était légèrement plus épais que celui formé après l'application de MTA⁽¹²⁾.

En effet ceci pourrait être expliqué par l'excellente capacité de formation d'apatite fournie par l'iRoot^{®(32)}. Aussi une étude publiée par Nowicka, Wilk *et al.*, 2015 a constaté que la capacité

d'induire la formation du pont dentinaire était la plus élevée dans le groupe de MTA[®] et Biodentine^{®(33)}.

De plus, Pedano, Li *et al.*, 2020 ont évalué la capacité de formation de dentine réparatrice en utilisant la biodentine[®] et le ciment calcium-silicate à base de phosphopullulane, et ils ont constaté que ces deux biomatériaux ont stimulé la formation de tissus minéralisés⁽²³⁾.

De l'autre côté Linu, Lekshmi *et al.*, 2017, ont noté que le MTA[®] et la Biodentine[®] induisent la formation des ponts dentinaires, à la différence que le MTA[®] a montré une décoloration coronaire. L'oxyde de bismuth, qui confère la radio-opacité au MTA est affecté par la lumière et l'oxygène, provoquant ainsi sa dissociation en bismuth métallique revêtant une couleur foncée⁽³⁴⁾. L'effet de décoloration pourrait avoir été aggravé par la présence de sang en contact avec l'MTA pendant la prise⁽³⁵⁾.

En ce qui concerne l'étude de Gala-Garcia, Teixeira *et al.*, 2010, ils ont testé la réponse histopathologique de la pulpe après coiffage pulpaire direct chez les rats avec un composite BC/PLGA[®], et ils ont trouvé que ce biomatériau était capable de stimuler la réorganisation du tissu pulpaire et la formation d'une barrière d'un tissu minéralisé⁽³⁶⁾. La formation de ce dernier peut être favorisée par les propriétés de ce matériau, telles que l'adhésion cellulaire et la forte cohésion⁽³⁶⁾.

Cependant, Walsh, Woodmansey *et al.*, 2018 ont comparé la cicatrisation des tissus pulpaire et périapicaux chez les chiens, en utilisant NeoMTA Plus[®] et Quick-Set2[®], et ils ont trouvé que les deux matériaux ont montré une guérison favorable, et que la seule différence significative était la bonne qualité du pont dentinaire de NeoMTA Plus[®] par rapport à Quick-Set2[®]⁽³⁷⁾. La différence dans la qualité de la formation des ponts peut être attribuée aux différences chimiques entre les matériaux⁽³⁷⁾.

Une étude menée par Mancino, Meyer *et al.*, 2018⁽¹¹⁾, avait pour objectif l'évaluation de l'efficacité de la biodentine sur les perforation radiculaires iatrogènes infectées. Les résultats ont montré que le taux de guérison était favorable. Ceci est expliqué par la capacité de prise de Biodentine dans un environnement acide, ses bonnes propriétés de manipulation, et également son temps de prise⁽¹¹⁾.

En outre, Wongwatanasanti, Jantararat *et al.*, 2018⁽²⁴⁾ ont utilisé la Biodentine[®], le ProRoot[®]MTA et le RetroMTA[®] pour évaluer leur efficacité dans le traitement endodontique régénératif (RET).

Ils ont constaté que les trois matériaux ont induit une prolifération de SCAP, mais la Biodentine avait les valeurs les plus élevées. Ce qui pourrait être expliqué par la bioactivité de ce matériau qui a augmenté la prolifération et la bio minéralisation des cellules souches⁽³⁸⁾.

Cependant, l'article publié par Liu, Liu *et al.*, 2020, a étudié l'effet de iRoot FS[®] sur la prolifération des cellules souches humaines de la papille apicale hSCAP⁽²⁵⁾. Les mêmes résultats que l'étude précédente⁽²⁴⁾ ont été trouvés pour ce matériau.

Toutefois, des études ont été faites pour évaluer l'efficacité des matériaux biocéramiques EndoSequence[®]BC Sealer et Cinq oxydes minéraux (5MO) sur la cicatrisation périé apicale. Chybowski, Glickman *et al.*, 2018 ont utilisé l'EndoSequence BC Sealer[®] dans le traitement endodontique non chirurgical, et ils trouvaient que ce matériau présentait un taux de réussite de 90.9%⁽³⁹⁾. Alors que Flores Orozco, Abu Hasna *et al.*, 2019 ont utilisé 5MO comme matériau d'obturation à rétro, et ils ont aussi observé que la réponse de ce scellant était favorable⁽⁴⁰⁾. Ces résultats pourraient être attribués à la bonne biocompatibilité de ces deux matériaux^(39, 40).

3.3.1.4.3 Conclusion :

En conclusion, les seize articles étudiés ont abouti à une meilleure cicatrisation, donc les biocéramiques peuvent être considérées comme les matériaux de choix en endodontie.

3.3.2 Propriétés mécanique et physiques :

Nous avons trouvé 22 articles qui parlent des propriétés physiques et mécaniques.

3.3.2.1 L'étanchéité :

Tableau 10: Résultats de l'étanchéité.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
In vivo	The effect of partial pulpotomy with iRoot BP Plus in traumatized immature permanent teeth	Yang, Y. Xia, B. Xu, Z. Dou, G. Lei, Y. Yong, W.	iRoot BP Plus®	Enfants	de 7 à 12 ans	120	iRoot BP Plus® a une capacité de scellement adéquate, pouvant induire la formation d'un pont calcifié sur une période de 2 ans	iRoot BP Plus® est un matériau de recouvrement favorable pour la pulpotomie partielle.
In vivo	Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials	Nabeel, Mohamed Tawfik, Hossam M. Abu-Seida, Ashraf M. A. Elgendy, Abeer A.	Biodentine® MTA® ProRoot®	dents antérieures centrales maxillaires	/	20	la capacité de scellement de Biodentine® est < à celle de ProRoot® MTA	Bien que la capacité de scellement de ProRoot® MTA soit supérieure à celle de Biodentine®, ce dernier peut être considéré comme une alternative acceptable à ProRoot® MTA dans les chirurgies péri-radicaux,
In vitro	Similar sealability between bioceramic putty ready-to-use repair cement and white MTA	Leal, F. De-Deus, G. Brandão, C. Luna, A. Souza, E. Fidel, S.	iRoot BP Plus®/ MTA® blanc.	inscives maxillaires	/	40	IRoot BP Plus® avait une Etanchéité = à celle du White MTA®.	iRoot BP Plus® et White MTA® présentent la même capacité pour prévenir la fuite de glucose en tant que matériau d'obturation radicaux.

<p>In vitro</p>	<p>Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA</p>	<p>Leal, F. De-Deus, G. Brandão, C. Luna, A. S. Fidel, S. R. Souza, E. M</p>	<p>Ceramicrete/ BioAggregate / ProRoot® MTA blanc</p>	<p>Incisives maxillaires</p>	<p>/</p>	<p>49</p>	<p>Les cavités radiculaires remplies de Ceramicrete présentaient une fuite de glucose significative ment moins importante que le BioAggregate. ces deux ciments ont présenté des résultats de fuite similaires à ceux du White MTA®</p>	<p>Ceramicrete et BioAggregate, avaient une capacité similaire à celle du ProRoot® MTA blanc à prévenir les fuites de glucose en tant que matériaux d'obturations radiculaires et le Ceramicrete a donné des résultats nettement meilleurs que BioAggregate.</p>
<p>In vitro</p>	<p>Bacterial leakage and marginal adaptation of various bioceramics as apical plug in open apex model</p>	<p>Lertmalapong, P. Jantararat, J. Srisatjaluk, R. L. Komoltri, C.</p>	<p>ProRoot® MTA, Biodentine® TotalFill® BC RRM paste, TotalFill® BC RRM putty, RetroMTA®</p>	<p>prémolaires mandibulaires</p>	<p>/</p>	<p>170</p>	<p>Biodentine® et TotalFill® BC RRM de 3 et 4 m et le groupe ProRoot® MTA de 4 m ont présenté moins de fuites bactériennes et un pourcentage moyen de zone de vide < à ceux des autres groupes. La pâte TotalFill® BC RRM a montré la fuite la plus élevée pour les groupes de 3 et 4 mm.</p>	<p>Biodentine®, TotalFill® BC RRM et ProRoot® MTA ont présenté la meilleure capacité d'étanchéité et la meilleure adaptation marginale des bouchons apicaux.</p>

<p>In vitro</p>	<p>Root fillings with a matched-taper single cone and two calcium silicate-based sealers: an analysis of voids using micro-computed tomography</p>	<p>Pedullà, E. Abiad, R. S. Conte, G. La Rosa, G. R. M. Rapisarda, E. Neelakantan, P.</p>	<p>GuttaFlow Bioseal[®], BioRoot RCS[®]</p>	<p>prémolaires mandibulaires</p>	<p>/</p>	<p>48</p>	<p>BioRoot RCS[®] présentait un pourcentage de vides plus élevé que le GuttaFlow Bio[®]</p>	<p>les canaux radiculaires remplis d'un cône unique conique et de GuttaFlow Bioseal[®] présentaient moins de vides que ceux avec BioRoot RCS[®], à l'exception du dernier 1mm.</p>
<p>In vitro</p>	<p>In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer</p>	<p>Wang, Y. Liu, S. Dong, Y.</p>	<p>iRoot SP[®]</p>	<p>incisives inférieures</p>	<p>/</p>	<p>42</p>	<p>iRoot SP[®], peut aider à améliorer l'étanchéité du système canalaire en tenant compte de sa bonne bioactivité.</p>	<p>Quelle que soit la technique de remplissage utilisée, iRoot SP[®] peut obtenir une qualité de remplissage comparable à AH Plus[®]</p>
<p>In vitro</p>	<p>Etude de l'adaptation marginale des obturations à retro du MTA Caps vs l'E-RRM</p>	<p>Hediguer Frédérique</p>	<p>Endosequence[®] Root Repair Matériel[®], MTA Caps[®]</p>	<p>des racines des dents humaines</p>	<p>/</p>	<p>28</p>	<p>E-RRM[®] et le MTA Caps[®] présentant une adaptation marginale équivalente</p>	<p>E-RRM[®] et le MTA Caps[®] sont des excellents matériaux d'obturation à rétro ; et l'E-RRM[®] est plus simple pour l'utilisation que le MTA Caps[®], ce qui rend la microchirurgie endodontique plus accessible au praticien inexpérimenté</p>

<p>In vitro</p>	<p>Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone</p>	<p>Osiri, S. Banomyong, D. Sattabanasuk, V. Yanpiset, K.</p>	<p>TotalFill®</p>	<p>racines des prémolaires mandibulaires</p>	<p>/</p>	<p>84</p>	<p>BCC/BCS a montré une force d'adhérence > à celle de GP/AH, notamment au niveau apical.</p>	<p>le BCC/BCS a une meilleure adhérence et une meilleure pénétration du scellant, en particulier dans la zone apicale</p>
<p>In vitro</p>	<p>An in vitro Comparison of Bond Strength of Different Sealers/Obturation Systems to Root Dentin Using the Push-Out Test at 2 Weeks and 3 Months after Obturation</p>	<p>Yap, W. Y. Che Ab Aziz, Z. A. Azami, N. H. Al-Haddad, A. Y. Khan, A. A.</p>	<p>Scellant TotalFill® BCTM</p>	<p>dents antérieures</p>	<p>/</p>	<p>60</p>	<p>Le système d'obturation TotalFill® BCTM et le scellant TotalFill® BC TM ont montré des résistances d'adhérence= à AH Plus®. Leur force d'adhérence augmentait avec le temps</p>	<p>la résistance d'adhérence à la dentine intraradiculaire est influencée par le temps après l'obturation et aussi par la composition du scellant</p>

<p>In vitro</p>	<p>Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study</p>	<p>Roizenblit, R. N. Soares, F. O. Lopes, R. T. Dos Santos, B. C. Gusman, H</p>	<p>EndoSequence[®] BC</p>	<p>Molaires mandibulaires</p>	<p>/</p>	<p>20</p>	<p>EndoSequence[®] et Smartpaste Bio[®] sont plus efficaces que AH Plus et ActiV GP lorsqu'ils sont utilisés avec la technique du cône unique pour obturer le tiers apical de dents à canal unique</p>	<p>Les scellants biocéramiques sont des matériaux prometteurs, notamment en raison de leurs propriétés, pour améliorer la qualité de l'obturation et, par conséquent, le succès à long terme du traitement endodontique</p>
<p>In vitro</p>	<p>A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using Enterococcus faecalis</p>	<p>Nair, U. Ghattas, S. Saber, M. Natera, M. Walker, C. Pileggi, R.</p>	<p>EndoSequence[®] et WMTA[®]</p>	<p>dents humaines intactes, à canal unique</p>	<p>/</p>	<p>40</p>	<p>Le BCRR a une capacité d'étanchéité= à celle du WMTA[®] lorsqu'il est utilisé comme matériau d'obturation radiculaire in vitro</p>	<p>La cytotoxicité du BCRR est similaire à celle du MTA blanc[®] et gris. Les résultats de cette étude ont montré une performance positive du BCRR in vitro</p>
<p>In vitro</p>	<p>Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface</p>	<p>Ozkocak, I. Sonat, B.</p>	<p>EndoSequence[®] BC Sealer</p>	<p>dents maxillaires humaine à racine unique</p>	<p>/</p>	<p>150</p>	<p>Les scellants canalaires en résine avaient une force d'adhérence >à celle du scellant biocéramique</p>	<p>Endo-Sequence[®] BC Sealer, Smartpaste bio[®] ont produit des vides similaires, avec le moins de vides dans le tiers apical des canaux radiculaires</p>

<p>In vitro</p>	<p>Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals</p>	<p>Candeiro, G. T. M. Lavor, A. B. Lima, I. T. F. Vasconcelos, B. C. Gomes, N. V. Iglecias, E. F. Gavini, G.</p>	<p>Endosequence® BC Sealer</p>	<p>1ere prémolaire maxillaire</p>	<p>/</p>	<p>26</p>	<p>Endosequence® BC présente une capacité de remplissage des canaux latéraux= à celle de l'AH Plus® dans des canaux simulés.</p>	<p>l'emplacement des canaux latéraux simulés n'a pas eu d'influence significative sur leur capacité de remplissage ; cependant, le diamètre des canaux latéraux a influencé le remplissage lorsque l'Endosequence BC a été utilisé.</p>
<p>In vitro</p>	<p>The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers</p>	<p>Donnermeyer, D. Dornseifer, P. Schäfer, E. Dammaschke, T.</p>	<p>Total Fill® BC, BioRoot RCS®, Endo CPM®)</p>	<p>prémolaires mandibulaires humaines avec un seul canal radiculaire droit (courbure <5°)</p>	<p>/</p>	<p>80</p>	<p>Total Fill® BC a montré les valeurs les plus élevées de résistance à l'arrachement. BioRoot RCS® a produit des valeurs de POBS significativement plus élevées que le scellant Endo CPM®.</p>	<p>La force d'adhérence des scellants à base de silicate de calcium étudié était inférieure à la force d'adhérence d'AH Plus®. Total Fill® BC a montré la plus grande force d'adhérence des scellants à base de silicate de calcium. BioRoot RCS® a présenté une résistance à l'arrachement supérieure à celle d'Endo CPM Sealer®.</p>

<p>In vitro</p>	<p>Sealing ability of two root-end filling materials in a bacterial nutrient leakage model</p>	<p>Antunes, H. S. Gominho, L. F. Andrade-Junior, C. V. Dessaune-Neto, N. Alves, F. R. Rôças, I. N. Siqueira, J. F., Jr.</p>	<p>MTA[®] et BC-RRM)</p>	<p>Incisives mandibulaires</p>	<p>/</p>	<p>60</p>	<p>L'MTA[®] et le BC-RRM putty avaient un comportement similaire pour empêcher la fuite de nutriments vers les bactéries résiduelles.</p>	<p>La présente étude, qui utilise un nouveau modèle pour évaluer la capacité d'étanchéité du MTA[®] et du BC-RRM Putty, a montré que les deux matériaux avaient un comportement = pour empêcher la fuite de nutriments vers les bactéries résiduelles.</p>
<p>In vitro</p>	<p>Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study</p>	<p>Celikten, B. Uzuntas, C. F. Orhan, A. I. Orhan, K. Tufenkci, P. Kursun, S. Demiralp, KÖ</p>	<p>EndoSequene[®] BC Sealer, Smartpaste bio[®], ActiV GP</p>	<p>prémolaires maxillaire humaines</p>	<p>/</p>	<p>40</p>	<p>L'analyse a montré une réduction considérable des vides en termes de vides combinés dans le tiers apical, avec des différences significatives entre les tiers apical et coronal des dents. Toutefois, aucune différence significative n'a été trouvée entre le tiers apical et le tiers coronal.</p>	<p>Les produits de scellement biocéramiques (EndoSequene[®] BC Sealer, Smartpaste bio[®]) ont produit des vides similaires qui étaient les moins nombreux dans le tiers apical des canaux radiculaires ce qui peut être lié aux variations de l'anatomie du canal radiculaire.</p>

3.3.2.1.1 Résultat :

17 études ont traité l'étanchéité ; une étude parmi eux a été réalisé in vivo avec l'iRoot BP[®] plus comparé à l'HC, une pulpotomie partielle a été faite sur 120 patients présentant des dents

permanentes immatures avec une fracture compliquée de la couronne ou une fracture compliquée de la couronne et de la racine avec une évaluation clinique et radiologique après traitement pour étudier l'efficacité de l'iRoot BP Plus[®]. Les résultats montrent une capacité de scellement adéquate, pouvant induire la formation d'un pont calcifié sur une période de 2 ans. Donc on peut confirmer que l'iRoot BP Plus[®] est un matériau de recouvrement favorable pour la pulpotomie partielle.

Les études restantes ont été faites in vitro avec les différents matériaux biocéramiques (ProRoot[®] MTA, Biodentine[®], iRoot BP[®] plus, MTA[®] blanc, Ceramicrete[®], BioAggregate[®], TotalFill[®] BC RRMpaste, TotalFill[®] BC RRM putty, RetroMTA[®], GuttaFlow Bioseal[®], BioRoot RCS[®], MTA Caps[®], ERRM[®]Putty, Smartpastebio[®], ActiV[®] GP). La majorité des études ont utilisé les racines uniques des incisives maxillaires et des prémolaires mandibulaires humaines extraites qu'ils ont été obturés avec différents techniques d'obturation : endodontique orthograde classique (cône unique ; condensation latéral ; vertical à chaud) ou l'obturation à retro comparé soit à eux même ou bien à l'AH plus pour évaluer la fuite de glucose, bactériennes ou l'apparition de vides.

Les résultats ont montré que iRoot SP[®] peut aider à améliorer l'étanchéité du système de canal radiculaire en tenant compte de sa bonne bioactivité. En plus l'iRoot BP[®] plus ; Ceramicrete[®] ; BioAggregate[®] ; E-RRM[®] et le BC-RRM[®] putty ont une efficacité similaire à l'MTA[®]. Tandis que la Biodentine[®] avait un effet inférieur à l'MTA. Le scellant TotalFill[®] BC TM ; EndoSequence[®] et Smartpaste[®]Bio ont montré une bonne résistance d'adhérence, leur force d'adhérence augmentait avec le temps.

3.3.2.1.2 Discussion :

L'obturation canalaire est une étape essentielle du traitement endodontique. Elle a pour but de sceller le système canalaire, de prévenir toute contamination ou recontamination bactérienne⁽⁴¹⁾. Par conséquent, de nombreux matériaux d'obturation endodontique du canal radiculaire ont été développés pour assurer l'étanchéité de l'obturation canalaire.

Dans l'étude menée par Leal, De-Deus *et al.*, 2013, ils ont évalué la capacité de scellement de l'iRoot BP Plus[®], et ils ont observé qu'il présentait de bon résultats qui était similaire à celle de ProRoot[®] MTA⁽⁴²⁾. Cette étude était cohérente avec l'étude de Yang, Xia *et al.*, 2020, qui a constaté que l'iRoot PB[®] présentait des résultats favorable⁽³⁰⁾. Ceci est expliqué par sa meilleure pénétration dans les tubules dentinaire⁽⁴³⁾.

En outre, dans l'étude réalisée par Antunes, Gominho *et al.*, 2016⁽⁴⁴⁾, ils ont comparé in vitro la capacité d'étanchéité des obturations radiculaires en utilisant le MTA[®] et l'EndoSequence[®] (BC-RRM), et ils ont trouvé que les deux scellants avaient une capacité d'étanchéité similaire favorable pour l'obturation canalaire. Les mêmes résultats ont été trouvés dans l'étude de Nair, Ghattas *et al.*, 2011⁽⁴⁵⁾.

En revanche, Roizenblit, Soares *et al.*, 2020, ont observé que l'EndoSequence[®] n'a été en mesure de remplir complètement le système canalaire, et qu'il a présenté une qualité d'obturation similaire à l'AH Plus⁽⁴¹⁾. Ce résultat était cohérent à celui de Candeiro, Lavor *et al.*, 2019⁽⁴⁶⁾.

De la même façon, Celikten, Uzuntas *et al.*, 2016⁽⁴⁷⁾ ont observé que EndoSequence[®] BC Sealer et Smartpaste[®] ont produit des vides similaires dans l'obturation, ce qui pourrait être liés aux variations anatomiques du canal radiculaire. Mais ces biocéramiques étaient plus efficaces que l'AH Plus et l'ActiV[®] GP pour remplir le tiers apical des canaux radiculaires. Ce résultat pourrait être expliqué par la petite taille de particule des scellants biocéramique (moins de 2 µm), et leur excellent niveau de viscosité⁽⁴⁷⁾.

Cependant, Ozkocak et Sonat 2015, ont évalué l'étanchéité de l'EndoSequence[®] BC Sealer en utilisant le laser et l'EDTA, et ils ont constaté que les valeurs les plus élevées ont été trouvées quand le laser a été utilisé, parce qu'il y avait plus de zones rugueuses et rétentes qui augmentaient l'adhésion⁽⁴⁸⁾.

Une autre étude publiée par Pedullà, Abiad *et al.*, 2020, a évalué la capacité d'étanchéité de Gutta Flow Bioseal[®] et BioRoot RCS[®], et ils ont trouvé que la Gutta Flow Bioseal[®] avait significativement moins de vides que ceux avec BioRoot RCS[®] ⁽⁴⁹⁾. Ils ont supposé que le plus faible pourcentage de vides dans les obturations Gutta Flow Bioseal[®] est probablement attribué à la meilleure fluidité de ce matériau par rapport au BioRoot RCS[®] ⁽⁵⁰⁾. De plus, le fait que le Gutta Flow Bioseal[®] est pré-mélangé et que BioRoot RCS[®] nécessite un mélange manuel par le clinicien pourrait influencer la consistance du mélange⁽⁴⁹⁾.

Cependant, Nabeel, Tawfik *et al.*, 2019 ont utilisé la Biodentine et le ProRoot[®]MTA pour l'évaluation de l'étanchéité. Ils ont trouvé que la capacité d'étanchéité du ProRoot[®] MTA était supérieure à celle de la Biodentine[®] ⁽⁵¹⁾. Par contre Lertmalapong, Jantararat *et al.* 2019 ont constaté

que la Biodentine[®] et ProRoot[®] MTA avait une capacité d'étanchiété similaire⁽⁵²⁾. Ces résultats contradictoires pourrait être lié aux différentes méthodes utilisés pour chaque étude^(51, 52).

Toutefois, Osiri, Banomyong *et al.*, 2018⁽⁵³⁾ ont évalué la capacité d'étanchiété en utilisant le TotalFill[®]. Les résultats trouvés ont montré que ce matériau était favorable en termes d'adhésions aux parois canalaires. Aussi, une étude menée par Yap, Che Ab Aziz *et al.*, 2017 a trouvé les mêmes résultats que l'étude précédente⁽⁵⁴⁾. Cela pourrait être attribué à la grande fluidité du scellement biocéramique qui a conduit à une pénétration plus profonde du scellant dans les tubules dentinaires pour un verrouillage micromécanique, entraînant ainsi une plus grande adhésion⁽⁵⁴⁾.

De la même façon, Donnermeyer, Dornseifer *et al.*, 2018⁽⁵⁵⁾ ont constaté que Total Fill[®] BC a montré la force d'adhérence par poussée la plus élevée des scellants à base de silicate de calcium (Endo CPM[®] Sealer, BioRoot RCS[®]).

De l'autre côté, Leal, De-Deus *et al.*, 2011, ont comparé la capacité d'étanchiété de Ceramicrete[®], de BioAggregate[®] et de ProRoot[®] MTA blanc. Ils ont trouvé que les deux ciments de réparation biocéramiques endodontiques ont affiché des résultats de fuite similaires à ceux du MTA[®] blanc lorsqu'ils ont été utilisés comme matériaux d'obturation radiculaire⁽⁵⁶⁾. Sarkar *et al.*, 2005 ont suggéré que MTA[®] produit initialement un joint mécanique et se dissout ensuite puis se dissolvait, entraînant la formation de cristaux d'hydroxyapatite, qui ont réagi avec la dentine pour créer une adhésion chimique⁽⁵⁷⁾, et le fait que le Ceramicrete[®] et le BioAggregate[®] contiennent de l'hydroxyapatite peut expliquer les résultats comparables à ceux du MTA[®] blanc observés dans l'étude précédente⁽⁵⁶⁾.

De plus, une thèse qui a été réalisée par Hediguer 2015, a comparé l'adaptation marginale de l'E-RRM[®] avec celle du MTA Caps[®]. Il a trouvé que ces deux scellants biocéramiques présentaient une adaptation marginale équivalente ; et l'E-RRM[®] offrait l'avantage d'être plus simple d'utilisation que le MTA Caps[®]⁽⁵⁶⁾. En revanche, Hirschberg, Patel *et al.*, 2013, ont constaté que les échantillons du groupe ES-BCRR ont fuité significativement plus que les échantillons du groupe MTA[®]⁽⁵⁸⁾. Ceci pourrait être lié au faible nombre d'échantillons étudiés ainsi aux différences de protocoles utilisés⁽⁵⁹⁾.

3.3.2.1.3 Conclusion :

En conclusion, les scellants biocéramiques cités dans ces dix-sept études ont présenté de meilleures capacités de scellement, et ont donné des résultats encourageants concernant leurs utilisations dans les obturations canalaires.

3.3.2.2 Résistance à la fracture :

Tableau 11: Résultats de la résistance à la fracture.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
in vitro	Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems	Ghoneim, A. G. Lutfy, R. A. Sabet, N. E. Fayyad, D. M.	ActiV GP® iRoot SP®	Prémolaires mandibulaires	/	50	iRoot SP® est un scellant prometteur en termes d'augmentation de la résistance à la fracture in vitro.	L'utilisation de l'iRoot SP® avec le système Active GP, pourrait avoir la capacité de renforcer les dents traitées endodontiquement à un niveau comparable à celui des dents intactes.
in vitro	In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers	Topçuoğlu, H. S. Tuncay, Ö. Karataş, E. Arslan, H. Yeter, K.	Endosequence® Bcsealer; trioxyde minéral et d'aggrégats (Tech Biosealer Endo®)	Prémolaires Mandibulaires	/	75	le scellant Endosequence® BC avait la plus grande résistance à la fracture, suivi de l'AH Plus Jet et le Tech Biosealer Endo®	Endosequence® BC et le AH Plus® Jet ont été capables d'augmenter la force de fracture des prémolaires à racine unique traitées par endodontie.
in vitro	Resistance to fracture of dental roots obturated with different materials	Celikten, B. Uzuntas, C. F. Gulsahi, K.	ActiVGPsealer®, ActiVGPcone®, Endosequence® BCSealer, Endosequence® BCpoint, Smartpastebio®, Smartpastebiopoint®	prémolaires mandibulaires humaines extraites	/	55	l'obturation avec un système d'obturation à base de verre ionomère a montré une résistance à la fracture similaire à celle d'une dent saine	Dans les conditions de cette étude in vitro tous les matériaux d'obturation utilisés ont augmenté la résistance à la fracture des canaux radiculaires instrumentés.

3.3.2.2.1 Résultat :

Trois études ont traité la résistance à la fracture *in vitro* sur environ 50 à 75 prémolaires mandibulaires humaines extraite à racine unique de 13 mm de longueur. Les canaux ont été obturés avec un scellant en utilisant la technique du cône unique avec un cône adapté conique, la composition des produits de scellement utilisés dans ces études était comme suit : iRoot SP[®] sealer + ActiV GP cône; iRoot SP[®] sealer + GP cônes; ActiV GP[®] sealer + ActiV GP cônes; ActiV GP[®] sealer + GP cônes ⁽⁶⁰⁾, Endosequence[®] BC sealer; Tech Biosealer Endo[®]; AH Plus Jet^{®(61)}, ActiVGP[®] sealer + GP cône, EndoSequence[®]BC sealer + BCpoint, Smart pastebiosealer[®] + Propoint ⁽⁶²⁾ qui ont été comparés entre eux et avec un contrôle négatif (racines non préparé et non remplie) et positif (racines préparé et non remplie) .

Les résultats de ces études ont montré que l'iRoot SP[®], l'Endosequence[®] BC, MTA[®] et le système d'obturation à base de verreionomère ont permet d'augmenter la résistance à la fracture *in vitro*.

3.3.2.2.2 Discussion :

La fracture verticale de la racine conduit inévitablement à l'extraction de la dent. Ainsi, l'obturation radiculaire avec des scellants qui peuvent renforcer la dent serait un moyen idéal pour réduire la fracture des dents traitées endodontiquement⁽⁶³⁾.

Dans l'étude réalisée par Ghoneim, Lutfy *et al.*, 2011, ils ont observé que l'obturation avec l'iRoot SP[®] en utilisant une technique mono cône, a présenté la résistance à la fracture la plus élevée parmi les groupes testés⁽⁶⁰⁾. Cela pourrait être attribué à la nature du scellant biocéramique qui est un véritable matériau auto-adhésif formant une liaison chimique avec la dentine par la production d'hydroxyapatite pendant la prise lorsque le matériau est exposé à un environnement humide, tel que celui présent dans les tubules dentinaires^(60, 64).

En revanche, l'étude menée par Dibaji, Afkhami *et al.*, 2017 a montré que l'application des scellants AH Plus[®], iRoot[®] n'a pas modifié la résistance à la fracture des racines par rapport à celle des canaux radiculaires non préparés, et ceci en travaillant par la technique de condensation latérale à froid⁽⁶³⁾. Cependant, une étude publiée par Topçuoğlu, Tuncay *et al.*, 2013 a évalué l'efficacité du scellant biocéramique Endosequence[®] BC sur la résistance à la fracture et qui a été comparée à celle de Tech Biosealer Endo[®] et AH Plus⁽⁶¹⁾. Les résultats ont montré que l'AH Plus et

l'Endosequence® BC ont augmenté la résistance à la fracture des dents préparées, tandis que Tech Biosealer Endo® n'a pas eu d'effet significatif sur la résistance à la fracture ⁽⁶¹⁾.

Par contre, l'étude de Celikten, Uzuntas *et al.*, 2015, a montré que les scellants canalaires à base de biocéramique ou de silicate de calcium ont besoin d'eau pour se fixer dans les tubules dentinaires⁽⁶²⁾. Mais l'humidité dans ces dernières peut ne pas être suffisante pour la prise de ces matériaux, ce qui pourrait expliquer la moindre résistance à la fracture des racines obturées avec des scellements biocéramiques EndoSequence® BC que les dents non préparées et non obturées⁽⁶²⁾.

3.3.2.2.3 Conclusion :

En conclusion, les trois études ont montré que les biocéramiques pourraient avoir la capacité de renforcer les dents traitées endodontiquement à un niveau comparable à celui des dents intactes.

3.3.2.3 Pénétration :

Tableau 12: Résultats de la pénétration.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
in vitro	In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer	Wang, Y. Liu, S. Dong, Y.	iRoot SP®	incisives inférieures	/	42	iRoot SP® peut obtenir une meilleure pénétration des tubules dentinaires que l'AH Plus®.	Quelle que soit la technique de remplissage utilisée, iRoot SP® peut obtenir une qualité de remplissage comparable à AH Plus®.
in vitro	Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone	Osiri, S. Banomyong, D. Sattabanasuk, V. Yanpiset, K.	TotalFill®	racines des prémolaires mandibulaires	/	84	Le BCS a montré une plus grande pénétration du scellant que l'AH.	le BCC/BCS offre une meilleure adhérence et une meilleure pénétration du scellant, en particulier dans la zone apicale

<p>in vitro</p>	<p>Influence of Nd:YAG laser on the penetration of a bioceramic root canal sealer into dentinal tubules: A confocal analysis</p>	<p>Jardim Del Monaco, R. Tavares d'Oliveira, M. de Lima, A. F. Scarpato Navarro, R. Zanetti, R. V. de Fátima Teixeira da Silva, D. Horliana, Acrt</p>	<p>Endosequence BC Sealer®</p>	<p>prémolaires mandibulaires humaines</p>	<p>/</p>	<p>40</p>	<p>L'analyse de la pénétration et de du périmètre a montré que le scellant biocéramique avait une pénétration plus élevée à des profondeurs de 3 et 5 et de mm que celle du scellant témoin et qu'il n'y avait pas de différence entre les deux scellants à une profondeur de 3 mm, indépendamment de l'utilisation du laser. À une profondeur de 5 mm, le scellant biocéramique et le laser ont montré un plus grand périmètre de pénétration que le scellant témoin.</p>	<p>L'utilisation du laser Nd:YAG n'a pas compromis la pénétration du scellement biocéramique dans les tubules dentinaires des canaux radiculaires à 3 mm et 5 mm de l'apex.</p>
<p>in vitro</p>	<p>Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-Based Root Canal Sealer Using a Specific Calcium Fluorophore</p>	<p>Coronas, V. S. Villa, N. Nascimento, A. L. D. Duarte, P. H. M. Rosa, R. A. D. Só, M. V. R</p>	<p>Sealer Plus BC®</p>	<p>racines distobuccales de molaires maxillaires</p>	<p>/</p>	<p>40</p>	<p>Les résultats de pénétration étaient = pour les deux ciments, quelle que soit la technique utilisée pour les activer à l'intérieur du canal radiculaire</p>	<p>Le type d'activation du ciment biocéramique n'affecte pas sa pénétrabilité dans les tubules dentinaires. Le Fluo 3 devrait être recommandé comme fluorophore pour évaluer la pénétration intratubulaire des ciments biocéramiques.</p>

3.3.2.3.1 Résultat :

En ce qui concerne la pénétration nous avons trouvé 4 articles. Ces dernières ont été faites in vitro avec une population d'environ 40 à 84 dents. Parmi ces articles, l'étude réalisée par Jardim Del Monaco, Tavares de Oliveira *et al.*, 2018 et l'étude réalisée par Osiri, Banomyong *et al.*, 2018 ⁽⁵³⁾, ⁽⁶⁵⁾ ont été faite sur des prémolaires mandibulaire humaines. L'étude menée par Wang, Liu *et al.*,

2018⁽⁴³⁾ a été faite sur des incisives inférieures et l'étude menée par Coronas, Villa *et al.*, 2020⁽⁶⁶⁾ a été faite sur les racines distobuccales des molaires maxillaires. Les biocéramiques utilisés étaient iRoot SP[®], TotalFill[®], EndoSequence BC[®] sealer et BC sealer[®] plus ont été comparés à l'AH plus[®] dans chaque étude avec différentes techniques d'obturation mono cône vertical à chaud⁽⁴³⁾; monocône⁽⁵³⁾; utilisation de laser Nd:YAG⁽⁶⁵⁾ et pour l'étude menée par Coronas, Villa *et al.*, 2020⁽⁶⁶⁾, ils ont utilisé plusieurs instruments pour l'obturation.

L'iRoot SP[®] et Le BCS[®] ont montré une plus grande pénétration du scellant que l'AH plus[®], quelle que soit la technique utilisée pour les activer à l'intérieur du canal radiculaire^(43, 53, 66). Ainsi l'utilisation du laser Nd:YAG n'a pas compromis la pénétration du scellement biocéramique dans les tubules dentinaires des canaux radiculaires à 3 mm et 5 mm de l'apex⁽⁶⁵⁾.

3.3.2.3.2 Discussion :

Dans l'étude réalisée par Wang, Liu *et al.*, 2018, ils ont constaté que l'iRoot SP[®] peut atteindre une qualité d'obturation comparable et une meilleure pénétration des tubules dentinaires que AH Plus quelle que soit la technique d'obturation utilisée, cône unique ou verticale chaude⁽⁴³⁾. Ce qui est cohérent avec l'étude publiée par Coronas, Villa *et al.*, 2020⁽⁶⁶⁾. Ceci est probablement lié à la viscosité élevée (grande fluidité) et à la taille plus petite des particules de ce scellant biocéramique⁽⁴³⁾. De plus, le scellant canalair iRoot SP[®] présente une expansion de 0,2 % pendant la période de prise⁽⁶⁶⁾. Ces caractéristiques favorisent également l'étalement du scellement sur les parois dentinaires du canal radiculaire et l'obturation des canaux latéraux.

Aussi, l'article d'Osiri, Banomyong *et al.* 2018 a montré que le TotalFill[®] a fourni une meilleure pénétration en particulier dans la zone apicale, contrairement à AH Plus[®] qui a présenté une moindre capacité par rapport aux biocéramiques⁽⁵³⁾.

Cependant, Jardim Del Monaco, Tavares de Oliveira *et al.*, 2018, ont évalué l'impact d'utilisation du laser Nd:YAG sur la pénétration d'Endosequence[®] BC Sealer, et ils ont observé que les lasers n'ont pas d'effet significatif sur la pénétration du scellant⁽⁶⁵⁾.

Par conséquent, ils ont supposé que les lasers ne modifient pas de manière significative la structure de la dentine. Cela a montré que l'utilisation de lasers est faisable comme thérapie auxiliaire sans compromettre la capacité de pénétration des scellants canalair, et que le scellant biocéramique

avait une pénétration plus élevée que celui du scellant témoin, indépendamment de l'utilisation du laser⁽⁶⁵⁾. Il semblerait que la bonne pénétration est expliquée par un débit plus élevé du scellant biocéramique⁽⁶⁵⁾, avec des particules plus petites que 2µm facilitant la pénétration dans les tubules dentinaire⁽⁶⁶⁾.

Une autre explication de la pénétration plus élevée du scellement biocéramique est son pouvoir hydrophile, qui améliore la pénétration dans les substrats humides⁽⁶⁵⁾. Tandis que le scellement témoin (AH Plus) contient une résine époxy qui contribue à son hydrophobie⁽⁶⁵⁾.

3.3.2.3.3 Conclusion :

En conclusion, les 4 études ont trouvé que TotalFill® et iRoot SP® peuvent obtenir une meilleure pénétration des tubules dentinaires que l’AH Plus® quelle que soit la technique de remplissage utilisée, De plus, le type d'activation du ciment biocéramique et l'utilisation du laser Nd : YAG n’affecte pas sa pénétrabilité dans les tubules dentinaires

3.3.2.4 Température :

Tableau 13: Résultats de la température.

/	Titre	Auteur	Biomatériau	Population	Age	Taille de l'échantillon	Résultat	Conclusion
In vitro	The effect of current pulp capping materials against intrapulpal temperature increase in primary teeth. An in-vitro study by pulpal microcirculation simulation model	Ertuğrul, C. Ç Ertuğrul, İ F	MTA®, Biodentine®	Deuxièmes molaires primaires mandibulaires	/	80	la Biodentine présente la plus faible augmentation de température dans la chambre pulpaire de la dent primaire	la Biodentine est le choix le plus acceptable comme matériau de coiffage pulpaire contre les augmentations de température intrapulpaire dans les dents primaires durant la photopolymérisation des compomères.

3.3.2.4.1 Résultat :

L'étude réalisée par Ertuğrul and Ertuğrul 2021⁽⁶⁷⁾ a été faite pour étudier l'effet de la température. L'objectif de cette étude était d'étudier l'efficacité des matériaux de coiffage pulpaire (MCP) contre les augmentations de température intrapulpaires (ITI) dans les deuxièmes molaires primaires mandibulaires pendant la photopolymérisation des compomères. Cette étude a été faite in vitro sur 80 molaires primaires avec plusieurs matériaux parmi eux les biocéramique (MTA[®] et la Biodentine[®]). Les changements de température (Δt) dans la chambre pulpaire ont été mesurés et analysés statistiquement avec les tests de Kruskal-Wallis et Mann Whitney U. Les résultats montrent que la Biodentine[®] présente la plus faible augmentation de température dans la chambre pulpaire de la dent primaire.

3.3.2.4.2 Discussion :

Dans l'étude menée par Ertuğrul and Ertuğrul 2021, ils ont trouvé que les matériaux de base MTA[®], Biodentine[®], TheraCal LC[®], Ketac Molar Easymix[®] et Ionoseal[®], ont joué un rôle protecteur contre l'augmentation de la température intra pulpaire qui se produit pendant la polymérisation des restaurations en compomères⁽⁶⁷⁾. A l'inverse, il a été observé qu'il n'y avait pas de différence entre les valeurs moyennes d'augmentation de la température intrapulpaires dans le groupe où Dycal a été appliqué dans la cavité comme matériau de base, et le groupe dans lequel aucun matériau de base n'a été utilisé⁽⁶⁷⁾.

Toutefois, l'étude réalisée par Lakhani, Agrawal et al. 2018 a constaté que TheraCal LC[®] a montré la plus faible élévation de température dans la chambre pulpaire⁽⁶⁸⁾. La formulation de TheraCal LC[®] se compose de particules de silicate tricalcique dans un monomère hydrophile qui libère une quantité importante de calcium qui stimule la formation d'hydroxyapatite et de ponts dentinaires secondaires ce qui en fait un matériau de base exceptionnellement stable et durable⁽⁶⁷⁾.

Cependant, Gandolfi, Siboni *et al.*, 2015 ont conclu que le MTA[®] et la Biodentine[®] ont montré les valeurs les plus élevées de libération de calcium, contrairement à TheraCal LC[®] qui présentait une capacité de libération du calcium inférieure à celle de MTA⁽⁶⁹⁾.

3.3.2.4.3 Conclusion :

En conclusion, la Biodentine[®] peut être le choix le plus acceptable comme matériau de coiffage pulpaire PCM contre les augmentations de température intrapulpaire (ITI) dans les dents primaires durant la photopolymérisation des compomères.

4 Conclusion :

Notre analyse de la littérature a montré qu'en général, les résultats trouvés par les scellants dits « biocéramiques » étaient similaires ou meilleurs que les scellants endodontiques conventionnels, comme observé dans les études in vitro et in vivo. Ces ciments biocéramiques ont des propriétés biologiques, physico-chimiques et mécaniques originales qui se rapprochent de celles d'un ciment idéal décrit par Grossman⁽¹⁰⁾:

- ✓ Réaction de prise en environnement humide
- ✓ Biocompatibilité due à la présence de phosphate de calcium dans leur composition
- ✓ Bioactivité et stimulation d'une biominéralisation grâce aux dépôts d'hydroxyapatite et à l'activation de l'expression des gènes responsables de la différenciation odontoblastique.
- ✓ Bonnes capacités d'étalement et de scellement liées à son interaction avec la dentine.
- ✓ Résistances mécaniques, en particulier à la fracture
- ✓ Conditionnement sous pâte pré mixée avec temps de prise et de travail courts mais suffisants facilitant la manipulation.
- ✓ Absence de rétraction de prise.
- ✓ Aucune coloration dentaire engendrée.
- ✓ Activité antibactérienne résultat d'un pH alcalin, d'une libération d'ions hydroxyde et de leur caractère hydrophile.
- ✓ Tolérance vis-à-vis des tissus péris apicaux.
- ✓ Possibilité de créer une obturation monobloc avec des cônes spécifiques.
- ✓ Radio-opacifiants non toxiques et rendant le ciment visible à la radiographie.

En revanche, ces nouveaux ciments ne semblent pas satisfaire au dernier critère de Grossman: « être soluble dans les solvants courants s'il est nécessaire qu'il soit retiré »⁽¹⁰⁾, ce qui représente le principal inconvénient de leur utilisation.

Egalement, l'oxyde de bismuth présent comme radio-opacifiant notamment dans le MTA Angelus est de plus en plus controversé pour son instabilité dans le corps humain⁽⁷⁰⁾.

Les traitements endodontiques devront donc éventuellement se tourner vers l'utilisation de ciments silicates de plus en plus « épurés » (sans composants résineux) et avec des radio-opacifiants tolérés comme c'est déjà le cas avec le récent BioRoot RCS®.

A l'avenir, plus d'investigations cliniques seront donc nécessaires pour que ces nouveaux biomatériaux soient modifiés et développés afin de surmonter les quelques défis restants dans la recherche du ciment idéal.

En attendant l'arrivée de matériaux capable de remanier intégralement les tissu endommagés, les biocéramiques font office de réelles avancées dans le domaine de l'endodontie et du maintien de la vitalité pulpaire.

5 Référence bibliographiques :

1. GABRIELA M. Les biocéramiques et leur utilisation en endodontie. [En ligne. <https://www.lefildentaire.com/>]. 2018. [
2. Jeffrey WWC, Chonrada P, Prasanna N. Increasing Use of Bioceramics in Endodontics: A Narrative Review. [En ligne. <https://www.oralhealthgroup.com>]. 2017. [
3. Drukteinis S, Camilleri J, editors. Bioceramic Materials in Clinical Endodontics. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG; 2021.
4. Ayoubi HR. SMO as Alternative to MTA in Endodontic Treatments. Acta Scientific Dental Sciences. 2021;5(2):1-2.
5. Washio A, Miura H, Morotomi T, Ichimaru-Suematsu M, Miyahara H, Hanada-Miyahara K, et al. Effect of Bioactive Glass-Based Root Canal Sealer on the Incidence of Postoperative Pain after Root Canal Obturation. International journal of environmental research and public health. 2020;17(23).
6. Washio. A. Root Canal Filling Material. [En ligne <<https://encyclopedia.pub/>>]. 2021 [
7. BELLHARI. K. Apport des nouvelles biocéramiques dans les procédures de maintien de la vitalité pulpaire. Lyon.: UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I U.F.R. D'ODONTOLOGIE
2016.
8. SAINT-PIERRE DF. TRAITEMENT ENDODONTIQUE Rapport d'évaluation technologique© Haute Autorité de santé France, professionnels HAdSSéda; 2008 SEPTEMBRE 2008. Contract No.: 180 092 041 00011.
9. JUSTICE-ESPENAN E. ETUDE COMPARATIVE EN TOMOGRAPHIE VOLUMIQUE DES RISQUES DE CIMENTS D'OBTURATION CANALAIRE APRES DESOBTURATION ENDODONTIQUE [Thèse de doctorat en chirurgie dentaire]. Toulouse: UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER; 2018.
10. GUY P-A. Evolution des techniques d'obturations : l'apport des ciments biocéramiques. [Thèse de doctorat en chirurgie dentaire]. Lille: Université du droit et de la santé de LILLE 2; 2018.
11. Mancino D, Meyer F, Haikel Y. Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®. Giornale Italiano di Endodonzia. 2018;32(1):17-24.
12. Liu S, Wang S, Dong Y. Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo. Journal of endodontics. 2015;41(5):652-7.
13. Loison-Robert LS, Tassin M, Bonte E, Berbar T, Isaac J, Berdal A, et al. In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis. PloS one. 2018;13(1):e0190014.

14. Chang SW, Lee SY, Ann HJ, Kum KY, Kim EC. Effects of calcium silicate endodontic cements on biocompatibility and mineralization-inducing potentials in human dental pulp cells. *Journal of endodontics*. 2014;40(8):1194-200.
15. Ma J, Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Biocompatibility of Two Novel Root Repair Materials. *Journal of endodontics*. 2011;37(6):793-8.
16. Elshamy FM, Singh G, Elraih H, Gupta I, Idris FA. Antibacterial Effect of New Bioceramic Pulp Capping Material on the Main Cariogenic Bacteria. *The journal of contemporary dental practice*. 2016;17(5):349-53.
17. Long J, Kreft JU, Camilleri J. Antimicrobial and ultrastructural properties of root canal filling materials exposed to bacterial challenge. *Journal of dentistry*. 2020;93:103283.
18. Arias-Moliz MT, Camilleri J. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. *Journal of dentistry*. 2016;52:30-6.
19. Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut CV, Camilleri J. In Situ Assessment of the Setting of Tricalcium Silicate-based Sealers Using a Dentin Pressure Model. *Journal of endodontics*. 2015;41(1):111-24.
20. Lovato KF, Sedgley CM. Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*. 2011;37(11):1542-6.
21. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G, Agentiene I, Machiulskiene V. Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial. *Journal of endodontics*. 2018;44(5):689-93.
22. Shim K, Jang YE, Kim Y. Comparison of the Effects of a Bioceramic and Conventional Resin-Based Sealers on Postoperative Pain after Nonsurgical Root Canal Treatment: A Randomized Controlled Clinical Study. *Materials (Basel, Switzerland)*. 2021;14(10).
23. Pedano MS, Li X, Camargo B, Hauben E, De Vleeschauwer S, Yoshihara K, et al. Injectable phosphopullulan-functionalized calcium-silicate cement for pulp-tissue engineering: An in-vivo and ex-vivo study. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2020;36(4):512-26.
24. Wongwatanasanti N, Jantararat J, Sritanaudomchai H, Hargreaves KM. Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla. *Journal of endodontics*. 2018;44(8):1270-5.
25. Liu Y, Liu XM, Bi J, Yu S, Yang N, Song B, et al. Cell migration and osteo/odontogenesis stimulation of iRoot FS as a potential apical barrier material in apexification. *International endodontic journal*. 2020;53(4):467-77.
26. von Arx T, Janner SFM, Haenni S, Bornstein MM. Bioceramic root repair material (BCRRM) for root-end obturation in apical surgery. An analysis of 174 teeth after 1 year. *Swiss dental journal*. 2020;130(5):390-6.

27. Shinbori N, Grama AM, Patel Y, Woodmansey K, He J. Clinical outcome of endodontic microsurgery that uses EndoSequence BC root repair material as the root-end filling material. *Journal of endodontics*. 2015;41(5):607-12.
28. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *The Saudi Dental Journal*. 2018;30(4):273-82.
29. Jiang S, Wu H, Zhang CF. Partial Pulpotomy of Immature Teeth with Apical Periodontitis using Bioceramics and Mineral Trioxide Aggregate: A Report of Three Cases. *The Chinese journal of dental research : the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*. 2016;19(2):115-20.
30. Yang Y, Xia B, Xu Z, Dou G, Lei Y, Yong W. The effect of partial pulpotomy with iRoot BP Plus in traumatized immature permanent teeth: A randomized prospective controlled trial. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*. 2020;36(5):518-25.
31. Azimi S, Fazlyab M, Sadri D, Saghiri MA, Khosravanifard B, Asgary S. Comparison of pulp response to mineral trioxide aggregate and a bioceramic paste in partial pulpotomy of sound human premolars: a randomized controlled trial. *International endodontic journal*. 2014;47(9):873-81.
32. Zhu L, Yang J, Zhang J, Lei D, Xiao L, Cheng X, et al. In vitro and in vivo evaluation of a nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. *Acta biomaterialia*. 2014;10(12):5156-68.
33. Nowicka A, Wilk G, Lipski M, Kołdecki J, Buczkowska-Radlińska J. Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *Journal of endodontics*. 2015;41(8):1234-40.
34. Camilleri J. Color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with hypochlorite solution. *Journal of endodontics*. 2014;40(3):436-40.
35. Linu S, Lekshmi MS, Varunkumar VS, Sam Joseph VG. Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. *Journal of endodontics*. 2017;43(10):1635-9.
36. Gala-Garcia A, Teixeira KI, Wykrota FH, Sinisterra RD, Cortés ME. Bioceramic/poly (glycolic)-poly (lactic acid) composite induces mineralized barrier after direct capping of rat tooth pulp tissue. *Brazilian oral research*. 2010;24(1):8-14.
37. Walsh RM, He J, Schweitzer J, Opperman LA, Woodmansey KF. Bioactive endodontic materials for everyday use: a review. *General dentistry*. 2018;66(3):48-51.
38. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *Journal of endodontics*. 2012;38(9):1220-6.
39. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *Journal of endodontics*. 2018;44(6):941-5.

40. Flores Orozco EI, Abu Hasna A, Teotonio de Santos Junior M, Flores Orozco EI, Falchete Do Prado R, Rocha Campos G, et al. Case Report: Interdisciplinary management of a complex odontoma with a periapical involvement of superior anterior teeth. *F1000Research*. 2019;8:1531.
41. Roizenblit RN, Soares FO, Lopes RT, Dos Santos BC, Gusman H. Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*. 2020;46(1):82-7.
42. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna A, Souza E, Fidel S. Similar sealability between bioceramic putty ready-to-use repair cement and white MTA. *Brazilian dental journal*. 2013;24(4):362-6.
43. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS one*. 2018;13(2):e0192248.
44. Antunes HS, Gominho LF, Andrade-Junior CV, Dessaune-Neto N, Alves FR, Rôças IN, et al. Sealing ability of two root-end filling materials in a bacterial nutrient leakage model. *International endodontic journal*. 2016;49(10):960-5.
45. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natara M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2011;112(2):e74-7.
46. Candeiro GTM, Lavor AB, Lima ITF, Vasconcelos BC, Gomes NV, Iglecias EF, et al. Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals. *Brazilian oral research*. 2019;33:e049.
47. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S, et al. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. *Wiley Online Library Scanning*. 2016;38(2):133-40.
48. Ozkocak I, Sonat B. Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface. *Journal of endodontics*. 2015;41(8):1331-6.
49. Pedullà E, Abiad RS, Conte G, La Rosa GRM, Rapisarda E, Neelakantan P. Root fillings with a matched-taper single cone and two calcium silicate-based sealers: an analysis of voids using micro-computed tomography. *Clinical oral investigations*. 2020;24(12):4487-92.
50. Zhong X, Shen Y, Ma J, Chen WX, Haapasalo M. Quality of Root Filling after Obturation with Gutta-percha and 3 Different Sealers of Minimally Instrumented Root canals of the Maxillary First Molar. *Journal of endodontics*. 2019;45(8):1030-5.
51. Nabeel M, Tawfik HM, Abu-Seida AMA, Elgendy AA. Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. *The Saudi Dental Journal*. 2019;31(1):16-22.
52. Lertmalapong P, Jantarat J, Srisatjaluk RL, Komoltri C. Bacterial leakage and marginal adaptation of various bioceramics as apical plug in open apex model. *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2019;10(1):e12371.

53. Osiri S, Banomyong D, Sattabanasuk V, Yanpiset K. Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone. *Journal of endodontics*. 2018;44(12):1843-8.
54. Yap WY, Che Ab Aziz ZA, Azami NH, Al-Haddad AY, Khan AA. An in vitro Comparison of Bond Strength of Different Sealers/Obturation Systems to Root Dentin Using the Push-Out Test at 2 Weeks and 3 Months after Obturation. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre*. 2017;26(5):464-9.
55. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head & face medicine*. 2018;14(1):13.
56. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *International endodontic journal*. 2011;44(7):662-8.
57. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*. 2005;31(2):97-100.
58. Hirschberg CS, Patel NS, Patel LM, Kadouri DE, Hartwell GR. Comparison of sealing ability of MTA and EndoSequence Bioceramic Root Repair Material: a bacterial leakage study. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*. 2013;44(5):e157-62.
59. Hediguer F. Etude de l'adaptation marginale des obturations à retro du MTA Caps (r) vs l'E-RRM (r) [These de doctorat en chirurgie dentaire]. Toulouse: Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2015.
60. Ghoneim AG, Lutfy RA, Sabet NE, Fayyad DM. Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. *Journal of endodontics*. 2011;37(11):1590-2.
61. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *Journal of endodontics*. 2013;39(12):1630-3.
62. Celikten B, Uzuntas CF, Gulsahi K. Resistance to fracture of dental roots obturated with different materials. *BioMed research international*. 2015;2015:591031.
63. Dibaji F, Afkhami F, Bidkhor B, Kharazifard MJ. Fracture Resistance of Roots after Application of Different Sealers. *Iranian endodontic journal*. 2017;12(1):50-4.
64. Patil P, Banga KS, Pawar AM, Pimple S, Ganeshan R. Influence of root canal obturation using gutta-percha with three different sealers on root reinforcement of endodontically treated teeth. An in vitro comparative study of mandibular incisors. *Journal of conservative dentistry : JCD*. 2017;20(4):241-4.
65. Jardim Del Monaco R, Tavares de Oliveira M, de Lima AF, Scarparo Navarro R, Zanetti RV, de Fátima Teixeira da Silva D, et al. Influence of Nd:YAG laser on the penetration of a bioceramic root canal sealer into dentinal tubules: A confocal analysis. *PloS one*. 2018;13(8):e0202295.

66. Coronas VS, Villa N, Nascimento ALD, Duarte PHM, Rosa RAD, Só MVR. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-Based Root Canal Sealer Using a Specific Calcium Fluorophore. *Brazilian dental journal*. 2020;31(2):109-15.
67. Ertuğrul CÇ, Ertuğrul İF. The effect of current pulp capping materials against intrapulpal temperature increase in primary teeth. An in-vitro study by pulpal microcirculation simulation model. *Journal of Dental Sciences*. 2021;16(1):85-90.
68. Lakhani J, Agrawal V, Mahant R, Kapoor S, Vaghamshi D, Shah A. Pulpal Temperature Rise: Evaluation after Light Activation of Newer Pulp-Capping Materials and Resin Composite. *Contemporary clinical dentistry*. 2018;9(4):644-8.
69. Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, Bossù M, Riccitiello F, Prati C. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. *Journal of applied biomaterials & functional materials*. 2015;13(1):43-60.
70. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Characterization of un-hydrated and hydrated BioAggregate™ and MTA Angelus™. *Clinical oral investigations*. 2015;19(3):689-98.

6 Annexes :

Annexe 1 :

Le titre	justification de leur exclusion	A partir
Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM).	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Difficulties and misunderstandings of root canal filling.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Shear Bond Comparison between 4 Bioceramic Materials and Dual-cure Composite Resin.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures	il ne correspond pas à notre étude	Titre
In vitro evaluation of the shear bond strength and bioactivity of a bioceramic cement for bonding monolithic zirconia.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics for Clinical Application in Regenerative Dentistry.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Retreatment efficacy of hydraulic calcium silicate sealers used in single cone obturation.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Calcium orthophosphates in dentistry.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Effect of modified NaOCl irrigation solution on bond strength of bioceramic-based root canal sealer to dentin.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Influence of different laser-assisted retrograde cavity preparation techniques on bond strength of bioceramic-based material to root dentine.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Effect of different endodontic sealers and time of cementation on push-out bond strength of fiber posts.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Permanent Labiomandibular Paresthesia after Bioceramic Sealer Extrusion: A Case Report.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Micro-computed Tomographic Assessment of Supplementary Cleaning Techniques for Removing Bioceramic Sealer and Gutta-percha in Oval Canals.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effect of rewetting solutions on micropush-out dentin bond strength of new bioceramic endodontic material.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Quantifying Coronal Primary Tooth Discoloration Caused by Different Pulpotomy Materials	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Microtomographic and morphometric characterization of a bioceramic bone substitute in dental implantology.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Orthodontics and Endodontics: clinical decision-making.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
In Vitro Evaluation of Cell Compatibility of Dental Cements Used with Titanium Implant Components.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioactive glass 45S5 ceramic for alveolar cleft reconstruction, about 58 cases.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthesis and characterization of hydroxyapatite from bovine bone for production of dental implants.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Implant surface treatment using biomimetic agents.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Clinical consideration and strategy on endodontic microsurgery.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Evaluation with Micro-CT of the Canal Seal Made with Two Different Bioceramic Cements: GuttaFlow Bioseal and BioRoot RCS.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé

Nano-Biphasic Calcium Phosphate Ceramic for the Repair of Bone Defects.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Filling ability of three bioceramic root-end filling materials: A micro-computed tomography analysis.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Comparing dentinal tubule penetration of conventional and 'HiFlow' bioceramic sealers with resin-based sealer: An in vitro study.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Retreatability of a bioceramic root canal sealing material.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Nanostructured bioceramics for maxillofacial applications.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
In vitro corrosion behavior of bioceramic, metallic, and bioceramic-metallic coated stainless steel dental implants.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Osseointegration of dental implants in 3D-printed synthetic onlay grafts customized according to bone metabolic activity in recipient site.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Early postoperative reactions following lateral sinus floor elevation using piezosurgery: A radiographic study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comparative Evaluation of Cytotoxicity and Genotoxicity of Two Bioceramic Sealers on Fibroblast Cell Line: An in vitro Study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The effect of nonthermal plasma on the push-out bond strength of two different root canal sealers.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Selective laser-melted fully biodegradable scaffold composed of poly(d,l-lactide) and β -tricalcium phosphate with potential as a biodegradable implant for complex maxillofacial reconstruction: In vitro and in vivo results.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Preliminary clinical studies of bioceramic in periodontal osseous defects.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Histomorphometric evaluation of bioceramic molecular impregnated and dual acid-etched implant surfaces in the human posterior maxilla.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Results of animal experiments following the use of a new material--biocement--for osteoplasty and fixation of alloimplants.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Impact of the Root Canal Taper on the Apical Adaptability of Sealers used in a Single-cone Technique: A Micro-computed Tomography Study.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Titre
Experiences from the use of Fibrinkleber in oral and maxillofacial surger.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review	Revue narrative	Titre
Bioactive endodontic materials for everyday use	Article non obtenu	/
Bioceramic Materials and the Changing Concepts in Vital Pulp Therapy.	Article non obtenu	/
Evaluation of bioceramic putty repairment in primary molars pulpotomy.	Langue chinoise	Texte
An international survey on the use of calcium silicate-based sealers in non-surgical endodontic treatment	il ne traite pas l'intérêt des BO	Texte
Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Obturated with Different Root Canal Sealers (A Comparative Study).	Article non obtenu	/
Micro-CT analysis of dentinal microcracks on root canals filled with a bioceramic sealer and retreated with reciprocating instruments.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé

Enhanced Capability of Bone Morphogenetic Protein 2-loaded Mesoporous Calcium Silicate Scaffolds to Induce Odontogenic Differentiation of Human Dental Pulp Cells.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comparison of sealing ability of MTA and EndoSequence Bioceramic Root Repair Material: a bacterial leakage study.	Article non obtenu	/
State and perspectives of studies on osteoplastic materials.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
A Scanning Electron Microscope Analysis of Sealing Potential and Marginal Adaptation of Different Root Canal Sealers to Dentin: An In Vitro study.	Article non obtenu	/
Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Clinical efficacy observation of direct pulp capping using iRoot BP Plus therapy in mature permanent teeth with carious pulp exposure.	Article non obtenu	/
A randomized clinical trial of two bioceramic materials in primary molar pulpotomies.	Article non obtenu	/
Are Bioceramics the Dernier Cri in the Management of Stage 4 Developed Root? A Finite Element Analysis.	Article non obtenu	/
Evaluation of metronidazole-loaded poly(3-hydroxybutyrate) membranes to potential application in periodontitis treatment.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Sol-gel processing of novel bioactive Mg-containing silicate scaffolds for alveolar bone regeneration.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
BioRoot inlay: An innovative technique in teeth with wide open apex	Article non obtenu	/
Acrylic bone cements modified with beta-TCP particles encapsulated with poly(ethylene glycol).	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Early healing of nanothickness bioceramic coatings on dental implants. An experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Enforcing osseointegration of dental implantates spray-coated by bioceramics with the help of hyaluronic acid and hydroxyapatite gel in experimental conditions.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Antimicrobial effect of a new bio-ceramic material iRoot FM on <i>Porphyromonas endodontalis</i> .	Article non obtenu	/
Phase pure, high hardness, biocompatible calcium silicates with excellent anti-bacterial and biofilm inhibition efficacies for endodontic and orthopaedic applications.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Novel evaluation method of dentin repair by direct pulp capping using high-resolution micro-computed tomography.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Removal torque and histomorphometric evaluation of bioceramic grit-blasted/acid-etched and dual acid-etched implant surfaces: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Evaluation of the interface between bone and titanium surfaces being blasted by aluminium oxide or bioceramic particles.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Histomorphometric evaluation of a nanothickness bioceramic deposition on endosseous implants: a study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Crack healing in alumina bioceramics.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Long-term results of hydroxyapatite application in the treatment of periodontal osseous defects.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comparison of Removal Torques for Implants With Hydroxyapatite-Blasted and Sandblasted and Acid-Etched Surfaces.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Combined Treatment Effects Using Bioactive-Coated Implants and Ceramic Granulate in a Rabbit Femoral Condyle Model.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Histomorphologic and bone-to-implant contact evaluation of dual acid-etched and bioceramic grit-blasted implant surfaces: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Histomorphometric evaluation of alumina-blasted/acid-etched and thin ion beam-deposited bioceramic surfaces: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Peptide-functionalized zirconia and new zirconia/titanium bioceramics for dental applications.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Characterization of high velocity oxy-fuel combustion sprayed hydroxyapatite.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Alcohol intake and osseointegration around implants: a histometric and scanning electron microscopy study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Application of bioceramic implants in the treatment of dentition defects.	il ne correspond à notre étude	Titre
Risks and regulations related to materials used in implantology and maxillofacial surgery.	il ne correspond à notre étude	Titre
Intentional Replantation with a 2-segment Restoration Method to Treat Severe Palatogingival Grooves in the Maxillary Lateral Incisor: A Report of 3 Cases.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomechanical and histomorphometric evaluation of a thin ion beam bioceramic deposition on plateau root form implants: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics consisting of calcium phosphate salts.	publié avant 2010	Référence
Bioceramic implants in surgical periodontal defects. A comparison study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Sinus grafting with magnesium-enriched bioceramic granules and autogenous bone: a microcomputed tomographic evaluation of 11 patients.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comparative investigation of the effects of different materials used with a titanium barrier on new bone formation.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Design optimization of functionally graded dental implant.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Clinical Outcome of Hydroxyapatite Coated, Bioactive Glass Coated, and Machined Ti6Al4V Threaded Dental Implant in Human Jaws: A Short-Term Comparative Study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Saving Natural Teeth: Intentional Replantation-Protocol and Case Series.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Thin bioactive ceramic-coated alumina-blasted/acid-etched implant surface enhances biomechanical fixation of implants: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Pulsed laser deposition of hydroxyapatite on titanium substrate with titania interlayer.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Application of bioactive ceramics for functional surgery in masticatory organs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Biomechanical evaluation of endosseous implants at early implantation times: a study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comparison of histological effects of different bioceramic implants on surgically created periodontal defects in monkeys.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
A three-dimensional finite element study on the biomechanical behavior of an FGBM dental implant in surrounding bone.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
An experimental study on the implantation of a biomaterial with electro-activity for replacement of hard tissue in bone.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Closing of gaps of front teeth in children and youth by implants of DIAKOR-bioceramics.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics and dentistry.	publié avant 2010	/
Moulage en barbotine : conception et traitement.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The evaluation of the interface between bone and a bioceramic dental implant.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Surface modification of Al ₂ O ₃ bioceramic by NH ₂ ⁺ ion implantation.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomechanical and bone histomorphologic evaluation of four surfaces on plateau root form implants: an experimental study in dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomaterials in plastic and maxillofacial surgery.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bone mineral apposition rates at early implantation times around differently prepared titanium surfaces: a study in beagle dogs.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effect of surface modifications on early bone healing around plateau root form implants: an experimental study in rabbits.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Today and tomorrow of bioceramics.	publié avant 2010	Référence
Bioceramic implant in periodontal osseous defects.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Production of bioceramic surfaces with controlled porosity.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Biomechanical research on junction system of bone with biomaterials.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Evaluation of bioceramic endosteal implantations in rabbit femora by dynamic radionuclide bone imaging.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics in prosthodontics.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics, Part 1: The clinician's viewpoint.	aucun résumé ni article obtenu	/
Functional loading of bioceramic augmented alveolar ridge--a pilot study.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics, part 2: the clinician's viewpoint.	aucun résumé ni article obtenu	/
Clinical application of bioceramics for bone substitution after mandibular resection.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomaterials in oral surgery. 3. Standardized bioceramic cones for retrograde obturation after apicectomy.	publié avant 2010	Référence
Bioceramic technology : closing the endo-restorative circle, part 2.	aucun résumé ni article obtenu	/
Bioceramics in periodontal bone surgery. Clinical trial of Synthograft.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Tricalcium phosphate bioceramic for the management of labial mandibular undercuts--a case report.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bio-ceramic implants in oral-surgical practice.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramic implants in osseous defects.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Les caractéristiques physico-chimiques et le profil biologique des biocéramiques au phosphate de calcium .	publié avant 2010	Référence
Principles and practical questions of oral endosseous implantation of DIAKOR aluminum oxide bioceramics. I. The implant.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Selected methods for recording the inflammatory and cytotoxic effects of bioceramics--a contribution to the histocompatibility screening of potential implantation materials.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Application of implants for dental prostheses in indications for complete dentures. 2	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics as a material for oral endosseous implants.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramics produce artificial tooth implants.	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Analysis of the border zone between the human mandible and an aluminum oxide bio-ceramic implant by light microscopy, scanning microscopy and roentgen microanalysis.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bio-ceramic single-crystal sapphire dental implant: material characteristics, animal experiments, mode of application and therapeutic armamentarium.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Localized ridge augmentation with TCP bioceramics for better esthetics.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioceramic implant in a mandibular left 2nd premolar and 1st and 2nd molar defect	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Review of the use of bioceramic implants in periodontal treatment.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Micropush-out dentine bond strength of a new gutta-percha and niobium phosphate glass composite.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The effect of dental pulp-capping materials on hard-tissue barrier formation: A systematic review and meta-analysis	Revue systématique	Titre
Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulps and Open Apices: A Systematic Review and Meta-analysis	Revue systématique	Titre
The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review	Revue systématique	Titre
Zirconia in dentistry :Part. 1 Discovering the nature of an upcoming bioceramic	Publié avant 2010	Référence
Bioceramics for Clinical Application in Regenerative Dentistry	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Orthodontics and Endodontics : clinical decision -making	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Retreatment efficacy of hydraulic calcium silicate sealers used in single cone obturation	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Nano-Biphasic Calcium Phosphate Ceramic for the Repair of Bone Defects	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Peptide-functionalized zirconia and new zirconia /titanium bioceramics for dental applications	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Combined Treatment Effects Using Bioactive-Coated Implant and Ceramic Granulate in a Rabbit Femoral Condyle Model	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Saving Natural Teeth : Intentional Replantation-Protocol and Case Series	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomaterials in plastic and maxillofacial surgery	Publié avant 2010	Référence
Micro-CT analysis of dentinal microcracks on root canals filled with a bioceramic sealer and retreated with reciprocating instruments	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
A Comparison of Different Radiographic Modalities for Detection of Occlusal Caries Lesions in vitro	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Antimicrobial Efficacy of <i>Salvadora persica</i> Extracts on Orthodontic Brackets	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Histopathological evaluation of periodontium after repairing furcation perforation with MTA and biodentine	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Furcation Perforation : Periradicular Tissue Reponse to Biodentine as a Repair Material by Histopathologie and Indirect Immunofluorescence Analyses	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Influence of blood contamination on the bond strength and biointeractivity of Biodentine used as root-end filling	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biological interactions of a calcium silicate based cement (Biodentine) with Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous teeth	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Tooth discoloration effects of calcium silicate based barrier materials used in revascularization and treatment with internal bleaching	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Different types of bioceramics as dental pulp capping materials : A systematic review	Revue Systématique	Titre
Influence of composition on setting kinetics of new injectable and /or fast setting tricalcium silicate cements	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Cytotoxicity and osteogenic potential of silicate calcium cements as potential materials for pulpal revascularization	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Fracture resistance of roots with simulated internal resorption defects and obturated using different hybrid techniques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Mini-invasive nonsurgical treatment of class 4 invasive cervical resorption : a case series	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effects of calcium silicate cements on dental pulp cells : A systematic review	Revue Systématique	Titre
Design Variability of the Push-out Bond Test in Endodontic Research : A Systematic Review	Revue Systématique	Titre
Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Antimicrobial and biological activity of leachate from light curable pulp capping materials	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Dental stem cell signaling pathway activation in response to hydraulic calcium silicate-based endodontic cements : A systematic review of in vitro studies	Revue Systématique	Titre
Quantitative Assessment of Intracanal Regenerated Tissues after Regenerative Endodontic Procedures in Mature Teeth Using Magnetic Resonance Imaging : A Randomized Controlled Clinical Trial	il ne correspond pas à notre étude	Titre
How effectively do hydraulic calcium-silicate cements re-mineralize demineralized dentin	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé

Pulpotomy for carious pulp exposures in permanent teeth : A systematic review and meta-analysis	Revue Systématique	Titre
Materials for pulp capping	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The Strongest Contributor to Setting Time in Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Immunohistochemical expression of non-collagenous extracellular matrix molecules involved in tertiary dentinogenesis following direct pulp capping : a systematic review	Revue Systématique	Titre
Accuracy of Conventional Periapical Radiography in Diagnosing Furcation Repair after Perforation Treatment	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Specificazione, apicogenesi e procedure endodontiche rigenerative : revisione della letteratura	Revue Systématique	Titre
Direct pulp capping : A treatment option in primary teeth ??	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Long-term Outcomes of Full Pulpotomy in Permanent Molars for Patients Treated in a Single , Short Session under Special Conditions	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Gene Expression Profiling and Molecular Signaling of Various Cells in Response to Tricalcium Silicate Cements : A Systematic Review	Revue Systématique	Titre
Physico-mechanical characteristics of tri-calcium silicate pastes as dentin substitute and interface analysis in class II cavities : effect of CaCl ₂ and SBF solutions	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Impedance methodology : A new way to characterize the setting reaction of dental cements	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers	il ne correspond pas à notre étude	Titre
In vitro antibacterial activity and durability of a nano-curcumin-containing pulp capping agent combined with antimicrobial photodynamic therapy	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulp and Open Apices : A Systematic Review and Meta-analysis	Revue Systématique	Titre
Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: Biophotonics-based interfacial analyses in health and disease	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Graphene to improve the physicomechanical properties and bioactivity of the cements	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Efficacy of Alternative Medicaments for Pulp Treatment in Primary Teeth in the Short Term :A Meta-analysis	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis : A systematic review	Revue Systématique	Titre
Comparison of Post-operation Pain Relief between Emergency Pulpotomy and Pulpectomy	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The use of premixed bioceramic materials in endodontics	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Three dimensional printed nano structure biomaterials for bone tissue engineering	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Bioactivity and fluoride release of strontium and fluoride modified Biodentine	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Efficiency of Minimally Invasive Caries Treatment Using Giomer	il ne correspond pas à notre étude	Titre
EVALUATION OF ARTIFACTS GENERATED BY RETROGRADE FILLING MATERIALS USING MULTIPLE CBCT SETTINGS	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Physicochemical , mechanical and cytotoxicity evaluation of chitosan-based accelerated portland cement	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Clinical and Molecular Perspectives of Reparative Dentin Formation : Lessons Learned from pulp-Capping Materials and the Emerging Roles of calcium	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effects of an Experimental Calcium Aluminosilicate Cement on the Viability of Murine Odontoblast-like Cells	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Antimicrobial activity of a remineralizing paste containing Strontium doped Nano hydroxyapatite(Sr-nHAp)with Non Collagenous Protein(NCP)analogue Chitosan-An in vitro study	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Effect of Leptin on Odontoblastic Differentiation and Angiogenesis : An In Vivo Study	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Dental pulp capping nanocomposites	il ne correspond pas à notre étude	Titre
2014 AAE Annual Session Abstracts of Research	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Pulp Therapy for the Primary Dentition	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Materials for root canal filling	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Antimicrobial and physicochemical characterization of endodontic sealers after exposure to chlorhexidine digluconate	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomaterials for craniofacial tissue engineering and regenerative dentistry	il ne correspond pas à notre étude	Titre
AAE19 Abstracts of Research	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Vertical root fracture: a case report and review of the literature	Revue Systématique	Titre
AAE18 Abstracts of Research	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Leptin stimulates DMP-1 and DSPP expression in human dental pulp via MAPK 1/3 and PI3K signaling pathways	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Influence of saline solution on hydration behavior of B-dicalcium silicate in comparison with biphasic calcium phosphate/hydroxyapatite bio-ceramics	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Dentine-pulp tissue engineering in miniature swine teeth by set calcium silicate containing bioactive molecules	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Abstracts of Research	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
A poly(2-hydroxyethyl methacrylate)-based resin improved the dentin remineralizing ability of calcium silicates	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
AAE17 Abstracts of Research	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé

Bone Morphometric Analysis in CBTC 4 and 128-MSCT	il ne correspond pas à notre étude	Titre
The Features of Attention Concentration in Dental-Students in Stressful Situations	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Annual review of selected scientific literature : A report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry(2018)	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Biodentine: from biochemical and bioactive properties to clinical applications	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Injectable biomaterials for translation medicine	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Oral Health Status and Treatment Needs Among School Children in Sana'a City, Yemen	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Finite Element Method Analysis: Exploring New Frontier in Dentistry	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effects of Denture Cleansers on Color Stability of Polyetherkethonekethone Polymer	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Cleft Lip/Palate Management in China	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Annual review of selected scientific literature:Report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry(2014)	il ne correspond pas à notre étude	Résumé
Controlled release of odontogenic exosomes from a biodegradable vehicle mediates dentinogenesis as a novel biomimetic pulp capping therapy	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Index Endodontics	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Reliability of YENangle and MVI as New Sagittal Dysplasia Indicators	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Annual review of selected scientific literature:Report of the committee on scientific investigation of the American Academy of Restorative Dentistry(2016)	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Infrared Thermography in the Diagnostic Protocol of Temporomandibular Disorders	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Radiation Exposure and Risk of Meningioma: A Meta-Analysis	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Translation and Validation of the Turkish Version of the Psychosocial Impact of Dental Aesthetics Questionnaire	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effects of Periodontitis Induction on Mucin Expression in Submandibular Gland	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Dental Biomaterials	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Do the intracanal medicaments affect the marginal adaptation of calcium silicate-based materials to dentin?	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Shear Bond Comoparison between 4 Bioceramic Materials and Dual-cure Composite Resin	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Marginal Gaps between 2 Calcium Silicate and Glass Ionomer Cements and Apical Root Dentin	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Freshly-mixed and setting calcium-silicate cements stimulate human dental pulo cells	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effect of Biodentine on the proliferation,migration and adhesion of human dental pulp stem cells	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Intérêts des matériaux d'obturation à rétro utilisés en chirurgie endodontique : évaluation clinique de trois matériaux d'obturation rétrograde : BIOCERAMIQUE, MTA® et IRM®(série de cas)	mémoire	Résumé
Intérêt du Glassbone® dans la chirurgie des fentes labio-palatines	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse et caractérisation de phosphates de calcium d'intérêt biologique : structure et propriétés de phosphates tricalciques β dopés au sodium : formation d'apatites non stoechiométriques par hydrolyse de phosphate dicalcique dihydraté	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Élaboration et caractérisation de biocéramiques a base d'hydroxyapatite utilisées dans les dispositifs médicaux	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Contribution à l'élaboration et à la caractérisation de biocéramiques nanocomposites à base d'hydroxyapatite substituée en silicium / nanotubes de carbone multiparois	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
L'INTERÊT DE L'HYDROXYDE DE CALCIUM EN ENDODONTIE «Avec étude clinique sur 26 cas»	article non obtenue	/
IMPLANT PERSONNALISÉ À BASE DE BIOCÉRAMIQUE POREUX POUR L'OSTÉOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION : COMBINAISON DE PROTOTYPAGE RAPIDE ET DE COMBUSTION SOLIDE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
L'obturation endodontique des dents permanentes à apex largement ouvert : étude comparative de l'étanchéité apicale entre la technique du cône moule associée à la biocéramique et le bouchon de MTA	article non obtenue	/
Sciences des Matériaux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
La revitalisation pulpaire : le point en 2018	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé

Etude des phenomenes physiques dans la transformation du corail implante In vivo par radioactivation nucleaire, par diffraction des rayons X et par spectrometrie infrarouge	il ne correspond pas à notre étude	Titre
BIOMATERIAUX ET PROTHESES	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse et caractérisations physico-chimiques et biologiques de revêtements implantaires bioactifs	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Phosphate nanostructuré à mésoporosité contrôlée préparé à l'aide d'agents structurants bas-coût et phosphates hybrides organiques-inorganiques obtenus via la gélification de biopolymère : Elaboration, caractérisation et application en catalyse	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ÉTUDE DE LA PRÉPARATION DE POUDRES ET DE DÉPÔTS A PARTIR DE SUSPENSION PAR PLASMA INDUCTIF LE CAS DE L'HYDROXYAPATITE PHOSPHOCALCIQUE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse électrochimique et caractérisation de nanoparticules d'hydroxyapatite, mise en charge de matrices extracellulaires d'hydrogel et leurs caractérisations mécaniques et biologiques.	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Mise en forme par microstéréolithographie et frittage de céramiques macro-micro-poreuses en hydroxyapatite silicatée et évaluation biologique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude de systèmes fixateurs a liberation prolongee	article non obtenue	/
Modification de la surface d'un biomatériau par greffage d'un polymère	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Utilisation d'os déprotéinisé d'origine bovine et de membranes de collagène pour les augmentations osseuses latérales pré-implantaires. Evaluation après 5 ans	publier avant 2010	Résumé
PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIERE Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet Perrothon Sandrine UV Visible. Spectrophotométrie d'absorption moléculaire Étude et dosage de la vitamine B 6 Le don de moelle osseuse: L'EXPÉRIENCE POUR L'AUTONOMIE.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Application du prototypage rapide à l'aide au diagnostic en chirurgie traumatologique et orthopédique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Élaboration d'un biomatériau poreux à base d'une matrice vitreuse induisant un phénomène d'ostéoconduction	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration de nanoparticules magnétiques et bioactives pour le traitement du cancer et la régénération de tissus osseux	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Les organes artificiels	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Influence d'un phosphate de calcium substitué en strontium sur la physiologie de l'ostéoblaste humain en culture et évaluation de son potentiel de réparation osseuse chez la souris	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Réalisation clinique d'une prothèse fixée unitaire : optimisation du résultat esthétique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
LA FERTILISATION-BIO DE TOUT TYPE DE SOLS À BASE DES DECHETS ORGANIQUES	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Caractérisation de matériaux composite polyacide lactique-bioverre pour application dans la réparation osseuse	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Régénération osseuse : caractérisation biomécanique et bio-prothèse	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Caractérisation physico-chimique et ultrasonore de matériaux céramiques pour applications biomédicales	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
La céramique technique bigourdane nomade et sédentaire, entre espaces patrimoniaux et espaces transactionnels	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Revêtements nanostructurés d'hydroxyapatite multistituée élaborés par projection de suspension par plasma inductif : de la chimie du précurseur aux propriétés mécaniques et biologiques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effet de Sodium sur la Synthèse de l'Hydroxyapatite par Voie Sol-Gel	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Les cellules souches / stromales mésenchymateuses issues du ligament parodontal, “ a gold alternative ” en médecine régénérative ?	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomimétisme, Cytocompatibilité et Cytodynamique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Valorisation du phosphogypse par la synthèse de phosphate de calcium	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse de l'hydroxyapatite par voie sol-gel	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Modélisation de la transformation de biomatériaux par un modèle de percolation	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Implants pour la délivrance de principes actifs	il ne correspond pas à notre étude	Titre

CHAPITRE 6 PERSONALIZED IMPLANT FOR HIGH TIBIAL OPENING WEDGE: COMBINATION OF SOLID FREEFORM FABRICATION WITH COMBUSTION	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Caractérisation physico-chimique des Géomatériaux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude comparative ex-vivo entre deux techniques d'obturation canalair : Thermocompactage par Revo-Condensor® vs Compactage vertical à chaud	mémoire	Titre
Mise en forme d'apatites nanocristallines : céramiques et ciments	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomatériaux et angiogenèse : Utilisation dans les métastases et la reconstruction osseuses	publier avant 2010	Titre
ELECTRO-CATALYTIC OXIDATION AND ANALYTICAL DETERMINATION OF PHENOL USING AL ₂ O ₃ /AC MODIFIED CARBON ELECTRODE	article non obtenue	Titre
Pertinence des publications scientifiques en implantologie orale : les états de surface	il ne correspond pas à notre étude	Titre
S2RM - Nouvelles matrices pour la régénération tissulaire	il ne correspond pas à notre étude	Titre
L'apport de l'ingénierie tissulaire en régénération osseuse pré-implantaire	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude De Comportement En Rupture Des Protheses Totale De Hanche De Type Spacer	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Taux de succès de la microchirurgie endodontique : étude rétrospective de cas de chirurgies réalisées au sein d'un cabinet dentaire parisien	il ne traite pas l'intérêt des BO	Titre
Apatites nanocristallines biomimétiques carbonatées pour applications médicales : de la synthèse des poudres aux revêtements par projection dynamique à froid (Cold Spray)	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comportement à l'usure des matériaux biomédicaux: Application aux prothèses de hanche	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude d'une céramique porcelaine destinée à l'habillage des couronnes céramo-métalliques en odontologie.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse et caractérisation des dépôts d'hydroxyapatite sur l'acier 316 L	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration des biomatériaux apatitiques nanostructurés en milieux polyols : caractérisations physico-chimiques et études mécaniques après compaction par spark plasma sintering	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biominéralisation osseuse : de la caractérisation structurale du minéral à son organisation 3D	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Apport de la RMN Haute Résolution Solide pour la caractérisation de verres biocompatibles	il ne correspond pas à notre étude	Titre
RECONSTRUCTION DES PERTES DE SUBSTANCES OSSEUSES CRÂNIO-FACIALES AU MOYEN D'UN IMPLANT SUR MESURE EN HYDROXYAPATITE : UNE SÉRIE DE 19 CAS	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Développement d'un nouveau produit d'ingénierie tissulaire osseuse à base de polymères et de cellules souches du tissu adipeux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
DEGRADATION ET REPARATION DU CARTILAGE ARTICULAIRE : ETUDES DES COMPASANTES MECANQUES DANS LA DEGRADATION DE LA MATRICE ET DES MECANISMES DE MIGRATION DES CELLULES SOUCHES MESENCHYMATEUSES DANS LE CONTEXTE DU GENIE TISSULAIRE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Élaboration et caractérisation de biomatériaux osseux innovants à base d'apatites phospho-calciques dopées	il ne correspond pas à notre étude	Titre
PROPRIETES STRUCTURALES D'HYDROXYAPATITES SILICATEES ET ELABORATION DES SYSTEMES COMPOSITES A BASE D'ORTHOPHOSPHATE D'ARGENT/HYDROXYAPATITE EN VUE D'APPLICATIONS PHOTOCATALYTIQUES ET ANTIBACTERIENNES	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
LES BIOCERAMIQUES A BASE DE PHOSPHATE DE CALCIUM	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Eliminer les matériels et matériaux, renégocier	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Les céramiques phosphocalciques synthétiques dans l'alvéoloplastie secondaire	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Développement de nouvelles biocéramiques par consolidation à basse température d'apatites nanocristallines biomimétiques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Intérêts de l'utilisation, à visée pédagogique et médicale, de l'impression en trois dimensions en ostéologie	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Comportement à l'usure des matériaux biomédicaux : Application aux prothèses de hanche	il ne correspond pas à notre étude	Titre
influence de l'architecture macroporeuse en phosphate de calcium sur le comportement cellulaire in vitro	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration et caractérisations de bioverres Si-Ca-Na-O et Si-Ca-Na-O-F dopés à l'azote	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Modélisation de la reconstitution osseuse en chirurgie de l'enfant	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Préparation et caractérisation des hydroxyapatite	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Dictionnaire encyclopédique des sciences des matériaux	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
DENTALTRIBUNE	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Étude comparative des caractéristiques physicochimiques et mécaniques des biomatériaux à base de phosphate de calcium, d'alumine et de zircon : Caractérisation et modélisation	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Étude biologique et physico-chimique de verre bioactif / bisphosphonates et de vitrocéramique pour le comblement des pertes osseuses chez les petits animaux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Hydrogels injectables et éponges à base de complexe polyélectrolytes (chitosane/polymère de cyclodextrine) pour une application en ingénierie tissulaire osseuse	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Caractérisations physico-chimiques et Cinétique de bioactivité des biomatériaux : Hydroxyapatite & Verre bioactif 52S4 élaboré par fusion et par voie sol-gel	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude de l'adhésion d'ostéoblastes sur substituts apatitiques par microscopie à force atomique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Étude de bioverres sol-gel à base de SiO ₂ , CaO, Na ₂ O, P ₂ O ₅ et dopés à l'argent	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Caractérisation par micro-faisceau d'ions des réactions physico-chimiques induites in vitro par des verres bioactifs nanostructurés élaborés par la méthode sol-gel	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Composites organiques-inorganiques poreux pour la substitution osseuse	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Matières premières argileuses du Sénégal : caractéristiques et applications aux produits céramiques de grande diffusion	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effets de la macro-architecture du substrat sur l'activité et la différenciation des ostéoblastes	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration et fonctionnalisation thérapeutique de sphéroïdes phosphocalciques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Mise au point et évaluation microscopique d'une méthode d'obturation canalaire optimale	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Potentiel reminéralisant du CPP-ACP dans les lésions des points blancs - Une revue systématique	Revue Systématique	Titre
Synthèse de métallophosphates poreux biosourcés pour des applications environnementales et biomédicales	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Caractérisation mécanique de céramiques poreuses sous forme massive et de revêtement par indentation instrumentée Knoop	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Autefage, Hélène. Rôle ostéoinducteur d'un revêtement d'apatite carbonatée nanocristalline sur des céramiques de phosphate de calcium biphasique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Étude biomécanique du coupe de frottement céramique-céramique dans les prothèses totales de hanche sans ciment	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Influences des enzymes sur la corrosion localisée des céramiques biomédicales; passivité et rupture de passivité des aciers inoxydables	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Analyse de la distribution des contraintes dans les prothèses totales de hanche type: « CMK3 » & « BM3 »	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Physico-chemical study of coating plasma duplex alumina/hydroxyapatite for medical applications relation elaboration/structure/properties(dissolution/adherence/residual constraints)	il ne correspond pas à notre étude	Titre
La ré-ostéo-intégration est-elle possible ?	mémoire	Titre
Comportement "in vitro" et "in vivo" de verres composites poreux : assimilation osseuse, explorations physiologiques et physico-chimiques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Développement d'un nouveau produit d'ingenierie tissulaire osseuse à base de polymères et de cellules souche du tissu adipeux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
MISE EN FORME D'APATITES NANOCRISTALLINES : CERAMIQUES ET CEMENTS	il ne correspond pas à notre étude	Titre
La révolution biolithique: humains artificiels et machines animées	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elimination de polluants d'origine pharmaceutique par adsorption sur une hydroxyapatite préparée à partir d'os bovin	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration d'un composite hydroxyapatite / Zéolithe pour la rétention du Cadmium en milieu aqueux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
La chirurgie moderne, ou l'ivresse des métamorphoses	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Impact de l'infection à Staphylococcus aureus sur le microenvironnement osseux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Effets du TNF-a sur les propriétés biologiques des cellules souches de la papille apicale	mémoire	Titre

Influences des enzymes sur la corrosion localisée des céramiques biomédicales ; passivité et rupture de passivité des aciers inoxydables	mémoire	Titre
Fonctionnalisation de la surface de l'hydroxyapatite par greffage de chitosane	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude du procédé d'adsorption de la tétracycline par une hydroxyapatite valorisée à partir des os de poulet	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ELECTRO-CATALYTIC OXIDATION AND ANALYTICAL DETERMINATION OF PHENOL USING AL ₂ O ₃ /AC MODIFIED CARBONELECTRODE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Micro-ion beam analysis of physico-chemical reactions in vitro induced by nano-structured sol-gel derived bioactive glasses; Caractérisation par micro-faisceau d'ions des réactions physico-chimiques induites in vitro par des verres bioactifs nanostructures élaborés par la méthode sol-gel	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Mise au point d'un modèle tridimensionnel pour l'évaluation des biosubstituts osseux in vitro	il ne correspond pas à notre étude	Titre
l'usure des dents prothétiques chez les anciens porteurs de prothèses amovibles complètes étude transversale au niveau du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Détermination de la cinétique de résorption de biomatériaux par des méthodes physiques globales et analyse ponctuelle des gradients par la méthode nucléaire P.I.X.E	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ANALYSE DU PHENOMENE TRIBOLOGIQUE DES PROTHESES PAR L'APPROCHE NUMERIQUE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Oro-maxillofacial bone tissue engineering combining biomaterials, stem cells, and gene therapy	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude de systèmes fixateurs à libération prolongée	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Application du prototypage rapide à l'aide au diagnostic en chirurgie traumatologique et orthopédique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse de métallophosphates poreux biosourcés pour des applications environnementales et biomédicales	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration et fonctionnalisation thérapeutique de sphéroïdes phosphocalciques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Diagnostic de la carie dentaire par la spectrométrie Raman	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse par voie sol-gel et réactivité in vitro de verres bioactifs dopés, mésostructurés et macrostructurés. Caractérisation par micro-faisceaux d'ions	il ne correspond pas à notre étude	Titre

Structures poreuses tridimensionnelles de biopolymères pour l'ingénierie tissulaire	il ne correspond pas à notre étude	Titre
L'augmentation osseuse pré-implantaire : analyse comparative des techniques et résultats	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Elaboration et caractérisation d'un biomatériau composite poreux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Modification de la surface de l'hydroxyapatite par greffage d'un polymère	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude d'une céramique porcelaine destinée à l'habillage des couronnes céramo-métalliques en odontologie.	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude des interfaces de phosphates de calcium par microscopie électronique à haute résolution	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Restaurations céramocéramiques	il ne correspond pas à notre étude	Titre
SPHEROIDES PHOSPHOCALCIQUES POREUX POUR IMPLANTATION OSSEUSE ET LIBERATION D'IBUPROFENE	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse et consolidation à basse température de biocéramiques en apatite phosphocalcique carbonatée	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Etude physicochimique de l'association d'un antibiotique avec un ciment apatitique pour la substitution osseuse	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Synthèse par pulvérisation cathodique magnétron et caractérisation de revêtement d'oxydes biocompatibles pour application aux implants dentaires en alliage de titane	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ETUDE COMPARATIVE DE LA POROSITE ET DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION D'UN NOUVEAU CIMENT PHOSPHOCALCIQUE VERSUS TROIS CIMENTS PHOSPHOCALCIQUES POREUX	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Biomatériaux en verre et vitrocéramiques	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Le point sur les élévations du plancher sinusien	il ne correspond pas à notre étude	Titre
BioFabrication par assemblage couche par couche pour l'ingénierie du Tissu Osseux	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ODONTO	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Etude du comportement en fatigue en compression des biocéramiques (Al ₂ O ₃ , ZrO ₂) utilisées pour la conception des prothèses ostéo-articulaires	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Revue Bibliographique autour de l'Hydroxyapatite	il ne correspond pas à notre étude	Titre

L'INTERÊT DEL'HYDROXYDE DECALCIUM EN ENDODONTIE« Avec étude clinique sur 26 cas »	il ne traite pas l'intérêt des BO	Résumé
Etude comparative en tomographie volumique des résidus de ciments d'obturation canalaire après désobturation endodontique	il ne correspond pas à notre étude	Titre
ELABORATION DE LA POUDRE D'HYDROXYAPATITE, UTILISEE DANS LE SECTEUR MEDICAL	il ne correspond pas à notre étude	Titre
Dopage et mise en forme de biocéramiques apatitiques pour applications en ingénierie tissulaire osseuse	il ne correspond pas à notre étude	Titre
MICROCHIRURGIE APICALE PAR SONOABRASION ET RETRO-OBTURATION AU MINERAL TRIOXYDE AGGREGATE (MTA) : ETUDE PROSPECTIVE A ORAN	il ne traite pas l'intérêt des BO	Texte intégral
LES PERFORATIONS DENTAIRES IATROGENES : CONDUITE A TENIR EN 2015	il ne traite pas l'intérêt des BO	Texte intégral
Effect of obturation technique using a new bioceramic sealer on the presence of voids in flattened root canals	il ne traite pas l'intérêt des BO	Texte intégral
An international survey on the use of calcium silicate-based sealers in non-surgical endodontic treatment	il ne traite pas l'intérêt des BO	Texte intégral
DISLODGMET RESISTANCE OF BIOCERAMIC AND EPOXY SEALERS: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS	Revue Systématique	Titre

Annexe 2:

Tableau I. Traduction française originale de la liste de contrôle PRISMA 2009.

Section/sujet	N°	Critères de contrôle	Page N°
TITRE			
Titre	1	Identifier le rapport comme une revue systématique, une méta-analyse, ou les deux.	
RÉSUMÉ			
Résumé structuré	2	Fournir un résumé structuré incluant, si applicable : contexte ; objectifs ; sources des données ; critères d'éligibilité des études, populations, et interventions ; évaluation des études et méthodes de synthèse ; résultats ; limites ; conclusions et impacts des principaux résultats ; numéro d'enregistrement de la revue systématique.	
INTRODUCTION			
Contexte	3	Justifier la pertinence de la revue par rapport à l'état actuel des connaissances.	
Objectifs	4	Déclarer explicitement les questions traitées en se référant aux participants, interventions, comparaisons, résultats, et à la conception de l'étude (<i>PICOS</i> [®]).	
MÉTHODE			
Protocole et enregistrement	5	Indiquer si un protocole de revue de la littérature existe, s'il peut être consulté et où (par exemple, l'adresse web), et, le cas échéant, fournir des informations d'identification, y compris le numéro d'enregistrement.	
Critères d'éligibilité	6	Spécifier les caractéristiques de l'étude (par exemple, PICOS, durée de suivi) et les caractéristiques du rapport (par exemple, années considérées, langues, statuts de publication) utilisées comme critères d'éligibilité, et justifier ce choix.	
Sources d'information	7	Décrire toutes les sources d'information (par exemple : bases de données avec la période couverte, échange avec les auteurs pour identifier des études complémentaires) de recherche et la date de la dernière recherche.	
Recherche	8	Présenter la stratégie complète de recherche automatisée d'au moins une base de données, y compris les limites décidées, de sorte qu'elle puisse être reproduite.	
Sélection des études	9	Indiquer le processus de sélection des études (c.-à-d. : triage, éligibilité, inclusion dans la revue systématique, et, le cas échéant, inclusion dans la méta-analyse).	
Extraction des données	10	Décrire la méthode d'extraction de données contenues dans les rapports (par exemple : formulaires pré-établis, librement, en double lecture) et tous les processus d'obtention et de vérification des données auprès des investigateurs.	
Données	11	Lister et définir toutes les variables pour lesquelles des données ont été recherchées (par exemple : PICOS, sources de financement) et les suppositions et simplifications réalisées.	
Risque de biais inhérent à chacune des études	12	Décrire les méthodes utilisées pour évaluer le risque de biais de chaque étude (en spécifiant si celui-ci se situe au niveau de l'étude ou du résultat), et comment cette information est utilisée dans la synthèse des données.	
Quantification des résultats	13	Indiquer les principales métriques de quantification des résultats (par exemple : <i>risk ratio</i> , différence entre les moyennes).	
Synthèse des résultats	14	Décrire les méthodes de traitement des données et de combinaison des résultats des études, si effectué, y compris les tests d'hétérogénéité (par exemple : I^2) pour chaque méta-analyse.	
Risque de biais transversal aux études	15	Spécifier toute quantification du risque de biais pouvant altérer le niveau de preuve global (par exemple : biais de publication, rapport sélectif au sein des études).	
Analyses complémentaires	16	Décrire les méthodes des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression), si effectuées, en indiquant celles qui étaient prévues <i>a priori</i> .	

Tableau I. Traduction française originale de la liste de contrôle PRISMA 2009 (suite).

Section/sujet	N°	Critères de contrôle	Page N°
RÉSULTATS			
Sélection des études	17	Indiquer le nombre d'études triées, examinées en vue de l'éligibilité, et incluses dans la revue, avec les raisons d'exclusion à chaque étape, de préférence sous forme d'un diagramme de flux.	
Caractéristiques des études sélectionnées	18	Pour chaque étude, présenter les caractéristiques pour lesquelles des données ont été extraites (par exemple : taille de l'étude, PICOS, période de suivi) et fournir les références.	
Risque de biais relatif aux études	19	Présenter les éléments sur le risque de biais de chaque étude et, si possible, toute évaluation des conséquences sur les résultats (voir item 12).	
Résultats de chaque étude	20	Pour tous les résultats considérés (positifs ou négatifs), présenter, pour chaque étude : (a) une brève synthèse des données pour chaque groupe d'intervention ; (b) les amplitudes d'effets estimés et leurs intervalles de confiance, idéalement avec un graphique en forêt (<i>forest plot</i>).	
Synthèse des résultats	21	Présenter les principaux résultats de chaque méta-analyse réalisée, incluant les intervalles de confiance et les tests d'hétérogénéité.	
Risque de biais transversal aux études	22	Présenter les résultats de l'évaluation du risque de biais transversal aux études (voir item 15).	
Analyse complémentaire	23	Le cas échéant, donner les résultats des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression [voir item 16]).	
DISCUSSION			
Synthèse des niveaux de preuve	24	Résumer les principaux résultats, ainsi que leur niveau de preuve pour chacun des principaux critères de résultat ; examiner leur pertinence selon les publics concernés (par exemple : établissements ou professionnels de santé, usagers et décideurs).	
Limites	25	Discuter des limites au niveau des études et de leurs résultats (par exemple : risque de biais), ainsi qu'au niveau de la revue (par exemple : récupération incomplète de travaux identifiés, biais de notification).	
Conclusions	26	Fournir une interprétation générale des résultats dans le contexte des autres connaissances établies, et les impacts pour de futures études.	
FINANCEMENT			
Financement	27	Indiquer les sources de financement de la revue systématique et toute autre forme d'aide (par exemple : fourniture de données) ; rôle des financeurs pour la revue systématique.	

^aNote du traducteur : *Patient, problem or population, Intervention, Comparison, control or comparator, Outcomes, Study design*

Résumé :

Introduction : Les Biocéramiques appartiennent à la famille des silicates de calcium et contiennent du silicate bi et tricalcique. Ils possèdent des propriétés biologiques et physico-chimiques intéressantes déjà exploitées dans d'autres domaines de la dentisterie. L'objectif principal de notre revue systématique de la littérature est de démontrer l'intérêt des matériaux biocéramiques en endodontie.

Matériels et méthodes : Dans ce travail nous étudions les résultats de la littérature sur ces biomatériaux afin de démontrer l'intérêt potentiel de ces ciments silicate de calcium en odontologie. Notre revue systématique de la littérature est faite sur 42 articles, sélectionnées selon des critères bien précis. Nous avons utilisé des équations de recherche avec des termes combinés tels que : interest of bioceramic materials in dentistry.

Résultats : Les résultats trouvés par les scellants dits « biocéramiques » étaient similaires ou meilleurs que les scellants endodontiques conventionnels, comme observé dans les études in vitro et in vivo, et qu'ils présentent des propriétés originales qui se rapprochent de celles d'un ciment idéal décrit par Grossman.

Conclusion : En attendant l'arrivée de matériaux capable de remanier intégralement les tissu endommagés, les biocéramiques font office de réelles avancées dans le domaine de l'endodontie et du maintien de la vitalité pulpaire.

Mots clés : Biocéramiques, biomatériaux, intérêt, MTA, odontologies, silicate de calcium, scellants,

Abstract :

Intodocions: Bioceramics belong to the family of calcium silicates and contain bi and tricalcium silicate. They have interesting biological and physico-chemical properties already exploited in other fields of dentistry. The main objective of our systematic review of the literature is to demonstrate the value of bioceramic materials in endodontics.

Materials and methods: In this work we study the results of the literature on these biomaterials in order to demonstrate the potential interest of these calcium silicate cements in dentistry. Our systematic review of the literature is based on 42 articles, selected according to specific criteria. We used search equations with combined terms such as: interest of bioceramic materials in dentistry.

Results: The results found by the so-called "bioceramic" sealants were similar or better than conventional endodontic sealants, as observed in in vitro and in vivo studies, and that they present original properties that approach those of an ideal cement described by Grossman.

Conclusion: While waiting for the arrival of materials capable of completely remodeling damaged tissues, bioceramics are a real advance in the field of endodontics and the maintenance of pulp vitality.

Keywords: Bioceramics, biomaterials, calcium silicate, interest, MTA, odontology, sealants.

المخلص:

مقدمة: ينتمي السيراميك الحيوي إلى عائلة سيليكات الكالسيوم وتحتوي على سيليكات ثنائية وثلاثي الكالسيوم. لديهم خصائص بيولوجية وفيزيائية كيميائية مثيرة للاهتمام تم استغلالها بالفعل في مجالات أخرى من طب الأسنان. الهدف الرئيسي لمراجعتنا المنهجية هو إظهار قيمة المواد الحيوية في علاج جذور الأسنان.

المواد والطرق: في هذا العمل، نتناول نتائج الدراسات حول هذه المواد الحيوية من أجل إظهار الفائدة المحتملة لهذه الأسمنت سيليكات الكالسيوم في طب الأسنان. تمت مراجعتنا للمنهجية على 42 مقالة، تم اختيارها وفقاً لمعايير محددة للغاية. استخدمنا معادلات البحث بمصطلحات مجمعة مثل: الفائدة من مواد السيراميك الحيوي في طب الأسنان.

النتائج: النتائج التي توصل إليها ما يسمى بمانعات التسرب "الخرزية الحيوية" كانت مماثلة أو أفضل من المواد المانعة للتسرب اللبية التقليدية، كما لوحظ في الدراسات المختبرية والحيوية، Grossman. وأنها تظهر خصائص أصلية قريبة من تلك الخاصة بالأسمنت المثالي الموصوف بواسطة

الخلاصة: في انتظار وصول المواد القادرة على إعادة صياغة الأنسجة التالفة تماماً، يُعد السيراميك الحيوي تقدماً حقيقياً في مجال علاج جذور الأسنان والحفاظ على حيوية اللب.

الكلمات المفتاحية: السيراميك الحيوي، الفائدة، سيليكات الكالسيوم، علم الأسنان، المواد المانعة للتسرب، المواد الحيوية، MTA .

