Obturation canalaire par compactage latéral et ciments biocéramiques : étude in vitro

Benjamin Thienpont

▶ **To cite this version:**

Benjamin Thienpont. Obturation canalaire par compactage latéral et ciments biocéramiques : étude in vitro. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01987299

HAL Id: dumas-01987299

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01987299

Submitted on 21 Jan 2019

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

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

Université de Bordeaux

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

10 décembre 2018 N° 70

Thèse pour l'obtention du

DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par **THIENPONT Benjamin**

Né le 21 mai 1992 à PESSAC

Obturation canalaire par compactage latéral et ciments biocéramiques : étude in vitro

Directeur de thèse

Docteur Jean François PELI

Membres du jury

Président	Mr Raphael DEVILLARD	Professeur des Universités
Directeur	Mr Jean François PELI	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	Mme Sophia ZIANE	Assistante Hospitalo-Universitaire
Assesseur	Mr Christophe BOU	Maître de Conférences des Universités

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 01/11/2018

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

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

Directrice	Mme BERTRAND Caroline	58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie	Mr DELBOS Yves	56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. 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	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirugie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Odontologie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-François	PELI	Odontologie restauratrice – Endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-01
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01

ASSISTANTS

Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M,	Jean-Baptiste	CULOT	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomateriaux	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomateriaux	58-01
Mme	Severine	DESCAZEAUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
M	Mickaël	HYVERNAUD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Emmanuel	MASSON REGNAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Meryem	MESFIOUI	Parodontologie	57-01
Mme	Chloé	PELOURDE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Antoine	POPELUT	Parodontologie	57-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Noëlla	RAJONSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

A notre Présidente de thèse

Monsieur le Professeur Raphael DEVILLARD

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Odontologie Restauratrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse mais aussi pour les conseils que vous avez pu nous donner tout au long de notre cursus aussi bien à l'hôpital que lors des séances de travaux pratiques.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Jean François PELI

Maitre de conférences des Universités-Praticien hospitalier

Sous-section Odontologie Restauratrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie pour la qualité de votre enseignement et votre pédagogie.

Merci pour votre disponibilité dont vous avez fait preuve tout au long de la rédaction de cette thèse.

A notre rapporteur de thèse

Madame le Docteur Sophia ZIANE

Assistante hospitalo-universitaire

Sous-section Odontologie Restauratrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse, pour votre disponibilité et votre gentillesse lors nos échanges.

A notre assesseur de thèse

Monsieur le Docteur Bou Christophe

Maitre de conférences des Universités-Praticien hospitalier

Sous-section prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale 56-02

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

J'ai été ravi de travailler avec vous lors mon passage à l'hôpital Saint André.

A ma famille, pour leur soutien et leurs conseils tant sur le plan personnel que professionnel. Vous m'avez permis de m'épanouir en tout point depuis toujours et je sais que cela sera toujours le cas.

A tous mes amis, Pierre, Arthur-Louis, Maxime, Florian, Alexandre, Théo, Julien, Pierre-Axel, Tom, Juliette, Violaine, Virginie, Marion… et tous les autres pour ces innombrables moments incroyables passés avec vous, et ce n'est pas fini !

A toutes les personnes que j'ai pu rencontrer durant ces années d'études et qui ont participé à leur bon déroulement.

Table des matières

1. INTRODUCTION 9
2. LES TECHNIQUES D'OBTURATIONS 11
2.1. Les techniques à froid 11
2.1.1 Mono cône et ciment 11
2.1.2. Le compactage latéral à froid 12
2.2 Les techniques à chaud 12
2.2.1. Compactage vertical à chaud et technique en une vague (Système B®) 13
2.2.2. Le thermo-compactage 14
3. LES CIMENTS D'OBTURATIONS CANALAIRES 15
3.1. Les ciments oxyde de zinc-eugénol (Exemple : Sealite® Acteon) 16
3.2. Les ciments à base résine (Exemple : AHPlus® DentsplyDeTrey) 17
3.3 Les ciments biocéramiques (Exemple Bioroot RCS ® Septodont France) 19
3.1.1. La biocompatibilité 20
3.1.2. Le temps de prise 21
3.1.3. La fluidité 22
3.1.4. Retraitement 22
3.1.5. Solubilité 23
3.1.6. Décoloration de la structure dentaire 23
3.1.7. Radio opacité 23
3.1.8. Propriétés antimicrobiennes 24
3.1.9. Adhésion 24
4. Travail expérimental : Qualité de l'obturation des défauts anatomiques des ciments biocéramiques 26
4.1 Matériel 26
4.1.2. Critères d'inclusions des dents 26

4.1.3. Préparation des échantillons 27
4.1.4. Obturation des échantillons 28
4.1.5. Logiciel d'analyse (ImageJ ®).....29
4.2 Méthode 29
4.3. Résultats 34
4.4. Discussion 40
5. Conclusion 44
Bibliographie 46

1. INTRODUCTION

Le traitement endodontique d'une dent consiste en la désinfection du système endocanalaire de celle-ci, sa mise en forme et son obturation tridimensionnelle assurant l'herméticité à long terme.
La nécessité biologique exige l'élimination des produits de dégradation des protéines, des bactéries et des toxines bactériennes qui émanent des canaux radiculaires nécrotiques et gangréneux. (1)

L'obturation complète dans toutes les dimensions de l'espace reste cependant un résultat incertain dû à la complexité des anatomies canalaires notamment avec la présence de nombreuses ramifications dans le péri apex et l'existence de canaux latéraux non accessibles lors de la mise en forme canalaire.
De Deus et al. ont démontré que 27,4% des dents étudiées présentaient des ramifications qui étaient habituellement localisées dans la zone apicale. Les prémolaires et les molaires présentaient la plus grande variété de ramifications. (2)

De nos jours, l'obturation est obtenue par l'association d'un cône de gutta percha et d'un ciment jouant le rôle de scellant entre la dent et le cône. La gutta-percha est le matériau d'obturation le plus largement utilisé et accepté en raison de sa biocompatibilité, de son inertie, de sa stabilité dimensionnelle, de sa plasticité lorsqu'il est chauffé et de sa facilité de retraitement.

Si les objectifs de ces ciments n'ont pas changé, leur composition a évolué au cours des années. Des ciments à base d'eugénate, aux ciments à trame résineuse puis aux biocéramiques, leurs propriétés n'ont cessé de s'améliorer amenant néanmoins des conditions d'utilisations.

Les techniques d'obturations ont elles aussi évoluées au fil des années. De la technique du mono cône en passant par les techniques de compactage à froid puis à chaud, les praticiens se sont vus munis d'un arsenal de techniques présentant leurs avantages mais aussi leurs inconvénients.

Avec l'avènement des ciments biocéramiques, quelle serait la technique d'obturation la plus appropriée pour obtenir ce remplissage tridimensionnel du système endocanalaire ?

L'objectif de ce travail est de déterminer quelle est la technique d'obturation la plus adaptée aux ciments biocéramiques afin de répondre au mieux au critère d'obturation tridimensionnelle.

2. LES TECHNIQUES D'OBTURATION

Avant l'apparition des cônes de gutta percha, les obturations étaient obtenues par remplissage du canal uniquement avec le ciment utilisé.

L'apparition de la gutta percha a permis de remplacer le rôle de remplissage du ciment, lui donnant alors le rôle de scellant entre le cône et la dent dans le canal. Ceci a permis de renforcer la cohésion au sein même de la dent et donc sa résistance à la fracture dans le temps.

Au fil des années, d'autres techniques ont vu le jour permettant de pallier les inconvénients des techniques précédentes mais amenant elles-mêmes certaines conditions d'utilisation.

2.1. Les techniques à froid

2.1.1 Mono cône et ciment

La technique consiste à introduire un cône de gutta percha dans le canal, adapté à la mise en forme effectuée au préalable, associé à un ciment afin d'arriver à l'objectif recherché : l'obturation tridimensionnelle du système endocanalaire.

Cependant, des études ont mis en évidences plusieurs inconvénients :

- la présence de vides dans le canal avec l'utilisation de cette technique dans des canaux types ovoïdes. (3)
- La nécessité d'utiliser plus de ciment pour combler le canal. (3)

2.1.2. Le compactage latéral à froid

La technique du compactage latéral à froid propose de multiplier le nombre de cônes de gutta percha dans le canal afin de pallier les vides obtenus dans la technique du mono cône.
Le système consiste à tout d'abord choisir un fouloir latéral (« finger spreader ») adapté à la taille de la préparation réalisée (le plus gros atteignant le tiers apical sans contrainte). Un maitre cône de diamètre adapté enduit de ciment est introduit dans le canal jusqu'à 1 mm de la longueur de travail pour limiter les risques de dépassement du cône de gutta percha dû à la force verticale exercée par le fouloir.
Le cône est ensuite compacté latéralement sur une paroi à l'aide du fouloir qui est retiré avec un mouvement de rotation. Un cône accessoire correspondant au diamètre immédiatement inférieur au fouloir est enduit de ciment et amené dans le canal dans l'espace libéré par le fouloir. L'opération est réitérée jusqu'au remplissage complet du canal, et contrôlée avec une radiographie post opératoire.
La technique du compactage latéral à froid est une technique longue, chronophage et praticien-dépendant. Malgré le fait que le but de cette technique serait de palier les failles de la technique mono cône, des études ont montré que les deux techniques obtenaient un remplissage similaire pour des canaux dits ronds. (3)

2.2 Les techniques à chaud

Les techniques à chaud, à la différence des techniques à froid, vont jouer sur le caractère plastique de la gutta percha. Elles ont largement démontré leur supériorité en termes d'obturation tridimensionnelle que cela soit dans le canal principal ou en présence de défauts anatomiques.

2.2.1. Compactage vertical à chaud et technique en une vague (Système B®)

Le compactage vertical à la gutta-percha a été proposé dans les années 1960 par SHILDER. Il a été démontré que cette technique donne des résultats satisfaisants en termes d'homogénéité et permet de remplir un pourcentage élevé de canal radiculaire de gutta-percha.(4)

Elle se présente en deux phases, une phase « descendante » corono-apicale consistant à créer un bouchon de gutta percha hermétique dans la partie apicale du canal et une phase de « remontée » apico-coronaire pour obturer les tiers médian et coronaire. Si la technique initiale se voulait chronophage et fastidieuse, le système a été depuis simplifié.

Le système B ® est un système électrique permettant de chauffer un fouloir vertical (« plugger ») doublé d'un système de remplissage de gutta percha en phase alpha.

La phase corono-apicale (« descente »)

Un cône de gutta est amené enduit de ciment à LT -1 mm. Un « plugger » est préalablement choisi. Il doit arriver entre 4 et 5 mm de la longueur de travail. Un stop est mis sur le « plugger ». L'excès de gutta au niveau coronaire est sectionné puis compacté à l'aide d'un « plugger ».

Le plugger choisi est amené jusqu'à la butée (entre 4 et 5 mm de la longueur de travail) du stop tout en étant chauffé (environ 200 degré Celsius). La gutta percha coronaire par rapport à cette longueur est retirée et la partie apicale restante est compactée avec le « plugger » pour former le bouchon apical.

La phase apico-coronaire (« remontée »)

Un système de remplissage est utilisé pour remplir les tiers médian et coronaire.

L'embout est mis au contact du bouchon puis remontée doucement jusqu'à l'entrée canalaire. La gutta est compactée à l'entrée du canal.

Cette étape peut être réalisée par thermo compactage.

2.2.2. Le thermo-compactage

Le thermo compactage, mise au point par J.T. Mac Spadden, est une technique à chaud utilisant la friction exercée entre un thermo compacteur, la dent et le cône de gutta percha pour créer une augmentation de la température du cône pour qu'il entre dans sa phase semi-plastique et obtenir une obturation étanche.
Le cône de gutta, enduit de ciment, est amené jusqu'au la longueur de travail. Le thermo compacteur choisi doit être celui de diamètre le plus important (pour avoir le plus de friction possible) allant jusque dans le tiers apical**.** L'instrument est monté sur contre bague bleu, la vitesse de rotation est de 10.000 tours par minute dans le sens horaire. Le thermo compacteur est amené le plus loin possible dans le canal au contact du cône de gutta percha puis la rotation est lancée à son maximum dès le départ. L'instrument doit être descendu jusqu'à LT -2 mm puis remonté lentement en appui pariétal.

De multiples techniques d'obturations sont mises à dispositions du praticien qui doit connaitre les avantages et les inconvénients de chacune d'elles pour optimiser chacune de ses obturations au cabinet. Celles-ci ont évoluée au cours du temps, des techniques à froid aux techniques à chaud qui peuvent être de plus en plus mécanisées.

3. LES CIMENTS D'OBTURATIONS CANALAIRES

Les ciments d'obturations sont présents pour jouer le rôle de scellement entre la dent et le cône de gutta percha. Leur nature et leur composition a évolué au fil des années mais leurs objectifs restent les mêmes. Ils doivent répondre à des critères de qualité édictés par Grossman (5) :

• manipulation facile
• durcissement relativement lent

• propriétés mécaniques en faible épaisseur acceptables
• stabilité dans le temps
• peu résorbables : être insolubles dans les fluides tissulaires.
• antiseptiques, bactériostatiques
• radio-opaque pour être visualisés sur une radiographie
• ils ne doivent pas colorer la dent
• contraction nulle à la prise
• bonne adhérence aux parois canalaires
• tension superficielle et fluidité permettant l'obturation des tubulis et des canaux accessoires
• permettre la désobturation : être soluble dans les solvants
• être tolérés par les tissus et non irritants pour le tissu péri apical
• ne doit pas provoquer de réaction immunitaire
• ne pas être mutagène ou carcinogène

Les ciments sont classés en fonction de leurs principaux constituants chimiques : oxyde de zinc eugénol, hydroxyde de calcium, verre ionomère, silicone, résine et ciments à base de biocéramique.
Nous allons en présenter trois principaux.

3.1. Les ciments oxyde de zinc-eugénol (Exemple : Sealite® Acteon)

Ils se présentent sous forme poudre/ liquide. La poudre est composée d'oxyde de zinc tandis que le l'eugénol (85% d'essence de clou de girofle) est contenu dans le liquide. L'eugénol est analgésique et anti-inflammatoire à faible dose, mais aussi bactéricide et antifongique. Bonne biocompatibilité à moyen et à long terme.Cependant l'eugénol pour montrer une certaine toxicité. Certains ciments sans eugénol s'avèrent moins toxique, de même si l'eugénol est remplacé par l'eucalyptol. Le remplacement de l'eugénol par une résine polymère contenant de l'hydroxyde de calcium provoque une inflammation plus modérée. De par leur solubilité, ces ciments présentent un avantage en cas de nécessité de retraitement endodontique. L'utilisation d'huiles essentielles (ex : huile essentielle de citron) permet de dissoudre le ciment facilitant son élimination.

3.2. Les ciments à base résine (Exemple : AHPlus® DentsplyDeTrey)

Les ciments époxy ont été utilisés en raison de leur moindre solubilité (6) ainsi que pour leur micro rétention à la dentine canalaire supérieure. (7)

Le ciment canalaire époxy AH26 ® a été introduit pour la première fois aux États-Unis en 1957 par le Professeur A. Schroeder de Suisse, et a été utilisé pendant des années avec des résultats cliniques satisfaisants.

AH Plus ® est un ciment de scellement canalaire à base de deux composants, basé sur la réaction de polymérisation des résines époxy (8). Il a été continuellement utilisé dans des études comparatives en raison de ses propriétés physicochimiques, biologiques et antimicrobiennes.

AH-Plus (lot #9805001193)	
Epoxy paste (A)	Epoxy resin Calcium tungstate Zirconium oxide Aerosil Iron oxide
Amine paste (B)	Adamantane amine *N*,*N*-Dibenzyl-5-oxanonane-diamine-1,9-TCD-diamine Calcium tungstate Zirconium oxide Aerosil Silicone oil

AH Plus ® est commercialisé comme ciment de remplissage endodontique « sans formaldéhyde ». La pâte A de ciment de remplissage endodontique AH Plus ® contient une résine époxy et de l'oxyde de fer, et la pâte B contient des amines et de l'huile de silicone. La pâte A et la pâte B contiennent toutes deux du tungstate de calcium, de l'oxyde de zinc et de l'aérosol. AH Plus ® a été développé par le fabricant pour présenter de meilleures caractéristiques techniques, cliniques et cytotoxiques que le matériau époxy AH26 ® d'origine. (8)

AH Plus ® est un ciment canalaire à base de résine époxy hydrophobe.

L'adhésion de AH Plus ® à la dentine radiculaire est basée sur la liaison covalente entre l'anneau époxyde ouvert et les groupes amines à chaine latérale exposés du réseau de collagène.

La spécification ANSI / ADA 57 stipule que la solubilité d'un matériau ne doit pas excéder 3%. La solubilité du ciment AH Plus ® est de 0,21% ce qui est conforme aux recommandations mais entraine par la suite une possibilité de retraitement très complexe. (9)

3.3 Les ciments biocéramiques (Exemple Bioroot RCS ® Septodont France)

Les biocéramiques sont des matériaux qui comprennent entre autres de l'alumine, de la zircone, du verre bioactif, des céramiques de verre, de l'hydroxyapatite et des phosphates de calcium résorbables. Ils ont été utilisés en dentisterie pour combler les défauts osseux, comme matériaux de réparation radiculaire, dans les techniques d'obturations rétrogrades, de scellement des perforations, comme ciments endodontiques et comme aides à la régénération. Ils ont certains avantages comme la biocompatibilité, la non-toxicité, la stabilité dimensionnelle, surtout dans les applications endodontiques. Ils ont une similitude avec l'hydroxyapatite, une activité ostéo-conductrice intrinsèque et ont une capacité à induire des réponses régénératrices dans le corps humain. (10)

En endodontie, ils peuvent être classifiés en phosphate de calcium / tricalcium / hydroxyapatite à base de silicate de calcium ou en mélanges de silicate de calcium et de phosphates.

Bioroot RCS ®, est basé sur le silicate tricalcique et bénéficie de l' « Active Biosilicate Technology ». Elle garantit la pureté du silicate de calcium par l'absence de tout aluminate et de tout sulfate de calcium. Bioroot RCS ® est un ciment d'obturation canalaire à base de minéraux, intégrant le dispositif de prise du silicate tricalcique. La partie poudre contient également de l'oxyde de zirconium, faisant office de radio-opacifiant, ainsi qu'un polymère biocompatible hydrophile, pour accentuer l'adhésion.

La partie liquide contient surtout de l'eau, du chlorure de calcium, comme modificateur de prise, et un réducteur d'eau.
Le Bioroot RCS ® est bioactif : il stimule le processus lié à la physiologie osseuse et la minéralisation de la structure dentinaire. (11) Ainsi, il crée un environnement favorable à la cicatrisation péri apicale, et est doté de propriétés bioactives ; notamment : biocompatibilité, formation d'hydroxyapatite, minéralisation de la structure dentinaire, pH alcalin et propriétés de scellement.

La classification des matériaux biocéramiques en matériaux bioactifs ou bio inerte est fonction de leur interaction avec le tissu vivant environnant. Les matériaux bioactifs, tels que le verre et le phosphate de calcium, interagissent avec les tissus environnants pour favoriser la croissance de tissus plus durables. Les matériaux bioinertes, tels que la zircone et l'alumine, produisent une réponse négligeable des tissus environnants, n'ayant aucun effet biologique ou physiologique. (12)
Ces ciments répondent ils aux propriétés idéales d'un ciment d'obturation canalaire ?

3.1.1. La biocompatibilité

La biocompatibilité est une exigence essentielle pour un ciment d'obturation, il constitue l'agent de liaison, entrant en contact direct avec les tissus péri apicaux et latéraux de la racine.

La biocompatibilité est définie comme la capacité d'un matériau à obtenir une réponse positive et appropriée de l'hôte à son contact. En d'autres termes, il ne doit pas provoquer de réaction toxique ou allergique, d'irritation, d'inflammation ou être carcinogène. (13)
La plupart des études sur la biocompatibilité se basent sur la cytoxicité ou non du matériau.
Les biocéramiques ont été testés *in vitro* sur des cellules ostéoblastiques et desmodontales. Ils se sont révélés biocompatibles, grâce à la présence de phosphate de calcium étant un des composant des tissus osseux et dentaires eux-mêmes. Ceci amène aux ciments biocéramiques un potentiel de régénération osseuse lorsque celui-ci rentre en contact avec les tissus péri-apicaux comme lors d'une extrusion de ciment pendant une obturation canalaire ou du comblement d'une perforation radiculaire. (14)

3.1.2. Le temps de prise

Le temps de prise correspond à la durée nécessaire pour qu'un ciment acquière ses propriétés définitives. (15)
Le matériau idéal présente un temps de travail suffisamment long mais un temps de prise relativement court pour éviter une irritation des tissus péri apicaux.
Contrairement à la plupart des ciments d'obturation, la réaction de prise des biocéramiques est catalysée par l'humidité présente dans les tubulis dentinaires. Néanmoins, un milieu trop humide amènerait à une extension de ce temps de prise.
Loushine et al. ont indiqué que EndoSequence BC Sealer ® nécessite au moins 168 heures avant d'être complètement pris, dans des conditions d'humidité différentes. (16)
Zhou et al., en revanche, ont signalé un temps de prise de 2,7 heures. (17)
La réaction de prise du EndoSequence BC Sealer ® est une réaction en deux phases. En phase I, le phosphate de calcium monobasique réagit avec l'hydroxyde de calcium en présence d'eau pour produire de l'eau et de l'hydroxyapatite. Dans la phase II, l'eau provenant de l'humidité de la dentine, ainsi que celle produite par la réaction de phase I, contribue à l'hydratation des particules de silicate de calcium pour déclencher une phase hydratée de silicate de calcium. (16)

3.1.3. La fluidité

La fluidité est une propriété essentielle qui permet au ciment d'accéder et de combler des zones difficiles d'accès, telles que les irrégularités de la dentine, les isthmes, les canaux accessoires et latéraux ou les vides.

Conformément à la norme ISO 6876/2001, la valeur de fluidité doit être au moins de 20 mm. Les tests sont effectués en plaçant une goutte de ciment entre deux plaques de verre soumises ensuite à une charge. Un disque est obtenu et mesuré pour obtenir la valeur de la fluidité du matériau étudié. (17)

La fluidité mesurée pour EndoSequence BC Sealer ® varie de 23,1 mm et 26,96 mm donc conforme à la norme ISO. (18)

Le Bioroot RCS® présente une fluidité légèrement inférieure avec un diamètre de 16 mm. (19)

3.1.4. Retraitement

L'objectif d'une obturation endodontique est de créer une barrière pour éviter toute recontamination du système endodontique.

Wilcox et al. observent que la plus grande partie du matériau restant lors du retraitement est le ciment d'obturation. Par conséquent, l'élimination complète de ce ciment est essentielle pendant le retraitement endodontique pour obtenir un système sain. (20)

EndoSequence BC Sealer ® est difficile à retirer du canal radiculaire en utilisant des techniques de retraitement conventionnelles (chaleur, instruments rotatifs et désinfectants). Un certain nombre de cas ont été rapportés dans lesquels l'obstruction du foramen apical a entraîné une perte de perméabilité du fait de la persistance de ciment dans cette région. (21)

Ersev et al. ont rapporté que la capacité d'élimination d'EndoSequence BC Sealer ® du canal radiculaire est comparable à celle d'AH Plus. (22)

3.1.5. Solubilité

La solubilité est la perte de matériau pendant une période d'immersion dans l'eau.
Selon la spécification ANSI / ADA 57, la solubilité du ciment d'obturation ne doit pas dépasser 3% en masse.
Un ciment d'obturation radiculaire trop soluble entrainerait la formation de vides dans et entre le matériau et la dentine radiculaire, offrant ainsi une perte d'herméticité du traitement. (23)
Selon Zhou et al. MTA Fillapex ® et Endosequence BC Sealer ® ont une solubilité satisfaisante avec une valeur supérieure pour Endosequence BC Sealer ® (2.9%). (18)
Nous retrouvons aussi des valeurs satisfaisantes pour Bioroot RCS®. (24)

3.1.6. Décoloration de la structure dentaire

Pour des raisons esthétiques, notamment sur les dents antérieures, le ciment ne doit pas créer de décoloration. Les effets chromogènes des ciments sont accrus lorsque l'excès de ciments n'est pas éliminé de la dentine coronaire de la chambre pulpaire. (25)
Le MTA-Fillapex ® a causé la moindre décoloration de la couronne au point de ne pas être perceptible cliniquement par rapport aux autres ciments dont AH-Plus ® et un ciment à base oxyde de zinc eugénol. (25)

3.1.7. Radio opacité

Un ciment doit être radio opaque, c'est à dire que nous devons pouvoir le distinguer des autres éléments sur une radiographie.

Selon la norme ISO 6876/2001, la radio-opacité minimale pour un ciment d'obturation doit être de 3,00 mm d'aluminium. La radio-opacité du EndoSequence BC Sealer ® est de 3,83 mm. (26)

3.1.8. Propriétés antimicrobiennes

Une activité antimicrobienne accroit le succès d'un traitement endodontique par l'élimination d'une activité microbienne résiduelle non éliminée par la préparation ou l'irrigation durant le traitement endodontique.
Selon OKABE et al., les propriétés antimicrobiennes des ciments canalaires résident dans leur alcalinité et leur libération des ions calcium, qui stimulent la réparation par le dépôt de tissu minéralisé. (27)
EndoSequence BC Sealer ® montre un pH très haut (>11) ainsi qu'une tendance au relargage d'ions calcium favorable à la reminéralisation. (26)
Zhang et al. ont testé l'activité antibactérienne de l'iRoot SP ® *in vitro* contre *Enterococcus faecalis*, bactérie très présente lors des infections péri apicales.
iRoot SP ® présente un pH élevé (11,5) même après la prise, mais son effet antibactérien est fortement diminué un sept jours. (28)

3.1.9. Adhésion

La gutta percha est un matériau non adhérent à la dentine. Pour obtenir une stabilité du cône dans le canal, un ciment est utilisé pour jouer le rôle de scellement du cône dans le canal radiculaire.
L'adhésion potentielle du ciment d'obturation est étudiée par l'intermédiaire de deux paramètres : les « vides » ou « microleakage » et le « push out bond strengh » qui correspond à la force par unité de surface nécessaire pour expulser le ciment de la dentine.

Zhang et al. montrent une équivalence de « vides » au niveau apical entre les ciments Ah Plus ® et iRoot ®. (29).

Mokhtari et al. concluent que le « push out bond strenght » est moins fort lors de l'utilisation de la technique mono cône par rapport au compactage latéral à froid avec le ciment Ah Plus ®. (30)

Parallèlement, la liaison de iRoot SP ® à la dentine radiculaire est comparable à celle de AH Plus ®. (31)

Tout comme les techniques d'obturations, les ciments d'obturation ont évolué au fil des années. Leurs propriétés se sont vues améliorées (biocompatibilité, fluidité…) pour améliorer le taux de succès de nos traitements endodontiques.

Aujourd'hui les ciments biocéramiques, grâce à leur adhésion naturelle à la dentine, leur biocompatibilité » et leur stabilité dans le temps, pourraient modifier nos paradigmes.

4. Travail expérimental : Qualité de l'obturation des défauts anatomiques des ciments biocéramiques

L'objectif de l'obturation endodontique est d'obtenir un remplissage tridimensionnel du système canalaire, système très complexe fait de nombreuses ramifications et canaux latéraux, pour empêcher une recontamination ultérieure pouvant amener à une nouvelle infection dentaire.

Le but de cette étude est de déterminer quelle est la technique d'obturation à froid la plus apte à répondre à cet objectif avec le ciment biocéramique Bioroot RCS ®.
Pour cela, nous étudierons la capacité du ciment à obturer des canaux latéraux avec trois techniques : bourre pâte et ciment seul, cône unique et ciment et compactage latéral à froid et ciment.

4.1 Matériel

4.1.2. Critères d'inclusions des dents

Le travail a été réalisé *in vitro* sur 30 incisives mandibulaires avec une racine sans lésion carieuse, ni résorption ou fêlure. Deux clichés retro alvéolaires, un dans le sens vestibulo lingual et un dans le sens mésio distal, sont pris pour chaque dent afin de vérifier qu'elle possède qu'un seul canal aplati dans le sens vestibule lingual.
Chaque dent est sectionnée au niveau de la jonction amélo dentinaire à l'aide d'un disque monté sur pièce à main et nous vérifions que la longueur de travail pour la préparation radiculaire de la dent soit comprise en 13 et 14 mm.

4.1.3. Préparation des échantillons

Chaque dent est préparée à l'aide du système endodontique PROTAPER ® Gold (Dentsply Maillefer) en respectant la séquence fournie jusqu'au F2 correspondant à un diamètre de 25/100e et une conicité de 8%.
Une irrigation à l'hypochlorite à 5% est réalisée tout au long de la préparation canalaire (20 ml par canal).

Trois canaux latéraux sont ensuite créés à l'aide d'un instrument HEROSHAPER ® (Micro Mega) 20/100^{e} en 6% émoussé sur un disque carbure. Les canaux latéraux sont réalisés en divisant la dent en 3 parties égales : un canal latéral dans le tiers coronaire, un dans le tiers moyen et un dans le tiers apical, sous microscope. Une irrigation est réalisée à l'aide d'hypochlorite 5% pour nettoyer toutes les impuretés et une vérification au microscope est effectuée pour valider l'absence de celles-ci. Trois derniers rinçages sont effectués dans l'ordre suivant :
- rinçage à l'eau distillée pour éliminer l'hypochlorite (5 ml pour un canal)
-irrigation à l'EDTA 8% pendant 3 minutes. (2 ml par canal)
- rinçage à l'eau distillée (5 ml pour un canal)
Chaque dent est ensuite méticuleusement séchée à l'aide de pointes papiers et d'un spray à air comprimé.

Figure n° 1 : Dent préparée avec les 3 canaux latéraux dans le tiers coronaire, médian et apical

4.1.4. Obturation des échantillons

Le ciment utilisé est un ciment biocéramique, le Bioroot RCS ® (Septodont). Il se présente sous forme d'une poudre et d'un liquide. Une dosette de poudre est mélangée à cinq gouttes de liquide jusqu'à obtention d'une texture homogène.

Les dents sont divisées aléatoirement en trois groupes selon trois techniques d'obturation différentes :

. **Groupe 1** : Bourre-pâte sans ressort (R&S®) de diamètre 25/100^{e} sur contre angle bague verte à la vitesse de 800 t/mn et ciment biocéramique.
. **Groupe 2** : Maitre cône unique 25/100 de conicité 8% et ciment biocéramique.
. **Groupe 3** : Maitre cône 25/100 de conicité 8% et cônes accessoires avec compactage latéral à froid et ciment.

Une radio per opératoire pour vérifier l'adaptation du maitre cône et deux radiographies post opératoire (une dans le sens mésio distal et une dans le sens vestibulo lingual) pour vérifier l'obturation finale sont réalisées pour analyser le caractère tridimensionnel de l'obturation dans le canal principal ainsi que dans le canal latéral.

4.1.5. Logiciel d'analyse (ImageJ ®)

Le logiciel ImageJ ® est utilisé pour effectuer une comparaison des résultats obtenus par les clichés rétro alvéolaires.
C'est un logiciel d'analyse d'image permettant d'ajuster les niveaux de gris, les contours ou encore de réaliser un seuillage mettant en évidence les zones recherchées et nous permettant d'effectuer les calculs d'aires.
Notre utilisation de ce logiciel a pour but de mesurer l'aire de remplissage de chaque canal par le ciment d'obturation en fonction des 3 techniques utilisées et par la suite d'effectuer une comparaison de qualité d'obturation entre ces techniques d'obturation.

4.2 Méthode

Nous sectionnons la partie coronaire de chaque dent au niveau de la jonction amélo dentinaire à l'aide d'un disque monté sur une pièce à main.
Après vérification que la longueur de travail est située entre 13 et 14mm, nous préparons les dents à l'aide du système PROTAPER ® Gold (Dentsply Maillefer) jusqu'au F2 et trois canaux latéraux sont réalisés sous microscope au niveau coronaire, médian et apical.

Nous répartissons aléatoirement les dents préparées en trois groupes de dix dents afin de comparer trois techniques d'obturations par les ciments biocéramiques Bioroot RCS® (Septodont France).

Groupe 1 : **technique du bourre pâte et ciment.**

Un bourre pate (R&S®) de diamètre 25/100^{e} de mm, de 25 mm de longueur et 2% de conicité sur contre angle bague verte est utilisé à une vitesse de 800 t/mn.

Le ciment est appliqué sur le bourre pâte qui est ensuite amené à la longue de travail.

La rotation est engagée et le bourre pâte est remonté doucement à l'aide de mouvements de va et vient jusqu'à l'extrémité coronaire de la dent.

Nous réalisons deux clichés, un dans le sens vestibulo lingual puis un dans le sens mésio distal pour analyser l'obturation obtenue dans le canal principal ainsi que dans les canaux latéraux.

Figure n° 2 : dent obturée par la technique du bourre pâte et ciment

Groupe 2 : **la technique du cône unique avec du ciment.**

Le maitre cône correspondant au dernier instrument passé, à savoir 25/100e et 8% de conicité est enduit de ciment et poussé jusqu'à la LT une première fois. L'opération est réitérée une seconde fois.

Nous réalisons deux clichés, un dans le sens vestibulo lingual puis un dans le sens mesio distal pour analyser l'obturation obtenue dans le canal principal ainsi que dans les canaux latéraux

Figure n° 3 : dent obturée par la technique du cône unique

Groupe 3 : **technique de compactage latérale à froid mécanisée**

Le maitre cône est enduit de ciment et amené jusqu'à la longueur de travail. Le cône est ensuite compacté par un prototype de fouloir (25/100, 4%) mécanisé en rotation sur contre angle double bague verte à la vitesse de 300 t/mn. Un cône accessoire de 20/100e en 4% enduit de ciment est amené dans le canal jusqu'à profondeur de pénétration du fouloir. L'opération est réitérée jusqu'au remplissage complet du canal.

Nous réalisons deux clichés, un dans le sens vestibulo lingual puis un dans le sens mesio distal pour analyser la qualité de l'obturation obtenue dans le canal principal ainsi que dans les canaux latéraux.

Les clichés pris dans le sens vestibulo lingual sont ensuite analysés par l'intermédiaire du logiciel Image J.

Figure n° 4 : dent obturée par la technique du compactage latéral

Méthode d'analyse des radiographies par le logiciel ImageJ ® :

- La radiographie est d'abord délimitée pour diminuer le risque de « bruit » lors du paramétrage, et par la suite, lors des mesures qui seront effectuées.
- Le cliché est ajusté dans ses niveaux de gris afin de distinguer de manière la plus précise possible les différents composants de la radiographie : dent/gutta percha/ ciment d'obturation.
- Le canal étudié est délimité grâce à la fonctionnalité de contour « rectangle ».

- La fonctionnalité « treshold » (« seuillage ») est ensuite appliquée pour mettre en évidence la zone du canal remplie par le ciment d'obturation.

Figure n° 5 : cliché radiographique après utilisation de la fonction « treshold »

Figure n° 6 : canal délimité par la fonction « rectangle »

Les photos ci-dessus nous montrent : en jaune, le canal latéral délimité et en gris la zone remplie du canal par le ciment.

- Nous effectuons ensuite un calcul qui nous donne le pourcentage de remplissage du canal par le ciment
- Chaque résultat est ensuite rentré dans un tableau Excel en fonction de la technique utilisée et du canal analysé.

4.3. Résultats

Les résultats obtenus sont rentrés dans un tableau Excel puis mis sous forme d'histogrammes pour faciliter leur comparaison en fonction des différentes techniques d'obturation.

Bourre pâte			
	Tiers coronaire	Tiers médian	Tiers apical	Moyenne
dent 1	56,464	78,114	76,906	70,494
dent2	26,137	69,749	67,6	54,495
dent 3	53,312	64,67	77,25	65,077
dent 4	32,789	57,675	76,561	55,675
dent 5	30,424	68,852	88,867	62,714
dent 6	44,857	91,607	53,676	63,38
dente 7	38,039	62,783	66,096	55,838
dent 8	77,901	63,282	64,692	68,625
dent 9	45,789	59,675	68,675	58,046
dent 10	56,456	69,89	60,567	62,304
Moyenne	46,216	68,629	70,089	

Figure n° 7 : Pourcentage de remplissage du canal latéral par le ciment d'obturation par la technique du bourre pâte en fonction de sa localisation

Cone unique				
	Tiers coronaire	Tiers médian	Tiers apical	Moyenne
dent 1	54,229	49,852	20,777	41,619
dent2	72,038	30,79	24,26	42,429
dent 3	91,04	72,05	91,279	84,789
dent 4	59,464	73,024	47,119	59,941
dent 5	78,281	37,505	0,381	38,722
dent 6	38,608	83,644	20,102	47,451
dente 7	47,946	51,776	37,014	45,578
dent 8	60,678	91,312	55,695	69,228
dent 9	40,076	50	52,293	47,456
dent 10	57,233	46,987	37,213	47,144
Moyenne	60,0133	48,694	38,613	

Figure n° 8 : Pourcentage de remplissage du canal latéral par le ciment d'obturation par la technique du cône unique en fonction de sa localisation

Compactage latéral à froid				
	Tiers coronaire	Tiers médian	Tiers apical	Moyenne
dent 1	78,132	23,363	0,46	33,985
dent2	18,566	4,72	54,612	25,966
dent 3	42,866	64,642	7,612	38,373
dent 4	30,798	62,728	40,853	44,793
dent 5	78,993	31,678	2,826	37,832
dent 6	81,279	76,938	25,823	61,346
dente 7	77,24	75,413	0,407	51,02
dent 8	38,056	23,977	0	20,677
dent 9	77,251	52,22	0	43,157
dent 10	59,214	84,521	65,22	69,651
Moyenne	58,239	50,02	17,199	

Figure n° 9 : Pourcentage de remplissage du canal latéral par le ciment d'obturation par la technique du compactage latéral à froid en fonction de sa localisation

Nous pouvons observer sur ces tableaux que les résultats s'accordent pour un même canal ce qui nous permet d'effectuer une comparaison objective de la qualité d'obturation des canaux latéraux selon les trois techniques.

Les tableaux sont mis sous forme d'histogrammes pour faciliter leur analyse :

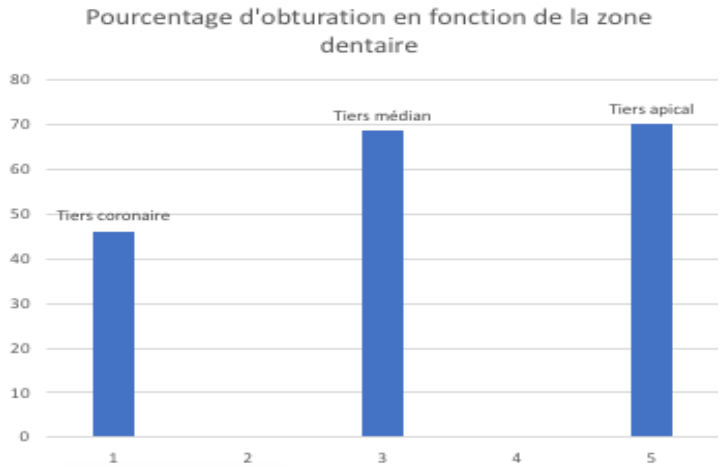

Figure n° 10 : Pourcentage d'obturation du canal latéral en fonction de la zone dentaire par la technique du bourre pâte

Groupe 1

Pour la technique du bourre pâte seul, l'obturation est en moyenne :

- De 46% pour le canal latéral dans le tiers coronaire
- De 69% pour le canal latéral dans le tiers médian
- De 70% pour le canal latéral dans le tiers apical

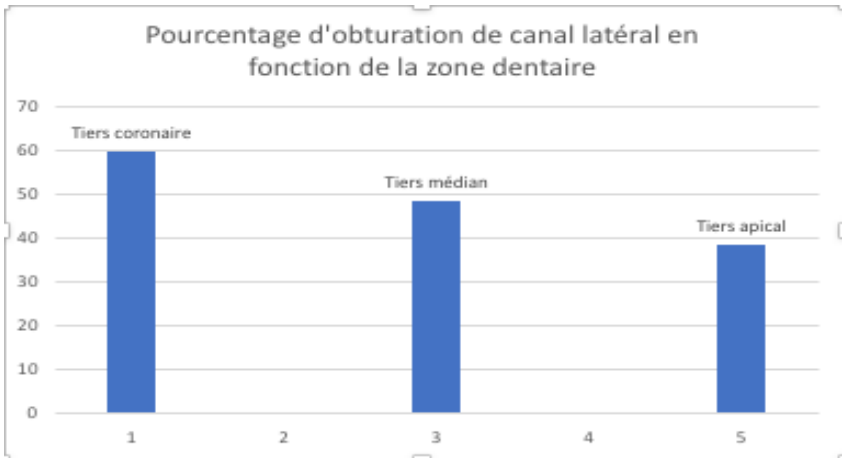

Figure n° 11 : Pourcentage d'obturation du canal latéral en fonction de la zone dentaire par la technique du cône unique

Groupe 2

Pour la technique du cône unique, l'obturation est en moyenne :

- De 60% pour le canal latéral dans le tiers coronaire
- De 49% pour le canal latéral dans le tiers médian
- De 39% pour le canal latéral dans le tiers apical

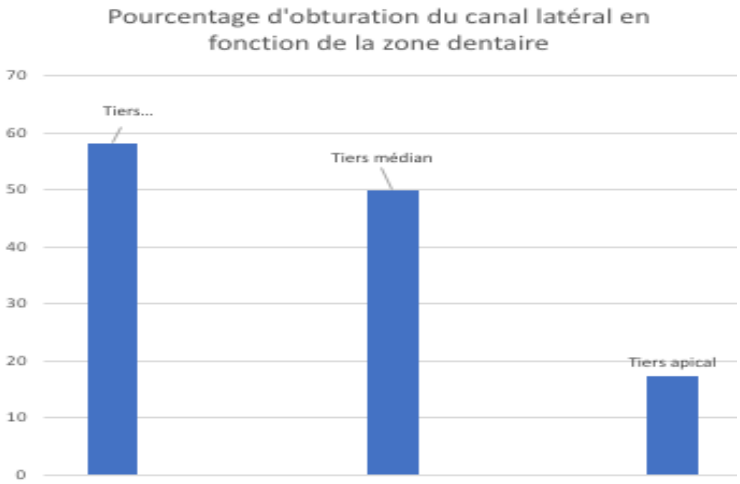

Figure n° 12 : Pourcentage d'obturation du canal latéral en fonction de la zone dentaire par la technique du compactage latéral à froid

Groupe 3

Pour la technique du compactage latéral à froid, l'obturation est en moyenne :

- De 58% pour le canal latéral dans le tiers coronaire
- De 50% pour le canal latéral dans le tiers médian
- De 17% pour le canal latéral dans le tiers apical

Analyse statistique

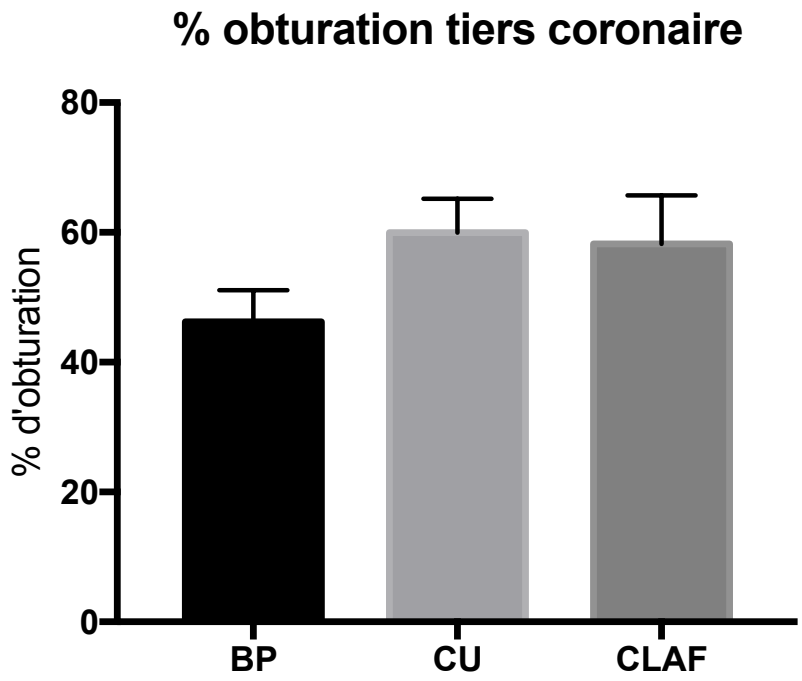

Figure n° 13 : Pourcentage d'obturation du canal latéral coronaire en fonction des 3 techniques.

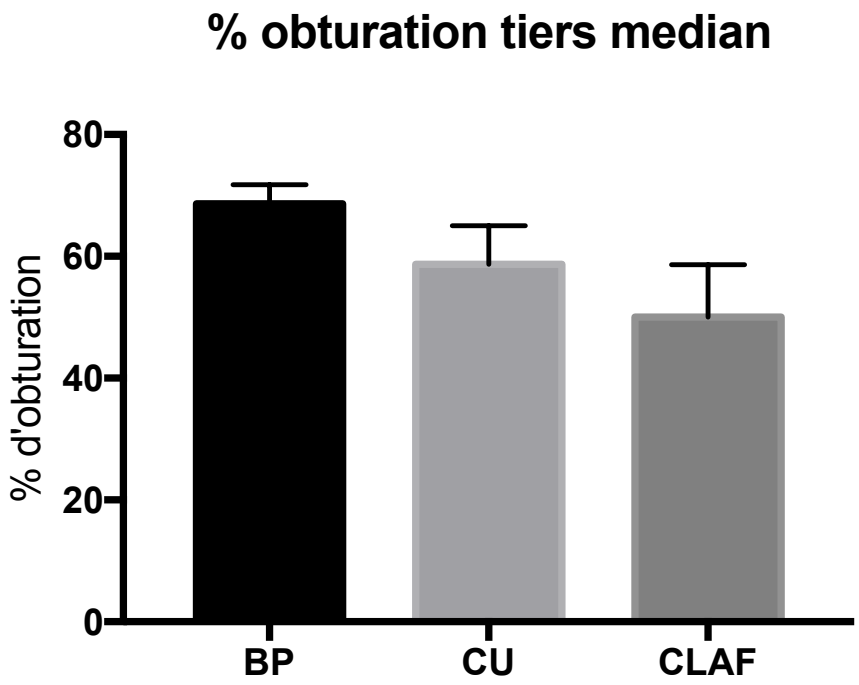

Figure n° 14 : Pourcentage d'obturation du canal latéral médian en fonction des 3 techniques.

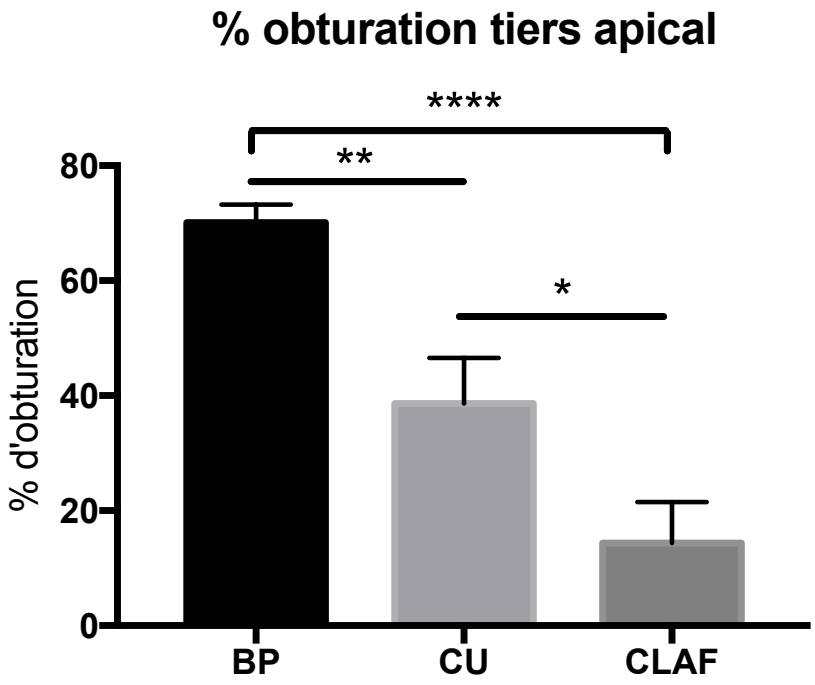

Figure n° 15 : Pourcentage d'obturation du canal latéral apical en fonction des 3 techniques.

L'analyse statistique révèle une interaction entre le pourcentage d'obturation des canaux latéraux et la technique utilisée. D'après le test **ANOVA** (test statistique puissant) :

Tiers coronaire et médian : Il n'existe pas de différence significative dans l'obturation des canaux latéraux.

Tiers Apical : D'après le T -Test à mesures non répétées (test statistique moins puissant), le pourcentage d'obturation du canal latéral obtenu avec le bourre pâte est significativement plus important que pour la technique du cône unique (p-value = 0,17%).

Le pourcentage d'obturation du canal latéral obtenu avec le bourre pâte est significativement plus important que pour le compactage latéral à froid (p-value < 0,01%).

Le pourcentage d'obturation du canal latéral obtenu avec le cône unique est significativement plus important que pour le compactage latéral (p-value = 3,6%).

4.4. Discussion

Pour chaque canal latéral nous retirons de ces histogrammes que :

- Pour le **tiers coronaire**, la qualité de l'obturation du canal latéral est sensiblement la même pour les techniques du compactage latéral à froid et du cône unique (respectivement 58% et 60%). L'obturation est cependant moins importante pour la technique du bourre pâte. D'après les tests statistiques il n'y a pas de différence significative.
- Pour le **tiers médian**, les techniques du compactage latéral à froid et du cône unique se rejoignent encore (environ 50%). Cette fois, la technique du bourre pâte

montre une qualité d'obturation supérieure (Environ 69%). Comme pour le tiers coronaire, l'analyse statistique ne révèle pas de différence significative.

- Pour le **tiers apical,** la qualité d'obturation est supérieure pour la technique du bourre pâte (environ 70%) par rapport à la technique du cône unique (environ 39%) et que du compactage latéral à froid (environ 17%). L'analyse statistique montre une réelle différence entre la technique du bourre pâte et les autres techniques dans le tiers apical.

D'après les résultats obtenus dans cette étude expérimentale, aucune technique est optimale pour l'obturation des canaux latéraux quel que soit la zone dentaire étudiée. La technique du cône unique et la technique de compactage latéral à froid obtiennent sensiblement les mêmes résultats en termes de qualité d'obturation au niveau des canaux latéraux coronaires et médian mais présentent des résultats décevants concernant l'obturation du canal latéral apical.

La technique du bourre pâte présente des résultats satisfaisants aux niveau des canaux latéraux médians et apicaux, dû à la projection centrifuge induite par la rotation de l'instrument, mais insuffisants au niveau coronaire. Cependant, même si cela ne concerne pas l'étude mis en place, cette technique a pour défaut la présence de bulles dans le canal principal, la rendant presque obsolète compte tenu du facteur praticien dépendant très important.

Les techniques du cône unique et du compactage latéral à froid amènent sensiblement à la même qualité d'obturation dans les tiers médian et coronaire mais la technique du cône unique montre de meilleurs résultats dans le tiers apical. Cette différence est due :

- A l'effet piston entrainé par le cône de gutta percha lorsque l'on amène dans le tiers apical, le ciment est propulsé dans le canal latéral du fait de l'adaptation parfaite du cône et de la préparation. Cet effet piston est réalisé deux fois dans la technique du cône unique contre une seule fois dans la technique du compactage latéral.

- Au manque d'espace pour descendre le compacteur pour le compactage latéral. En effet, comme dis précédemment, le cône utilisé est parfaitement calibré au dernier instrument passé pour préparer le canal. Malgré le caractère aplati des canaux utilisés dans ce travail expérimental, plus on progresse apicalement plus ce caractère est négligeable. Par l'effet piston lors de l'insertion du maître cône, une partie du ciment est envoyée dans le canal latéral mais la suite de la technique ne permet pas de parfaire cette obturation.

La technique du bourre pâte nous donne des résultats satisfaisants dans les tiers médian et apical. Néanmoins, dans le tiers coronaire, ces résultats sont insuffisants, ceci étant dû à la morphologie aplatie du canal. Malgré une quantité très importante de ciment amené dans le canal, le tiers coronaire (tant au niveau du canal principal que latéral) n'est pas obturé de manière optimale. Ceci nous montre l'importance de la présence d'un cône de gutta percha permettant de palier aux deux problèmes à la fois.

Nous pouvons déduire des analyses précédentes qu'aucune des trois techniques utilisées permet une obturation tridimensionnelle en accord avec les données acquises de la science. Cependant, aux vues des différentes observations que nous avons pu faire sur les qualités et les défauts de chacune d'elles, nous pouvons émettre l'hypothèse suivante : la combinaison de la technique du bourre-pâte et du cône unique serait une bonne alternative comme technique d'obturation de référence pour l'utilisation des ciments biocéramiques.

L'avènement des ciments biocéramique nous a amené à revoir certains dogmes établis depuis des années. Jusqu'à leur introduction sur le marché, les techniques de références pour une obturation tridimensionnelle de qualité étaient les techniques à chaud. Dans son étude Agerame et al. montrent que pour un canal ovale la technique de la condensation verticale à chaud obtient de meilleurs résultats par rapport à la technique du cône unique qui nécessite plus de ciment, même si celle-ci reste efficace dans des canaux ronds.(32)

Ces résultats sont retrouvés par Celikten et al. qui montre que la technique à chaud utilisée (Thermafil ®) laisse moins dans vide dans l'obturation par rapport aux deux techniques à froid utilisées, la technique du cône unique et du compactage latéral à froid. (33)

La présence des canaux latéraux, notamment dans le tiers apical, constitue un défi supplémentaire pour atteindre une obturation optimale. Une fois de plus, Carvalho-Sousa et al. montrent que la technique de la condensation verticale à chaud obtient des résultats supérieurs en terme d'obturation des canaux latéraux par rapport au compactage latéral à froid. (34)

Cependant, ces techniques sont aujourd'hui et jusqu'à preuve du contraire inapplicables avec les ciments biocéramiques. En effet, une des qualités des ciments biocéramiques est leur expansion jusqu'à prise du matériau, équivalente à environ 0,6% grâce au caractère humide du ciment. (35) De ce fait, les techniques à chaud amèneraient à une évaporation de cette l'humidité créant des lacunes dans le matériau ce qui altérerait non seulement l'étanchéité de l'obturation mais aussi la résistance à la fracture de la dent par la présence de "vides". (36)

5. Conclusion

Si les objectifs de l'obturation endodontique n'ont pas changé, les moyens d'y parvenir ont beaucoup évolué. Les ciments ont vu leurs critères s'améliorer pour répondre le plus fidèlement possible aux critères énoncés par Grossman.

Les techniques d'obturations ont progressé, des techniques à froid jusqu'aux techniques à chaud, amenant un caractère mécanisé dans nos obturations, et jouant sur le caractère plastique de la gutta-percha permettant une obturation d'une qualité supérieure du système endodontique si complexe.

Les ciments biocéramiques sont une réelle avancée en endodontie. Leurs nombreuses propriétés (adhésion à la dentine, biocompatibilité, antibactérienne, reminéralisation…) nous permettent d'envisager une augmentation du taux de succès de nos traitements tant en endodontie conventionnelle qu'en chirurgie endodontique.
Les techniques d'obturations ont dû être adaptées, les techniques à chaud étant déconseillées pour ces matériaux à cause de l'évaporation qu'elles entrainent avec l'élévation de la température pour amener la gutta-percha dans sa phase semi-plastique.

Chacune des techniques à froid étudiées ont montré leurs avantages et leurs inconvénients. L'analyse statistique montre que la technique utilisée a un impact important sur la qualité de l'obturation des canaux latéraux. Nous pouvons envisager la combinaison de la technique du bourre pâte permettant une bonne diffusion de ciment couplée à la technique du cône unique qui par la présence d'un cône de gutta comblerai les manques laissés par la simple mis en place d'un matériau qui se révèle être à la fois un matériau de scellement et de comblement.

Malgré l'idée reçue que ces nouveaux ciments biocéramiques seraient incompatibles avec l'utilisation de techniques à chaud, très peu d'articles traitent de de sujet spécifiquement. L'association des techniques à chaud qui ont prouvé leur supériorité en termes de qualité d'obturation avec les qualités des ciments biocéramiques seraient

cependant prometteurs pour le succès des traitements endodontique et mériterait d'être approfondie de manière plus précise.

Bibliographie

1. Schilder, Herbert. 2006. « Filling Root Canals in Three Dimensions ». *Journal of Endodontics* 32 (4): 281-90.
2. De Deus, Q. D., et Belo Horizonte. 1975. « Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals ». *Journal of Endodontics* 1 (11): 361-66.
3. Gordon, M. P. J., R. M. Love, et N. P. Chandler. 2005. « An Evaluation of .06 Tapered Gutta-Percha Cones for Filling of .06 Taper Prepared Curved Root Canals ». *International Endodontic Journal* 38 (2): 87-96.
4. Collins, Jake, Mary P. Walker, James Kulild, et Charles Lee. 2006. « A Comparison of Three Gutta-Percha Obturation Techniques to Replicate Canal Irregularities ». *Journal of Endodontics* 32 (8): 762-65.
5. Grossman LI. « Endodontic practice », 10th ed. Philadelphia: Henry Kimpton Publishers; 1981:297
6. Carvalho-Júnior, Jacy Ribeiro, Luiz Fernando L. Guimarães, Lourenço Correr-Sobrinho, Jesus D. Pécora, et Manoel D. Sousa-Neto. 2003. « Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer ». *Brazilian Dental Journal* 14 (2): 114-18.
7. Tagger, Michael, Etty Tagger, Anthony H. L. Tjan, et Leif K. Bakland. 2002. « Measurement of Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin ». *Journal of Endodontics* 28 (5): 351-54.
8. Cohen, Brett I., Mark K. Pagnillo, Barry Lee Musikant, et Allan S. Deutsch. 2000. « An In Vitro Study of the Cytotoxicity of Two Root Canal Sealers ». *Journal of Endodontics* 26 (4): 228-29.
9. Versiani, M. A., J. R. Carvalho-Junior, M. I. a. F. Padilha, S. Lacey, E. A. Pascon, et M. D. Sousa-Neto. 2006. « A Comparative Study of Physicochemical Properties of AH PlusTM and EpiphanyTM Root Canal Sealants ». *International Endodontic Journal* 39 (6): 464-71.
10. Raghavendra, Srinidhi Surya, Ganesh Ranganath Jadhav, Kinjal Mahesh Gathani, et Pratik Kotadia. 2017. « Bioceramics in endodontics – a review ». *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 51 (3 Suppl 1): S128-37.
11. Camps, Jean, Charlotte Jeanneau, Ikbale El Ayachi, Patrick Laurent, et Imad About. 2015. « Bioactivity of a Calcium Silicate–based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro ».

Journal of Endodontics 41 (9): 1469-73.
12. Best SM , Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future, Journal of the European Ceramic Society 2008; 28:1319–1327.
13. Sun, Zhi Lin, John C. Wataha, et Carl T. Hanks. 1997. « Effects of Metal Ions on Osteoblast-like Cell Metabolism and Differentiation ». *Journal of Biomedical Materials Research* 34 (1): 29-37.
14. Chakar, Sandra, Sylvie Changotade, Nada Osta, et Issam Khalil. 2017. « Cytotoxic evaluation of a new ceramic-based root canal sealer on human fibroblasts ». *European Journal of Dentistry* 11 (2): 141-48.
15. Batchelor, Reginald F., et Alan D. Wilson. 1969. « Zinc Oxide-Eugenol Cements: I. The Effect of Atmospheric Conditions on Rheological Properties ». *Journal of Dental Research* 48 (5): 883-87.
16. Loushine, Bethany A., Thomas E. Bryan, Stephen W. Looney, Brian M. Gillen, Robert J. Loushine, R. Norman Weller, David H. Pashley, et Franklin R. Tay. 2011. « Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer ». *Journal of Endodontics* 37 (5): 673-77.
17. International Organization for Standardization, “Dental root canal sealing materials,” ISO 6876, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2001.
18. Zhou, Hui-min, Ya Shen, Wei Zheng, Li Li, Yu-feng Zheng, et Markus Haapasalo. 2013. « Physical Properties of 5 Root Canal Sealers ». *Journal of Endodontics* 39 (10): 1281-86.
19. Eun-Su Lim, Young-Bae Park, Young-Sun Kwon, Won-Jun Shon, Kwang-Won Lee, et Kyung-San Min. 2015. « Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: in vitro and in vivo study ». *BMC Oral Health* 15 (octobre): 1-7.
20. Wilcox, Lisa R., Keith V. Krell, Sandra Madison, et Barry Rittman. 1987. « Endodontic retreatment: Evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation ». *Journal of Endodontics* 13 (9): 453-57.
21. Hess, Darren, Eric Solomon, Robert Spears, et Jianing He. 2011. « Retreatability of a Bioceramic Root Canal Sealing Material ». *Journal of Endodontics* 37 (11): 1547-49.
22. Ersev, H., B. Yılmaz, M. E. Dinçol, et R. Dağlaroğlu. 2012. « The Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment Instrumentation to Remove Single Gutta-Percha Cones Cemented with Several Endodontic Sealers ». *International Endodontic Journal* 45 (8): 756-62.
23. Ørstavik, Dag. 2005. « Materials Used for Root Canal Obturation: Technical, Biological and Clinical Testing ». *Endodontic Topics* 12 (1): 25-38.

24. Prüllage, Raquel-Kathrin, Kent Urban, Edgar Schäfer, et Till Dammaschke. 2016. « Material Properties of a Tricalcium Silicate–containing, a Mineral Trioxide Aggregate–containing, and an Epoxy Resin–based Root Canal Sealer ». *Journal of Endodontics* 42 (12): 1784-88.
25. Ioannidis, Ilias Mistakidis, Panagiotis Beltes, et Vassilis Karagiannis. 2013. « Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA- and ZnOE-based sealers ». *Journal of Applied Oral Science* 21 (2): 138-44.
26. Candeiro, George Táccio de Miranda, Fabrícia Campelo Correia, Marco Antônio Húngaro Duarte, Danieli Colaço Ribeiro-Siqueira, et Giulio Gavini. 2012. « Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer ». *Journal of Endodontics* 38 (6): 842-45.
27. Okabe, Tatsu, Maki Sakamoto, Hitomi Takeuchi, et Kiyoshi Matsushima. 2006. « Effects of pH on Mineralization Ability of Human Dental Pulp Cells ». *Journal of Endodontics* 32 (3): 198-201.
28. Zhang, Hui, Ya Shen, N. Dorin Ruse, et Markus Haapasalo. 2009. « Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against Enterococcus faecalis ». *Journal of Endodontics* 35 (7): 1051-55.
29. Zhang, Wei, Zhi Li, et Bin Peng. 2009. « Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability ». *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 107 (6): e79-82.
30. Mokhtari, Hadi, Saeed Rahimi, Mohammad Forough Reyhani, Saeedeh Galledar, et Hamid Reza Mokhtari Zonouzi. 2015. « Comparison of Push-out Bond Strength of Gutta-percha to Root Canal Dentin in Single-cone and Cold Lateral Compaction Techniques with AH Plus Sealer in Mandibular Premolars ». *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 9 (4): 221-25.
31. Ersahan, Seyda, et Cumhur Aydin. 2010. « Dislocation Resistance of iRoot SP, a Calcium Silicate–based Sealer, from Radicular Dentine ». *Journal of Endodontics* 36 (12): 2000-2002.
32. Angerame, Daniele, Matteo De Biasi, Raffaella Pecci, Rossella Bedini, Elia Tommasin, Luca Marigo, et Francesco Somma. 2012. « Analysis of Single Point and Continuous Wave of Condensation Root Filling Techniques by Micro-Computed Tomography ». *Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanità* 48: 35-41.
33. Celikten, Berkan, Ceren Feriha Uzuntas, Ayse Isıl Orhan, Kaan Orhan, Pelin Tufenkci, Sebnem Kursun, et Kemal Özgür Demiralp. 2016. « Evaluation of Root Canal Sealer Filling Quality Using a Single-Cone Technique in Oval Shaped Canals: An In Vitro Micro-CT Study ». *Scanning* 38 (2): 133-40.
34. Carvalho-Sousa, Bruno, Fábio Almeida-Gomes, Pollyana Rabelo Borba Carvalho, Cláudio Maníglia-Ferreira, Eduardo Diogo Gurgel-Filho, et Diana

Santana Albuquerque. 2010. « Filling Lateral Canals: Evaluation of Different Filling Techniques ». *European Journal of Dentistry* 4 (3): 251-56.
35. Atmeh, Amre R., et Emad AlShwaimi. 2017. « The Effect of Heating Time and Temperature on Epoxy Resin and Calcium Silicate-Based Endodontic Sealers ». *Journal of Endodontics* 43 (12): 2112-18.
36. Patil, Pravin, Kulwinder Singh Banga, Ajinkya M. Pawar, Sandeep Pimple, et Raguram Ganeshan. 2017. « 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* 20 (4): 241-44.

université de BORDEAUX

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

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

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.
Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

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

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

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

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

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

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : OBTURATION CANALAIRE PAR COMPACTAGE LATERAL ET CIMENTS BIOCERAMIQUES : ETUDE IN VITRO

Résumé :

Avec l'avènement des ciments biocéramique, les techniques d'obturations ont dues s'adapter pour correspondre aux propriétés de ces ciments.
Les objectifs d'une obturation restent les mêmes, obtenir un remplissage tridimensionnel du système canalaire comprenant le canal principal mais aussi toutes les ramifications faisant partie intégrante de ce système.

Une étude *in vitro* est réalisée pour déterminer quelle serait la technique d'obturation la plus adaptée pour répondre le plus fidèlement aux objectifs de l'obturation endodontique.

Trois techniques d'obturation (bourre pâte et ciment, cône unique et ciment et compactage latéral à froid et ciment) sont comparées pour déterminer laquelle de celles-ci serait la plus efficace pour obturer le système canalaire avec le ciment biocéramique Bioroot RCS ® en étudiant le pourcentage de remplissage de trois canaux latéraux réalisés manuellement dans les tiers coronaire, médian et apicaux d'incisives mandibulaires.

Les techniques du bourre pâte et du cône unique associées est la meilleure alternative pour obtenir une obturation des canaux latéraux avec les ciments biocéramiques Bioroot RCS ®.

Mots clés : Obturation endodontique, ciments, compactage, Biocéramiques, Bioroot RCS ®

Title : ROOT CANAL FILLING BY LATERAL COMPACTION AND BIOCERAMIC CEMENTS : IN VITRO STUDY

Abstract :

With the advent of bioceramic cements, the filling techniques had to adapt to match the properties of these cements. The objectives of the fillings remain the same, to obtain a three-dimensional filling of the canal system including the main canal but also all the branches forming an integral part of this system.

An *in vitro* study is carried out to determine which would be the best filling technique to best meet the objectives of endodontic filling.

Three techniques (paste carrier and cement, single cone and cement and cold lateral compaction and cement) are compared to determine which of these is the most effective for sealing the canal system with bioceramic cement Bioroot RCS ® by studying the filling percentage of three lateral canals made manually in the coronal, medial and apical thirds of mandibular incisors.

The combined paste carrier and single cone techniques is the best alternative for sealing the side canal with Bioroot RCS ® Bioceramic cement.

Keywords : Endodontic filling, cements, compaction, Bioceramics, Bioroot RCS ®