

Université de Bordeaux
Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques

Année 2018

N°4

Thèse pour l'obtention du
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par **Julien GEORGES**

Né le 7 septembre 1992 à Villeneuve sur Lot (47), France

Le 16/01/2018

**Nouveaux paradigmes liés à l'utilisation des ciments
endocanalaire biocéramiques : étude in vitro**

Directeur de thèse

Dr Jean-François Péli

Membres du jury

Président	Mme Caroline BERTRAND	Professeur des Universités
Directeur	M. Jean-François PELI	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	Mme Dominique ORIEZ	Maître de Conférences des Universités
Assesseur	Mme Sophia ZIANE	Assistante Hospitalo-Universitaire

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
25/09/2017

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

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

Directrice	Mme BERTRAND Caroline	58-01
Directrice Adjointe – Chargée de la Formation initiale	Mme ORIEZ-PONS Dominique	58-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales	M. LASSERRE Jean-François	58-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme Caroline	BERTRAND	Prothèses	58-01
Mme Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M. Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
Mme Véronique	DUPUIS	Prothèses	58-01
M. Bruno	ELLA NGUEMA	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
M. Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie orale	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme Elise	ARRIVÉ	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02
Mme Cécile	BADET	Biologie orale	57-01
M. Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M. Michel	BARTALA	Prothèses	58-01
M. Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M. Christophe	BOU	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02
Mme Sylvie	BRUNET	Chirurgie orale	57-01
M. Stéphane	CHAPENOIRE	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
M. Jacques	COLAT PARROS	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
M. Jean-Christophe	COUTANT	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
M. François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M. François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M. Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Raphael	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M. Emmanuel	D'INCAU	Prothèses	58-01
M. Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M. Jean-François	LASSERRE	Prothèses	58-01
M. Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme Odile	LAVIOLE	Prothèses	58-01
M. Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie orale	57-01
Mme Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Adrien	NAVEAU	Prothèses	58-01
Mme Dominique	ORIEZ	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01

M.	Jean-François	PELI	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01

ASSISTANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Melle	Anaïs	CAVARÉ	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Hubert	CHAUVEAU	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M.	Mathieu	CONTREPOIS	Prothèses	58-01
M.	Jean-Baptiste	CULOT	Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux	58-01
Mme	Clarisse	DE OLIVEIRA	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie orale	57-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M.	Adrien	LASTRADE	Prothèses	58-01
M.	Alexandre	MARILLAS	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M.	Emmanuel	MASSON-REGNAULT	Chirurgie orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Meryem	MESFIOUI	Parodontologie	57-01
Mme	Darrène	NGUYEN	Biologie orale	57-01
M.	Ali	NOUREDDINE	Prothèses	58-01
Mme	Chloé	PELOURDE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	PEPELUT	Parodontologie	57-01
Mme	Charlotte	RAGUENEAU	Prothèses	58-01
Mme	Noëlla	RAJONSON	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02
M.	Clément	RIVES	Dentisterie restauratrice, endodontie	58-01
M.	Thibaut	ROULLAND	Prothèses	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèses	58-01
Mme	Audrey	SAY LIANG FAT	Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale	56-02

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Caroline BERTRAND

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques

Sous-section Prothèse 58-02

Je suis très honoré que vous ayez accepté de présider ce jury. Je n'ai pas eu l'occasion de travailler à vos côtés mais ce fut un réel plaisir d'assister à vos cours et je vous remercie d'avoir su partager vos connaissances.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Jean-François PELI

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Dentisterie restauratrice, endodontie 58-01

Vous nous avez fait l'honneur de diriger cette thèse et je vous remercie de votre disponibilité tout au long de ces travaux. J'ai été ravi d'échanger avec vous sur le sujet et merci de m'avoir guidé lors de toutes les étapes de cette thèse.

A notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Dominique ORIEZ

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Dentisterie restauratrice, endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté d'être le rapporteur de cette thèse ainsi que d'avoir consacré votre temps à la relecture de ce travail. Rigueur et précision, deux qualités que j'ai appréciées en vous côtoyant lors de mes années cliniques.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Sophia ZIANE

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section Dentisterie restauratrice, endodontie 58-01

Je suis très honoré que vous ayez accepté de faire partie du jury. Je vous remercie de votre gentillesse lors de nos conversations.

A la société Acteon

Merci d'avoir mis à disposition le FKG Total Fill BC Sealer® nécessaire à la réalisation de cette étude.

A la société Septodont

Je vous remercie de m'avoir permis d'utiliser le BioRoot RCS® pour cette étude.

A mes parents, pour leur soutien indéfectible. Merci d'avoir été là de la première à la dernière année, vous avez fait de ces études un long fleuve tranquille. Merci pour vos conseils qui m'aident un peu plus chaque jour et qui me permettent de mesurer la chance de vous avoir à mes côtés.

A ma sœur, colocataire idéale, merci pour tout ces repas, séries et discussions improbables qui ont égayés ces années.

A Papi et Manou, pour toutes ces vacances avec les cousins cousines qui se sont toujours passées dans la bonne humeur. Merci de m'avoir initié aux joies de la nature, des champignons et pour toutes les fois où vous m'avez accompagné au bord de l'eau.

A ma famille, que ce soit au Liban ou en France tous les moments passés ensemble sont un réel plaisir.

A Aymeric, à jamais le premier, la grandeur de tes pecs n'a d'égal que celle de ta gentillesse.

A Erik, le maître du jeu, toujours partant et d'humeur égale on peut toujours compter sur toi.

A Finnian, binôme de la première heure, en TP, stages, gardes ou séminaires tu as toujours la réponse juste, même à la question fausse.

A Benoît, ou comment ne jamais s'ennuyer, chaque moment passé avec toi est une aventure.

A Nicolas, tout pour la blague, adversaire convenable à la bagarre, ta supériorité est cependant incontestable sur les vannes et les inventions de jeux.

A Daniel, le kenyan blanc, d'abord camarade de stage puis binôme d'hôpital ton sens de la blague et de la compét' ont fait de toi un ami.

A mes futurs confrères, que j'ai pu croiser au cours de ces études.

Table des matières

Introduction.....	8
I. Les ciments biocéramiques	9
I.1 Classification.....	9
I.1.1 Ciments biocéramiques bioactifs	9
I.1.2 Ciments biocéramiques bio-inertes	9
I.1.3 Classification par composants.....	9
I.2 Propriétés physico-chimiques	10
I.2.1 Biocompatibilité	10
I.2.2 Prise.....	11
I.2.3 Fluidité	12
I.2.4 Solubilité.....	12
I.2.5 Radio-opacité	12
I.2.6 Stabilité dimensionnelle	13
I.2.7 Retraitabilité	13
I.2.8 Activité antimicrobienne.....	14
I.2.9 Bioactivité	14
I.2.10 Adhésion	15
II. Deux exemples de ciments canaux biocéramiques	17
II.1 Total Fill BC Sealer®.....	17
II.1.1 Composition.....	17
II.1.2 Présentation.....	17
II.2 Bioroot RCS®.....	18
II.2.1 Composition.....	18
II.2.2 Présentation.....	18
III. Etude expérimentale : incidence du ciment utilisé et de l'ajustage apical du maître-cône de gutta percha sur l'obturation canalaire avec un apex ouvert.....	19
III.1 Objectifs.....	19
III.2 Matériel et méthodes	19
III.2.1 Sélection des dents naturelles extraites.....	19
III.2.2 Préparation canalaire des échantillons	19
III.2.3 Ajustage du maître cône (MC).....	21
III.2.4 L'obturation canalaire	21

III.2.4.1 Bioroot RCS®	21
III.2.4.2 Total Fill BC Sealer®	22
III.2.5 Contrôle radiographique.....	22
III.2.6 Paramètres analysés	22
III.2.6.1 Dépassement	22
III.2.6.2 Progression apicale du ciment.....	23
III.2.6.3 Analyse qualitative de l'obturation.....	23
III.3 Analyses statistiques.....	24
III.3.1 Dépassement.....	24
III.3.2 Progression apicale du ciment.....	25
III.3.3 Analyse qualitative de l'obturation	25
III.4 Résultats.....	25
III.4.1 Dépassement.....	25
III.4.1.1 En fonction de l'ajustage du MC	25
III.4.1.2 En fonction du ciment.....	27
III.4.2 Progression apicale du ciment.....	30
III.4.3 Analyse qualitative de l'obturation	30
III.4.3.1 En fonction de l'ajustage du MC	30
III.4.3.2 En fonction du ciment.....	32
III.5 Discussion.....	34
III.5.1 Choix des groupes	34
III.5.2 Dépassement.....	35
III.5.3 Progression apicale du ciment.....	37
III.5.4 Analyse qualitative de l'obturation	38
Conclusion	39
Annexe	40
Bibliographie.....	48

Introduction

Si l'étape la plus importante du traitement endodontique reste la préparation canalaire, le succès à long terme dépend de l'obturation tridimensionnelle du réseau endocanalaire afin de prévenir la réinfiltration bactériennes dans le périapex. En association avec la gutta percha, les ciments endodontiques assurent un scellement hermétique de la totalité du canal (1). Depuis longtemps, les recherches sont orientées vers un ciment aux propriétés idéales telles qu'elles ont été décrites par Grossman : excellent joint après prise, stabilité dimensionnelle, temps de prise suffisamment long pour sa manipulation en clinique, insoluble, adhésion à la dentine et biocompatibilité (2).

De nos jours, il existe différentes catégories de ciments à base de verres ionomères, d'oxyde de zinc eugénol, de résine, d'hydroxyde de calcium, de silicone et de biocéramiques. Ces derniers récemment introduits présentent des propriétés intéressantes telles qu'un pH alcalin, une bonne stabilité dimensionnelle, sans contraction de prise, une biocompatibilité et une activité antibactérienne (3-5).

De par ces propriétés, les ciments à base de biocéramiques nous laissent entrevoir l'apparition d'un nouveau paradigme de l'obturation endodontique. La technique d'obturation monocône considérée comme non tridimensionnelle et, jusqu'alors décriée au profit des techniques de compactage de gutta, pourrait de nouveau être envisagée grâce à l'utilisation des biocéramiques.

Notre travail, sera orienté dans un premier temps sur les propriétés physico-chimiques des ciments endocanalaire biocéramiques, puis nous présenterons deux ciments biocéramiques Total Fill BC Sealer® et Bioroot RCS®. Enfin nous réaliserons une étude in vitro sur l'influence de ces deux ciments biocéramiques et de l'ajustage apical du cône de gutta percha lors de l'obturation canalaire avec un apex ouvert.

I. Les ciments biocéramiques

I.1 Classification

Les biocéramiques regroupent les matériaux à bases de céramiques dont l'utilisation est spécifique à un usage médical ou dentaire. On y retrouve des composants principaux tels que : l'alumine, la zircone, l'hydroxyapatite, le phosphate de calcium et le silicate de calcium. Les ciments biocéramiques que l'on utilise en endodontie peuvent être classifiés de deux façons :

- soit par rapport à leur interaction avec le milieu et on distinguera donc les matériaux bioactifs des matériaux bio inertes.
- soit par rapport à leur composant principal.

I.1.1 Ciments biocéramiques bioactifs

Un ciment est considéré comme étant bioactif lorsqu'une fois en contact avec le milieu, il induit une activité cellulaire. On peut mettre dans cette catégorie les ciments à base de silicates de calcium et de phosphate de calcium (6).

I.1.2 Ciments biocéramiques bio-inertes

Au contraire des ciments bioactifs, un ciment bio-inerte n'induit aucune réaction une fois en contact avec le milieu. Ainsi les ciments à base de zircone ou d'alumine pourront être placés dans cette catégorie (6).

I.1.3 Classification par composants

La classification la plus répandue reste en fonction des composants principaux. On y retrouve donc les ciments à bases de silicates de calcium, de phosphates de calcium et de mineral trioxyde agregate.

I.2 Propriétés physico-chimiques

Les propriétés d'un ciment endodontique se doivent de se rapprocher le plus possible de celles du ciment idéal, décrit par Grossman(2).

Le ciment idéal doit :

- avoir une texture collante lors de son utilisation pour permettre une adhésion entre les parois canalaire et le ciment lors de sa prise
- assurer un joint étanche
- être radio opaque
- ne doit pas avoir de contraction de prise
- ne doit pas induire de coloration des tissus dentaires
- être bactériostatique ou au moins ne pas favoriser la croissance bactérienne
- avoir un temps de prise lent
- être insoluble dans les fluides tissulaires
- biocompatible (bonne tolérance des tissus périapicaux)
- être retraitable

Les ciments biocéramiques sont-ils le matériau idéal ?

I.2.1 Biocompatibilité

Au cours d'un traitement endodontique le ciment canalaire est amené à être en contact avec les tissus péri apicaux, que ce soit par extrusion directe dans le péri apex ou par diffusion des produits de dégradation à travers les canaux accessoires, latéraux ou par le foramen apical (7). De ce fait un ciment endodontique se doit d'être biocompatible. Un matériau est considéré comme biocompatible lorsqu'une fois en contact avec l'hôte, il n'induit pas de réponse néfaste (8). En d'autres mots, un matériau est dit biocompatible lorsqu'une fois en contact avec l'hôte il n'induit pas de réactions de défense, telles que l'inflammation, la cytotoxicité, l'irritation, l'allergie ou la carcinogénicité (9).

Afin d'étudier la biocompatibilité d'un ciment, le modèle que l'on retrouve le plus fréquemment est l'étude de la cytotoxicité. Dans ces études le ciment est mis en contact avec une culture cellulaire puis sa viabilité est étudiée.

Zoufran et Al ont comparé la cytotoxicité de quatre ciments : AH Plus® ; Tubli Seal® ; Gutta Flow® et Endosequence BC sealer® (ciment au Silicate de Calcium). Que ce soit avant ou après prise du ciment, BC sealer® et Gutta Flow® ont démontré le

moins de cytotoxicité qu'AH Plus® et Tubli Seal® (10). Cette meilleure biocompatibilité correspond aux résultats trouvés dans d'autres études (11) (12).

Il a aussi été démontré que la cytotoxicité d'un ciment dépendait de sa concentration et diminuait dans le temps. Une étude comparant iRoot® et BioAggregate® a montré que ces deux ciments présentent une bonne biocompatibilité, avec cependant une cytotoxicité supérieure de BioAggregate® et celle-ci diminuait avec la concentration (13).

En utilisant un autre modèle de culture cellulaire qui compare trois ciments biocéramique (BC sealer®, Endoseal® et MTA Fillapex®) à un ciment résineux (AH +®) le résultat diffère légèrement puisqu'AH+® est aussi cytocompatible qu'Endoseal® et BC sealer® et plus que MTA Fillapex®. Cela réside dans le modèle de culture utilisé qui est un modèle 3D, plus représentatif de la situation *inVivo* que les modèles 2D classiquement utilisés (14). Concernant MTA Fillapex®, sa moins bonne biocompatibilité serait due à un de ses composants, la résine salicylate (15, 16,17). De plus une étude sur la cytotoxicité du MTA Fillapex® a été réalisée à long terme (5 semaines contre un maximum d'une semaine dans les autres études) et a démontré que celui-ci restait cytotoxique pendant toute la durée de l'étude avec une différence significative pour les autres ciments testés (AH Plus®, Pulp Canal Sealer®, Sealapex®, RoekoSeal® ...) qui devenaient non cytotoxiques (18).

Concernant la biocompatibilité du Bioroot RCS® une étude utilisant la culture de cellules de ligament parodontal a montré de très bons résultats (28).

En conclusion, les ciments biocéramiques tels que BC Sealer®, Bioroot RCS®, iRoot®, Endoseal® ont démontré une cytotoxicité inférieure aux ciments résineux et à base d'ZnOE, diminuant dans le temps, leur conférant une très bonne biocompatibilité. Seul MTA Fillapex® présente une moins bonne biocompatibilité.

I.2.2 Prise

Contrairement aux ciments endocanalaire classiques, les ciments biocéramiques réalisent leur prise en milieu humide en se servant de l'humidité présente dans les tubulis dentinaire. Endosequence BC Sealer® et MTA Fillapex® ne réalisent pas leur prise en milieu sec (19).

Zhou et al montrent dans leur étude qu'en milieu humide Endosequence BC Sealer® et MTA Fillapex® réalisent leur prise respectivement en 2.7 et 2.5 heures (20).

Bioroot RCS® réalise sa prise en 27.4 min en milieu humide (21)

I.2.3 Fluidité

La fluidité d'un ciment est une propriété essentielle car elle permet au ciment d'être plus facilement inséré dans le canal et de s'adapter aux irrégularités du réseau canalaire.

Lors des tests une goutte de ciment est placée entre deux plaques de verres et soumise à une charge. Le diamètre du disque de ciment ainsi obtenu est mesuré et comparé à la norme ISO 6876/2001 (au minimum 20mm) (20). Dans la littérature pour les ciments biocéramiques on retrouve des valeurs nécessaires à un ciment canalaire.

Pour BC Sealer®, les valeurs vont de 23.1 à 26.96 mm (20) (3). Pour MTA Fillapex® 22 mm (20).

Le Bioroot RCS® présente une fluidité légèrement inférieure avec un diamètre de 16 mm (21).

I.2.4 Solubilité

La solubilité d'un matériau est la perte de volume lors de son immersion dans l'eau. Il s'agit d'une propriété importante pour les ciments car une solubilité trop importante entraînera des vides dans l'obturation et donc une perte d'étanchéité permettant une réinfiltration bactérienne. Pour qu'elle soit satisfaisante la perte de matière ne doit pas excéder les 3% de la masse totale après 24h d'immersion.

Selon Zhou et al MTA Fillapex® et Endosequence BC Sealer® ont une solubilité satisfaisante avec une valeur supérieure pour Endosequence BC Sealer (2.9%) (20). On retrouve aussi des valeurs satisfaisantes pour Bioroot RCS® (22).

I.2.5 Radio-opacité

Pour permettre d'évaluer la qualité d'une obturation endodontique un ciment doit être suffisamment radio opaque pour le différencier des structures anatomiques adjacente sur une radiographie. Selon les normes ISO un ciment endocanalaire a une radio-opacité suffisante lorsqu'il est visible radiologiquement après une irradiation à travers une plaque d'aluminium d'au moins 3 mm d'épaisseur.

Bien qu'ayant une radio opacité inférieure à celle d'AH Plus®, Endosequence BC Sealer® répond tout de même à la norme ISO avec une valeur de 3.8 mm (3). A titre indicatif, la dentine présente une radio-opacité de 1.0 mm.

Dans l'étude de Pulläge et Al il est montré que Bioroot RCS® a une radio-opacité similaire à AH plus®, de 6.85 mm (22).

I.2.6 Stabilité dimensionnelle

Afin d'assurer la pérennité de l'obturation, un ciment se doit d'être stable dimensionnellement sans rétraction de prise (norme ISO <1.0%) ou d'expansion (norme ISO à <0.1%). MTA Fillapex® et Endosequence BC Sealer® présente respectivement une rétraction et expansion de prise répondant à la norme ISO (20).

I.2.7 Retraitabilité

Lors d'un retraitement avec des ciments biocéramiques plusieurs paramètres sont évalués : la capacité à retrouver la longueur de travail (LT), la perméabilité et le temps de retraitement.

Pour Hess et Al, qui comparent le retraitement du BC Sealer® et de l'AH Plus® sur des échantillons où le maître cône est ajusté à la LT ou à 2mm de la LT, la longueur de travail n'est pas retrouvée dans 70% des échantillons du groupe BC Sealer®/ MC à 2mm de la LT. Par contre pour les échantillons avec le MC à la LT, la longueur de travail est retrouvée dans 100% des échantillons (23).

Au contraire, une autre étude comparant AH Plus®, MTA Fillapex® et Endosequence BC Sealer®, avec des échantillons ayant un MC à la LT et à 2mm de la LT, montre que la perméabilité apicale est retrouvée dans 100 % des cas (24).

D'autres études comparant BC Sealer® à AH Plus® ou Pulp Canal Sealer® sur des échantillons avec le MC à la LT ne trouvent pas de différence significative sur l'efficacité de retraitement de ces ciments (25 ; 26;27).

Malgré la disparité des études sur la reprise de la perméabilité, elles s'accordent toutes sur le fait qu'il y a toujours du ciment résiduel après le retraitement, en quantité plus importante pour BC Sealer® comparé à AH Plus®, et qu'en moyenne le temps de retraitement est plus long pour les ciments biocéramiques (23 ; 24 ; 25 ; 26 ; 27).

I.2.8 Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne d'un ciment est un facteur favorisant le succès d'un traitement endodontique car elle permet de diminuer l'activité bactérienne persistant dans le péri-apex. Elle repose principalement sur deux caractéristiques : un pH alcalin et le relargage d'ions calcium (29).

Zhejun et Al testent l'activité antibactérienne de AH Plus®, BC Sealer® et Pulp canal sealer® sur *Enterococcus faecalis*. Les résultats montrent une activité antibactérienne supérieure chez AH Plus® et BC Sealer® avec une activité persistante à 30j post prise du ciment (30). Candeiro et Al montrent aussi une activité bactérienne similaire entre AH plus® et BC sealer® sur *Enterococcus faecalis* (32).

Une autre étude comparant BC Sealer® à MM Seal® et Zycal® sur d'autres bactéries (*Candida albicans*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa*) montre des résultats supérieurs pour BC Sealer® (31).

I.2.9 Bioactivité

Comme on l'a vu les ciments biocéramiques permettent le relargage d'ions calcium qui, une fois en contact avec des ions phosphates vont créer une couche d'hydroxyapatite. C'est ce que l'on appelle la bioactivité. Cette propriété est importante à considérer lors de coiffage pulpaire, apexifications, réparations de perforations mais aussi elle participe à l'étanchéité de l'obturation.

Guven et Al ainsi que Han et Okiji étudient et comparent la bioactivité de BC Sealer® avec celle de la Biodentine®, MTA® et ProRoot MTA®. Ces deux études s'accordent à dire que ces ciments biocéramiques possèdent une bioactivité avec cependant des résultats supérieurs pour Biodentine®, MTA® et ProRoot MTA® (33,34).

Concernant Bioroot RCS®, Camps et Al comparent sa bioactivité avec celle du Pulp Canal Sealer® en étudiant leur interaction avec des cellules de ligament parodontal. On constate une toxicité moins importante et une sécrétion plus importante de facteur de croissance ostéogénique pour Bioroot RCS® (35). Donc une bioactivité supérieure du ciment biocéramique par rapport à un ciment à base d'Oxyde de Zinc eugénol.

I.2.10 Adhésion

- Adhésion et ciments

Afin de garantir la pérennité d'un traitement endodontique l'obturation doit être étanche. La perte d'étanchéité est une cause majeure d'échec d'un traitement endodontique. L'obturation est réalisée avec deux composants, la gutta percha et le ciment. La gutta étant inerte chimiquement, seul le ciment est garant de l'étanchéité sur le long terme, que ce soit au niveau de l'interface gutta/ciment ou ciment/dentine.

Différentes études ont été conduites pour étudier cette propriété sur les ciments biocéramiques, avec différentes méthodes (filtration de fluide, observation de vide par microscope).

Zhang et Al ne montrent pas de différence significative entre iRoot® (=BC Sealer®) et AH Plus® en terme d'étanchéité (36).

Al-Haddad montre une épaisseur de ciment supérieure pour BC sealer® comparé à AH Plus®. Il a été prouvé que la capacité à obtenir une étanchéité d'un ciment est inversement proportionnelle à son épaisseur intracanal à cause de la contraction de prise (37). Pour Al-Haddad, du fait de leur expansion de prise, l'épaisseur du film de biocéramique se retrouve être un point positif pour l'étanchéité de l'obturation (38). Cependant il observe aussi plus de vides sur les spécimens obturés avec BC Sealer®. Cela est dû à la meilleure pénétration du ciment résineux AH Plus® dans les tubules dentinaires.

La quantification des vides au niveau de l'interface ciment/dentine pour comparer AH Plus®, BC Sealer® et MTA Fillapex® montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre AH Plus® et BC sealer®, mais une moins bonne adaptation pour MTA Fillapex® (39).

Une méthode de filtration de fluide (Bleu de méthylène) pour comparer BC Sealer® et AH Plus® montre une différence significative entre les deux ciments avec une pénétration plus importante pour le groupe AH Plus®. Bien qu'ayant une interface ciment/dentine équivalente, voir supérieure (38), AH Plus® présente une moins bonne cohésion avec la gutta que BC Sealer® bien mis en évidence par les méthodes de filtration de fluide (40).

En parallèle, ces études montrent que peu importe le ciment on a toujours la présence de vides et en plus grand nombre dans la partie apicale. Ceci est dû au diamètre plus restreint des tubules dentinaires dans la partie apicale ne permettant pas une aussi bonne pénétration du ciment qu'au niveau coronaire (38,39).

Concernant le Bioroot RCS®, Viapiana et Al le comparent à AH plus® en utilisant trois méthodes ex vivo : étude des vides par micro-computed tomography, pénétration

tubulaire du ciment et filtration d'un fluide. Seule la quantification des vides montre une proportion plus importante pour le Bioroot RCS® alors que les deux autres méthodes ne montrent pas de différences significatives sur la capacité d'adhésion de ces deux ciments (41).

- Adhésion et techniques d'obturations

Il est recommandé d'utiliser les ciments biocéramiques en techniques mono-cône car les techniques de gutta thermoplastifiées diminuent les valeurs d'adhésion. En technique mono-cône BC sealer® a de meilleures valeurs d'adhésion qu'AH Plus® et BC sealer® avec une obturation continue en une vague (42). Pour évaluer ces valeurs d'adhésion les auteurs ont réalisé un « push-out bond strength test ». Après obturation des coupes perpendiculaires à l'axe de la racine sont réalisés et une force est appliquée au niveau du matériau d'obturation jusqu'à ce qu'il se dissocie de la dentine. En chauffant la gutta, les propriétés de BC sealer® pourraient être modifiées expliquant la baisse des valeurs d'adhésion (42).

- Adhésion et irrigation

Afin d'éliminer la smear layer différents protocoles ont été mis en place avec notamment l'utilisation d'EDTA. Shokouhinejad et Al ont voulu montrer l'influence de la smear layer sur la capacité d'adhésion de BC Sealer®. Cette dernière demeure inchangée que ce soit avec ou sans smear layer éliminée avec l'EDTA (43).

D'autres protocoles d'irrigation ont été testé en associant l'EDTA avec de l'hypochlorite (ClONa), de la chlorexidine ou une solution saline. A la suite de cette étude, quel que soit le protocole d'irrigation utilisé, les valeurs d'adhésion de BC Sealer® restent les mêmes (44).

II. Deux exemples de ciments canalaires biocéramiques

Le Total Fill BC Sealer® (FKG Suisse) et le Bioroot RCS (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) sont deux ciments commercialisés et facilement disponibles en France.

II.1 Total Fill BC Sealer®

II.1.1 Composition

Le Total Fill BC Sealer® (FKG Suisse) que l'on peut aussi retrouver dans les études sous le nom de Endosequence BC Sealer® (34) est un ciment biocéramique à base d'eau, chlorure de calcium, trisilicate de calcium, disilicate de calcium, phosphate de calcium, hydroxyde de calcium (données fabricant).

II.1.2 Présentation

Il se présente sous forme pré-injectable mono-composant à l'aide d'une seringue et d'embouts intracanalaires à usage unique. Pour l'obturation il faut déposer à l'aide de la seringue et sous contrôle visuel une petite quantité de ciment à l'entrée canalair. Le maître cône (MC) est ensuite inséré lentement jusqu'à la LT (recommandations du fabricant).

La réaction de prise se fait grâce à l'humidité de la dentine.



Figure 1 Total Fill BC Sealer® (FKG, Suisse)

II.2 Bioroot RCS®

II.2.1 Composition

Le Bioroot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fossés, France) est un ciment biocéramique à base de silicate tricalcique, oxyde de zirconium, chlorure de calcium, d'eau et d'un agent réducteur d'eau (données fabricants).

II.2.2 Présentation

Il se présente sous la forme poudre/liquide à mélanger. Le coffret contient 35 dosettes unitaires de liquide et un flacon de 15g de poudre. Selon le fabricant, il est destiné à une obturation par technique mono-cône. Pour l'obturation il faut, à l'aide d'une spatule, mélanger une dose de poudre et 5 gouttes de liquide. Le temps de travail est de 15 minutes et le temps de prise intra canalaire inférieur à 4 heures (données fabricant). Les parois canalaire sont ensuite badigeonnées de ciment à l'aide d'une pointe papier puis le MC enduit de ciment est inséré lentement à la LT.



Figure 2 Bioroot RCS® (Saint Maur de Fossés, France)

III. Etude expérimentale : incidence du ciment utilisé et de l'ajustage apical du maître-cône de gutta percha sur l'obturation canalaire avec un apex ouvert.

III.1 Objectifs

Nous avons vu que le rôle de l'obturation canalaire est d'assurer l'étanchéité entre le réseau canalaire et le péri apex afin de maintenir dans le temps l'asepsie obtenue lors de la préparation. Pour ce faire l'obturation doit être dense, homogène et au plus près de la jonction cémento-dentinaire en contrôlant le dépassement.

Le premier objectif de cette étude expérimentale est d'évaluer et de comparer la qualité de l'obturation canalaire par technique mono-cône à l'aide de deux ciments biocéramiques : Bioroot RCS® et Total Fill BC Sealer®. Une obturation dense et homogène est recherchée.

Le deuxième objectif est d'étudier l'influence de l'ajustage apical du MC de gutta percha sur la qualité de l'obturation et le contrôle des dépassements.

III.2 Matériel et méthodes

III.2.1 Sélection des dents naturelles extraites

Afin de se rapprocher des conditions cliniques, l'étude se fait sur des dents monoradiculés droites ou à faible courbure. Les racines sélectionnées pour l'étude proviennent de dents matures à apex fermé.

Les racines ayant des canaux dédoublés, en forme de « 8 », fortement ovalaire ou ne présentant pas de perméabilité apicale à la lime K10 ont été écartées.

III.2.2 Préparation canalaire des échantillons

Les canaux sont préparés par le même opérateur à l'aide des instruments One Shape® (Micro Mega France). C'est un instrument Ni-Ti unique de préparation canalaire

en rotation continue et à section variable. Il présente un diamètre apical de 25/100^{ème}, une conicité de 6 % et est disponible en trois longueurs : 21, 25, 29 mm.

Pour faciliter la préparation la couronne de la dent est sectionnée à l'aide d'un disque monté sur pièce à main. La perméabilité apicale est testée en insérant une lime K10 dans le canal jusqu'à apercevoir sa pointe au foramen apical. Une fois le cathétérisme terminé et la longueur de travail (LT) retenue les canaux sont irrigués avec 2mL de ClONa à 2,5%.

L'instrument One Shape® est utilisé en rotation continue à 400 rpm avec un couple maximum de 2,5 N.cm. Des mouvements de va et vient sont réalisés sans pression verticale. En cas de résistance ou d'aspiration de l'instrument, celui-ci est retiré, nettoyé et le canal irrigué.

Le canal est préparé en trois étapes :

- Préparation des 2/3 coronaires, nettoyage de l'instrument, irrigation avec 2 mL de ClONa à 2,5% et vérification de la perméabilité apicale avec une lime K10.
- Préparation jusqu'à la LT-3mm, nettoyage de l'instrument, irrigation avec 2 mL de ClONa à 2,5% et vérification de la perméabilité apicale avec une lime K10.
- Préparation jusqu'à la LT+1mm, nettoyage de l'instrument, irrigation avec 2 mL de ClONa à 2,5% et vérification de la perméabilité apicale avec une lime K10.

Un rinçage final à l'EDTA à 8% est effectué pendant 3 min suivi de 2mL de ClONa à 2,5%.

En préparant à LT+1mm avec l'instrument One Shape® nous obtenons artificiellement une ouverture standardisée du foramen apical à 31/100^{ème} et une préparation canalaire à 6% de conicité.

Une fois préparées toutes les racines ont été réparties dans 4 groupes de façon aléatoire :

Gr 1 : 10 canaux sont obturés avec le Total Fill BC Sealer® et le MC à la LT – 2mm

Gr 2 : 10 canaux sont obturés avec le Bioroot RCS® et le MC à la LT – 2mm

Gr 3 : 10 canaux sont obturés avec le Total Fill BC Sealer® et le MC à la LT

Gr 4 : 10 canaux sont obturés avec le Bioroot RCS® et le MC à la LT

III.2.3 Ajustage du maître cône (MC)

Les cônes de gutta percha utilisés proviennent de la même boîte du même fabricant, MM-GP Points® (Micro Mega France) pour éviter toute influence de la qualité de la gutta percha sur l'obturation.

Des cônes n°30 (correspondant au diamètre final de préparation) et de conicité 6% ont été retenus.

En fonction du groupe, le MC est ajusté à la LT ou à LT-2mm. L'ajustage est validé par un contrôle visuel, tactile (recherche de résistance au retrait : « tug back ») et radiographique.

Les canaux sont ensuite séchés à l'aide de pointes papier One Shape® et prêt pour l'obturation.

III.2.4 L'obturation canalaire

III.2.4.1 Bioroot RCS®

Le Bioroot RCS® est un ciment biocéramique se présentant sous une forme poudre liquide. Il est préparé selon les recommandations du fabricant.

Sur un bloc en plastique avec une spatule, une dose de poudre et 5 gouttes de liquide sont mélangés jusqu'à l'obtention d'un ciment homogène et crémeux.

Les parois canalaire sont badigeonnées de ciments à l'aide de l'instrument Ni-Ti One Shape® préalablement désinfecté avec du ClONa puis le MC enduit de Bioroot RCS® est inséré lentement à la LT ou LT-2mm selon le groupe. Le One Shape® est utilisé pour enduire les parois de ciment plutôt qu'une pointe papier pour faciliter les manipulations. Le MC aurait aussi pu être utilisé.

Pour le groupe ayant les MC ajustés à la LT-2mm un ciment plus fluide est nécessaire et donc 5 gouttes et demis sont mélangées à une dose de poudre. Bien que contraire aux recommandations du fabricant, cette modification de viscosité permet au ciment de mieux progresser sur les deux derniers mm.

III.2.4.2 Total Fill BC Sealer®

Total Fill BC Sealer® est un ciment biocéramique se présentant sous la forme d'une seringue.

A l'aide de l'embout de la seringue une petite quantité de Total Fill BC Sealer® est placée à l'entrée canalaire puis le MC est inséré lentement à la LT. Une pression minime sur le piston de la seringue est suffisante pour l'obturation, sous peine de dépassements importants.

Pour le groupe ayant les MC ajustés à la LT-2mm, toujours dans l'optique d'obturer au mieux les deux derniers mm, l'embout de la seringue est inséré dans les 2/3 du canal juste avant la butée. Le ciment est déposé tout en remontant la seringue en coronaire puis le MC est inséré lentement à la LT-2mm.

III.2.5 Contrôle radiographique

Une fois l'obturation terminée un contrôle radiographique est réalisé sous deux incidences : vestibulo-linguale/palatine et mésio-distale.

III.2.6 Paramètres analysés

Différents paramètres sont évalués à l'aide du logiciel ImageJ® :

III.2.6.1 Dépassement

Afin de comparer l'importance du dépassement entre chaque groupe, l'aire du dépassement (en pixels) est mesurée sous les deux incidences radiographiques.



Figure 3 Calcul du dépassement avec ImageJ®

III.2.6.2 Progression apicale du ciment

Cette progression apicale est mesurée pour les deux groupes où les MC ont été ajustés à 2mm de la LT en comparant les radiographies per-opératoires (avec le MC à 2mm de la LT) et post-opératoires. En présence d'un dépassement on considère que la progression apicale du ciment est de 2mm.

III.2.6.3 Analyse qualitative de l'obturation

Pour chaque dent l'obturation est observée tiers par tiers (1/3 coronaire, 1/3 médian, 1/3 apical) sur les deux incidences et l'aire des manques est mesurée.



Figure 4 Calcul des manques avec ImageJ®

III.3 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel XLSTAT®

III.3.1 Dépassement

Nous avons comparé l'importance du dépassement :

- en fonction de l'ajustage du MC pour un même ciment : gr 1/3 et 2/4.
- en fonction du ciment pour un même ajustage du MC : gr 3/4 et 1/2.

L'analyse statistique est faite avec le test de Mann-Whitney (risque $\alpha=0,05$).

III.3.2 Progression apicale du ciment

La distance sur laquelle le ciment a été propulsé est relevée sur toutes les obturations présentant un ajustage apical du MC à 2mm de la LT. Cette distance est comparée entre les deux groupes.

III.3.3 Analyse qualitative de l'obturation

Nous avons comparé l'importance des manques :

- en fonction de l'ajustage du MC pour un même ciment : gr 1/3 et 2/4
- en fonction du ciment pour un même ajustage du MC : gr 3/4 et 1/2

Pour chaque groupe comparé les observations ont été faites tiers par tiers.

L'analyse statistique est faite avec le test de Mann-Whitney (risque $\alpha=0,05$).

III.4 Résultats

III.4.1 Dépassement

III.4.1.1 En fonction de l'ajustage du MC

En comparant les groupes 1 et 3 il y a des dépassements plus importants avec le Total Fill BC Sealer® quand le MC est ajusté à 2mm de la LT.

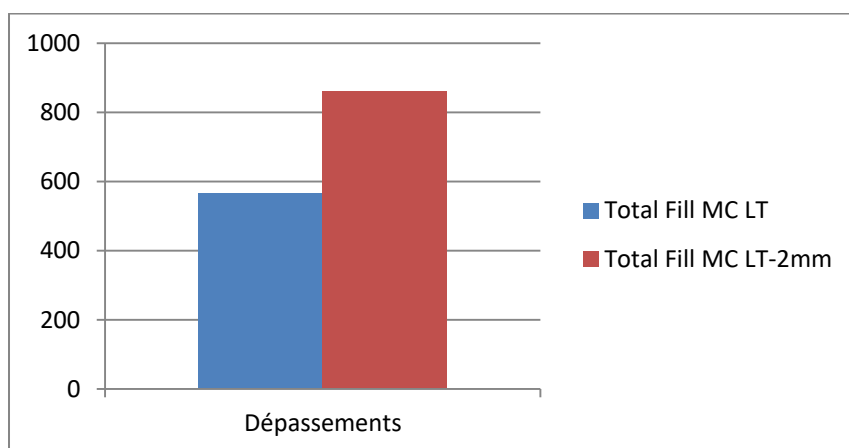


Figure 5 Dépassements Total Fill BC Sealer® en fonction de l'ajustage du MC

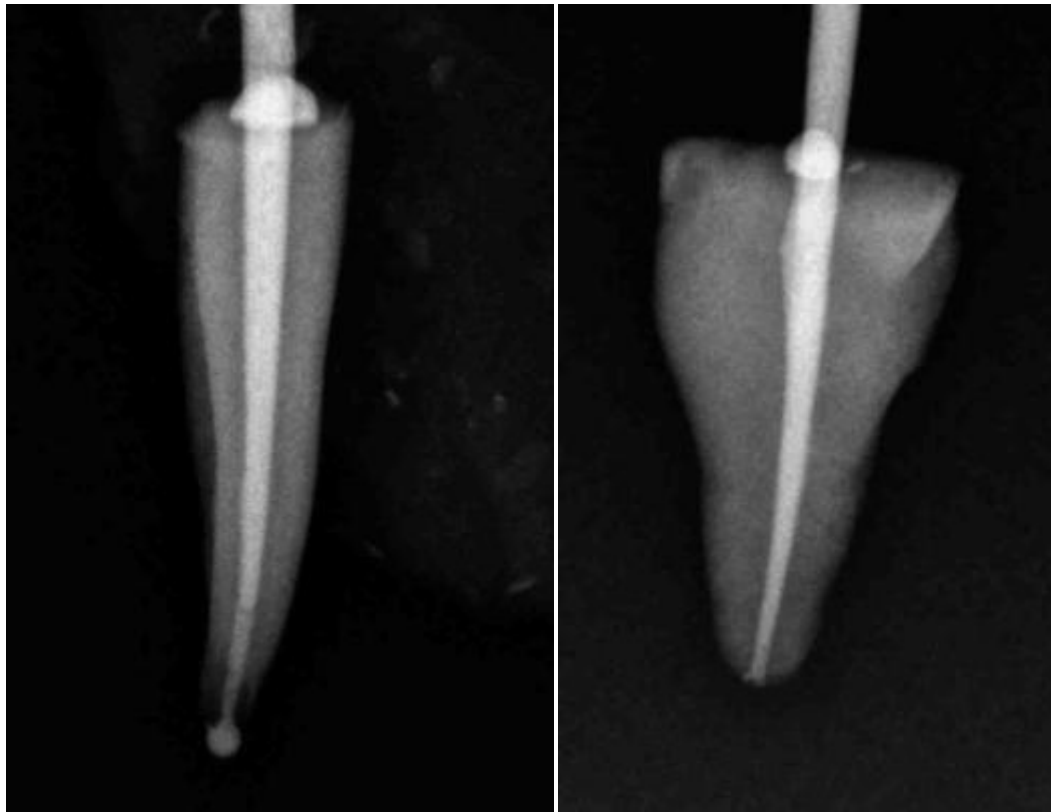


Figure 6 Dépassement Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm vs MC LT

Quant au Bioroot RCS® en comparant les groupes 2 et 4 on note aussi une part plus importante de dépassement lorsque le MC est ajusté à 2mm de la LT.

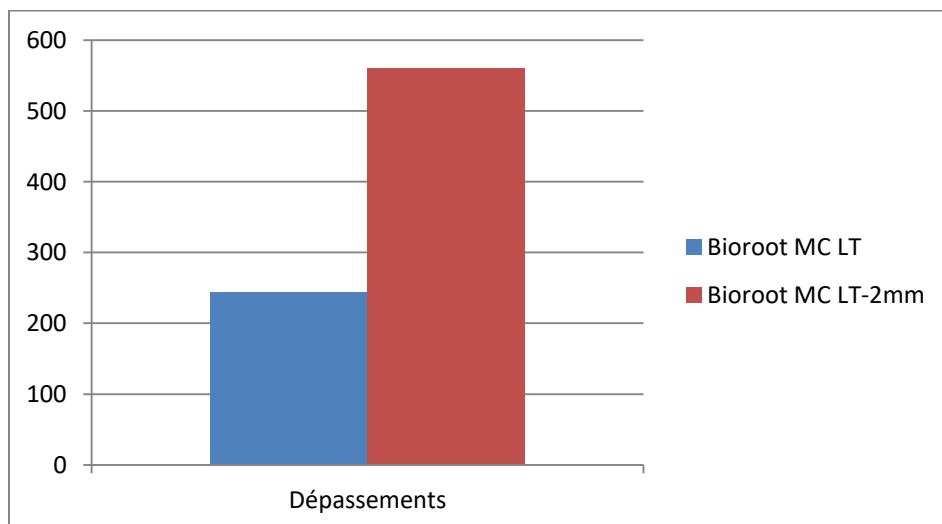


Figure 7 Dépassements Bioroot RCS® en fonction de l'ajustage du MC



Figure 8 Dépassement Bioroot RCS® MC LT-2mm vs MC LT

Cependant que ce soit avec le Bioroot RCS® ou le Total Fill BC Sealer® il n'y a pas de différence significative (p-value respective =0,115 et 0,247).

III.4.1.2 En fonction du ciment

Pour voir l'influence du ciment le TotalFill BC Sealer® est comparé au Bioroot RCS® pour un même ajustage du MC.

Lorsque les MC sont ajustés à la LT, en comparant les groupes 3 et 4 les dépassements sont significativement plus importants (p-value=0,018) avec le Total Fill BC Sealer®.

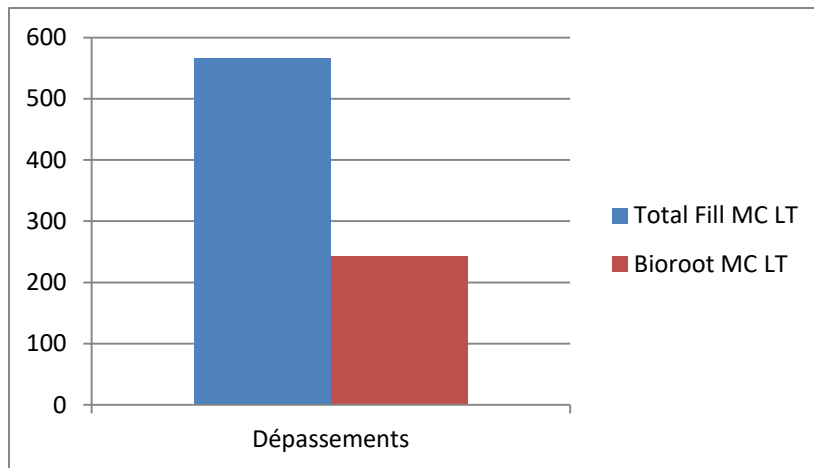


Figure 9 Dépassements en fonction du ciment MC LT

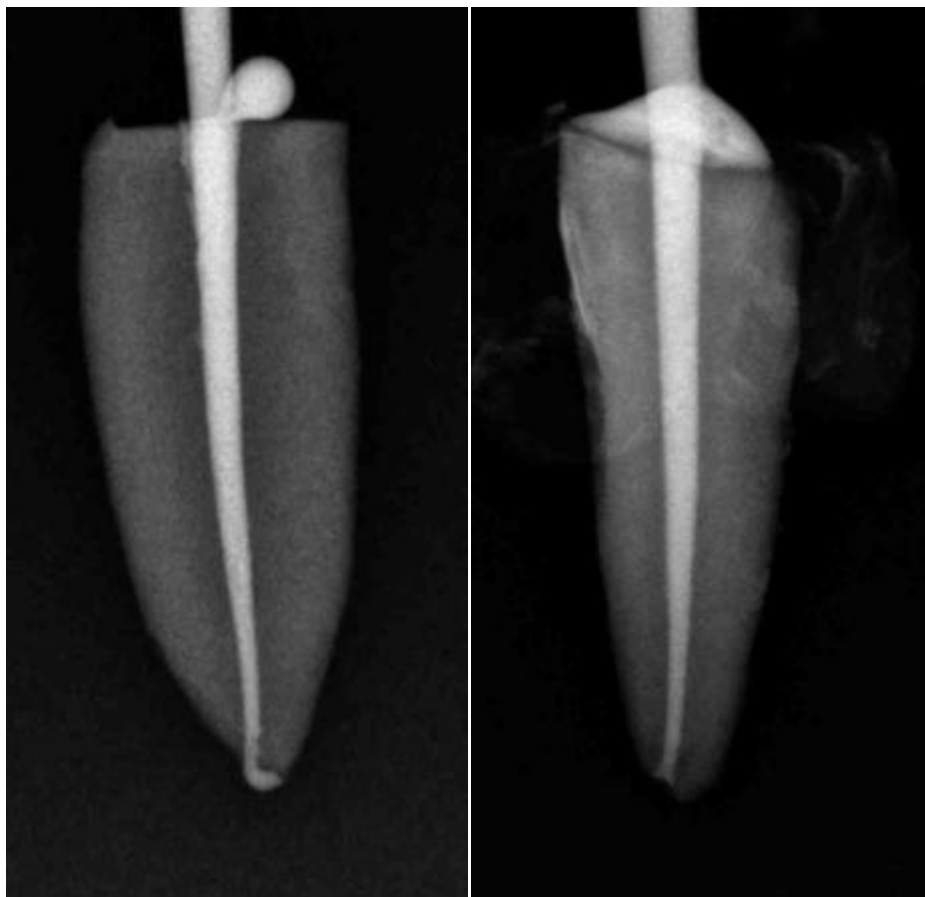


Figure 10 Dépassement MC LT Total Fill BC Sealer® vs Bioroot RCS®

Quand les MC sont ajustés à 2mm de la LT, en comparant les groupes 1 et 2 les dépassements sont aussi plus importants avec le Total Fill BC Sealer® mais pas de différence statistiquement significative ($p\text{-value}=0,247$).

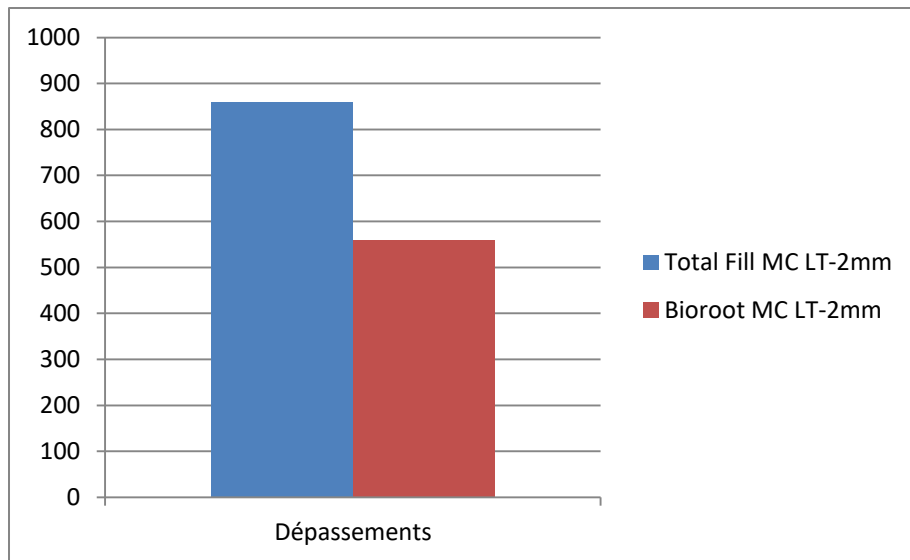


Figure 11 Dépassements en fonction du ciment MC LT-2mm

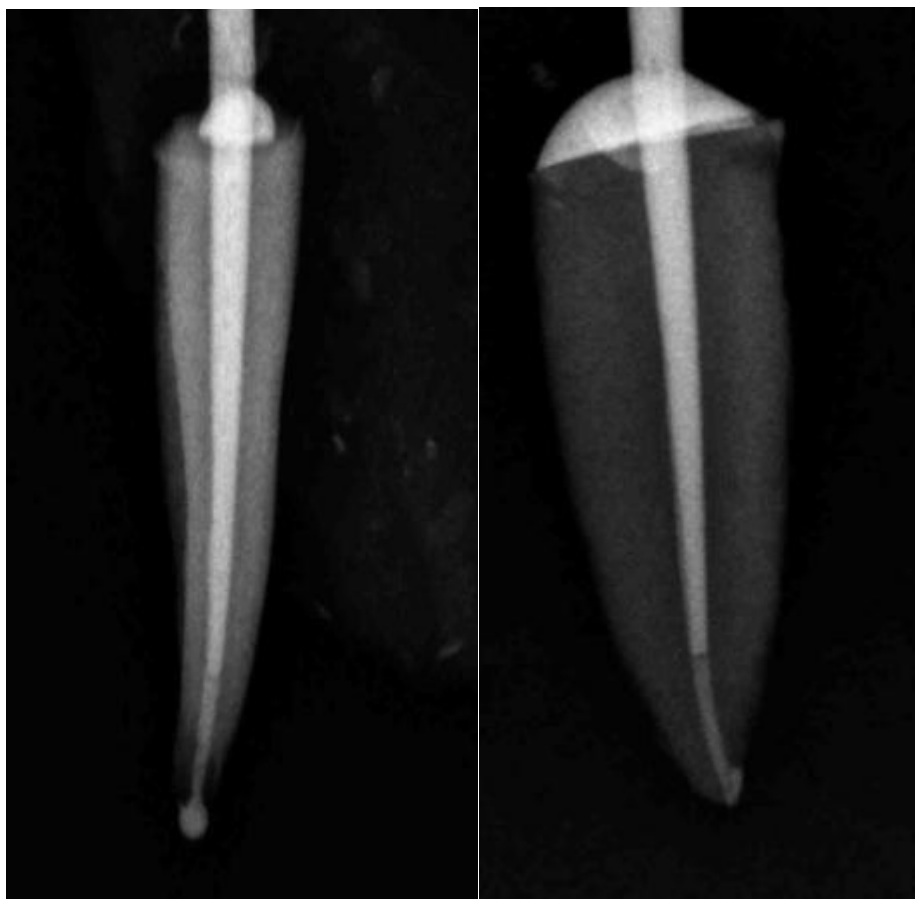


Figure 12 Dépassement MC LT-2mm Total Fill BC Sealer® vs Bioroot RCS®

Quel que soit le ciment les dépassements sont plus importants lorsque le MC est ajusté à 2mm de la LT. Le groupe 1 « Total Fill MC LT-2mm » présente le plus de dépassements et le groupe 4 « Bioroot MC LT » le moins.

III.4.2 Progression apicale du ciment

Cette progression a été étudiée sur les groupes 1 et 2 où le MC est à 2 mm de la LT.

Le ciment progresse sur les 2 mm libres de gutta sur tous les échantillons, indépendamment de la nature du ciment.

III.4.3 Analyse qualitative de l'obturation

III.4.3.1 En fonction de l'ajustage du MC

- 1/3 coronaire

En comparant les groupes 1/3 et 2/4 il n'y a pas de différences significatives (p -value=1,0) au niveau de la part des manques (voir annexe : figures 22 et 23).



Figure 13 Manques 1/3 coronaire Total Fill BC Sealer® vs Bioroot RCS®

- 1/3 médian

Tous les échantillons sont exempts de manques dans le tiers médian. Il n'existe pas de différences significatives entre les différents groupes.

- 1/3 apical

Pour les groupes 1/3 et 2/4 le tiers apical présente plus de bulles quand le MC est ajusté à 2mm de la LT (voir annexe : figures 24 et 25). Cependant il n'y a pas de différences significatives (p-value= 0,474 et 0,211).

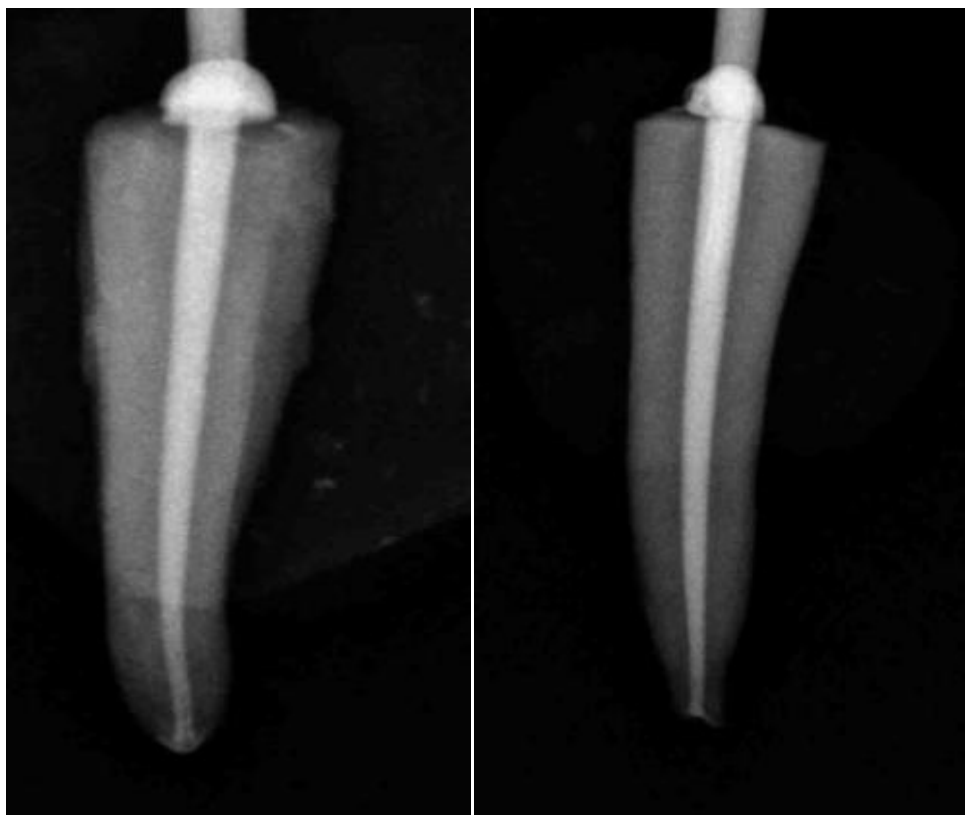


Figure 14 Manques 1/3 apical Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm vs MC LT

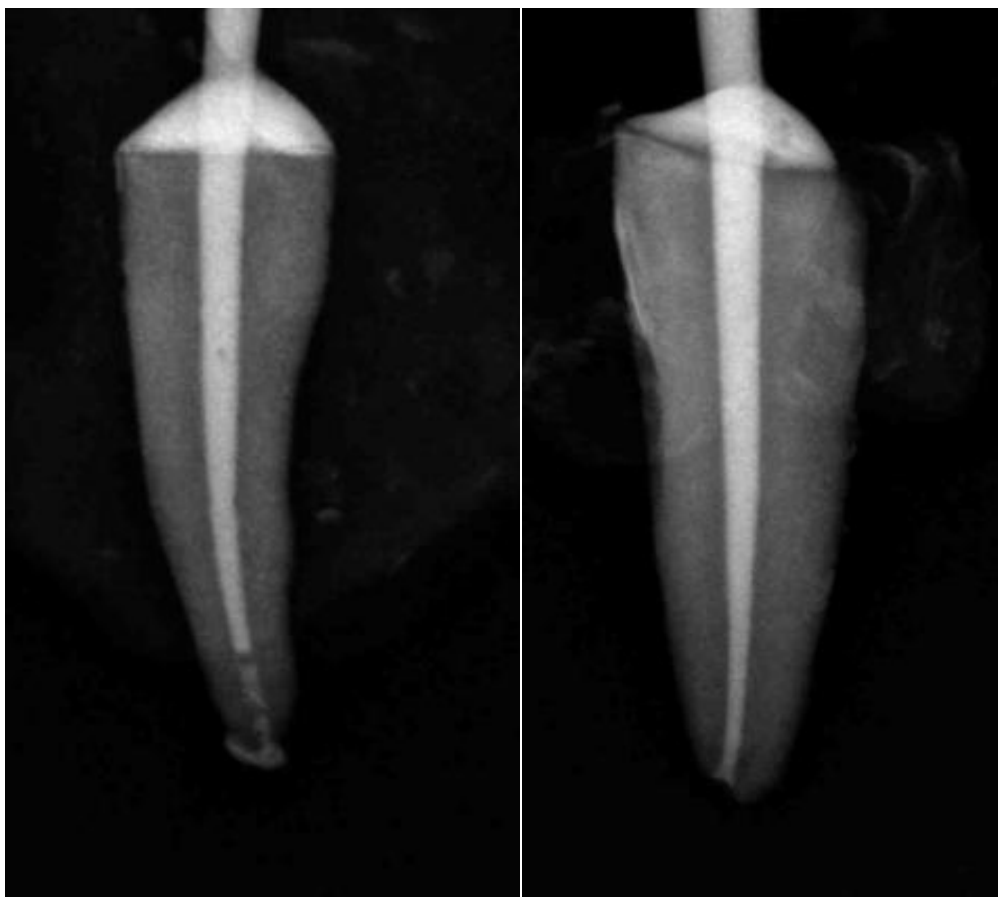


Figure 15 Manques 1/3 apical Bioroot RCS® MC LT-2mm vs MC LT

III.4.3.2 En fonction du ciment

- 1/3 coronaire

Pour les groupes 1/2 et 3/4 il n'y a pas de différences significatives (p-value=1,0 et 0,889) au niveau de la part des manques (voir annexe : figures 26 et 27).

- 1/3 médian

Tous les échantillons sont exempts de manques dans le tiers médian. Il n'existe pas de différences significatives entre les différents groupes.

- 1/3 apical

Au niveau du 1/3 apical, quand le MC est ajusté à la LT tous les échantillons sont exempts de bulles. Il n'existe pas de différence significative entre le Total Fill BC Sealer® (groupe 3) et le Bioroot RCS® (groupe 4).

Lorsque le MC est ajusté à 2mm de la LT il y a plus de manque dans le dernier tiers avec le Bioroot RCS®, cependant la différence n'est pas statistiquement significative (p-value=0,721).

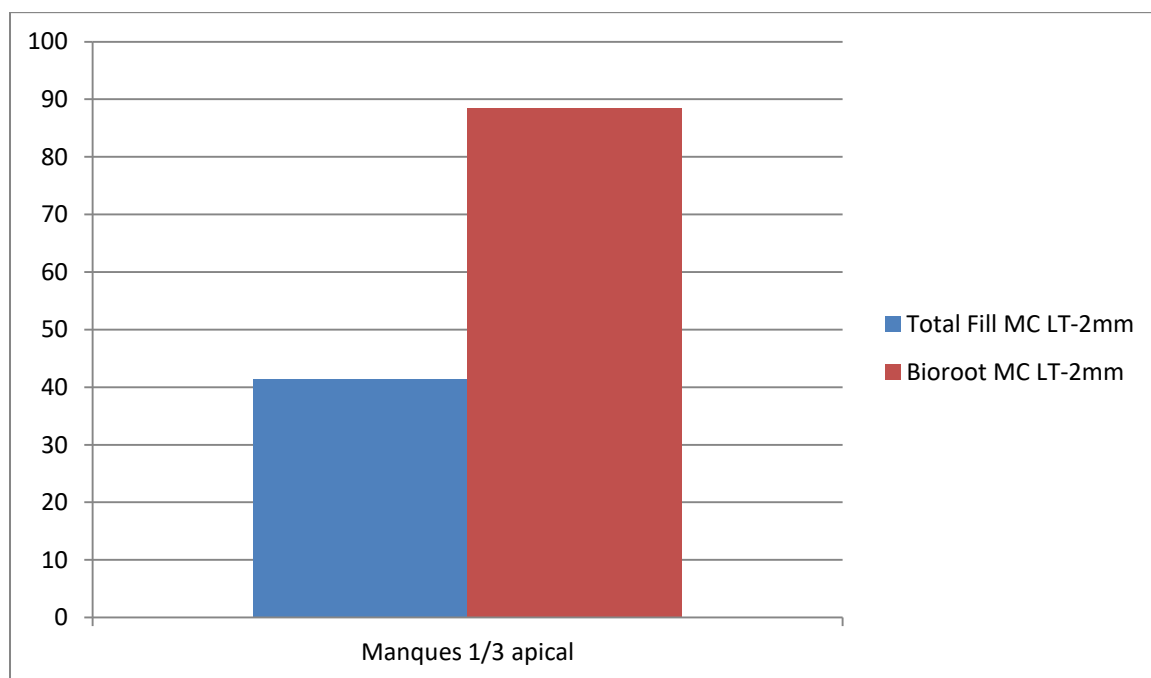


Figure 16 Manques 1/3 apical en fonction du ciment MC LT-2mm

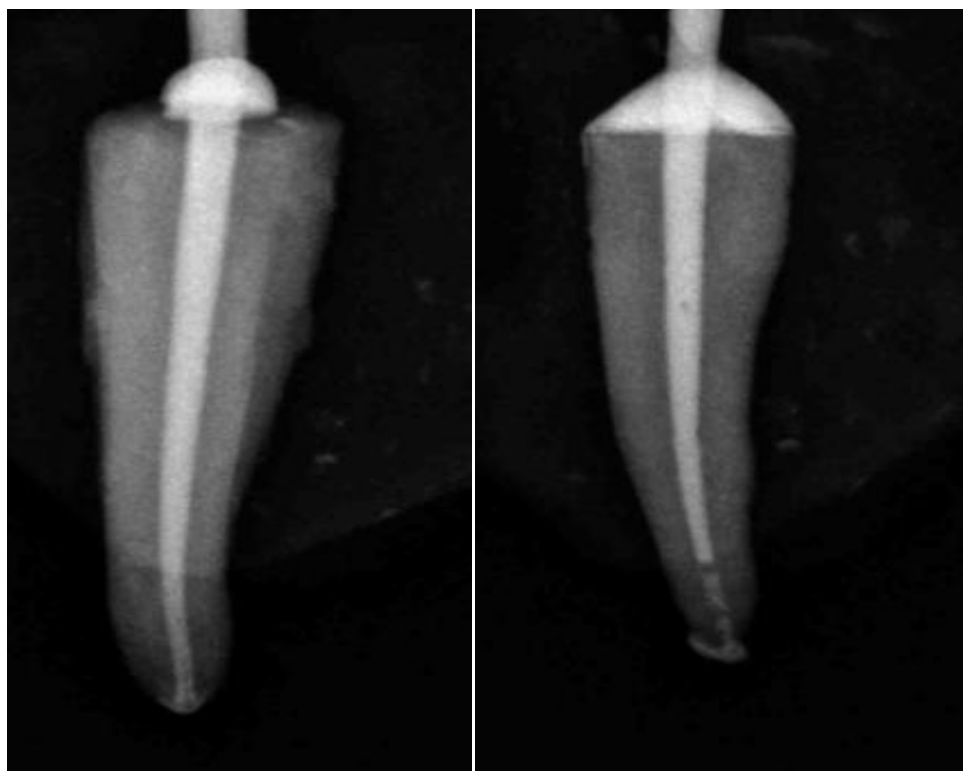


Figure 17 Manques 1/3 apical MC LT-2mm Total Fill BC Sealer® vs Bioroot RCS®

Au final, indépendamment de la nature du ciment c'est au niveau du 1/3 coronaire qu'il y a le plus de manques.

Le 1/3 médian est exempt de bulles sur les 4 groupes.

Lorsque le MC est ajusté à la LT, le 1/3 apical est obturé sans bulles avec le Bioroot RCS® et le Total Fill BC Sealer®. Par contre quand il est à 2mm de la LT, nous remarquons la présence de bulles pour les deux ciments avec une part plus importante pour le Bioroot RCS®.

III.5 Discussion

III.5.1 Choix des groupes

Lors de cette étude nous avons choisi d'étudier deux techniques d'obturation avec des ciments biocéramiques : Total Fill BC Sealer® et Bioroot RCS®. De par leurs propriétés (très bonne biocompatibilité, stabilité dimensionnelle, activité antimicrobienne, bioactivité, adhésion à la dentine) ces ciments permettent d'envisager de revoir le concept par compactage de l'obturation canalaire en endodontie en revenant à des techniques cônes uniques et ciment.

Grâce à leur expansion de prise en milieu humide la technique monocône scellé est préférée aux techniques à la gutta chaude (42). Ainsi en travaillant sur les deux groupes (3 et 4) avec un MC ajusté à la LT (tel que le préconisent les fabricants) nous avons pu étudier la qualité des obturations et les dépassements obtenus avec cette technique.

D'autre part, il était intéressant de voir s'il était possible de réaliser un « bouchon apical » de ciment sur les 2 derniers mm de l'obturation avec la technique monocône scellé. L'idée étant la même que dans les techniques d'apexification (avec du MTA, Biodentine ...) mais sur des foramen moins ouverts.

Nous avons donc travaillé sur deux autres groupes (1 et 2) avec un MC ajusté à 2mm de la LT et une ouverture foraminale standardisée à 31/100^{ème}.

III.5.2 Dépassement

Pour un même ajustage du MC le Total Fill BC Sealer® produit plus de dépassements que le Bioroot RCS®. Plusieurs raisons expliquent ce résultat :

- La fluidité de Total Fill BC Sealer® est plus importante (20,21).
- Le conditionnement en seringue induit une dépose plus importante de ciment dans le canal. En effet avec un simple cône enduit de ciment et bien que les parois soient badigeonnées de Bioroot RCS® avec le dernier instrument de préparation une grande partie de ce dernier reste à l'entrée canalaire lors de l'insertion du MC.

Quel que soit le ciment les dépassements sont plus importants lorsque le MC est ajusté à 2mm de la LT. L'explication de ce résultat inattendu provient du protocole expérimental.

En effet dans le groupe 1 le Total Fill BC Sealer® n'est pas déposé à l'aide de la seringue à l'entrée canalaire mais dans les 2/3 apicaux avant la butée de l'embout. De même dans le groupe 2 le ratio poudre/liquide du Bioroot RCS® passe de 1/5 à 1/5,5 afin d'avoir un ciment plus fluide.

Lors des phases de test, nous avons constaté que sans modifications du protocole d'obturation entre les groupes « MC LT » et « MC LT-2mm » l'effet « piston » seul n'était pas suffisant pour créer un bouchon apical dense et homogène.

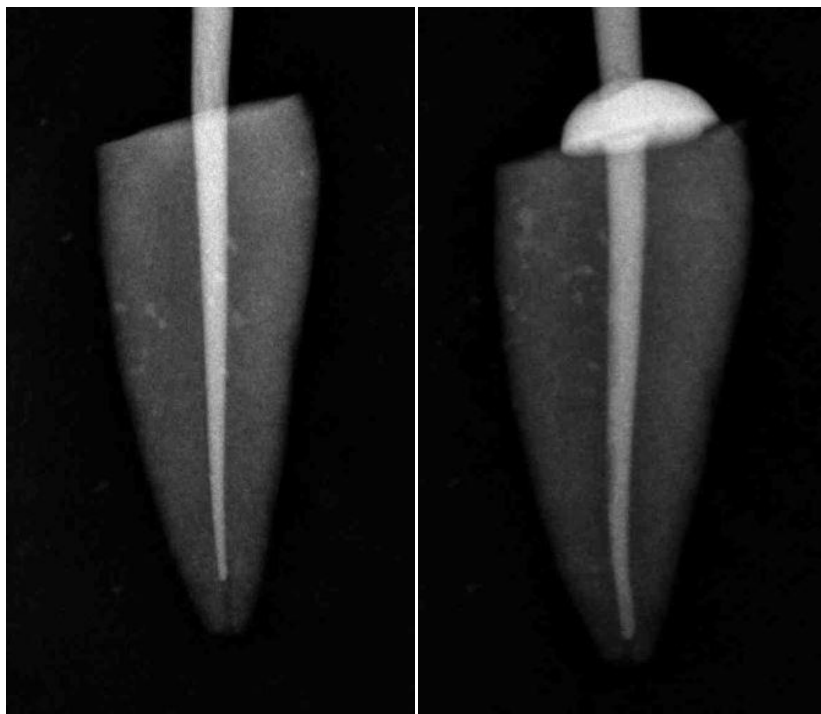


Figure 18 Obturation Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm sans modification du protocole

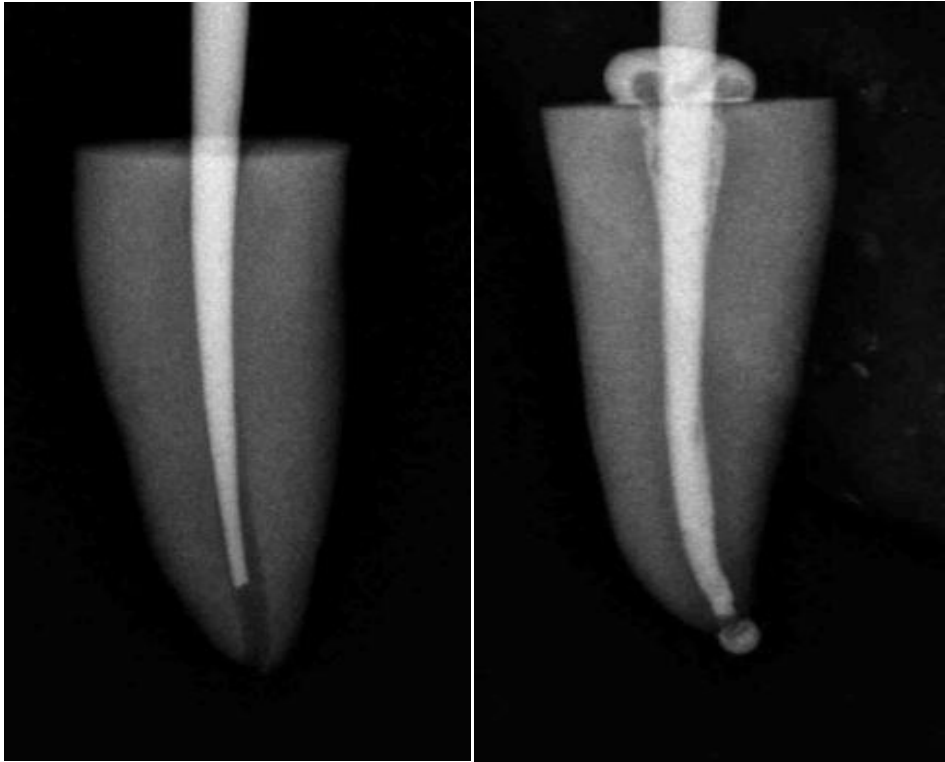


Figure 19 Obturation Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm avec modification du protocole

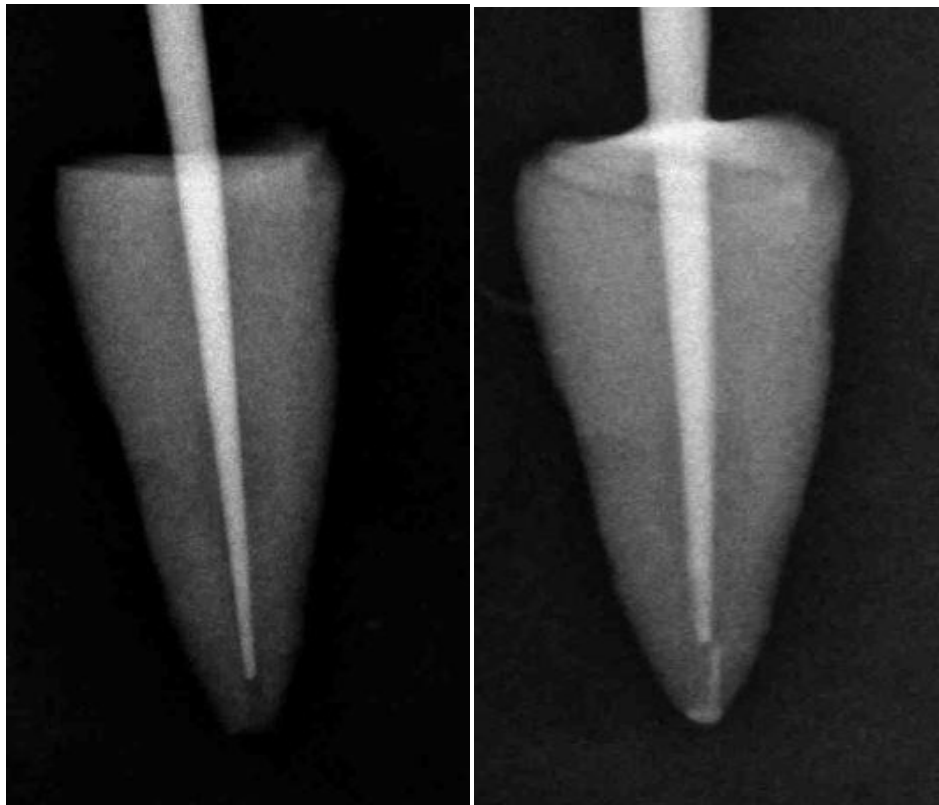


Figure 20 Obturation Bioroot RCS® MC LT-2mm sans modification du protocole

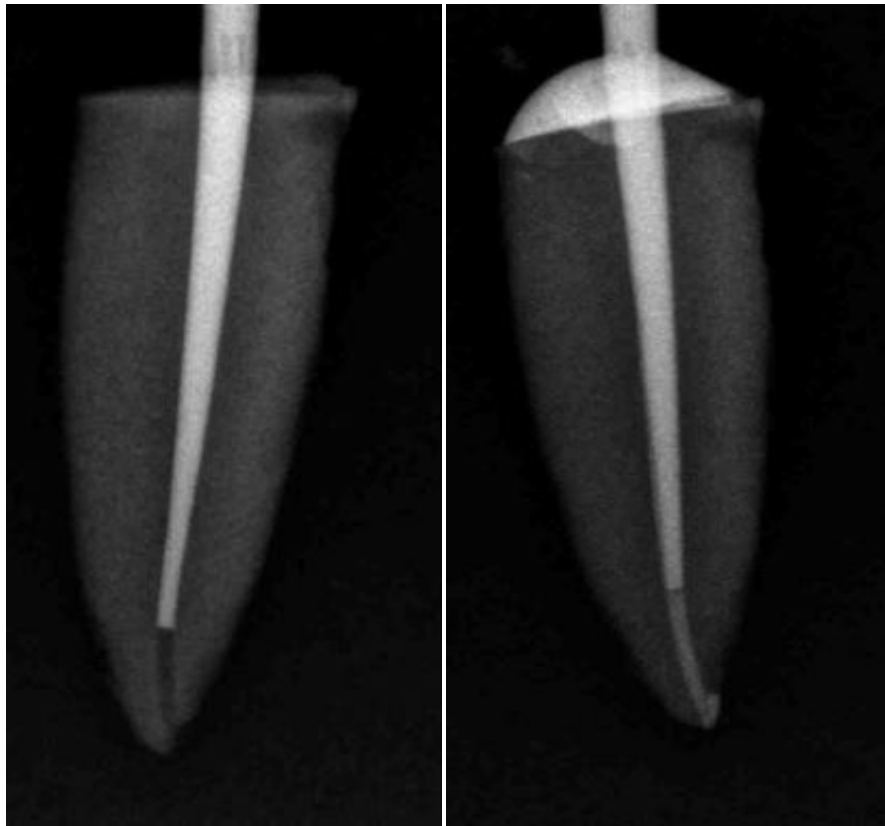


Figure 21 Obturation Bioroot RCS® MC LT-2mm avec modification du protocole

Ces modifications de viscosité ont été faites afin de favoriser la progression d'une quantité plus importante de ciment à l'apex, par effet de piston et en l'absence de gutta pouvant servir de tuteur. Cependant ce choix reste critiquable et il restera à vérifier que cette modification non conforme aux recommandations du fabricant n'altère pas les propriétés du matériau.

L'excellente biocompatibilité des biocéramiques a amené à privilégier une obturation dense et homogène dans les 2 derniers mm au détriment d'un risque plus élevé de dépassement. On peut aussi supposer que l'importance de ce dépassement serait moindre in vivo par la contre pression péri-apicale.

III.5.3 Progression apicale du ciment

On observe sur tous les échantillons une progression sur les 2mm libres de gutta. Cela prouve bien que l'on peut obtenir un bouchon apical simplement avec une technique monocône scellé. Il faut tout de même vérifier que ce bouchon soit suffisamment dense et homogène c'est pourquoi nous avons analysé les manques des obturations.

III.5.4 Analyse qualitative de l'obturation

Cette analyse qualitative a été faite en étudiant les manques dans l'obturation.

C'est dans la partie coronaire qu'il y a le plus de manques. Bien que les canaux très larges et en huit aient été exclu certains canaux un peu plus larges présentent des bulles au niveau coronaire. Cela peut facilement être réduit par l'ajout d'un ou plusieurs cônes accessoires.

Concernant les groupes 3 et 4 ayant un MC ajusté à la LT il est logique de retrouver des échantillons exempts de bulles. Le MC étant calibré en fonction de l'instrument unique de préparation One Shape la part du ciment dans l'obturation est grandement réduite.

Lorsque l'on regarde les groupes 1 et 2 nous constatons plus de bulles avec le Bioroot RCS®. L'explication est la même que pour les dépassements. L'injection de Total Fill BC Sealer® à l'aide d'une seringue permet une dépose du ciment plus proche de l'apex et ainsi d'obtenir une obturation plus dense et homogène que le Bioroot RCS®.

Conclusion

De par leurs propriétés (très bonne biocompatibilité, stabilité dimensionnelle, activité antimicrobienne, bioactivité, adhésion à la dentine) les ciments biocéramiques permettent d'envisager de revoir le concept par compactage de l'obturation canalaire en endodontie en revenant à des techniques cônes uniques et ciment.

Lors de cette étude nous avons pu voir que la technique monocône associée à deux ciments biocéramiques, Total Fill BC Sealer® et Bioroot RCS®, permet d'obtenir une obturation dense et homogène lorsqu'elle est mise en pratique selon les recommandations des fabricants.

En modifiant l'ajustage apical du MC à 2mm de la LT et les méthodes d'obturation nous avons montré qu'avec la technique monocône il est possible de réaliser un « bouchon apical » dense et homogène. Grâce à sa forme injectable en seringue le Total Fill BC Sealer® présente moins de bulles que le Bioroot RCS®.

Ces modifications ne sont pas sans risques. Injecter le Total Fill BC Sealer® au plus proche de l'apex et modifier la viscosité du Bioroot RCS® pour réaliser un « bouchon apical » augmente significativement les risques de dépassements notamment pour le Total Fill BC Sealer®. Ainsi une méthode d'obturation en apparence simple s'avère plus subtile et requiert un entraînement préalable.

Grâce à la très bonne biocompatibilité des biocéramiques nous pouvons être optimistes quant au devenir post-opératoire de ces dépassements. Cette méthode pourrait être utile lorsque le risque de dépassement de gutta est important. Cependant un recul clinique plus important avec des études *in vivo* à plus long terme est nécessaire. Puisque le compactage à chaud semble être contre-indiqué, aujourd'hui, l'apport des techniques de compactage latéral à froid pour une obturation plus tridimensionnelle devra être étudié.

Annexe

TotalFill MC LT-2mm	Dépassement		
	MD	VP	Moyenne
1	1198	1158	1178
2	379	1897	1138
3	669	370	519,5
4	248	292	270
5	873	1131	1002
6	349	220	284,5
7	1530	1890	1710
8	1199	1437	1318
9	318	291	304,5
10	921	810	865,5

Tableau 1 Dépassements Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm

Bioroot MC LT-2mm	Dépassement		
	MD	VP	Moyenne
1	0	0	0
2	342	698	520
3	0	0	0
4	0	0	0
5	1070	1218	1144
6	560	335	447,5
7	1028	959	993,5
8	564	539	551,5
9	1182	1119	1150,5
10	711	865	788

Tableau 2 Dépassement Bioroot RCS® MC LT-2mm

TotalFill MC LT	Dépassement		
	MD	VP	Moyenne
1	600	221	410,5
2	894	876	885
3	378	0	189
4	0	661	330,5
5	1031	755	893
6	0	82	41
7	972	1014	993
8	1020	1095	1057,5
9	328	320	324
10	588	465	526,5

Tableau 3 Dépassements Total Fill BC Sealer® MC LT

Bioroot MC LT	Dépassement		
	MD	VP	Moyenne
1	0	0	0
2	0	0	0
3	660	897	778,5
4	440	195	317,5
5	0	0	0
6	0	0	0
7	487	0	243,5
8	0	0	0
9	1060	773	916,5
10	215	139	177

Tableau 4 Dépassement Bioroot RCS® MC LT

Bioroot MC LT	Manques 1/3 C/M/A								
	C			M			A		
	D	M P	V Moyenne	D	M P	V Moyenne	D	M P	V Moyenne
1	4 41	0	220,5	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1 429	0	714,5	0	0	0	0	0	0
8	8 84	0	442	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 5 Manques Bioroot RCS® MC LT

Bioroot MC LT-2mm	Manques 1/3 C/M/A								
	C			M			A		
	D	M P	V Moyenne	D	M P	V Moyenne	D	M P	V Moyenne
1	1 629	0	814,5	0	0	0	0	0	0
2	9 75	0	487,5	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	1 61	2 93	227
5	0	0	0	0	0	0	3 38	3 13	325,5
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2 36	0	118	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	3 31	3 33	332
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 6 Manques Bioroot RCS® MC LT-2mm

TotalFill MC LT	Manques 1/3 C/M/A									
	C			M			A			
	MD	P	V	Moyenne	D	M	P	V	Moyenne	
1	291	0		145,5	0	0	0		0	0
2	0	0		0	0	0	0		0	0
3	0	0		0	0	0	0		0	0
4	179 1	0		895,5	0	0	0		0	0
5	0	0		0	0	0	0		0	0
6	0	0		0	0	0	0		0	0
7	0	0		0	0	0	0		0	0
8	354	0		177	0	0	0		0	0
9	0	0		0	0	0	0		0	0
10	0	0		0	0	0	0		0	0

Tableau 7 Manques Total Fill BC Sealer® MC LT

TotalFill MC LT-2mm	Manques 1/3 C/M/A									
	C			M			A			
	MD	P	V	Moyenne	D	M	P	V	Moyenne	
1	0			0	0				0	399
2	18 03			901,5	0				0	0
3	0			0	0				0	0
4	57 0			285	0				0	0
5	0			0	0				0	0
6	0			0	0				0	0
7	0			0	0				0	0
8	0			0	0				0	0
9	23 5			117,5	0				0	16
10	0			0	0				0	0

Tableau 8 Manques Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm

TotalFill MC LT-2mm	Progression apicale (mm)
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2

Tableau 9 Progression apicale Total Fill BC Sealer® MC LT-2mm

Bioroot MC LT-2mm	Progression apicale (mm)
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2

Tableau 10 Progression apicale Bioroot RCS® MC LT-2mm

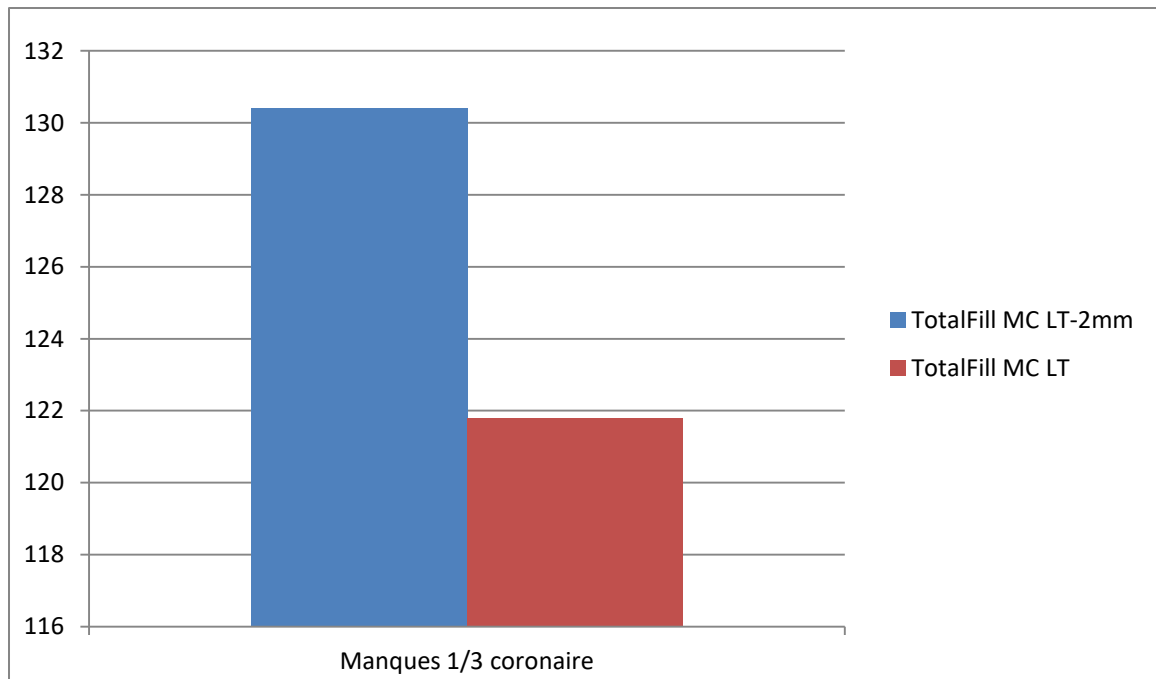


Figure 22 Manques 1/3 coronaire Total Fill BC Sealer® en fonction de l'ajustage du MC

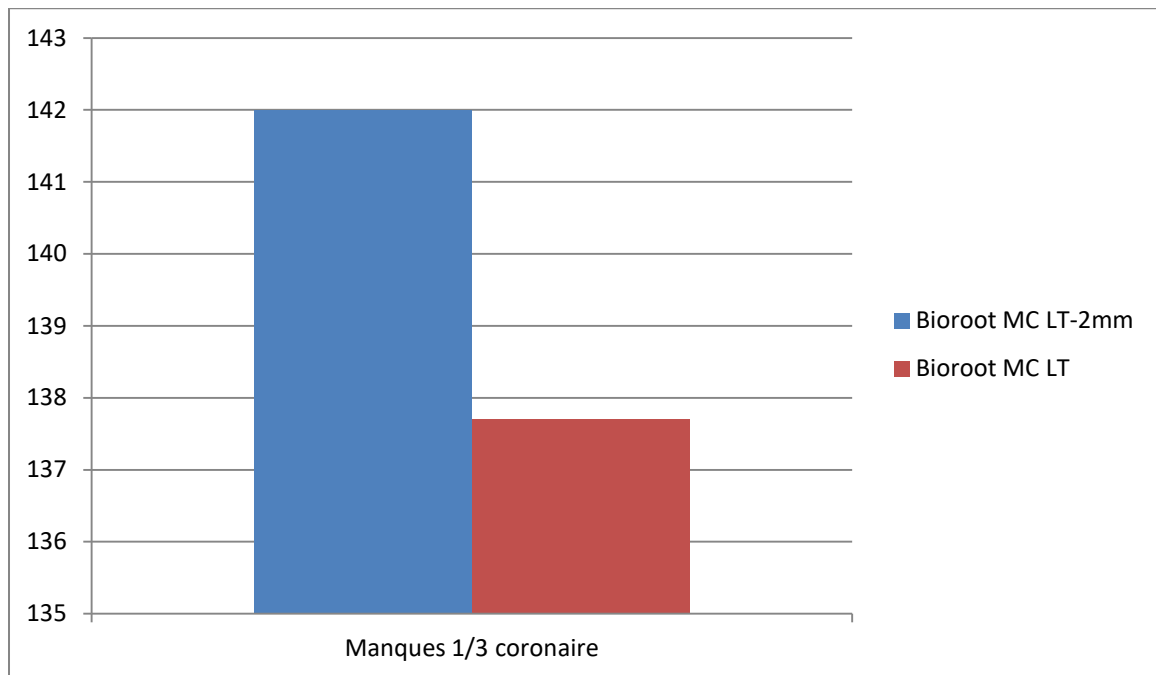


Figure 23 Manques 1/3 coronaire Bioroot RCS® en fonction de l'ajustage du MC

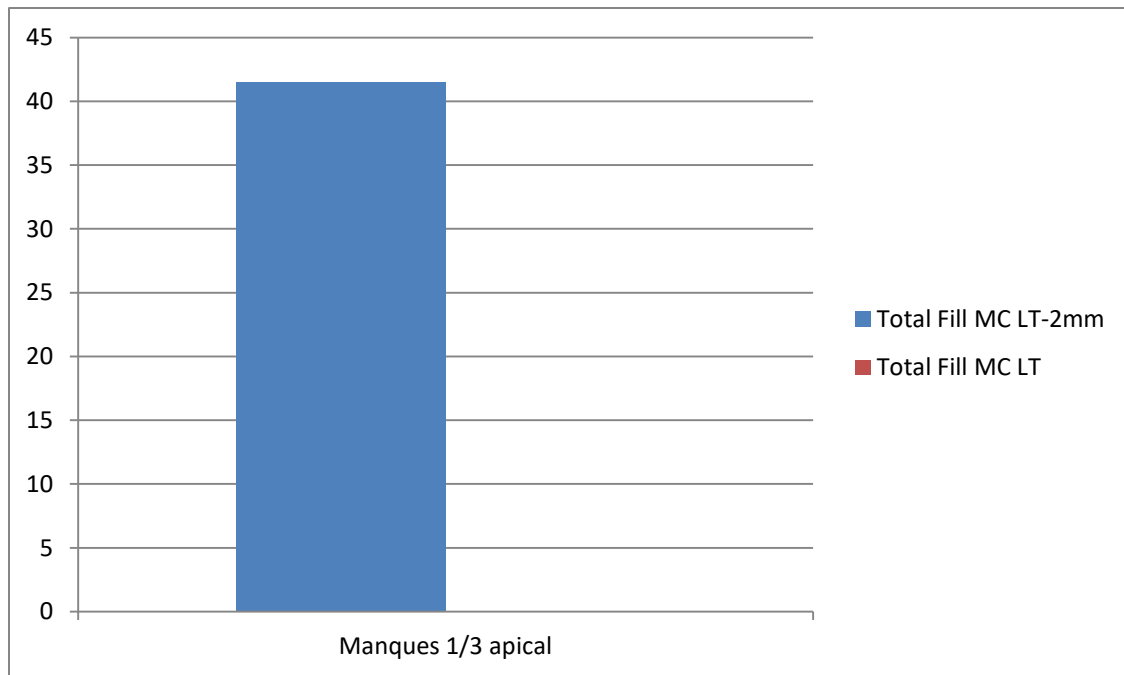


Figure 24 Manques 1/3 apical Total Fill BC Sealer® en fonction de l'ajustage du MC

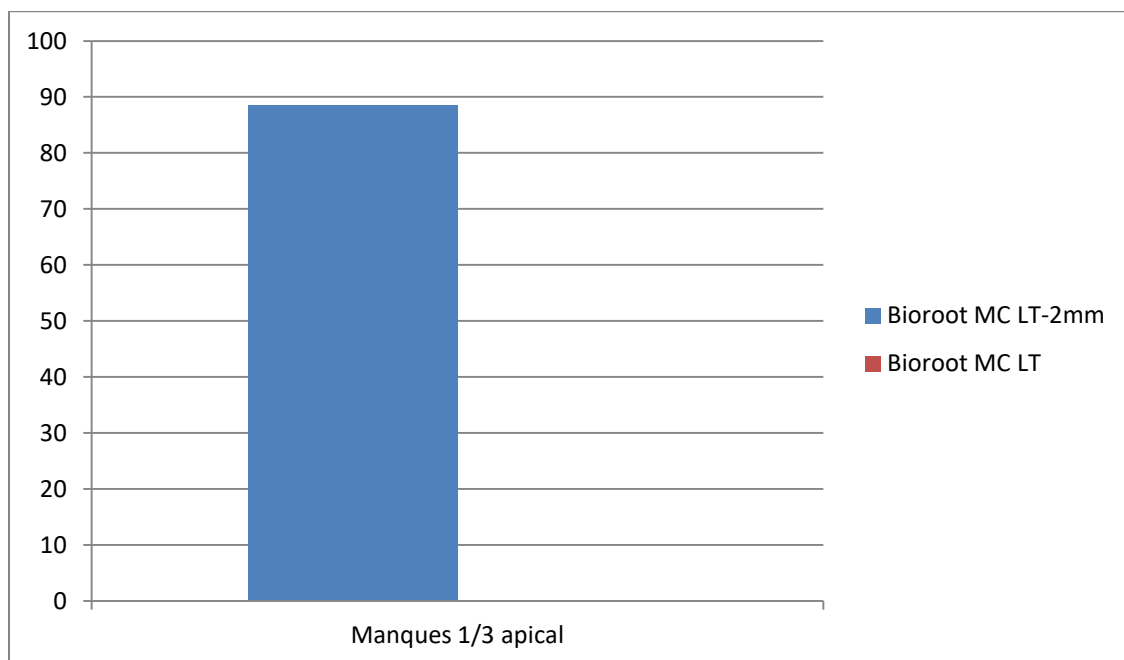


Figure 25 Manques 1/3 apical Bioroot RCS® en fonction de l'ajustage du MC

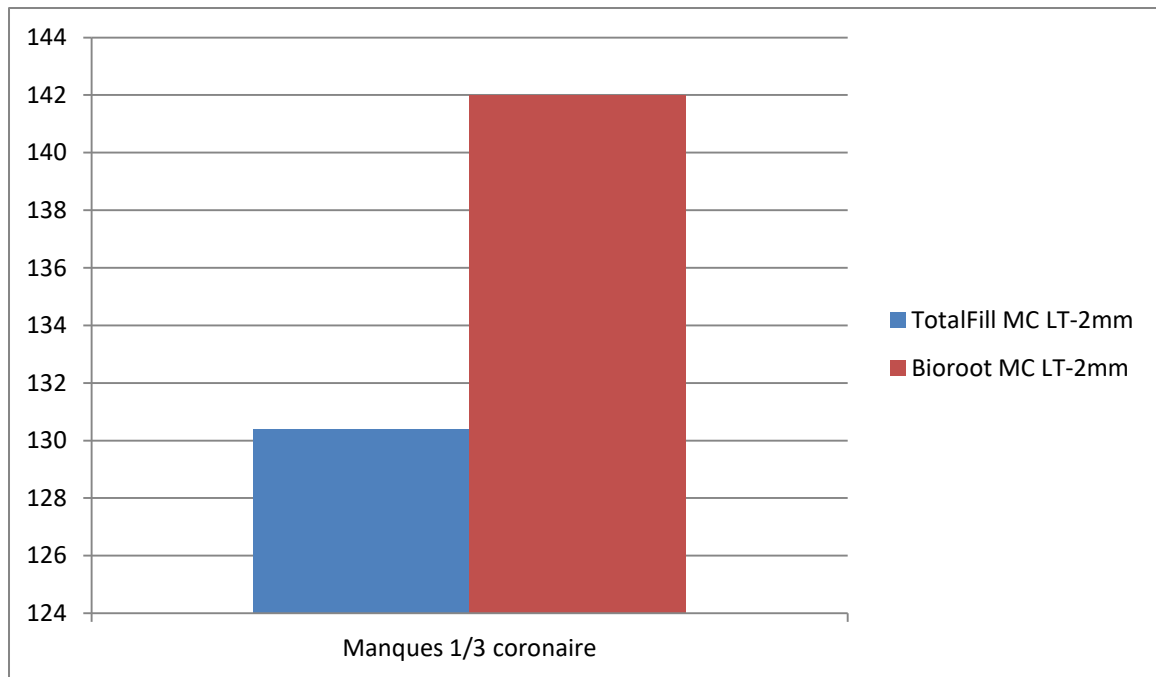


Figure 26 Manques 1/3 coronaire MC LT-2mm en fonction du ciment

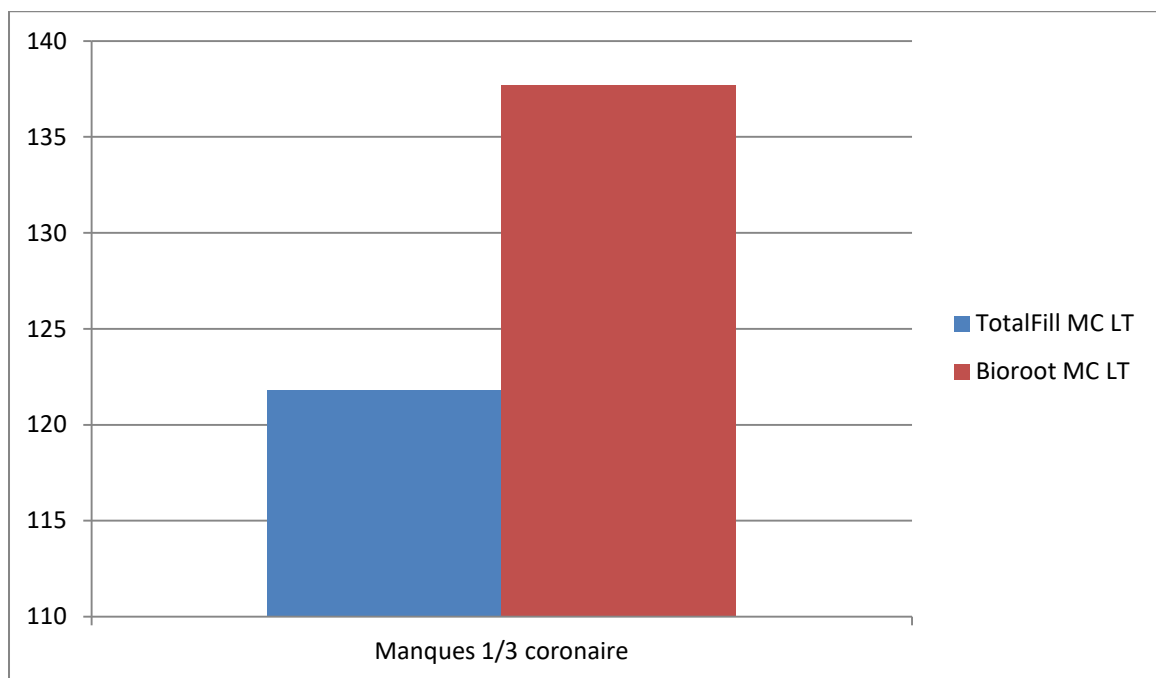


Figure 27 Manques 1/3 coronaire MC LT en fonction du ciment

Bibliographie

- (1) Branstetter, J., and J. A. von Fraunhofer. "The Physical Properties and Sealing Action of Endodontic Sealer Cements: A Review of the Literature." *Journal of Endodontics* 8, no. 7 (July 1982): 312–16.
- (2) Grossman LI. « Endodontic practice », 10th ed. Philadelphia: Henry Kimpton Publishers; 1981:297.
- (3) Candeiro, George Táccio de Miranda, Fabrícia Campelo Correia, Marco Antônio Húngaro Duarte, Danieli Colaço Ribeiro-Siqueira, and Giulio Gavini. "Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer." *Journal of Endodontics* 38, no. 6 (June 2012): 842–45.
- (4) Loushine, Bethany A., Thomas E. Bryan, Stephen W. Looney, Brian M. Gillen, Robert J. Loushine, R. Norman Weller, David H. Pashley, and Franklin R. Tay. "Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer." *Journal of Endodontics* 37, no. 5 (May 2011): 673–77.
- (5) Zhang, Hui, Ya Shen, N. Dorin Ruse, and Markus Haapasalo. "Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test against *Enterococcus Faecalis*." *Journal of Endodontics* 35, no. 7 (July 2009): 1051–55.
- (6) Al-Haddad, Afaf, and Zeti A. Che Ab Aziz. "Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review." *International Journal of Biomaterials* 2016 (2016): 9753210.
- (7) Ricucci, Domenico, Isabela N. Rôças, Flávio R. F. Alves, Simona Loghin, and José F. Siqueira. "Apically Extruded Sealers: Fate and Influence on Treatment Outcome." *Journal of Endodontics* 42, no. 2 (February 2016): 243–49.
- (8) Wright, Timothy W. "Definitions in Biomaterials." *Journal of Biomechanics* 22, no. 1 (January 1, 1989): 79.
- (9) Sun, Z. L., J. C. Wataha, and C. T. Hanks. "Effects of Metal Ions on Osteoblast-like Cell Metabolism and Differentiation." *Journal of Biomedical Materials Research* 34, no. 1 (January 1997): 29–37.
- (10) Zoufan, Keivan, Jin Jiang, Takashi Komabayashi, Yu-Hsiung Wang, Kamran E. Safavi, and Qiang Zhu. "Cytotoxicity Evaluation of Gutta Flow and Endo Sequence BC Sealers." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 112, no. 5 (November 2011): 657–61.
- (11) Willershausen, Ines, Angelika Callaway, Benjamin Briseño, and Brita Willershausen. "In Vitro Analysis of the Cytotoxicity and the Antimicrobial Effect of Four Endodontic Sealers." *Head & Face Medicine* 7 (August 10, 2011): 15.
- (12) Zhang, W., Z. Li, and B. Peng. "Ex Vivo Cytotoxicity of a New Calcium Silicate-Based Canal Filling Material." *International Endodontic Journal* 43, no. 9 (September 2010): 769–74.
- (13) Mukhtar-Fayyad, Dalia. "Cytocompatibility of New Bioceramic-Based Materials on Human Fibroblast Cells (MRC-5)." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 112, no. 6 (December 2011): e137-142.
- (14) Silva, Emmanuel João Nogueira Leal da, Alexandre A. Zaia, and Ove A. Peters. "Cytocompatibility of Calcium Silicate-Based Sealers in a Three-Dimensional Cell Culture Model." *Clinical Oral Investigations*, July 26, 2016.
- (15) Silva, Emmanuel J. N. L., Tiago P. Rosa, Daniel R. Herrera, Rogério C. Jacinto, Brenda P. F. A. Gomes, and Alexandre A. Zaia. "Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties

- of Calcium Silicate-Based Endodontic Sealer MTA Fillapex.” *Journal of Endodontics* 39, no. 2 (February 2013): 274–77.
- (16) Zhou et al., “In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate-containing Endodontic Sealers.”
 - (17) Rodríguez-Lozano, F. J., D. García-Bernal, R. E. Oñate-Sánchez, P. S. Ortolani-Seltenerich, L. Forner, and J. M. Moraleda. “Evaluation of Cytocompatibility of Calcium Silicate-Based Endodontic Sealers and Their Effects on the Biological Responses of Mesenchymal Dental Stem Cells.” *International Endodontic Journal*, December 13, 2015.
 - (18) Silva, Emmanuel João Nogueira Leal da, Carolina Carvalho Santos, and Alexandre Augusto Zaia. “Long-Term Cytotoxic Effects of Contemporary Root Canal Sealers.” *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB* 21, no. 1 (February 2013): 43–47.
 - (19) Xuereb, Maria, Paul Vella, Denis Damidot, Charles V. Sammut, and Josette Camilleri. “In Situ Assessment of the Setting of Tricalcium Silicate-Based Sealers Using a Dentin Pressure Model.” *Journal of Endodontics* 41, no. 1 (January 2015): 111–24.
 - (20) Zhou, Hui-min, Ya Shen, Wei Zheng, Li Li, Yu-feng Zheng, and Markus Haapasalo. “Physical Properties of 5 Root Canal Sealers.” *Journal of Endodontics* 39, no. 10 (October 2013): 1281–86.
 - (21) Khalil, Issam, Alfred Naaman, and Josette Camilleri. “Properties of Tricalcium Silicate Sealers.” *Journal of Endodontics* 42, no. 10 (October 2016): 1529–35. doi:10.1016/j.joen.2016.06.002.
 - (22) Prüllage, Raquel-Kathrin, Kent Urban, Edgar Schäfer, and Till Dammaschke. “Material Properties of a Tricalcium Silicate-Containing, a Mineral Trioxide Aggregate-Containing, and an Epoxy Resin-Based Root Canal Sealer.” *Journal of Endodontics* 42, no. 12 (December 2016): 1784–88.
 - (23) Hess, Darren, Eric Solomon, Robert Spears, and Jianing He. “Retreatability of a Bioceramic Root Canal Sealing Material.” *Journal of Endodontics* 37, no. 11 (November 2011): 1547–49.
 - (24) Agrafioti, Anastasia, Anastasios D. Koursoumis, and Evangelos G. Kontakiotis. “Re-Establishing Apical Patency after Obturation with Gutta-Percha and Two Novel Calcium Silicate-Based Sealers.” *European Journal of Dentistry* 9, no. 4 (December 2015): 457–61.
 - (25) Siqueira Zuolo, Arthur de, Mario Luis Zuolo, Carlos Eduardo da Silveira Bueno, Rene Chu, and Rodrigo Sanches Cunha. “Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study.” *Journal of Endodontics* 42, no. 2 (February 2016): 315–19.
 - (26) Ersev, H., B. Yilmaz, M. E. Dinçol, and R. Dağlaroğlu. “The Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment Instrumentation to Remove Single Gutta-Percha Cones Cemented with Several Endodontic Sealers.” *International Endodontic Journal* 45, no. 8 (August 2012): 756–62.
 - (27) Kim, Hyunsuk, Euseong Kim, Seung-Jong Lee, and Su-Jung Shin. “Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin-Based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules.” *Journal of Endodontics* 41, no. 12 (December 2015): 2025–30.
 - (28) Collado-González, M., D. García-Bernal, R. E. Oñate-Sánchez, P. S. Ortolani-Seltenerich, A. Lozano, L. Forner, C. Llena, and F. J. Rodríguez-Lozano. “Biocompatibility of Three New Calcium Silicate-Based Endodontic Sealers on Human Periodontal Ligament Stem Cells.” *International Endodontic Journal*, September 26, 2016
 - (29) Desai, Shalin, and Nicholas Chandler. “Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review.” *Journal of Endodontics* 35, no. 4 (April 2009): 475–80.
 - (30) Wang, Zhejun, Ya Shen, and Markus Haapasalo. “Dentin Extends the Antibacterial Effect of Endodontic Sealers against *Enterococcus Faecalis* Biofilms.” *Journal of Endodontics* 40, no. 4 (April 2014): 505–8.

- (31) Singh, Gurpreet, Faheim Mm Elshamy, Husham E. Homeida, Nezar Boreak, and Iti Gupta. "An in Vitro Comparison of Antimicrobial Activity of Three Endodontic Sealers with Different Composition." *The Journal of Contemporary Dental Practice* 17, no. 7 (July 1, 2016): 553–56.
- (32) Candeiro, G. T. M., C. Moura-Netto, R. S. D'Almeida-Couto, N. Azambuja-Júnior, M. M. Marques, S. Cai, and G. Gavini. "Cytotoxicity, Genotoxicity and Antibacterial Effectiveness of a Bioceramic Endodontic Sealer." *International Endodontic Journal*, August 17, 2015.
- (33) Güven, E. P., P. N. Taşlı, M. E. Yalvac, N. Sofiev, M. B. Kayahan, and F. Sahin. "In Vitro Comparison of Induction Capacity and Biomineralization Ability of Mineral Trioxide Aggregate and a Bioceramic Root Canal Sealer." *International Endodontic Journal* 46, no. 12 (December 2013)
- (34) Han, L., and T. Okiji. "Bioactivity Evaluation of Three Calcium Silicate-Based Endodontic Materials." *International Endodontic Journal* 46, no. 9 (September 2013)
- (35) Camps, Jean, Charlotte Jeanneau, Ikbale El Ayachi, Patrick Laurent, and Imad About. "Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro." *Journal of Endodontics* 41, no. 9 (September 1, 2015)
- (36) Zhang, Wei, Zhi Li, and Bin Peng. "Assessment of a New Root Canal Sealer's Apical Sealing Ability." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 107, no. 6 (June 2009): e79-82.
- (37) De-Deus, Gustavo, Tauby Coutinho-Filho, Claudia Reis, Cristiana Murad, and Sidnei Paciornik. "Polymicrobial Leakage of Four Root Canal Sealers at Two Different Thicknesses." *Journal of Endodontics* 32, no. 10 (October 2006): 998–1001.
- (38) Al-Haddad, Afaf, Noor Hayaty Abu Kasim, and Zeti Adura Che Ab Aziz. "Interfacial Adaptation and Thickness of Bioceramic-Based Root Canal Sealers." *Dental Materials Journal* 34, no. 4 (2015): 516–21.
- (39) Polineni, Swapnika, Nagesh Bolla, Pragna Mandava, Sayesh Vemuri, Madhusudana Mallela, and Vijaya Madhuri Gandham. "Marginal Adaptation of Newer Root Canal Sealers to Dentin: A SEM Study." *Journal of Conservative Dentistry: JCD* 19, no. 4 (August 2016): 360–63.
- (40) Pawar, Suprit Sudhir, Madhu Ajay Pujar, and Saleem Dadapeer Makandar. "Evaluation of the Apical Sealing Ability of Bioceramic Sealer, AH plus & Epiphany: An in Vitro Study." *Journal of Conservative Dentistry: JCD* 17, no. 6 (November 2014): 579–82.
- (41) Viapiana, R., A. T. Moinzadeh, L. Camilleri, P. R. Wesselink, M. Tanomaru Filho, and J. Camilleri. "Porosity and Sealing Ability of Root Fillings with Gutta-Percha and BioRoot RCS or AH Plus Sealers. Evaluation by Three Ex Vivo Methods." *International Endodontic Journal* 49, no. 8 (August 2016): 774–82.
- (42) DeLong, Christopher, Jianing He, and Karl F. Woodmansey. "The Effect of Obturation Technique on the Push-out Bond Strength of Calcium Silicate Sealers." *Journal of Endodontics* 41, no. 3 (March 2015): 385–88.
- (43) Shokouhinejad, Noushin, Hedayat Gorjestani, Allen Ali Nasseh, Atefeh Hoseini, Maryam Mohammadi, and Ahmad Reza Shamshiri. "Push-out Bond Strength of Gutta-Percha with a New Bioceramic Sealer in the Presence or Absence of Smear Layer." *Australian Endodontic Journal: The Journal of the Australian Society of Endodontology Inc* 39, no. 3 (December 2013): 102–6.
- (44) Shokouhinejad, Noushin, Atefeh Hoseini, Hedayat Gorjestani, and Ahmad Reza Shamshiri. "The Effect of Different Irrigation Protocols for Smear Layer Removal on Bond Strength of a New Bioceramic Sealer." *Iranian Endodontic Journal* 8, no. 1 (2013): 10–13.

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

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

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

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

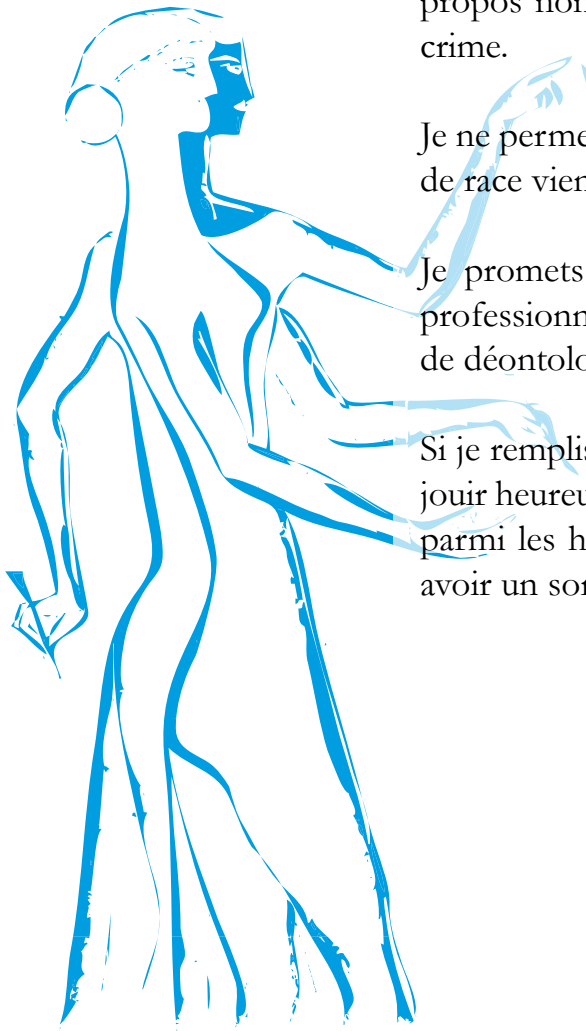
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

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

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

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

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



Discipline : Endodontie

Nouveaux paradigmes liés à l'utilisation des ciments endocanalaire biocéramiques : étude *in vitro*

Résumé : Les ciments biocéramiques, grâce à leurs propriétés (biocompatibilité, adhésion à la dentine, stabilité dimensionnelle, activité antibactérienne), nous laissent entrevoir l'apparition d'un nouveau paradigme de l'obturation endodontique. La technique d'obturation monocône considérée comme non tridimensionnelle pourrait de nouveau être envisagée grâce à leur utilisation.

Une étude *in vitro* a été réalisée pour étudier l'influence de deux ciments biocéramiques (Total Fill BC Sealer® et Bioroot RCS®) et de l'ajustage apical du cône de gutta percha lors de l'obturation canalaire de canaux à foramen ouvert.

Utilisé selon les recommandations des fabricants avec une technique monocône, ces deux ciments permettent une obturation dense et homogène. A l'aide d'une technique monocône modifiée où le MC est ajusté à 2mm de la LT il est possible de réaliser un bouchon apical. De par sa forme injectable le Total Fill BC Sealer® permet d'obtenir des obturations plus denses mais avec un risque de dépassement supérieur au Bioroot RCS®.

Grâce à la bonne biocompatibilité des biocéramiques cette méthode pourrait être utile lorsqu'il y a un risque de dépassement au moment de l'obturation. Cependant un recul clinique plus important avec des études *in vivo* à plus long terme reste nécessaire.

Mots clés : ciments biocéramiques, technique monocône, Total Fill BC Sealer®, Bioroot RCS®

Paradigm shift with bioceramics root canal sealers : *in vitro* study

Summary: According to their interesting properties (biocompatibility, adhesion to the dentin, dimensional stability, antimicrobial properties), bioceramics root canal sealers leads to a paradigm shift. Instead of a warm vertical compaction a single cone technique may be used.

We have carried out an *in vitro* study about the influence of two bioceramics sealers (Total Fill BC Sealer® and Bioroot RCS®) and the master cone fitting on the endodontic filling with open apices.

With the manufacturers recommendations those two sealers and a single cone technique produced a void free obturation. Using a modified single cone technique where the MC is fitted at 2mm of the WL resulted in the formation of an apical plug. Because Total Fill BC Sealer® is injected with a syringe, the fillings showed fewer voids than Bioroot RCS® but a higher risk of over filling.

Considering the biocompatibility of bioceramics this filling technique could be useful when there are high risks of gutta percha overfill. Nevertheless, longer *in vivo* studies are required.

Key words : bioceramics sealers, single cone technique, Total Fill BC Sealer®, Bioroot RCS®

Université de Bordeaux – Collège des sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques
16-20 Cours de la Marne
33082 BORDEAUX CEDEX