



HAL
open science

Thermocompactage mécanique pur ou monocône-ciments biocéramiques : quelle technique choisir pour obtenir une obturation canalaire tridimensionnelle ?

Quentin Lamothe

► To cite this version:

Quentin Lamothe. Thermocompactage mécanique pur ou monocône-ciments biocéramiques : quelle technique choisir pour obtenir une obturation canalaire tridimensionnelle ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03244567

HAL Id: dumas-03244567

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03244567>

Submitted on 1 Jun 2021

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

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

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2021

Thèse n°33

THESE POUR L'OBTENTION DU

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

Présentée et soutenue publiquement

Par LAMOTHE Quentin

Né(e) le 10 septembre 1993 à Bayonne

Le 21 mai 2021

**Thermocompactage Mécanique Pur ou
Monocône-Ciments Biocéramiques : Quelle
Technique Choisir Pour Obtenir une Obturation
Canalaire Tridimensionnelle ?**

Sous la direction de : Hubert CHAUVEAU

Membres du jury :

M. DEVILLARD Raphaël
M. CHAUVEAU Hubert
Mme. ZIANE Sophia
Mme. KEROUREDAN Olivia
M. BARTALA Michel

Professeur des Universités
Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire
Assistant Hospitalo-Universitaire
Maitre de Conférence des Universités
Maitre de Conférence des Universités

Président
Directeur
Rapporteur
Assesseur
Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
11/01/2021

Président M. TUNON DE LARA Manuel

Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

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

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

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

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

AUTRES ENSEIGNANTS

M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01

ASSISTANTS

M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mr	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
Mme	Jane	GOURGUES	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mr	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	5801
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M	Paul	VITIELLO	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01

Remerciements

A notre Président de thèse

Monsieur le Professeur Raphaël DEVILLARD
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Je vous remercie également pour la pertinence de vos remarques sur mon questionnaire, qui m'ont permis de réfléchir de façon plus précise à la méthode.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Hubert CHAUVEAU
Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire
Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie infiniment d'avoir accepté de diriger ce travail.

Je vous suis infiniment reconnaissant de tout le temps que vous m'avez consacré, qu'il s'agisse de cette thèse, de mon stage actif, des vacances à Xavier Arnozan ou encore des quelques journées où j'ai eu l'opportunité de vous observer au cabinet.

Vos conseils ont pour moi une importance particulière. J'ai trouvé en vous un modèle à suivre et suis fier de pouvoir vous compter parmi mes mentors.

Veillez trouver dans ce travail la preuve de ma plus profonde admiration, et de mon respect inconditionnel.

A notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Sophia Ziane

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir consacré du temps à la relecture de ce travail, et d'avoir su me guider pour le rendre le plus pertinent possible.

Je n'ai pas eu l'occasion de vous côtoyer lors de mes vacances hospitalières, mais j'ai pu apprécier votre gentillesse et votre bienveillance au cours de nos échanges.

Veillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

A notre assesseur

Madame le Docteur Olivia Kerouredan

Maître de conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

Je tiens à vous remercier infiniment pour votre douceur et votre patience que ce soit lors des séances de travaux pratiques ou bien pendant les vacances hospitalières.

Je n'oublierai jamais à quel point votre bienveillance m'a aidé à prendre confiance en moi.

Veillez recevoir l'expression de ma profonde reconnaissance et de tout mon respect.

A notre assesseur

Monsieur le Docteur Michel BARTALA

Maître de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse 58-02

Je vous suis extrêmement reconnaissant d'avoir accepté de siéger dans ce jury et d'évaluer mon travail.

Vous m'avez enseigné la rigueur, la précision, et m'avez permis de progresser en me guidant avec bienveillance. Mais surtout, vous avez su me transmettre la passion qui vous anime et qui j'en suis sûr, m'accompagnera tout au long de ma carrière.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma plus profonde gratitude.

Introduction..... 9

1ère partie : L'obturation endodontique..... 11

I.	Généralités.....	11
II.	Gutta percha et ciments d'obturation endocanalaire : propriétés physico-chimiques	13
II.1	Gutta percha	13
II.2	Ciments oxyde de zinc eugénol.....	14
II.3	Ciments à base de résine	16
II.4	« Ciments » biocéramiques.....	18
III.	Les techniques d'obturation endodontique	21
III. 1	Critères de choix du maitre cône	21
III.2	Techniques à l'aide de gutta percha à froid	22
III.2.1	Monocône et ciment	22
III.2.2	Condensation latérale à froid	23
III.2.3	Compactage thermomécanique ou thermocompactage	24
III.2.4	Technique combinée : condensation latérale modifiée par thermocompactage	24
III.3	Techniques par compactage à chaud.....	25
III.3.1	Compactage vertical à chaud	25
III.3.2	Compactage vertical centré en vague unique	27
III.3.3	Compactage verticale centré en technique hybride	28
III.3.4	Technique de gutta préchauffée sur tuteur	28
IV.	Retour de la littérature sur les techniques d'obturation.....	31

2ème partie : Recherche expérimentale *in vitro* : qualité d'obturation obtenue avec compactage thermomécanique pur, et technique monocône + ciment biocéramique (Bioroot RCS)..... 34

I.	Matériels et méthodes.....	34
I.1	Échantillon.....	34
I.2	Préparation canalaire	34
I.3	Obturation.....	36
I.3.1	Groupe 1 : obturation par compactage thermomécanique pur	37
I.3.2	Groupe 2 : obturation par technique monocône + biocéramique.....	38
I.4	Méthode d'évaluation.....	39
I.5	Analyse statistique	40
II.	Résultats	40
II.1	Répartition hommes/femmes et type d'exercice	40
II.2	Techniques d'obturation utilisées par les répondants.....	41
II.3	Analyse de la qualité de l'obturation selon l'étage radiculaire considéré (annexe 2).....	42
II.3.1	Au 1/3 apical.....	42
II.3.2	Aux 2/3 coronaires	43

II.3.3	Obturations globales	45
II.4	Tendance de notation	46
II.5	Analyse de la qualité d'obturation en fonction de la technique et du cadre d'exercice des répondants	47
III.	Discussion	50
Conclusion		56
Bibliographie		57
Annexes		62

Introduction

La HAS définit le traitement endodontique comme un acte ayant pour objectif de traiter les maladies de la pulpe et du péri-apex, et ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade. Il doit permettre d'éliminer toutes les substances organiques (résidus tissulaires, bactéries, produits de l'inflammation) par une action de nettoyage et mise en forme du canal avant d'en assurer l'obturation (1).

La préparation et la désinfection sont reconnues comme étant les étapes clés du traitement endocanalaire. D'après Sjogren et al, le fait de parvenir à instrumenter et désinfecter le canal jusqu'à la constriction apicale permet d'obtenir une guérison des lésions péri-apicales dans 90% des cas contre 69% si la longueur de mise en forme est trop courte. Un consensus existe cependant sur le fait qu'elles ne permettent en aucun cas, et ce quelle que soit l'instrumentation utilisée lors de la technique de mise en forme et la solution d'irrigation associé, l'élimination de la totalité des bactéries et des débris pulpaire et dentinaires. Il apparaît alors évident qu'afin de pérenniser la diminution bactérienne obtenue, ainsi que dans le but de prévenir la contamination voire la recontamination bactérienne au niveau du périapex, une obturation de qualité doit être réalisée (2)(3)(4).

Une obturation canalaire optimale doit s'étendre jusqu'à la longueur de travail déterminée par l'opérateur, mais aussi être tridimensionnelle, remplissant toutes les particularités anatomiques que peut présenter le système endocanalaire telles que les a décrites Vertucci (5). Ainsi, les canaux latéraux, isthmes et autres anastomoses sont autant de variations qui ne sont pas toujours accessibles à l'instrumentation mais qu'il faudra chercher à obturer afin de garantir le succès du traitement endodontique.

S'il est admis que l'hypochlorite de sodium est la solution de choix en matière d'irrigation peropératoire, aucune technique d'obturation ne peut se targuer de faire une telle unanimité. Par conséquent, de nombreuses techniques différentes ont vu le jour. Ce large choix peut s'expliquer par le fait qu'à l'heure actuelle, aucun matériau ne remplit totalement l'exigeant cahier des charges qui leur incombe. Les propriétés du matériau idéal d'obturation ont été largement décrites, notamment par Grossman (1970) et Schmalz (2009) (6)(7). Les techniques les plus répandues font aujourd'hui appel à un cône de gutta percha, associée à une pâte ou un ciment de scellement canalaire. La différence entre pâtes et ciments réside dans le fait que, contrairement à la pâte d'obturation qui a pour vocation de remplir le canal seule ou en

technique monocône, le ciment va lui s'utiliser en un mince film associé à de la gutta percha condensée (8).

Dans ce panel de techniques d'obturation, sont donc à privilégier celles qui permettent d'obtenir un résultat tridimensionnel et une étanchéité apicale. Parmi elles, ce sont les techniques de compactage de gutta percha à chaud avec une fine couche de ciment de scellement canalaire qui semblent remplir au mieux ces deux conditions (8).

L'avènement des ciments biocéramiques semble cependant marquer un changement de paradigme important. En effet, ces ciments réactualisent la technique du monocône associé à un produit de remplissage canalaire, technique largement répandue mais qui présente comme principal défaut son manque de tridimensionnalité, et la quantité importante de pâte d'obturation considérée jusqu'alors comme un point faible puisque susceptible de se résorber (8).

Dans les rangs des ciments biocéramiques, le Bioroot RCS® du laboratoire Septodont est présenté comme un matériau très prometteur.

L'objet de cette étude sera donc de comparer la qualité des obturations obtenues selon deux techniques différentes, afin de déterminer si la technique monocône/Bioroot RCS® paraît une alternative crédible à une liste déjà large et bien établie.

Nous ferons dans un premier temps une description de l'obturation endodontique : nous passerons en revue les matériaux utilisés et leurs propriétés, puis nous décrirons les techniques employées et comparées lors de ce travail.

La seconde partie rapportera l'étude expérimentale réalisée, dans le but d'attribuer une place à la technique monocône/Bioroot RCS®. Deux techniques d'obturation différentes seront exécutées :

- Compactage thermomécanique pur de la gutta percha
- Monocône/Bioroot RCS®

Après avoir recueilli puis analysé les résultats obtenus, l'étude des données scientifiques actuelles nous permettra de les discuter de façon objective et éclairée.

1ère partie : L'obturation endodontique

I. Généralités

Le traitement endodontique fait partie des actes couramment réalisés par l'omnipraticien, plus précisément 95 fois par an, soit environ 2 traitements endodontiques par semaine selon l'American Dental Association (9). Divers travaux semblent s'accorder sur le fait que le taux de succès ne s'élève pas au-delà de 65 à 75% en omnipratique, contre 85 à 95% pour les spécialistes (10)(11)(12)(13)(14). Nous pouvons donc statuer que malgré sa récurrence, le traitement endodontique n'en demeure pas moins un soin qui peut s'avérer délicat pour le praticien. Les multiples étapes que comporte le protocole sont autant de sources d'erreurs potentielles qui peuvent survenir.

Intervenant en dernier lieu, l'obturation du système canalaire ne déroge pas à cette règle, puisqu'il existerait une corrélation de plus 58% entre une obturation de mauvaise qualité et un échec du traitement endodontique (15).

D'autres études semblent corroborer cette affirmation. Khattak et al montrent que sur une cohorte de 128 patients nécessitant un retraitement endodontique, une obturation canalaire inadéquate représente la cause d'échec majoritaire avec 43,8% des cas, et d'autant plus dans le secteur antérieur où 83,3% des revers lui sont attribués (16). Nous retrouvons le même type de conclusion dans des recherches menées par Hoen et al et Song et al avec respectivement 65% et 45% de dents à retraiter (17)(18). Ces résultats sont à pondérer par le fait que la méthode d'évaluation des traitements ne permet en rien d'affirmer que la mauvaise qualité d'obturation n'est pas due en amont à un défaut de mise en forme et/ou de désinfection.

Pour que l'obturation joue pleinement son rôle, consistant à pérenniser les résultats obtenus suite à la préparation et à l'irrigation, plusieurs critères doivent être respectés. La totalité du système endocanalaire doit idéalement être remplie par le matériau d'obturation, sans vide, de façon tridimensionnelle, et jusqu'à la longueur de travail déterminée par l'opérateur. (8) Le

fait d'assurer un remplissage des canaux jusqu'à 0 à 2mm de l'apex radiologique diminuerait de façon importante le risque de survenue d'un échec du traitement endodontique lié à l'obturation. A contrario, une sur-obturation ou une sous-obturation conduiront plus fréquemment à l'échec (19)(20)(21).

Depuis les premières méthodes décrites à la fin du XIXème siècle, les matériaux et techniques d'obturation n'ont cessé d'évoluer dans le but de permettre aux praticiens d'effectuer l'acte de la façon la plus rapide, efficace et reproductible possible. Les propriétés du matériau d'obturation idéal ont notamment été décrites par Grossman et Schmalz :

- être facile à mettre en place et à éliminer,
- avoir une bonne adhésion aux parois dentaires,
- sceller le canal latéralement et apicalement,
- avoir un temps de prise adéquat
- ne pas subir de rétraction de prise,
- être insoluble dans les fluides apicaux,
- être bactéricide ou à défaut bactériostatique,
- être stérile,
- être radio-opaque,
- ne pas entraîner de coloration dentaire,
- ne pas entraîner d'irritation des tissus,
- doit stimuler le processus de cicatrisation.

Nous recherchons donc une **biocompatibilité suffisante**, car tous ces matériaux ont vocation à être au contact des tissus, et une certaine **bioactivité** pour permettre d'activer la régénération péri-apicale (6)(7)(8)(22).

Afin de se rapprocher au maximum de ces propriétés, les techniques les plus fréquentes décrites par la suite associent généralement la gutta percha à une pâte ou un ciment d'obturation.

II. Gutta percha et ciments d'obturation endocanalaire : propriétés physico-chimiques

II.1 Gutta percha

C'est un isomère du caoutchouc qui a pour propriétés d'être isolant, non-soluble dans les fluides organiques, et biocompatible. Elle existe sous deux formes cristallines : la forme α qui est fluide à basse température et sera destinée à être injectée, et la forme β qui est solide à température ambiante et nécessite un compactage. Cette dernière forme est retrouvée dans les cônes. La composition de la gutta percha utilisée en endodontie est de :

- \approx 20 à 25% de gutta percha
- \approx 60 à 65 % d'oxyde de zinc qui lui donne ses propriétés antibactériennes
- \approx 11% de sulfate de baryum qui lui confère sa radio-opacité
- \approx 4% de cire et résine qui la rendent plastique
- des colorants (23)(24)

Qu'il s'agisse de sa toxicité, ou bien de sa capacité à entraîner une réaction inflammatoire, les conclusions des études diffèrent selon les marques. En effet, les résultats varient d'une absence de toxicité ou de réaction inflammatoire, à une toxicité légère et l'induction d'une réaction inflammatoire chronique. Ces résultats peuvent probablement être expliqués par la différence de composition qui existe entre les multiples fabricants (25)(26).

Par ailleurs, elle présente une conductibilité thermique faible, ce qui implique dans les techniques à chaud que l'instrument soit inséré à proximité de la zone à compacter. Une dilatation se produit lorsqu'elle est chauffée, puis survient une rétraction lors du refroidissement qui doit être compensée par un compactage permettant ainsi d'éviter l'apparition de vide entre la gutta et la paroi dentinaire.

Elle n'a en revanche aucune valeur d'adhérence à la dentine, nécessitant de fait l'utilisation d'un ciment de scellement (8).

II.2 Ciments oxyde de zinc eugéno



Figure 1 : Kit Sealite Regular®

Ils font partie des plus anciens ciments, qui ont été les plus utilisés. Ils répondent généralement à deux formules, celle de Rickert ou celle de Grossman. Le Pulp Canal Sealer® (SybronEndo) et le Sealite Regular® (Acteon) (figure 1) sont les plus connus dérivés de la formule de Rickert, obtenus à partir du mélange d'une poudre et d'un liquide. La poudre est composée selon les données fabricant :

- 40 à 50% d'oxyde de zinc,
- ≈ 15% de résine (colophane hydrogénée), pour la stabilité dimensionnelle et l'adhésion à la dentine,
- ≈ 15% de di-iodothymol, qui donne la consistance et la fluidité au ciment,
- 20 à 30% d'argent, responsable de la radio-opacité au ciment,

et le liquide contient :

- 80% d'eugéno
- 2,5 à 15% de baume du Canada.

Dans la formule de Grossman, on trouve dans la poudre :

- 42% d'oxyde de zinc,
- ≈ 27% de résine
- 15% de carbonate de bismuth (influe sur le temps de prise)
- 1% de borate de sodium (idem)
- 13% de sulfate de baryum qui remplace l'argent pour la radio-opacité.

Le liquide n'est composé que d'eugénol.

Celui-ci est relargué tout au long de la réaction de prise des ciments à base d'oxyde de zinc, et pendant plusieurs semaines après la prise totale du matériau. Il est anti-inflammatoire et analgésique à faible dose et confère aux ciments leur activité antimicrobienne. Ses effets sur les tissus dépendent de sa concentration : en effet, utilisé dans des proportions trop importantes, il présente une cytotoxicité et une neurotoxicité avérée. Les quantités présentes dans les ciments ZnO lui permettent d'être correctement toléré par les tissus, induisant une réaction inflammatoire légère à modérée qui s'atténue avec le temps (27)(28)(29).

L'étude de Kontakiotis *et al* a permis de mettre en évidence le fait que ces ciments subissent une rétraction de prise importante, proportionnelle à l'épaisseur de la couche qui lie la gutta et la dentine. Ce phénomène explique donc l'intérêt d'utiliser une couche de ciment la plus fine possible lors de l'obturation, afin d'éviter une perte d'étanchéité (30).

Ils présentent l'avantage d'être solubles dans de multiples solvants, rendant ainsi leur élimination plus facile dans les cas où un retraitement endodontique s'avère nécessaire (8).

II.3 Ciments à base de résine



Figure 2 : Seringue AH Plus® Jet

Ils se présentent sous la forme pâte-pâte, et peuvent être :

- à base de résine époxy comme le AH plus® (Dentsply) (figure 2)
- ou à base de résine méthacrylate comme l'EndoREZ® (Ultradent).

Les plus utilisés sont ceux de la lignée des "AH". Le précurseur AH26® a été créé il y a une soixantaine d'années par André Schroeder. Il s'agit d'une résine hydrophobe composée de bisphénol, et méthénamine pour la polymérisation. Cette dernière relargant du formaldéhyde lors de sa prise, des alternatives ont été cherchées pour palier à ce défaut (23).

AH Plus® est le descendant du AH26®, crée dans le but d'obtenir un matériau mieux toléré biologiquement. Faisant preuve d'une cytotoxicité et d'une génotoxicité diminuées, ainsi que d'un faible relargage de formaldéhyde. En comparaison avec son aîné, AH Plus® peut être considéré comme un ciment disposant d'une bonne biocompatibilité (31)(32)(33).

Les ciments à base de résine méthacrylate comportent un noyau uréthane diméthacrylate (UDMA) qui possède des propriétés hydrophiles, dans le but d'améliorer le comportement du ciment en présence d'humidité résiduelle. Commercialisés avec des cônes de gutta-percha enduits de résine, l'idée de ces ciments est d'obtenir un "monobloc" d'obturation le plus étanche possible. Le concept a été poussé à son paroxysme avec l'introduction en 2005 du

Resilon®. Ce système comprend un matériau principal d'obturation (le Resilon®) qui remplace la gutta percha, et un adhésif (l'Epiphany®) qui joue le rôle de ciment de scellement (8)(23).

Les résultats en termes d'étanchéité sont très contradictoires. L'importante solubilité de l'adhésif serait responsable des résultats négatifs. De plus, alors que le Resilon® fait preuve d'une bonne cytotoxicité, l'Epiphany® induit une importante toxicité initiale. Le Resilon® ne présente par ailleurs aucune activité antimicrobienne (8).

Les ciments à base de résine époxy, qui sont donc les plus répandus, disposent d'une forte activité antimicrobienne qui perdure plusieurs jours, puis s'arrête une fois la prise totale du ciment obtenue. Ce pouvoir bactéricide s'étend en profondeur dans les canalicules dentinaires selon une étude d'Ørstavik (34).

Ils figurent parmi les meilleurs ciments canalaires en termes d'étanchéité apicale, bien que celle-ci semble s'amenuiser avec le temps. Cette étanchéité peut s'expliquer par leur forte adhésion à la dentine notamment. L'importante résistance à la résorption des ciments résineux peut cependant constituer un défaut dans les cas où la quantité appliquée est trop importante. En effet, bien que l'utilisation d'une épaisse couche de ciment n'influe en rien sur la diminution de leur étanchéité contrairement aux ciments ZnO, leur élimination est rendue très difficile par l'absence de solvant efficace. Leur utilisation comme pâte de remplissage canalair est donc à proscrire (30)(35).

II.4 « Ciments » biocéramiques



Figure 3 : Kit BioRoot RCS®

Ils sont généralement composés :

- d'alumine,
- de zircone,
- de verres bioactifs,
- de verres céramiques,
- d'hydroxyapatite,
- de phosphates de calcium résorbables.

Ils peuvent se présenter sous une forme pré-mixée en seringue (ex : TotalFill BC Sealer® FKG, EndoSequence BC Sealer® Brasseler USA), ou bien sous la forme poudre-liquide à mélanger (ex : BioRootRCS®, Septodont) (figure 3).

Les biocéramiques à base de silicates de calcium furent introduits il y a plus de vingt ans avec l'apparition du ProRoot MTA® (Dentsply) afin d'être utilisés en endodontie, d'abord comme bouchon apical dans les techniques d'apexification, pour le traitement des perforations, ou bien comme matériaux d'obturation rétrograde. Ils sont aujourd'hui également employés pour les traitements orthogrades, comme matériau d'obturation canalaire (36).

Dans les travaux menés par Camps *et al* et Jung *et al*, respectivement *in vitro* et *ex vivo*, ces matériaux présentent une biocompatibilité supérieure aux ciments à base de résine ou

d'oxyde de zinc. Les deux études concluent à une survie supérieure des cellules du ligament desmodontal au contact du BioRoot RCS® ou du MTA-Fillapex®. De plus, compte tenu des résultats obtenus dans les deux expériences, on peut espérer que les biocéramiques aient la faculté de promouvoir la sécrétion de facteurs angiogéniques et ostéogéniques également *in vivo*. De par ces propriétés, ils font partie des matériaux dits bioactifs (37)(38)(39).

En effet, les biocéramiques peuvent être classés en trois catégories :

- bio-inertes, n'induisant aucune réaction au niveau des tissus en contact
- bioactifs, stimulant un processus biologique bénéfique pour les tissus à son contact
- biodégradables, qui sont solubles ou résorbables, éventuellement remplacés ou incorporés dans les tissus.

Plus largement, d'autres biocéramiques semblent aussi prometteurs que le Bioroot RCS® en termes de biocompatibilité et bioactivité. Par exemple, l'EndoSequence BC Sealer® (BUSA) et le ProRoot ES® (Dentsply) ont fait l'objet d'une étude *in vitro* qui avait pour but de les comparer au ciment AH Plus® (Dentsply) notamment. La survie cellulaire observée au contact des deux ciments biocéramiques est plus élevée même à des concentrations cent fois plus importantes. Ils semblent induire une différenciation ostéoblastique, ainsi qu'une augmentation de l'expression de la protéine DMP-1 qui est essentielle à la minéralisation osseuse et de la dentine. Ces propriétés permettent d'apporter plus de sécurité dans les situations de dépassement du matériau d'obturation (40).

Autre avantage, les biocéramiques ont fait preuve dans diverses études *in vitro* d'une très bonne activité antibactérienne. On peut expliquer ce phénomène par le maintien d'un pH basique sur le long terme (environ 4mois), mais également par leur capacité à relarguer de l'hydroxyde de calcium (39)(41)(42)(43)(44).

Bien que les silicates tricalciques paraissent laisser davantage de vides au niveau de l'obturation canalair que les ciments à base de résine, leur profondeur de pénétration dans les tubuli dentinaires est similaire voire plus importante. Ils induiraient à leur contact un dépôt minéral qui permettrait, après la prise du matériau, de combler ces vides. L'étanchéité de l'obturation, déjà largement satisfaisante grâce à l'existence d'un nouveau type d'interface dentine-biocéramique appelé zone d'infiltration minérale, et de liaisons covalentes entre le

matériau et la dentine, aurait alors tendance à se renforcer au cours du temps contrairement aux ciments canalaires classiques (39)(41)(45)(46)(47)(48).

Concernant la radio-opacité, le Bioroot RCS® donne satisfaction, présentant une valeur (5,18mm Al) supérieure au minimum exigé par la norme ISO 6876 (3mm Al). C'est la présence d'oxyde de zirconium dans la poudre qui permet de remplir ce prérequis. Il remplace l'oxyde de bismuth présent dans le MTA, augmentant les propriétés mécaniques du BioRoot RCS®, et suscitant par la même occasion une meilleure réponse biologique. L'élimination de l'oxyde de bismuth dans la formulation permet également de supprimer la coloration de l'organe dentaire (39)(49).

La solubilité des biocéramiques répond également à la norme ISO. Les valeurs relativement importantes retrouvées dans les études peuvent être expliquées par le fait que leur réaction de prise consiste en une réaction d'hydratation. Il est donc impératif qu'une humidité résiduelle soit présente au niveau du canal lors de l'utilisation de biocéramique, afin d'exploiter au maximum les possibilités du matériau. En effet, c'est en présence d'un liquide physiologique que l'on observe le plus de formation d'hydroxydes de calcium et de phosphates de calcium (hydroxyapatite) (41)(44)(50).

Ainsi, l'utilisation des techniques de compactage à chaud de gutta percha sont à proscrire avec les biocéramiques. Bien qu'elle n'engendre pas de réelles modifications de leurs propriétés chimiques, l'élévation de température serait responsable de perturbations de leur texture et de leur temps de prise, empêchant une répartition adéquate dans le réseau canalair.

La réalisation d'un logement radiculaire dans la même séance ne peut être envisagé, puisque cela générerait un risque de déplacement du cône de gutta, impliquant ainsi un défaut au niveau de l'étanchéité de l'obturation (42)(51).

Utilisés dans une technique monocône, il semble que les biocéramiques permettent de réaliser la désobturation plus rapidement et qu'il y ait moins de matériau résiduel sur les parois dentinaires qu'avec les ciments résineux (52).

Fort de toutes les propriétés énoncées précédemment, ainsi que par leur remarquable **biocompatibilité** et **bioactivité**, il apparaît alors évident que les biocéramiques ne sont en rien semblables aux ciments d'obturation classiques. Contrairement à ces-derniers, ils jouent

le rôle de produit de remplissage du réseau endocanalaire. Il demeure néanmoins préférable de les associer à un cône de gutta percha qui servira de tuteur pour amener le biomatériau dans toute l'anatomie endodontique et permettre le retraitement (42).

III. Les techniques d'obturation endodontique

Avant d'envisager l'obturation du système endocanalaire, des prérequis doivent être respectés pour mener le traitement endodontique vers un succès thérapeutique :

- le canal doit être correctement mis en forme et désinfecté,
- il doit être séché jusqu'à la longueur de travail,
- la dent doit être asymptomatique.

Si ces conditions sont remplies, l'obturation peut être envisagée dans la même séance que la mise en forme. Dans le cas contraire, l'obturation est reportée et un hydroxyde de calcium peut être mis en place en interséance pour faciliter l'hémostase sur une pulpe inflammée, ou pour compléter la décontamination d'un canal infecté (8).

Il faut pour commencer faire le choix du maître-cône, et éventuellement selon la technique, des cônes accessoires.

III. 1 Critères de choix du maître cône

En plus d'être ajusté à la longueur de travail déterminé par l'opérateur, il faudra également que ce cône corresponde au diamètre apical du canal préparé. Nous insérerons donc un cône dont le diamètre est équivalent à celui du dernier instrument utilisé lors de la mise en forme. Qu'il s'agisse d'une technique de compactage de gutta froide ou chaude, il faudra rechercher une sensation de résistance au retrait appelée tug-back, indiquant que le diamètre apical du cône correspond à celui de la préparation. Une friction doit être ressentie 0,5mm en amont de la longueur de travail afin qu'une fois condensé il y soit poussé et bloqué. Dans le cas contraire, si le cône de gutta flotte dans le canal, il faudra le retirer et le sectionner sur 0,5 à

1mm puis le réessayer, et réitérer la manœuvre jusqu'à obtenir une sensation de résistance au retrait. L'ajustage du maître cône doit aussi être vérifié radiologiquement (8).

III.2 Techniques à l'aide de gutta percha à froid

III.2.1 Monocône et ciment

L'idée est d'injecter une importante quantité de ciment/pâte d'obturation dans le canal, puis de venir insérer le maître cône de gutta percha. Il existe différentes méthodes d'application du ciment dans le canal :

- l'enduction, qui ne nécessite aucun matériel supplémentaire. Le cône est enduit de matériau, inséré dans le canal en effectuant de petits mouvements de pompage jusqu'à arriver à proximité de la LT, retiré, puis enduit une seconde fois et enfin introduit jusqu'à la LT.

- l'injection, pour laquelle une seringue chargée de matériau est introduite jusqu'à LT -3/4mm, puis remontée lentement tout en appuyant sur le piston. Le cône est ensuite enduit de ciment et inséré dans le canal.

- l'utilisation d'un Lentulo préalablement chargé de ciment, qui est introduit dans le canal jusqu'à LT -3mm pour limiter les risques d'extrusion dans le péri-apex, et mis en rotation à une vitesse lente (600 à 800 tours/min) tout en remontant en direction coronaire. Comme pour les deux autres techniques, le maître cône est enduit avant d'être mis en place. (42).

Bien que cette technique soit facile et rapide à mettre en œuvre, plusieurs défauts sont à déplorer comme : le risque de fracture du bourre-pâte, le risque de dépassement, l'importante quantité de ciment dans le canal. Afin de limiter ces risques, certaines précautions doivent être prises par l'opérateur :

- la mise en place du ciment peut se faire en enduisant le cône de gutta plutôt qu'en utilisant un Lentulo, annihilant de fait le risque de fracture instrumentale et réduisant le risque de dépassement

- un cône calibré à la préparation doit être préféré aux cônes standardisés, diminuant ainsi la quantité de ciment dans le canal.

III.2.2 Condensation latérale à froid

Cette technique utilise deux tailles de cône de conicité standardisée ISO : un maître cône du même diamètre apical que le dernier instrument de mise en forme, associé à des cônes accessoires de diamètre juste inférieur. Le but de multiplier le nombre de cônes de gutta utilisés est de parvenir à pallier les vides que laisse la technique monocône.

L'opérateur emploie des fouloirs latéraux ou spreaders, pour condenser latéralement la gutta percha. Chaque fouloir doit pouvoir pénétrer dans le tiers apical du canal mis en forme, et le plus fin doit atteindre la longueur de travail -2mm (figure 4a). Le maître cône est enduit de ciment, inséré dans le canal puis compacté par le fouloir le plus large au niveau du tiers apical (figure 4b). Cela ménage un espace pour permettre à un fouloir plus fin de pénétrer un peu plus apicalement (figure 4c). Le fouloir le plus fin vient enfin faire progresser le maître cône jusqu'à la longueur de travail, et "l'empreinte" laissée par le passage des spreaders est comblée par la mise en place du premier cône accessoire (figure 4d et 4e). Les fouloirs doivent être retirés par de petits mouvements de rotation pour éviter d'entraîner les cônes de gutta. L'opération de compactage - mise en place d'un cône accessoire est renouvelée jusqu'à obturation complète du canal (figure 4f). Un heater/plugger est alors utilisé dans un premier temps pour sectionner les extrémités des cônes qui dépassent du canal, puis compacter la masse de gutta au niveau de l'entrée canalaire (8).

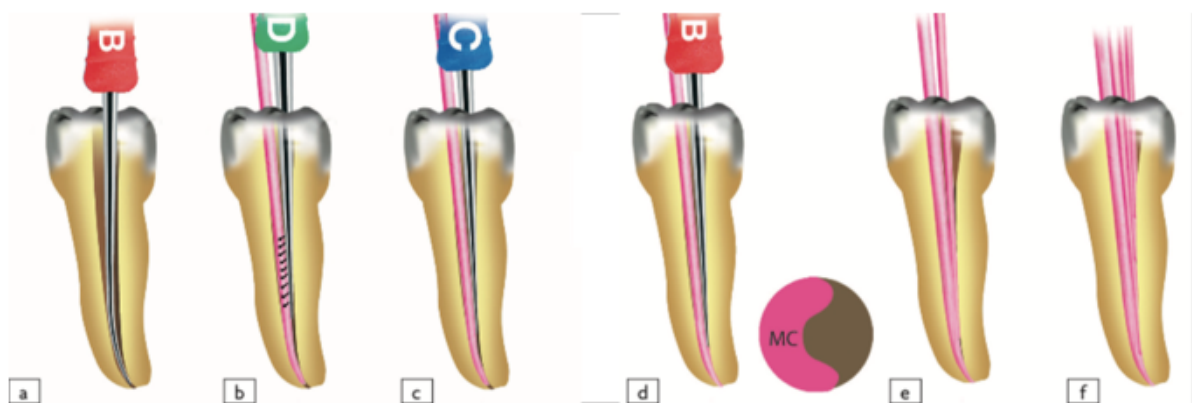


Figure 4 : compactage latéral à froid (8)

III.2.3 Compactage thermomécanique ou thermocompactage

Cette technique a été créée par John McSpadden en 1980. Elle nécessite un instrument particulier appelé thermocompacteur, qui permet de réchauffer et ramollir la gutta-percha par friction contre les parois canalaires, tout en la propulsant en direction apicale.

Le choix de l'instrument doit se porter sur le plus gros qui atteint la longueur de travail sans blocage. Il est monté sur un contre-angle bague bleue et utilisé à une vitesse de rotation de 8000 à 10000 tours/min, pour permettre un échauffement suffisant de la gutta, tout en n'augmentant pas la température au niveau des murs dentinaires et du ligament desmodontal de façon trop importante et délétère. La rotation doit se faire dans le sens horaire, et le sens doit être vérifié systématiquement avant utilisation pour ne pas créer de vissage apical (53).

Le maître cône enduit de ciment est d'abord introduit dans le canal, puis le thermocompacteur est inséré le long du cône jusqu'à être bloqué. Il est alors mis en rotation tout de suite à vitesse maximum et maintenu en place 1 à 2 secondes, avant d'être poussé apicalement jusqu'à LT -2mm. S'engage ensuite la phase de remontée de l'instrument en appui pariétal, qui ne doit pas durer plus de 8 à 10 secondes sous peine de causer des dommages au niveau parodontal (8)(53)(54)(55).

Comme pour le compactage latéral, un heater/plugger est utilisé pour sectionner les cônes si besoin est, et pour compacter la gutta au niveau de l'entrée du canal.

III.2.4 Technique combinée : condensation latérale modifiée par thermocompactage

Elle associe les deux techniques précédentes en bénéficiant de leurs avantages respectifs à savoir la sécurité qu'offre la condensation latérale dans le tiers apical, ainsi que la rapidité et la meilleure densité d'obturation obtenue dans les deux tiers coronaires avec le thermocompactage (56)(57).

Il faut au préalable sélectionner les spreaders qui vont permettre de réaliser la condensation latérale du tiers apical, et un thermocompacteur large qui doit pouvoir atteindre l'entrée du tiers apical sans contrainte. Les premières étapes de réalisation sont celles de la

condensation latérale à froid : insertion du maître cône et compactage avec les spreaders, puis un ou deux cônes accessoires sont mis en place pour obtenir l'obturation du tiers apical. Un thermocompactage est ensuite opéré dans les deux tiers coronaires et pour finir, un plugger vient compacter la gutta à l'entrée du canal (8).

III.3 Techniques par compactage à chaud

Les techniques à chaud dans leur globalité semblent offrir les meilleurs résultats en termes de densité d'obturation et d'adaptation aux murs dentinaires, et ce avec une très faible épaisseur de ciment (8)(58).

III.3.1 Compactage vertical à chaud

La première description a été faite par Herbert Schilder en 1967. Il souhaitait palier aux défauts des techniques utilisées à cette période, à savoir : les vides et le manque de tridimensionnalité apicale obtenus avec la condensation latérale à froid, l'insolubilité et la coloration dentaire due aux cônes d'argent. La condensation verticale à chaud de gutta percha constitue selon lui une technique permettant d'obtenir une excellente densité d'obturation, et qui dispose d'une remarquable capacité à obturer les canaux latéraux et le foramen apical hermétiquement (59).

Parmi les instruments employés dans cette méthode on trouve une source de chaleur, un heat carrier qui va servir à apporter la chaleur au sein de la gutta percha, et des fouloirs verticaux à extrémité plate, les pluggers. Trois pluggers de tailles différentes permettront l'obturation du canal, le plus fin doit pouvoir pénétrer jusqu'à LT moins 4-5mm. Sur chaque fouloir, un stop est placé 0,5mm en amont de la longueur où un contact s'établit avec les murs dentinaires.

La technique comporte deux phases :

a) une phase de descente ou corono-apicale

Le maître cône enduit de ciment est introduit dans le canal, sectionné à l'entrée par le heat carrier chaud (figure 5a), et compacté par le plugger le plus large afin de former un plateau

de gutta (figure 5b). Le heat carrier est chauffé de nouveau et plongé au sein de ce bouchon (figure 5c), puis il est retiré en éliminant une petite portion de gutta. Un second compactage est effectué, plus profondément et par un plugger plus fin (figure 5d). Le geste de chauffage/compactage de gutta plastifiée est répété jusqu'à ce que le plugger le plus fin soit inséré à la longueur marquée par le stop (figure 5e et 5f). Il en résulte la formation d'un bouchon apical, qui remplit l'espace canalaire dans les trois dimensions (figure 5g).

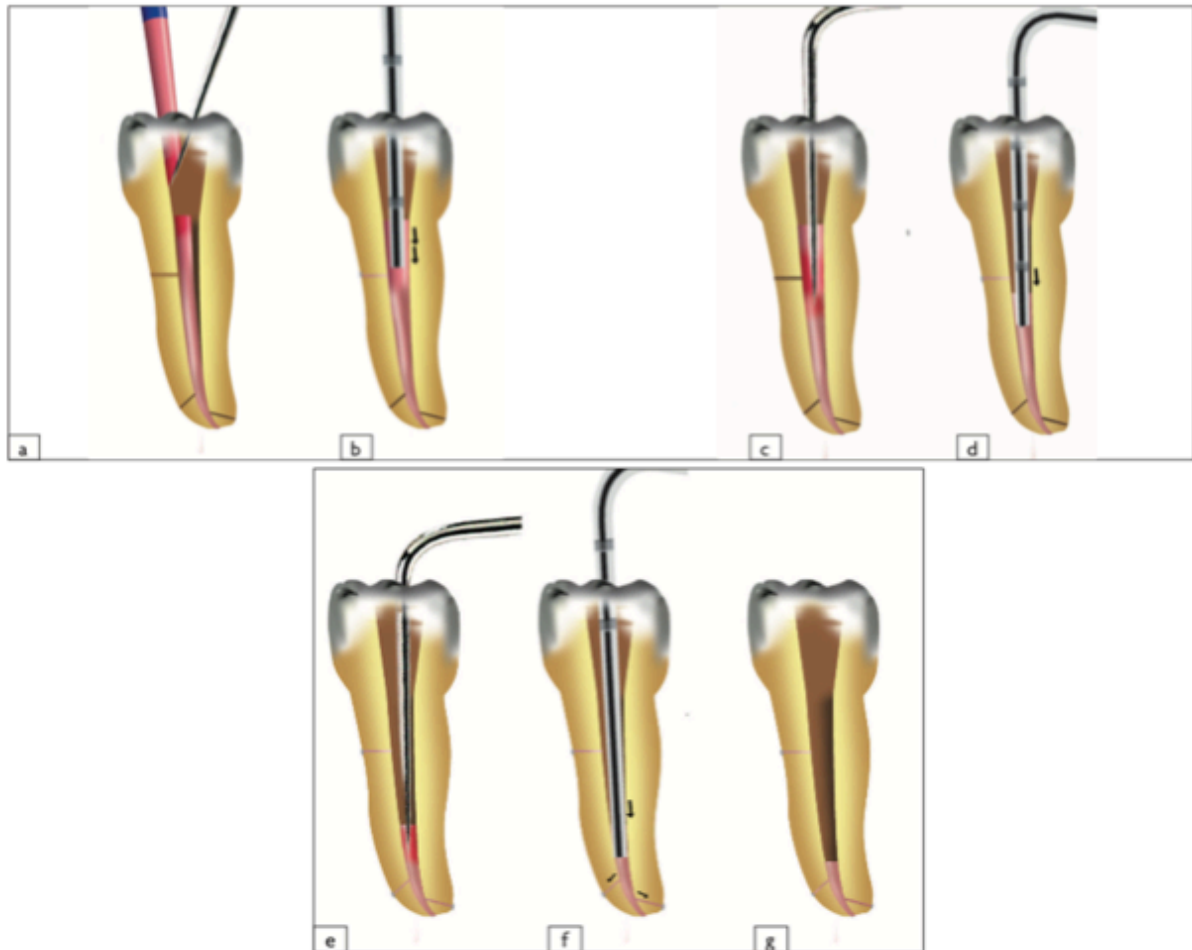


Figure 5 : compactage verticale à chaud (8)

b) une phase de remontée ou apico-coronaire (backfill)

Le reste du canal est rempli soit par un système de gutta injectable en phase alpha en amenant l'embout au contact du bouchon apical, ou bien par thermocompactage d'un ou deux cônes accessoires dans les deux tiers coronaires.

III.3.2 Compactage vertical centré en vague unique

Bien qu'offrant des résultats satisfaisants, le compactage vertical de Schilder est jugé long à mettre en oeuvre. Pour corriger ce défaut, la méthode centrée en vague unique décrite par Buchanan en 1994 suit le concept de la technique princeps, mais propose de réaliser la phase de descente en une seule étape. Pour ce faire, des instruments jouant à la fois le rôle de heat-carrier et de plugger ont été mis au point, comme par exemple le System B® de SybronEndo.

Les étapes de réalisation sont similaires à la technique de Schilder : le maître cône est ajusté apicalement, le choix du plugger se porte sur le plus large qui atteint LT -4-5mm, et un stop indique la mesure 0,5mm en amont de cette profondeur de pénétration. Après avoir introduit le maître cône enduit de ciment, le fouloir-réchauffeur est activé pour le sectionner à l'entrée du canal et cette extrémité est compactée à froid pour obtenir un plateau de gutta (figure 6a et 6b). Le heat carrier-plugger est positionné au milieu de ce plateau de gutta et le système de chauffage est mis en route. Tout en exerçant un mouvement en direction apicale, l'opérateur doit éviter au maximum les contacts avec les parois canalaires pour ne pas créer de lésion iatrogène desmodontale. En effet, l'échauffement intra-canalair entraîne une élévation de température sur la surface externe de la racine, qui peut causer des dommages irréversibles au niveau du ciment et des cellules desmodontales (figure 6c) (8)(60).

La chaleur et la pression sont appliquées jusqu'à quasiment atteindre le stop (figure 6d et 6e). A ce niveau, l'émission de chaleur est arrêtée et le compactage continue en direction apicale jusqu'à arriver au stop. Le fouloir est alors maintenu en place pendant une dizaine de secondes pour contrecarrer la contraction de la gutta lors de son refroidissement (figure 6f). Un bouchon apical de gutta percha qui obture toutes les complexités anatomiques est ainsi obtenu.

Le système est réactivé et un léger mouvement de rotation est appliqué pour séparer le heat carrier-plugger du bouchon de gutta (figure 6g). Un fouloir manuel est utilisé pour ramener au centre du canal la gutta qui a adhéré aux parois (figure 6h et 6i). Les deux tiers coronaires sont là aussi obturés soit par injection de gutta percha en phase alpha, soit par thermocompactage d'un ou deux cônes accessoires (8).

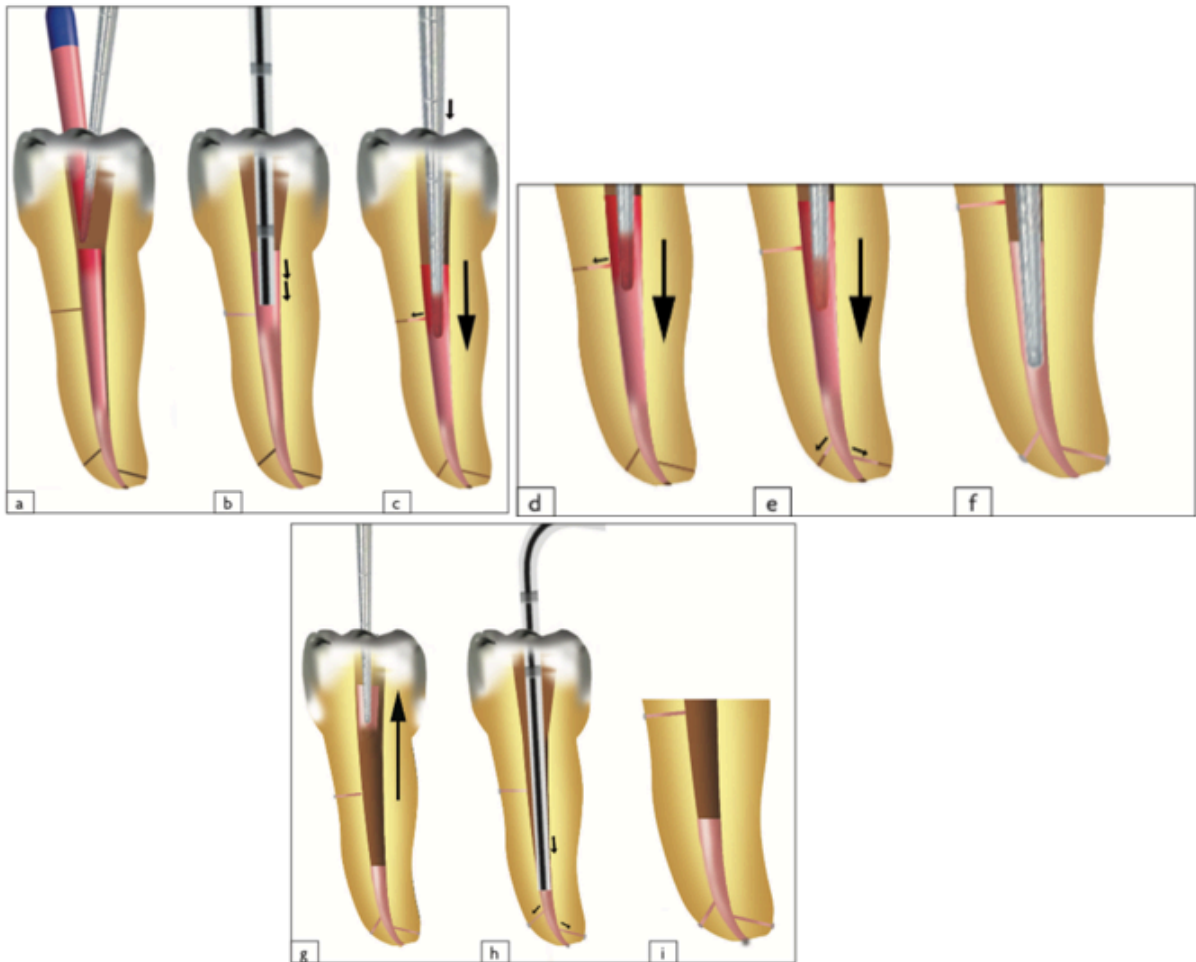


Figure 6 : Compactage vertical centré en vague unique (8)

III.3.3 Compactage verticale centré en technique hybride

Cette technique est un hybride entre les techniques de Schilder et Buchanan. Elle utilise le même matériel que la méthode centrée en vague unique, mais la phase de descente se fait en plusieurs cycles de chauffage - progression apicale sur 2-3mm - maintien de la pression à froid, jusqu'à ce que le plugger atteigne la longueur de pénétration déterminée au préalable (8).

III.3.4 Technique de gutta préchauffée sur tuteur

Introduite dans la fin des années 1970, elle nécessite plusieurs équipements qui lui sont propres. Dans la description initiale de la technique, l'obturation est opérée à l'aide d'un

obturateur en plastique radio-opaque recouvert d'une couche de gutta percha en phase α . Plus tard, des obturateurs composés d'un corps en gutta percha en phase β et recouverts de gutta en phase α ont fait leur apparition (ex : Gutta Core Dentsply®).

À l'inverse du maître cône, l'obturateur n'est pas essayé après la mise en forme. Dans la mesure où la préparation est réalisée avec le système correspondant à l'obturateur, et où le diamètre apical est connu, le choix se porte sur l'obturateur de même diamètre apical que le dernier instrument passé dans le canal.

Pour les cas où un autre système de préparation est utilisé, l'emploi d'une jauge de vérification ou Verifier®, du même diamètre que le dernier instrument de mise en forme permet de s'assurer du diamètre apical (figure 7a). Tout comme le maître cône, le Verifier® adéquat doit pouvoir être inséré jusqu'à la longueur de travail tout en ressentant une légère friction 0,5mm en amont, et il ne doit pas pouvoir être introduit plus loin. L'obturateur choisi correspond au Verifier® qui s'est bloqué à la longueur de travail, et un stop est mis en place pour indiquer jusqu'où l'insérer.

Autre différence notable, le ciment de scellement est appliqué directement dans le canal à l'aide de pointes papiers mais ne vient pas enduire l'obturateur avant son insertion dans le canal.

L'obturateur est placé dans une cuve de réchauffage qui va plastifier la gutta-percha (figure 7b). Une fois que la cuve indique que l'obturateur est prêt, celui-ci est introduit lentement dans le canal jusqu'à la LT, puis maintenu en place quelques secondes pour compenser la rétraction liée au refroidissement de la gutta (figure 7c). Il est ensuite sectionné et compacté à l'entrée du canal (8).



Figure 7 : Obturation à la gutta préchauffée sur tuteur (8)

IV. Retour de la littérature sur les techniques d'obturation

Chaque procédé décrit précédemment comporte des atouts mais aussi des faiblesses. Bien que les obturations à chaud de gutta-percha semblent montrer des résultats plus satisfaisants dans les études expérimentales, les données épidémiologiques s'accordent pour dire qu'aucune technique d'obturation n'offre une garantie supérieure en termes de pronostic (8). Le choix du praticien repose donc sur sa propre sensibilité : il doit se porter sur la technique avec laquelle il se sent le plus à l'aise et qui lui paraît la plus reproductible tout en respectant les données scientifiques actuelles.

Le tableau ci-dessous est un inventaire des principales qualités et défauts de chaque technique.

Techniques	Avantages	Inconvénients
Monocône	<ul style="list-style-type: none"> • Rapide et facile à mettre en œuvre • N'engendre pas de coût important • Nécessite peu de matériel et un plateau technique simple • Applicable pour quasiment toutes les anatomies canalaires, voire préférable aux techniques à chaud pour les canaux fins (61)(62). 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de dépassement de ciment si un bourre-pâte est utilisé • Risque de fracture du bourre-pâte • Manque de tridimensionnalité surtout dans les canaux ovales • Quantité de ciment plus importante dans les canaux ovales par rapport aux techniques à chaud • Faible densité d'obturation/présence de vides plus importants par rapport aux techniques à chaud notamment dans le tiers apical (63).
Condensation latérale à froid	<ul style="list-style-type: none"> • Bon contrôle du risque de dépassement • Nécessite peu de matériel • Coût peu élevé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Longue à réaliser, plus difficile que le monocône • Engendre un risque de fêlure radiculaire à cause des spreaders (64). • Manque de tridimensionnalité • Impossibilité de faire le logement pour tenon dans la même séance.

Thermocompactage	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite peu de matériel • Rapide à mettre en œuvre • Coût peu élevé • Possibilité de préparer le canal pour une reconstitution corono-radriculaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de dépassement très difficile à contrôler • Risque de fracture du thermocompacteur • Élévation de température inhérente à la technique qui peut s'avérer délétère pour les tissus parodontaux si elle est appliquée trop longtemps (53)(54)(55).
Technique combinée : condensation latérale modifiée par thermocompactage	<ul style="list-style-type: none"> • Bon contrôle du risque de dépassement • Assez rapide • Coût peu élevé • Possibilité de préparer le canal pour une reconstitution corono-radriculaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • La courbe d'apprentissage est assez longue • Élévation de température inhérente à la technique qui peut s'avérer délétère pour les tissus parodontaux si elle est appliquée trop longtemps (53)(54)(55). • Manque de tridimensionnalité à l'apex • Risque de fracture du thermocompacteur.
Compactage vertical à chaud (Schilder)	<ul style="list-style-type: none"> • Obturation tridimensionnelle avec une quantité limitée de ciment • Bon contrôle du risque de dépassement • Possibilité de mettre un tenon dans la séance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Très chronophage • Courbe d'apprentissage très longue • Nécessite du matériel annexe (lampe à réchauffer, pistolet injectable/thermocompacteur) • Risque d'échauffement pouvant causer des dommages parodontaux iatrogènes.
Compactage vertical centré en vague unique (Buchanan)	<ul style="list-style-type: none"> • Plus rapide que la technique princeps de Schilder • Bon contrôle du risque de dépassement • Obturation tridimensionnelle avec une quantité limitée de ciment • Possibilité de mettre un tenon dans la séance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite du matériel annexe (système B, pistolet injectable/thermocompacteur) • Coût relativement élevé • Courbe d'apprentissage très longue • Risque d'échauffement pouvant causer des dommages parodontaux iatrogènes.

<p>Gutta préchauffée sur tuteur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Très rapide • Obturation tridimensionnelle avec une quantité limitée de ciment • Courbe d'apprentissage courte • Intéressante pour les canaux longs et courbes 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite du matériel annexe (cuve de réchauffage) • Coût du matériel élevé • La préparation pour tenon peut être difficile à réaliser dans la séance, notamment dans les canaux ovales (8). • Risque de dépassement de gutta
-------------------------------------	---	--

2ème partie : Recherche expérimentale *in vitro* : qualité d'obturation obtenue avec compactage thermomécanique pur, et technique monocône + ciment biocéramique (Bioroot RCS)

I. Matériels et méthodes

I.1 Échantillon

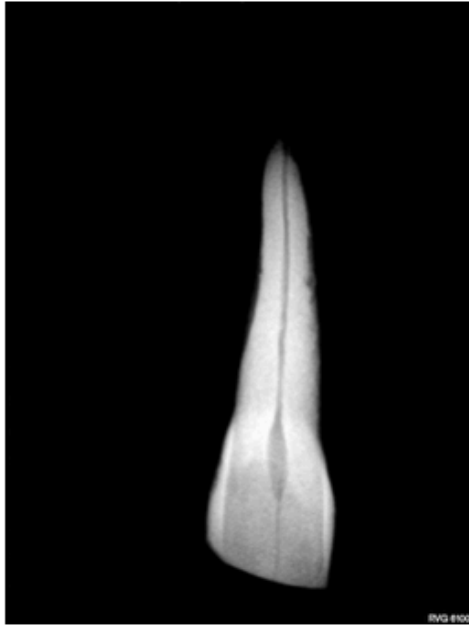
Pour cette étude, 30 dents extraites pour cause parodontale, monoradiculées d'origine humaine ont été choisies et conservées dans une solution saline. Les dents incluses dans l'étude l'ont été en l'état et aucun conditionnement préalable n'a été réalisé. Nous n'avons pas fixé de limite de longueur de travail. Nous avons choisi d'exclure les dents qui présentaient un traitement endodontique, les dents présentant une lésion carieuse/résorption/fêlure sur leur portion radiculaire, celles possédant deux canaux distincts, et celles n'ayant pas de perméabilité apicale.

Au final, 2 dents ont été exclues de l'étude car elles présentaient deux canaux non préparés sans aides optiques. 28 dents ont été incluses dans l'expérience.

I.2 Préparation canalaire

Le contexte sanitaire actuel limitant l'accès aux infrastructures universitaires, l'intégralité des traitements a dû être réalisée sans aides-optiques.

- Radiographies préopératoires rétroalvéolaires dans le sens mésio-distal (figure 8a) et vestibulo-lingual (figure 8b) dans l'objectif d'appréhender le volume canalaire.



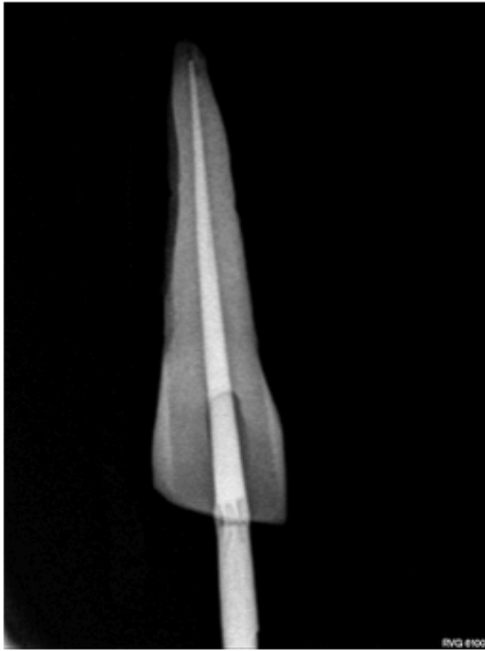
a)



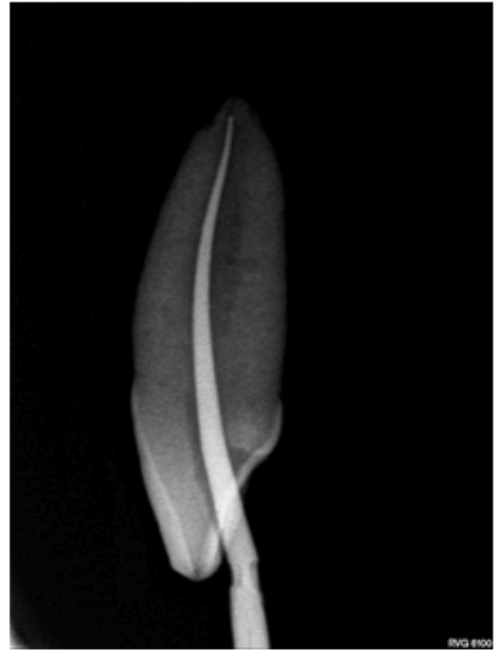
b)

Figure 8 : Radiographies préopératoires en vue mésio-distale a) et vestibule-linguale b)

- Réalisation des cavités d'accès avec fraise boule diamantée sur turbine et fraise endo Z (Dentsply Maillefer) sur turbine.
- Détermination en vision directe de la longueur de travail en amenant une lime K (Dentsply Maillefer) de 10/100mm jusqu'à la voir dépasser au niveau du foramen apical et en la retirant de 0,5mm, puis confirmation radiographique.
- Mise en forme canalaire avec le système Protaper GOLD (Dentsply Maillefer) jusqu'au F2 (25/100mm, 8% conicité), récapitulation entre chaque passage d'instrument avec une lime K de 10/100.
- Vérification de la perméabilité apicale à l'aide une lime K de 10/100.
- Irrigation hypochlorite de sodium 3% après chaque passage d'instrument (au minimum 20mL/canal).
- Ajustage visuel (repère sur le cône) et tactile (tug-back) du maître cône Protaper® de diamètre 25/100mm et conicité 8%, puis radiographie peropératoire maître cône en place dans le sens mésio-distal (figure 9a) et vestibulo-lingual (figure9b).



a)



b)

Figure 9 : Radiographies peropératoires MC en place en vue mésio-distale a) et vestibulo-linguale b)

- Élimination smear layer EDTA (Acteon) 17% pendant 1minute.
- Rinçage final à l'hypochlorite de sodium 3%.
- Séchage à l'aide de pointes papier de diamètre 25/100mm et conicité 8%.

1.3 Obturation

Après leur mise en forme, 28 dents ont été réparties aléatoirement en deux groupes de 14 unités :

Groupe A : obturation par compactage thermomécanique pur, ciment oxyde de zinc eugéol (Sealite Regular®),

Groupe B : obturation par technique monocône + biocéramique (Bioroot RCS®) appliqué au bourre pâte.

I.3.1 Groupe 1 : obturation par compactage thermomécanique pur

Cette technique a été réalisée à l'aide d'un thermocompacteur Gutta Condensor® (Dentsply Maillefer) de diamètre 40/100mm et de conicité 2%. Après s'être assuré de sa pénétration jusqu'à LT -2mm, l'instrument est monté sur un contre-angle bague bleue et sa rotation dans le sens horaire est vérifié avec une précelle.

Le ciment à base d'oxyde de zinc eugénol (Sealite Regular®) est préparé selon les recommandations du fabricant, et seule la pointe du maître cône préalablement ajusté en est enduite.

Le cône Protaper® 25/100mm, 8% de conicité est inséré dans le canal jusqu'à la longueur de travail, puis le thermocompacteur à l'arrêt jusqu'à être bloqué entre la gutta et la paroi canalaire.

Le compactage de la gutta percha est effectué par la mise en rotation tout de suite de 8000 à 10000 tours/min du Gutta Condensor®, qui progresse jusqu'à LT -2mm avant d'être retiré lentement en appui pariétal, toujours en rotation. Son temps d'application ne doit pas dépasser 8 à 10 secondes (8).

Deux clichés rétroalvéolaires post-opératoires sont réalisés dans le sens mésio-distal (figure 10a) et vestibulo-lingual (figure 10b).



a)



b)

Figure 10 : Radiographies post-opératoires d'une dent obturée par thermocompactage pur, en vue mésio-distale a) et vestibule-linguale b)

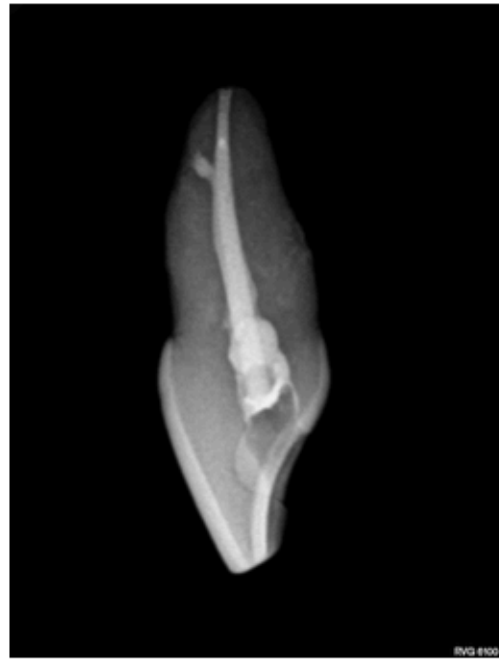
1.3.2 Groupe 2 : obturation par technique monocône + biocéramique

Comme énoncé précédemment, les biocéramiques constituent le matériau d'obturation à proprement parler et ont pour but de remplir le réseau endocanalaire, d'où leur utilisation en quantité la plus importante possible dans le canal. Parmi les différentes méthodes de mise en place du ciment, nous avons choisi d'utiliser l'application au Lentulo en faisant varier la longueur de celui-ci en fonction de la longueur de travail.

Deux radiographies post-opératoires sont prises, dans le sens vestibulo-lingual (figure 11a) et dans le sens mésio-distal (figure 11b).



a)



b)

Figure 11 : Radiographies post-opératoires d'une dent obturée par technique monocône + BiorootRCS®, en vue méso distale a) et vestibulo-linguale b)

I.4 Méthode d'évaluation

Pour chaque dent, l'obturation obtenue via l'une ou l'autre de ces deux techniques a été évaluée à l'aveugle par l'ensemble des enseignants du Département Dentisterie Restauratrice et Endodontie et par des membres de la Société Française d'Endodontie Aquitaine, en prenant en compte les différents critères inhérents à une obturation de qualité (dense, absence de vide, s'étendant jusqu'à la longueur de travail sans dépassement, tridimensionnelle notamment). Pour ce faire, un questionnaire leur a été soumis sur le logiciel Sphinx, demandant d'attribuer à chaque traitement une des notations suivantes : (annexe 1)

4 : radiographiquement très satisfaisant

3 : radiographiquement satisfaisant

2 : radiographiquement insatisfaisant

1 : échec total

et ce à trois niveaux :

→ le 1/3 apical

→ les 2/3 coronaires

→ l'obturation dans sa globalité

I.5 Analyse statistique

Nous avons utilisé le logiciel SPSS pour conduire des analyses de variances et avons choisi d'opérer une agrégation de la distribution des effectifs et des fréquences par groupe (A ou B) et par niveau de l'obturation (1/3 apical, 2/3 coronaires, global), ainsi qu'une comparaison de moyennes. Les statistiques descriptives ayant mené à ces moyennes sont présentées en annexe 2. Nous avons réalisé un test T de Student afin de déterminer s'il existe une différence de notation statistiquement significative entre le thermocompactage et le cône unique associé aux biocéramiques ($P = 0,01$).

Nous avons également établi une classification hiérarchique par la méthode de Ward. Il s'agit de regrouper les individus qui sont le plus similaires possibles, afin d'établir une typologie de répondants (clusters).

II. Résultats

II.1 Répartition hommes/femmes et type d'exercice

Au total, 43 praticiens ont répondu à notre questionnaire. En dehors de 3 participants qui n'ont pas souhaité communiquer leur sexe, nous avons une proportion égale de femmes et d'hommes.

La majorité des répondants exercent dans un cadre uniquement libéral. Le reste de l'échantillon est équitablement réparti entre un groupe d'hospitalo-universitaires exclusifs, et un groupe de praticiens qui partagent leur activité entre ces deux exercices. (Figure 12)

1. Êtes-vous		
	Effectifs	% Rep.
Une femme	20	50%
Un homme	20	50%
Total	40	100%

Réponses effectives : 40 Non-réponse(s) : 3
Taux de réponse : 93%

2. Vous exercez dans un cadre		
	Effectifs	% Rep.
Hospitalo-universitaire	5	11,9%
Libéral	32	76,2%
Les deux	5	11,9%
Total	42	100%

Réponses effectives : 42 Non-réponse(s) : 1
Taux de réponse : 97,7% Modalité la plus citée : Libéral

Figure 12 : proportion hommes/femmes et type d'exercice (issu du logiciel Sphinx)

II.2 Techniques d'obturation utilisées par les répondants

95% des répondants ont déclaré connaître l'existence des biocéramiques, et presque 63% les utilisent, entre autres techniques, associés à un cône unique pour réaliser leurs obturations endodontiques. Le compactage thermomécanique pur de gutta percha est utilisé par 67,4% des évaluateurs, et la technique monocône + biocéramique par 62,8%. (Figure 13)

4. Quelle(s) technique(s) d'obturation utilisez-vous dans votre pratique quotidienne ? (2 réponses maximum)			
	Importance	Effectifs	% Obs.
Monocône + biocéramique	1,14	27	62,8%
Monocône + autre ciment	0,19	5	11,6%
Compactage latéral à froid	0,07	3	7%
Thermocompactage	1	29	67,4%
Technique combinée : condensation latérale à froid modifiée par thermocompactage	0,14	4	9,3%
Condensation verticale à chaud (technique en une ou plusieurs vagues)	0,02	1	2,3%
Technique de gutta préchauffée sur tuteur	0,12	3	7%
Total		43	

L'importance est calculée comme le rang moyen auquel la modalité a été citée.
Réponses effectives : 43 Non-réponse(s) : 0
Taux de réponse : 100% Modalités les plus citées : Thermocompactage; Monocône + biocéramique; Monocône + autre ciment

Figure 13 : technique(s) d'obturation utilisée(s) par les répondants (issu du logiciel Sphinx)

II.3 Analyse de la qualité de l'obturation selon l'étage radiculaire considéré (annexe 2)

II.3.1 Au 1/3 apical

Concernant le 1/3 apical, les données agrégées sont présentées dans la figure 14. Nous notons que l'obturation du groupe A a été jugée satisfaisante voire très satisfaisante environ 85% du temps, et n'a été sanctionnée que par 16% de notes négatives avec seulement 1% d'échec total. Pour le groupe B, environ 76% des notes attribuées ont été positives (dont 46% très positives) et 24% d'évaluations négatives voire très négatives avec 4% d'échec total. (Figure 14)

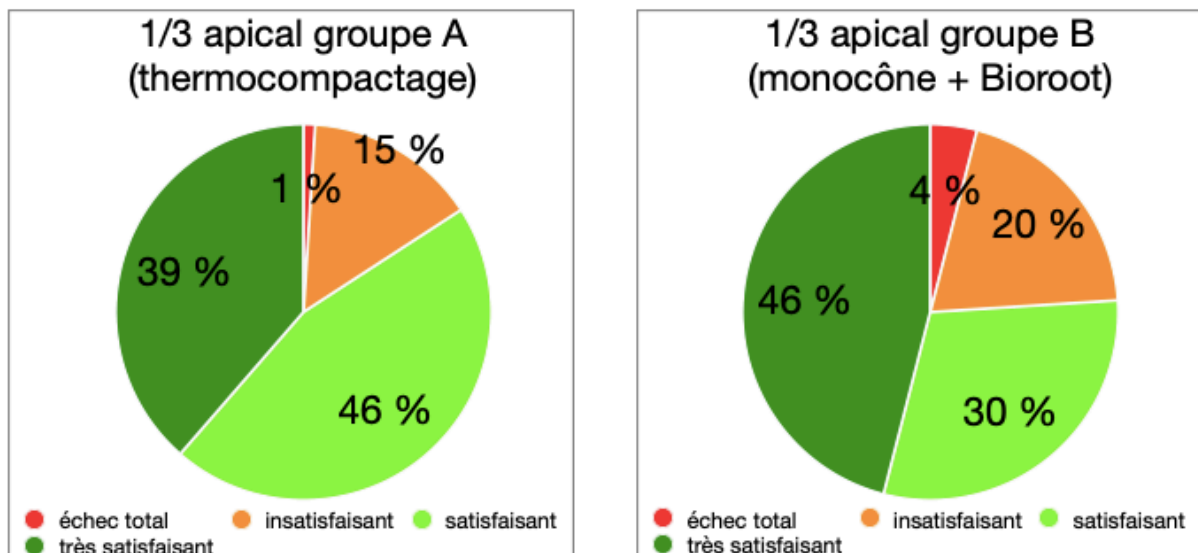


Figure 14 : distribution des notes attribuées au tiers apical pour les groupes A et B

En termes de comparaison de moyennes, le groupe A obtient une note de 3,226, et le groupe B de 3,176. (Figure 15)

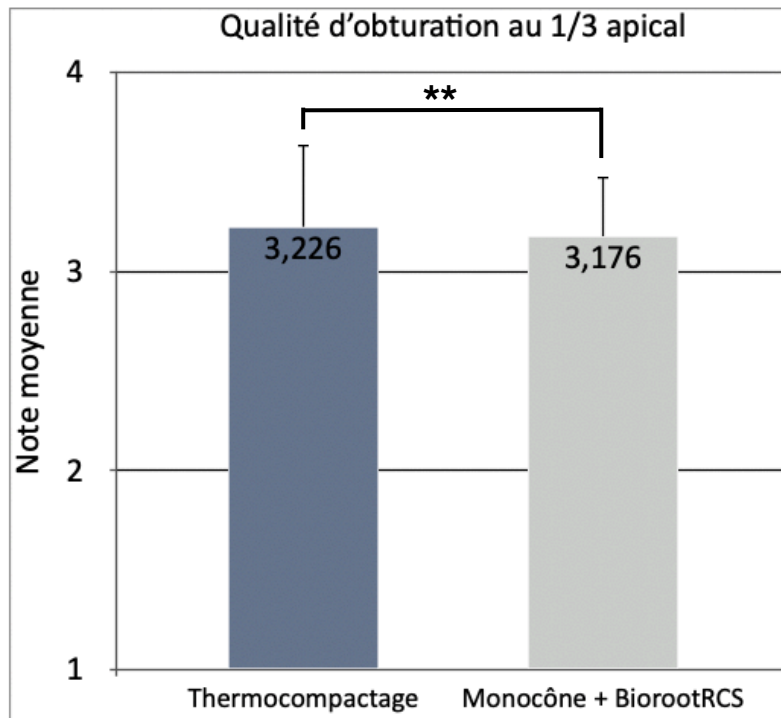


Figure 15 : notes moyennes obtenues par les groupes A et B au 1/3 apical

II.3.2 Aux 2/3 coronaires

Au niveau des 2/3 coronaires, les groupes A et B ont récolté respectivement 65 et 68% d'appréciations positives. Les obturations jugées très satisfaisantes arrivent en deuxième position pour le groupe A (28%), tandis que pour le groupe B elles sont à part égale avec les traitements satisfaisants (34% chacun). Le groupe A a obtenu 4% d'échec total contre 1% dans le groupe B. (figure 16)

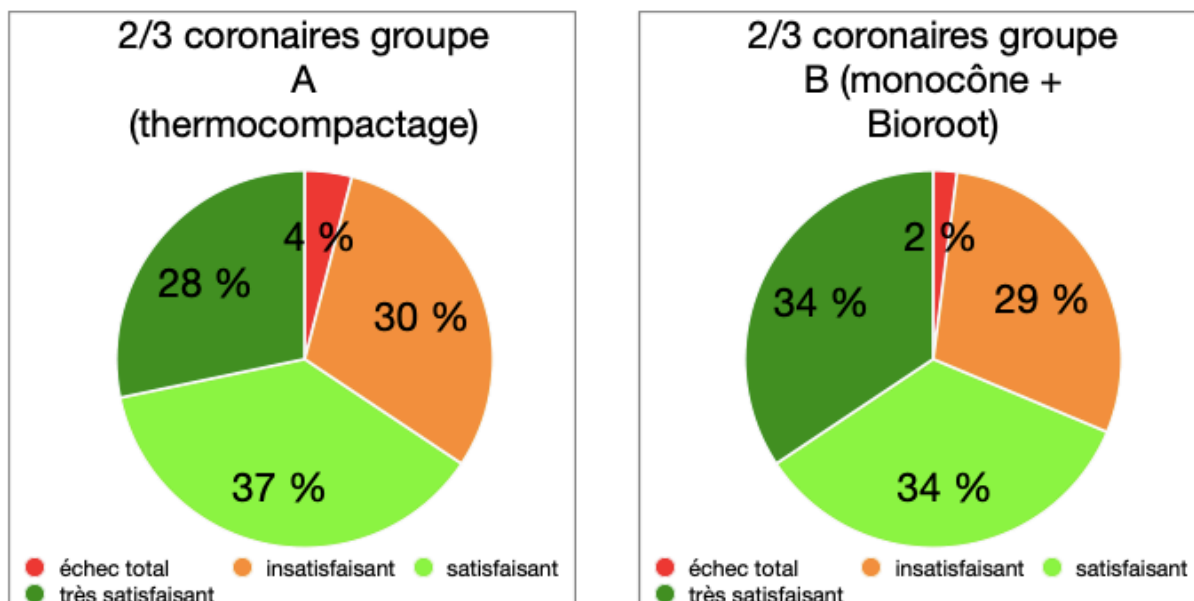


Figure 16 : distribution des notes attribuées aux 2/3 coronaires des groupes A et B

Les moyennes obtenues par les groupes A et B pour l'obturation des 2/3 coronaires sont présentées en figure 17. Les dents obturées par thermocompaction ont obtenu une moyenne de 2,889 et celles obturées avec la technique monocône + BiorootRCS® une moyenne de 2,995.

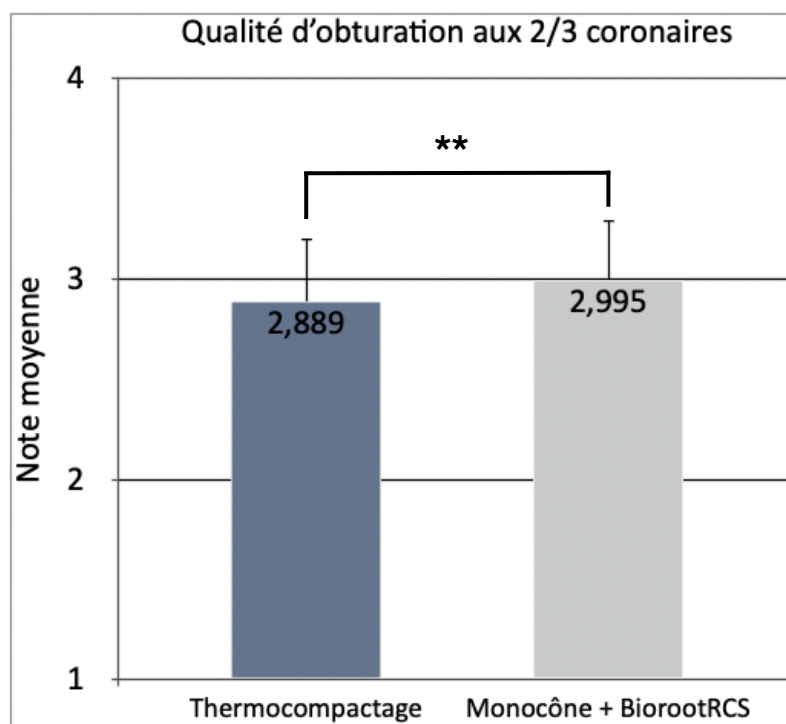


Figure 17 : notes moyennes obtenues par les groupes A et B aux 2/3 coronaires

II.3.3 Obturations globales

En considérant les traitements dans leur globalité, les évaluateurs ont jugé défectueuses 25% des obturations du groupe A contre 29% pour le groupe B. Le groupe B a obtenu 33% de notes très satisfaisantes (33%). (Figure 18)

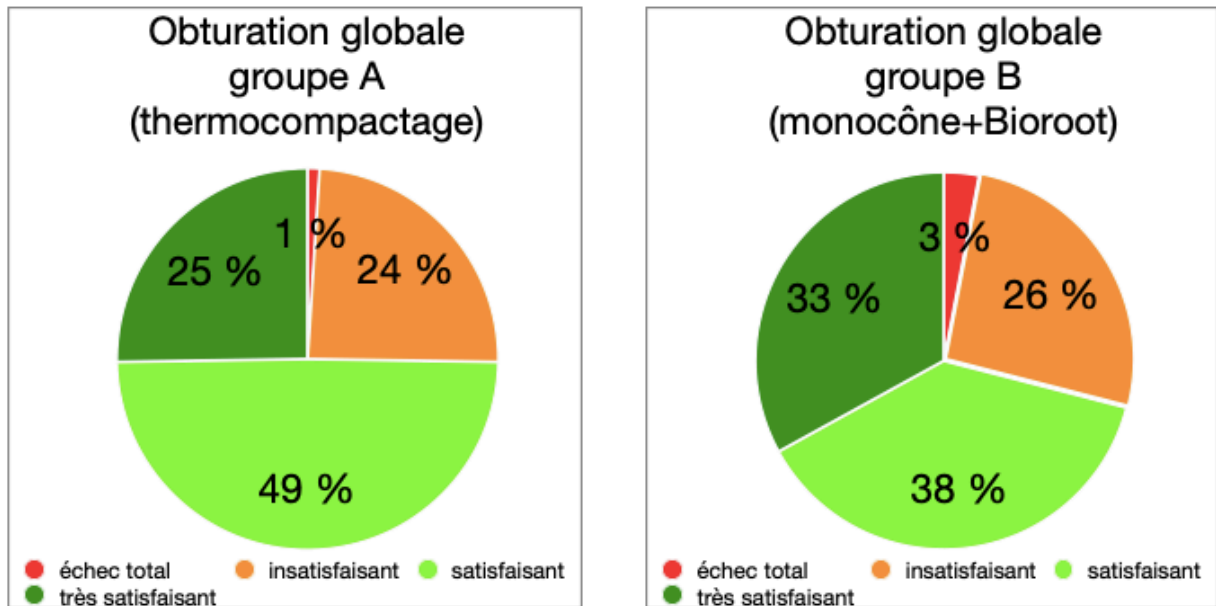


Figure 18 : distribution des notes attribuées aux obturations globales des groupes A et B

En termes de moyennes, cela se traduit par une note de 3,016 pour le groupe A et de 3,008 pour le groupe B. (Figure 19)

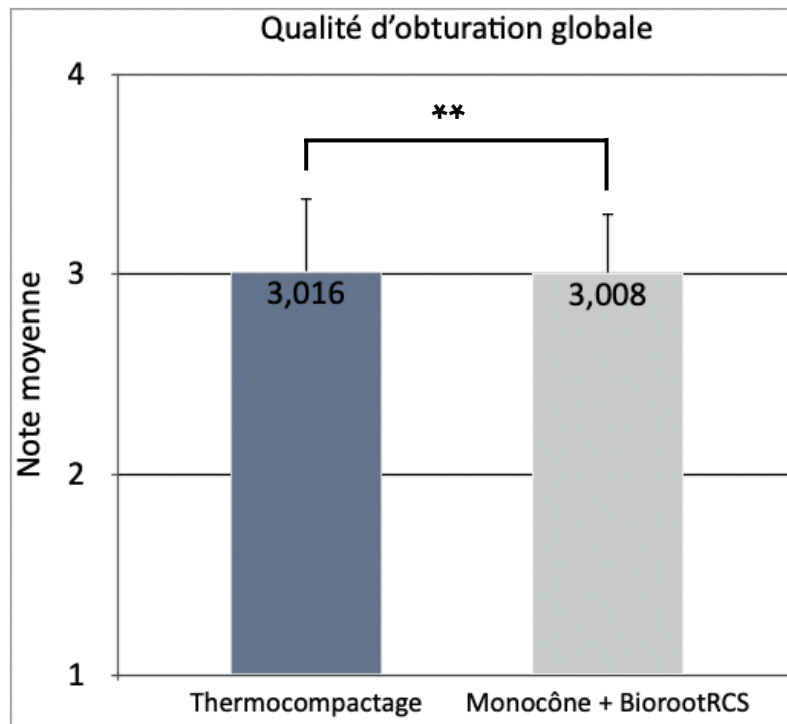


Figure 19 : notes moyennes obtenues par les groupes A et B en prenant en compte les obturations dans leur globalité

II.4 Tendance de notation

L'analyse statistique a permis de mettre en évidence trois clusters qui correspondent à trois typologies de notation différentes numérotées de 1 à 3 par ordre croissant de sévérité. (Figure 20)

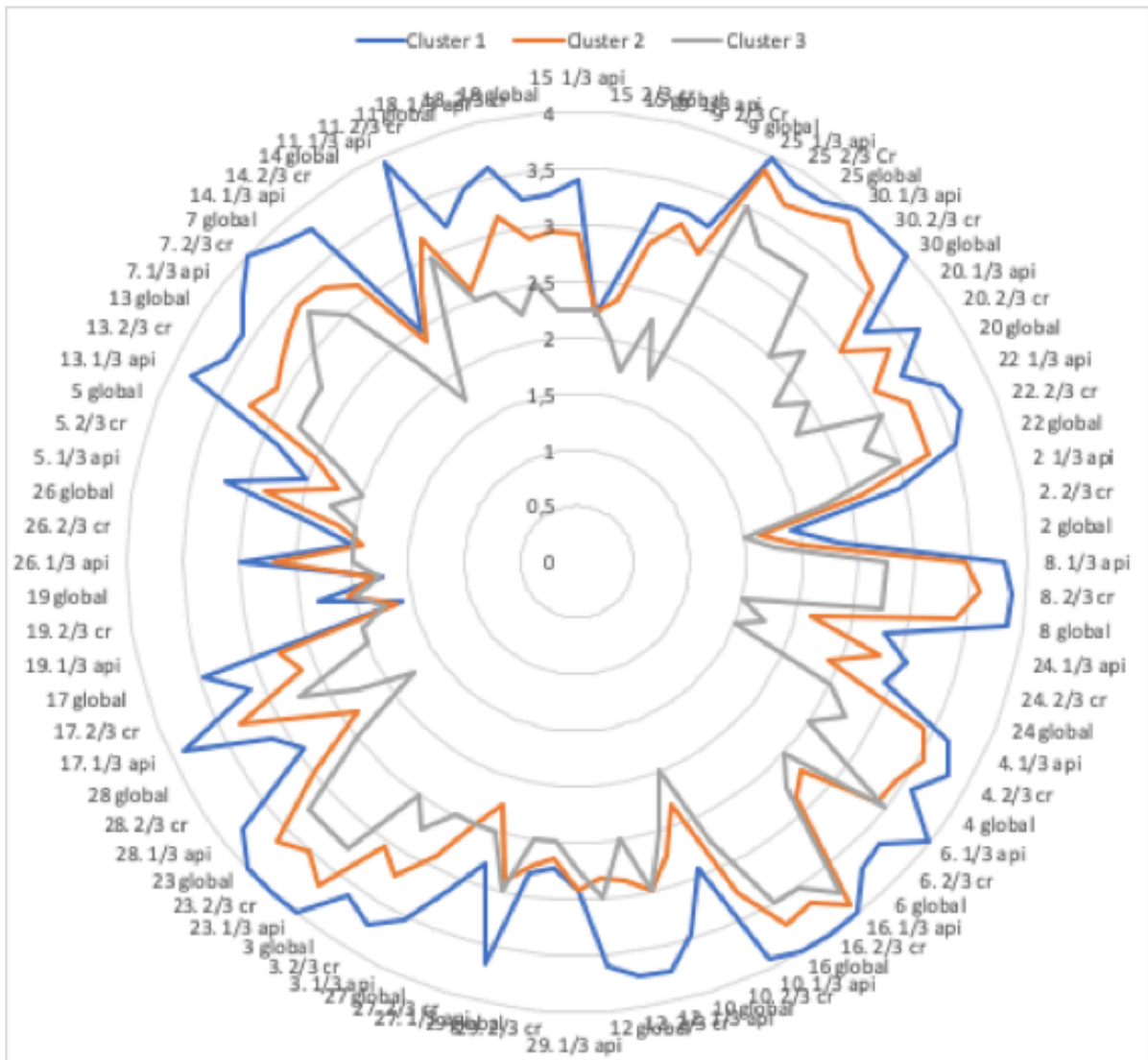


Figure 20 : répartition des répondants selon trois clusters (méthode de Ward)

II.5 Analyse de la qualité d'obturation en fonction de la technique et du cadre d'exercice des répondants

Nous avons également observé dans un premier temps, les notes attribuées en fonction de la technique d'obturation utilisée en nous concentrant sur les utilisateurs du thermocompactage et du monocône associée aux biocéramiques, et dans un second temps en fonction du cadre d'exercice des répondants.

Qu'il s'agisse des praticiens adeptes du thermocompactage ou des biocéramiques, tous deux ont mieux noté le groupe A au niveau du tiers apical et de l'obturation globale, mais ils ont favorisé le groupe B au niveau des 2/3 coronaires. (Figure 21)

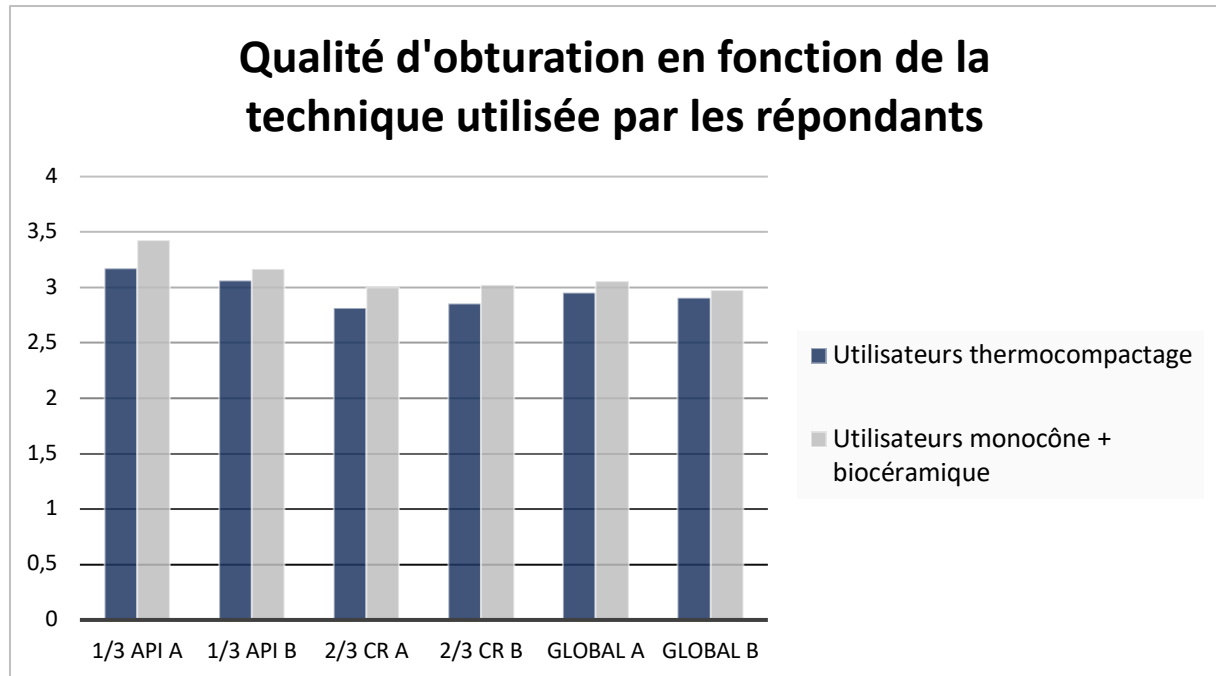


Figure 21 : moyennes attribuées aux différents niveaux d'obturation en fonction de la technique utilisée par les évaluateurs

Pour ce qui est des moyennes attribuées en fonction du type d'exercice, les praticiens hospitalo-universitaire exclusifs ont noté plus sévèrement l'ensemble des obturations, excepté les traitements globaux du groupe A. (Figure 22)

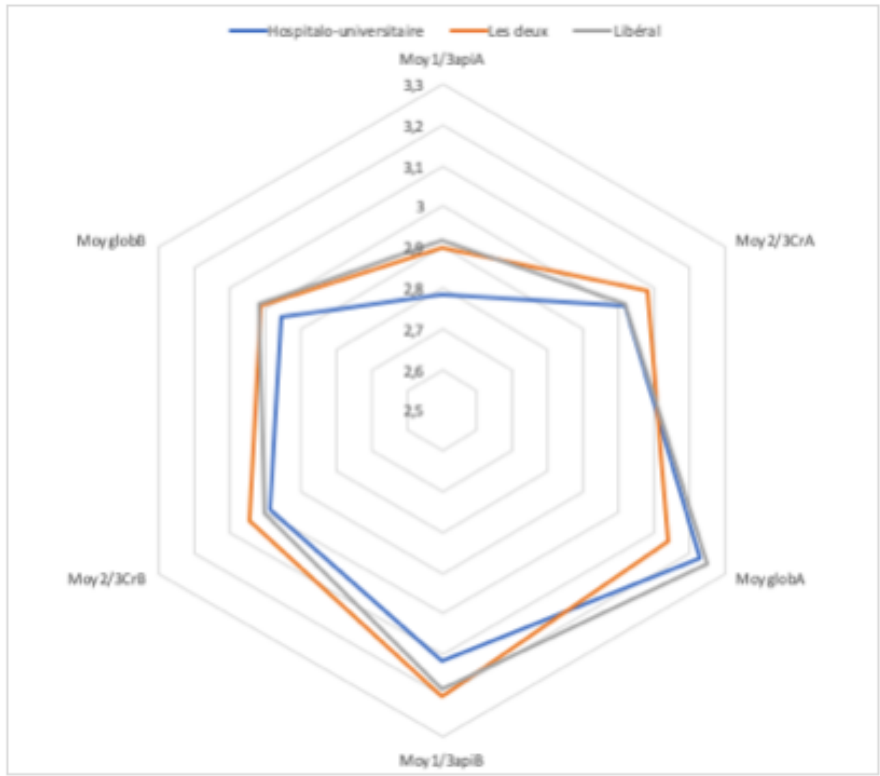


Figure 22 : graphique radar présentant les notes moyennes attribuées aux obturations en fonction du cadre d'exercice des évaluateurs

III. Discussion

Pour priver les bactéries d'espace où se développer, de nutriments susceptibles de les alimenter, et ainsi pérenniser les résultats obtenus par la mise en forme et la désinfection, l'obturation se doit de remplir tridimensionnellement le système endodontique, sans vide et jusqu'à la longueur de travail. À ce jour, les techniques basées sur le réchauffement de la gutta-percha en phase plastique associée à un film fin de ciment de scellement sont considérées comme les plus aptes à assurer ce résultat, notamment le thermocompactage (8).

L'introduction des biocéramiques en endodontie marque un changement de paradigme important puisque le ciment devient le matériau d'obturation à proprement parler, qui a pour but de remplir le réseau endocanalair, guidé par un cône de gutta percha.

Dans cette étude, nous avons comparé deux techniques parmi les plus répandues aujourd'hui en endodontie. Pour preuve, le thermocompactage et le cône unique associé aux biocéramiques ont été choisis respectivement par 67,4% et 62,8% des répondants, loin devant la technique du monocône associé à un autre ciment ou les techniques à chaud. (Figure 13)

Les biocéramiques (et à fortiori ceux à base de silicates tricalciques) sont des matériaux récents. Si l'on peut trouver une importante quantité de publications sur leur biocompatibilité, leur bioactivité et leurs propriétés physico-chimiques, il n'y a à notre connaissance que peu de travaux qui portent sur leur capacité à donner une obturation tridimensionnelle. De même, nous n'avons trouvé aucune étude comparant la technique du cône unique associé au BiorootRCS® au compactage thermomécanique. Notre expérience propose donc de confronter les biocéramiques à une technique de référence.

Nous pouvons considérer que nous avons obtenu un panel de répondants assez représentatif de la population des chirurgiens-dentistes en France. En effet, avec une répartition de 50% de femmes et d'hommes dans notre échantillon, nous sommes très proches du taux de féminisation de 47,3% rapporté par l'ONCD au 8 janvier 2021.

En revanche, nous avons une surreprésentation des praticiens hospitalo-universitaires, que nous expliquons par notre volonté d'obtenir l'avis de tous les enseignants du département Dentisterie Restauratrice et Endodontie.

Pour l'évaluation par radiographie, nous n'avons pas procédé à une calibration des évaluateurs afin d'obtenir l'avis subjectif de chaque praticien face aux différentes obturations, avec une interprétation telle qu'elle est réalisée en clinique. La classification par la méthode de Ward a permis de dégager trois clusters. Au vu de la symétrie entre les trois courbes, nous pouvons constater que chaque groupe possède sa propre calibration, probablement influencée par son expérience clinique et ses exigences. (Figure 18)

Nous avons choisi de présenter un second cliché dans le sens vestibulo-lingual afin de fournir d'avantage d'informations sur la qualité du remplissage canalaire dans les trois dimensions. Nous relevons ainsi que la qualité d'obturation peut différer suivant la vue du cliché radiographique. (Figure 23)

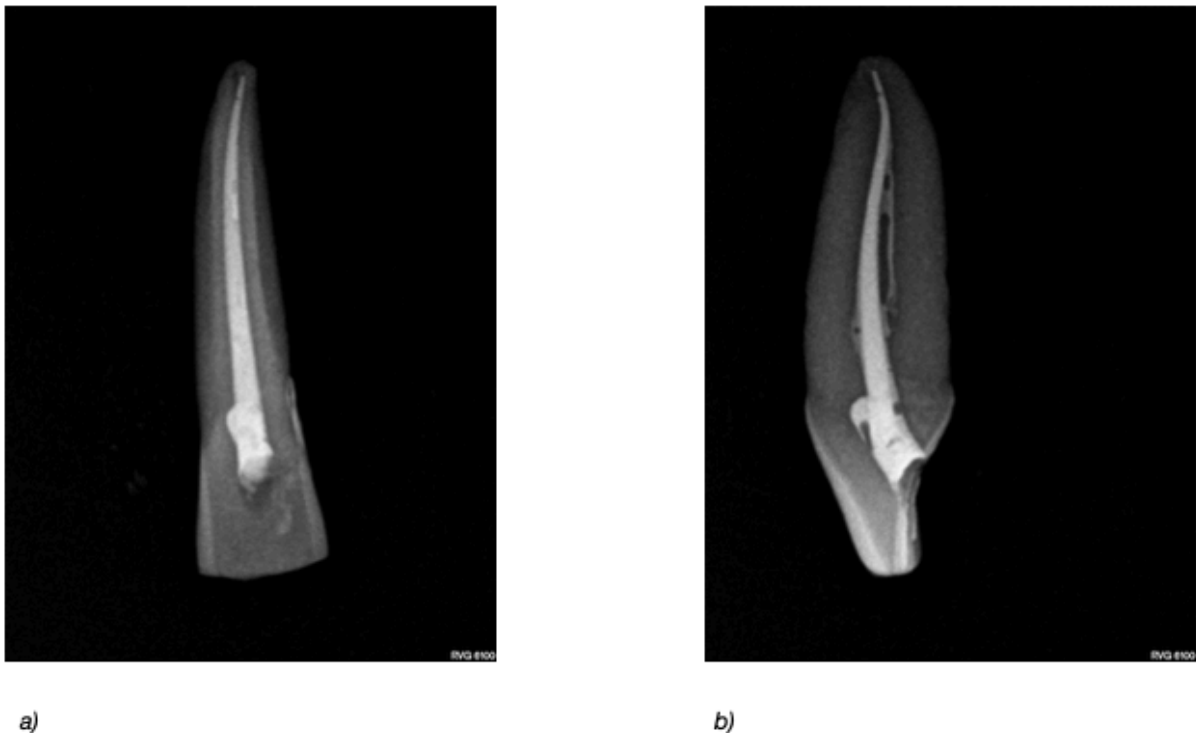


Figure 23 : exemple d'obturation satisfaisante en vue clinique a), obturation incomplète en vue vestibulo-linguale b)

L'analyse statistique a également mis en lumière deux informations qui ont retenu notre attention. D'une part, les praticiens qui utilisent les biocéramiques dans leur exercice quotidien n'ont pas favorisé les obturations du groupe B par rapport au groupe A, au contraire. (Figure 21)

D'autre part, nous avons pu relever que les praticiens exerçant exclusivement dans un cadre hospitalo-universitaire ont eu tendance à noter de façon plus sévère, à l'exception des obturations globales du groupe A. Ceci semble mettre en évidence le fait que les praticiens hospitalo-universitaires ont un niveau d'exigence supérieur, probablement par une connaissance plus approfondie des critères de réussite radiographique de l'obturation canalaire. (Figure 22)

Notre étude peut comporter plusieurs biais. En premier lieu nous pouvons déplorer un échantillon de répondants relativement petit, qui peut aboutir à des résultats peu significatifs.

Parmi les confusions possibles, nous pouvons nous questionner sur les causes réelles ayant mené aux échecs. En effet, plusieurs éléments sont susceptibles d'influencer la qualité de l'obturation, comme l'anatomie propre à chaque canal, ou la réalisation en bonne et due forme de la préparation et de l'irrigation. Un biais de résultat peut alors intervenir, et nous ne pouvons pas affirmer avec certitude que les manques observés dans les obturations défectueuses sont uniquement liés à la technique employée.

Par ailleurs, si le fait qu'un seul opérateur ait réalisé l'ensemble des traitements peut être mis au crédit de ce travail, nous pouvons à l'inverse regretter qu'en termes d'organisation, les obturations aient été effectuées « à la chaîne » : 14 thermocompactages d'affilée, puis 14 par technique du cône unique + biocéramique. Nous pouvons alors nous demander s'il n'y a pas de biais de réalisation, les dernières manipulations de chaque groupe bénéficiant potentiellement d'une meilleure maîtrise technique que les premières.

L'analyse uniquement radiographique peut constituer un biais d'interprétation. Elle ne peut en aucun cas (et ce malgré la prise de clichés selon deux orientations différentes) permettre d'apprécier complètement les obturations dans les trois dimensions. D'autres techniques auraient permis une interprétation plus objective : l'application de bleu de méthylène par Song et al couplée à une inspection au microscope au niveau de l'apex, a par exemple servi à mettre en évidence des ramifications apicales responsables d'échecs endodontiques ou de parodontites apicales réfractaires (18). D'autre part, l'étude du poids de dents avant et après obturation peut permettre de traduire la densité du remplissage du canal. Comme évoqué par Schilder, pour deux dents ayant un volume canalaire similaire, celle pour laquelle on note la plus grande augmentation de poids présente l'obturation la plus dense (59).

De notre point de vue, la grande force du cône unique associé aux biocéramiques réside dans la facilité de mise en œuvre. Il semble cependant que le résultat soit variable, allant d'une obturation qui paraît dense dans les trois plans de l'espace radiographiquement (figure 11), à un remplissage canalaire présentant des vides importants (figure 23), et ce malgré l'application du BiorootRCS® au Lentulo qui serait la méthode laissant de moins de vide dans l'obturation selon Guinesi *et al* (65).

Les résultats de l'expérience paraissent confirmer cette idée, puisque le groupe B est celui qui a obtenu à la fois le plus de notes "très satisfaisantes" et "échec total" au niveau du tiers apical mais aussi global. Ce reproche est celui que l'on retrouve le plus souvent dans les publications sur la technique monocône (61)(62)(63).

Concernant le thermocompactage, nous observons que la densité radiographique des obturations est souvent très satisfaisante. Au niveau de la manipulation, il nous a paru qu'en respectant les recommandations d'utilisation (vitesse de 10000 tours/min maximum, temps d'application de 8 à 10 secondes maximum), plusieurs passages de l'instrument étaient nécessaires pour plastifier la totalité du cône de gutta percha. En plus de rendre la technique plus chronophage et d'augmenter le risque de fracture instrumentale, nous avons remarqué qu'un échauffement important se produisait sur la surface radiculaire externe. Nous pouvons nous demander si la répétition de ce phénomène ne peut être responsable de dommages parodontaux iatrogènes.

Dans notre travail, les résultats indiquent que le thermocompactage a donné une densité d'obturation plus satisfaisante à nos évaluateurs surtout au niveau du tiers apical mais aussi pour l'obturation dans sa globalité, récoltant respectivement 85 et 74% de notes positives contre 76 et 71% pour les biocéramiques. A l'inverse au niveau des deux tiers coronaires, ce sont les biocéramiques qui ont obtenu les faveurs de nos répondants avec 68% d'appréciations positives contre 65% pour le thermocompactage

Contrairement aux études d'Angerame *et al* et Celikten *et al* qui concluent que les techniques à chaud (respectivement compactage vertical à chaud et système Thermafil®) offrent de meilleurs résultats par rapport au cône unique notamment dans les canaux ovales en laissant moins de vides et en nécessitant moins de ciment, dans notre expérience, les écarts de moyennes bien que statistiquement significatifs d'après le test T de Student ($P=0,01$) sont tellement infimes qu'ils ne peuvent permettre de conclure à la supériorité d'une technique par rapport à l'autre en termes de remplissage canalaire. (61) (66)

Ce constat est valable à l'instant T, mais si l'on se fie aux propriétés des différents matériaux utilisés, il est à prévoir qu'avec le temps nous assisterons à une rétraction du ciment pour les dents du groupe A, alors qu'à l'inverse on peut espérer une expansion et la formation de dépôts minéraux qui combleraient les vides pour le groupe B (48). Si ces propriétés s'avèrent exactes, nous pouvons donc conclure dans les limites de cette étude que les biocéramiques associés à un cône unique de gutta-percha se présentent comme des matériaux très prometteurs pour la réalisation d'obturation canalaire de qualité.

Toutefois, il est indispensable de garder à l'esprit qu'il ne s'agit que d'une étude menée in vitro. Aucun des traitements réalisés dans cette expérience n'est soumis aux conditions rencontrées in vivo. Il est donc impossible de tirer des conclusions sur les conséquences et le résultat biologiques de ces obturations.

La littérature autour des biocéramiques et de leur utilisation en endodontie est déjà riche et ne cesse de s'étoffer. Néanmoins, la quasi-totalité des publications porte sur leur comportement in vitro. À notre connaissance, seulement deux études in vivo ont été réalisées jusqu'ici. La première menée par Chybowski *et al* conclue à un taux de succès de 90,6% pour les traitements initiaux et 91,7% pour les retraitements après un suivi moyen de 30 mois. Zavattini *et al* trouvent quant à eux des résultats légèrement inférieurs, avec un taux de succès de 84% à un an, comparable à celui obtenu en associant le ciment AH plus® et une condensation verticale à chaud (80%) (67)(68). La différence de pourcentage entre ces deux études peut notamment être expliquée par leurs méthodes d'évaluation différentes, à savoir clinique + radiographie rétro alvéolaire pour Chybowski et clinique + radiographie rétroalvéolaire + cone beam pour Zavattini.

Il apparaît cependant indispensable que des études avec un recul plus important agrémentent encore nos connaissances sur les biocéramiques.

Une enquête internationale menée en 2019 par Guivarc'h *et al*, a relevé que sur 349 praticiens qui emploient régulièrement les biocéramiques, 63,3% les associent à un cône unique, 16,7% au compactage latéral à froid et 46,1% déclarent les utiliser avec des techniques à chaud (69). Une association significative entre le type de pratique et la technique d'obturation utilisée a été mise en évidence : les praticiens spécialisés en endodontie sont les plus enclins à les associer aux techniques à chaud. Cette donnée est d'autant plus surprenante que cette combinaison est déconseillée par les fabricants.

Un produit destiné à être utilisé avec les techniques de gutta à chaud a récemment été mis sur le marché, le BC HiFlow® de chez Brasseler. Dans l'attente de publications étudiant les résultats cliniques offerts par cette association, nous pouvons nous demander si elle ne constitue pas l'avenir de l'obturation endodontique.

Conclusion

Les techniques d'obturation du système endodontique ont évolué avec pour objectif de se rapprocher d'un remplissage canalair le plus tridimensionnelle possible. Nous avons ainsi pu assister au passage de la technique monocône aux techniques de compactage à froid, puis aux techniques utilisant les propriétés thermoplastiques de la gutta percha, dont le thermocompactage, qui sont aujourd'hui considérées comme les gold standards.

L'introduction des biocéramiques a permis de réactualiser la technique princeps du cône unique. Nous pouvons parler d'un réel changement de paradigme en endodontie puisque le ciment jusqu'ici considéré comme le point faible de l'obturation à utiliser en petite quantité, devient le matériau de remplissage canalair à proprement parler.

Dans les limites de cette étude, nous sommes arrivés à la conclusion que les obturations aux biocéramiques avec un cône unique donnaient à nos évaluateurs une satisfaction radiographique comparable à celles obtenues par thermocompactage. Ainsi, il s'agit d'une technique très prometteuse, qui par sa courbe d'apprentissage rapide pourrait permettre de faciliter la réalisation des obturations au cabinet.

Toutefois il faut garder à l'esprit que la réussite du traitement endodontique ne repose pas uniquement sur l'obturation du système canalair, mais bien sur la triade qu'elle forme avec la préparation et la désinfection.

Il nous semble intéressant qu'à l'avenir, des études soit aussi menées sur l'efficacité des biocéramiques destinés à être utilisés avec les techniques à chaud.

Bibliographie

1. HAS. Traitement endodontique. 2008.
2. Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod.* 1982;8(7):312-6.
3. Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod.* 2000;26(12):751-5.
4. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997;30(5):297-306.
5. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endontic procedures. *Endod Top.* 18 2005;10(1):3-29.
6. Grossman LI. *Endodontic practice.* 7th ed., thoroughly rev. Philadelphia: Lea & Febiger; 1970. 483 p.
7. Schmalz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of dental materials: with 82 tables.* Berlin: Springer; 2009. 379 p.
8. Simon S, Machtou P, Pertot W-J. *Endodontie.* CdP. 2012. (JPIO).
9. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's endodontics.* Hamilton, Ont.: BC Decker; 2008.
10. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(5):218-21.
11. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995;28(1):12-8.
12. Eriksen HM, Bjertness E, Orstavik D. Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban adult population in Norway. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4(3):122-6.
13. Eriksen HM. Endodontology--epidemiologic considerations. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7(5):189-95.
14. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *J Endod.* 2003;29(12):787-93.
15. Ingle JI. *Endodontics.* 1965.
16. Khattak O, Raidullah E, Kohli AS. Cross sectional study of endodontic failures in patients reporting at RACKODS dental clinic. *Pak Oral Dent Journal.* 2014;34(1):154-8.

17. Hoen MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod.* 2002;28(12):834-6.
18. Song M, Kim H-C, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod.* 2011;37(11):1516-9.
19. Covello F, Franco V, Schiavetti R, Clementini M, Mannocci A, Ottria L, et al. Prevalence of apical periodontitis and quality of endodontic treatment in an Italian adult population. *ORAL Implantol.* 2010;3(4):9-14.
20. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, Hara A, Nakata K, Morita I, et al. Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(1):95-9.
21. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16(10):498-504.
22. Baldensperger R, Buquet J. [History of endodontics from its origins to the beginning of this century]. *Bull Acad Natl Chir Dent* 1983. 1985 1984;(30):49-65.
23. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top.* 2005;12(1):25-38.
24. Société francophone des biomatériaux dentaires, Jordana F, Choussat P, Colat-Parros J. *La gutta-percha.* 2009.
25. Geurtsen W, Leyhausen G. Biological aspects of root canal filling materials--histocompatibility, cytotoxicity, and mutagenicity. *Clin Oral Investig.* 1997;1(1):5-11.
26. Dahl J. Toxicity of endodontic filling materials. *Endod Top.* 2006;12(1):39-43.
27. Hume WR. In vitro studies on the local pharmacodynamics, pharmacology and toxicology of eugenol and zinc oxide-eugenol. *Int Endod J.* 1988;21(2):130-4.
28. Hegde S, Lala PK, Dinesh RB, Shubha AB. An in vitro evaluation of antimicrobial efficacy of primary root canal filling materials. *J Clin Pediatr Dent.* 2012;37(1):59-64.
29. Kolokouris I, Economides N, Beltes P, Vlemmas I. In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealers implanted into the subcutaneous connective tissue of rats. *J Endod.* 1998;24(2):82-5.
30. Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J.* 1997;30(5):307-12.
31. Huang T-H, Yang J-J, Li H, Kao C-T. The biocompatibility evaluation of epoxy resin-based root canal sealers in vitro. *Biomaterials.* 2002;23(1):77-83.
32. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod.* 1999;25(2):109-13.

33. Leonardo MR, Bezerra da Silva LA, Filho MT, Santana da Silva R. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(2):221-5.
34. Orstavik D. Antibacterial properties of endodontic materials. *Int Endod J.* 1988;21(2):161-9.
35. Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod.* 2003;29(3):208-10.
36. Simon S, Flouriot AC. BioRoot™ RCS a new biomaterial for root canal filling. *Int Dent - Afr Ed.* 2016;6(2):14-20.
37. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod.* 2015;41(9):1469-73.
38. Jung S, Libricht V, Sielker S, Hanisch MR, Schäfer E, Dammaschke T. Evaluation of the biocompatibility of root canal sealers on human periodontal ligament cells ex vivo. *Odontology.* 2019;107(1):54-63.
39. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J.* 2017;50 Suppl 2:e120-36.
40. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. *J Endod.* 2019;45(1):51-6.
41. Urban K, Neuhaus J, Donnermeyer D, Schäfer E, Dammaschke T. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *J Endod.* nov 2018;44(11):1736-40.
42. Marchi V. Les biocéramiques: une évolution pour l'obturation canalaire? *Réal Clin.* 2019;30(4):298-307.
43. Arias-Moliz MT, Camilleri J. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. *J Dent.* 2016;52:30-6.
44. Camilleri J. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* 2011;27(8):836-44.
45. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal Tubule Penetration of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod.* 2016;42(4):632-6.
46. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B, Daou M, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* 2019;23(4):1871-6.
47. Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J.* 2016;49(8):774-82.
48. Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res.* 2012;91(5):454-9.

49. Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. *J Endod.* 2015;41(11):1862-6.
50. Prüllage R-K, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod.* 2016;42(12):1784-8.
51. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod.* 2015;41(1):72-8.
52. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):811-7.
53. Beatty RG, Vertucci FJ, Hojjatie B. Thermomechanical compaction of gutta-percha: effect of speed and duration. *Int Endod J.* 1988;21(6):367-75.
54. Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. 1. Temperature levels at the external surface of the root. *Int Endod J.* 1990;23(5):263-7.
55. Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. 2. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *Int Endod J.* 1990;23(5):268-74.
56. Tagger M. Use of thermo-mechanical compactors as an adjunct to lateral condensation. *Quintessence Int Dent Dig.* 1984;15(1):27-30.
57. Fracassi LD, Ferraz EG, Albergaria SJ, Veeck EB, da Costa NP, Sarmento VA. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):97-103.
58. Lifshitz J, Schilder H, Pameijer CH. Scanning electron microscope study of the warm gutta-percha technique. *J Endod.* 1983;9(1):17-24.
59. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod.* 2006;32(4):281-90.
60. Mc Cullagh JJ, Setchell DJ, Gulabivala K, Hussey DL, Biagioni P, Lamey PJ, et al. A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. *Int Endod J.* 2000;33(4):326-32.
61. Angerame D, De Biasi M, Pecci R, Bedini R, Tommasin E, Marigo L, et al. Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Ann Ist Super Sanita.* 2012;48(1):35-41.
62. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2011;44(4):362-9.
63. Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, Dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation

- in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. *J Endod.* 2017;43(4):638-42.
64. Pitts DL, Matheny HE, Nicholls JI. An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod.* 1983;9(12):544-50.
 65. Guinesi AS, Faria G, Tanomaru-Filho M, Bonetti-Filho I. Influence of sealer placement technique on the quality of root canal filling by lateral compaction or single cone. *Braz Dent J.* 2014;25(2):117-22.
 66. Celikten B, F Uzuntas C, I Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, O Demiralp K, et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015;57(4):361-6.
 67. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod.* 2018;44(6):941-5.
 68. Zavattini A, Knight A, Foschi F, Mannocci F. Outcome of Root Canal Treatments Using a New Calcium Silicate Root Canal Sealer: A Non-Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2020;9(3).
 69. Guivarc'h M, Jeanneau C, Giraud T, Pommel L, About I, Azim AA, et al. An international survey on the use of calcium silicate-based sealers in non-surgical endodontic treatment. *Clin Oral Investig.* 2020;24(1):417-24.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire envoyé pour chaque dent à tous les participants

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de ma thèse d'exercice, j'ai réalisé l'obturation endodontique de 28 dents, réparties aléatoirement en deux groupes, correspondant aux deux techniques d'obturation que mon directeur de thèse et moi-même avons choisi de comparer.

Je me permets de vous solliciter afin d'obtenir une évaluation la plus objective possible de la qualité des traitements réalisés.

Je vous demanderai de bien vouloir attribuer une note à chaque obturation dans le 1/3 apical, dans les 2/3 coronaires, et dans sa globalité en suivant la notation suivante :

- 4 : radiographiquement très satisfaisant
- 3 : radiographiquement satisfaisant
- 2 : radiographiquement insatisfaisant
- 1 : échec total

Pour chaque dent, les radiographies pré-opératoires, per-opératoires et post-opératoires sont présentées, en vue vestibulo-linguale et mésio-distale.

Je vous remercie par avance de l'attention que vous porterez à ce questionnaire et de votre contribution à l'élaboration de ma thèse.

Quentin Lamothe
Directeur de thèse : Dr Hubert Chauveau



Êtes-vous



Vous exercez dans un cadre

Hospitalo-universitaire

Libéral

Les deux

Avez-vous déjà entendu parler des ciments biocéramiques ?

oui

non

Quelle(s) technique(s) d'obturation utilisez-vous dans votre pratique quotidienne ? (2 réponses maximum)

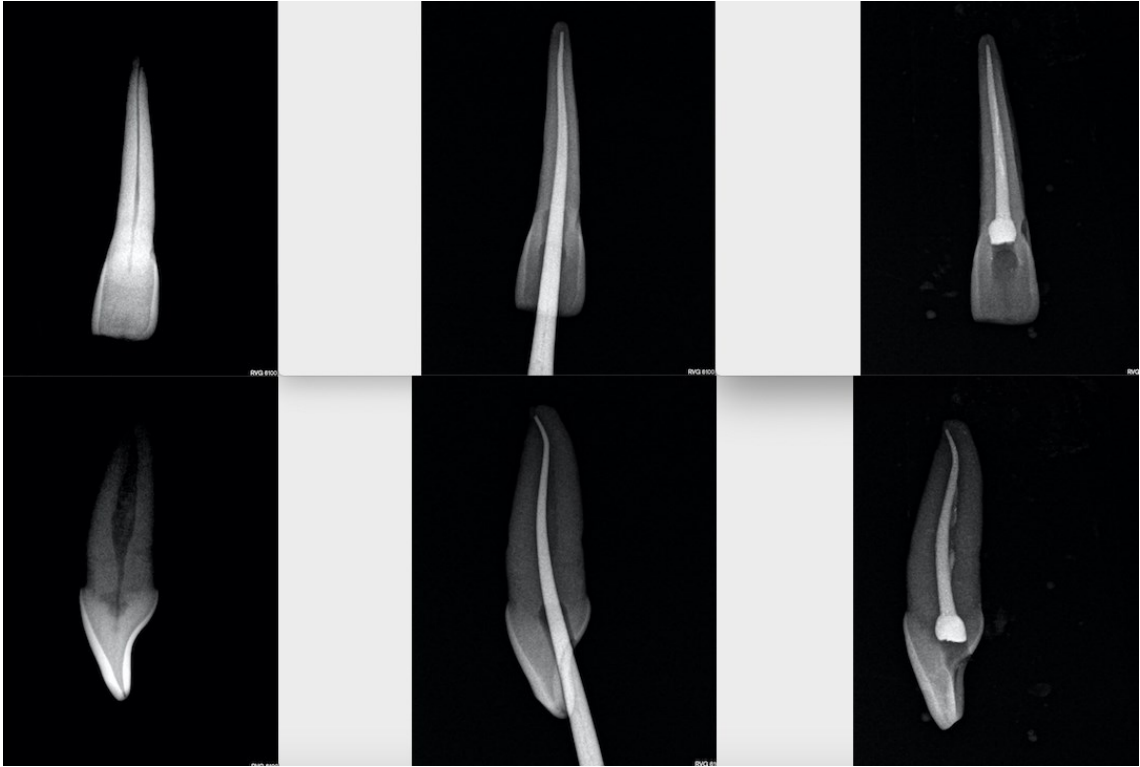
- Monocône + biocéramique
- Monocône + autre ciment
- Compactage latéral à froid
- Thermocompactage
- Technique combinée : condensation latérale à froid modifiée par thermocompactage
- Condensation verticale à chaud (technique en une ou plusieurs vagues)
- Technique de gutta préchauffée sur tuteur

Si vous n'utilisez pas les biocéramiques, pour quelle(s) raison(s) ?

	Pas d'accord du tout	Tout à fait d'accord
Défaut de formation / Manque de connaissances	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mauvaise expérience clinique	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Difficulté de mise en œuvre de la technique monocône + biocéramiques	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Défaut d'obturation d'un point de vue radiographique (manque de densité et radio-opacité)	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Quelle note attribueriez-vous à :

	1 (échec total)	2 (insatisfaisant)	3 (satisfaisant)	4 (très satisfaisant)
l'obturation du 1/3 apical	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
l'obturation des 2/3 coronaires	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
l'obturation dans sa globalité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Annexe 2 : Statistiques descriptives ayant mené aux moyennes obtenues pour les groupes A et B à chaque niveau d'obturation (1/3 apical, 2/3 coronaires, obturation globale)

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
@9.l'Obturationdu13apical	3	0,724	43
@10.l'Obturationdes23coronaires	2,19	0,794	43
@11.l'obturationdanssaglobalit	2,4	0,583	43
@12.l'Obturationdu13apical	2,93	0,768	43
@13.l'Obturationdes23coronaires	3,09	0,75	43
@14.l'obturationdanssaglobalit	2,93	0,669	43
@15.l'Obturationdu13apical	3,88	0,324	43
@16.l'Obturationdes23coronaires	3,72	0,454	43
@17.l'obturationdanssaglobalit	3,74	0,441	43
@18.l'Obturationdu13apical	3,86	0,467	43
@19.l'Obturationdes23coronaires	3,7	0,558	43
@20.l'obturationdanssaglobalit	3,67	0,606	43
@21.l'Obturationdu13apical	3,02	0,74	43
@22.l'Obturationdes23coronaires	3,4	0,623	43
@23.l'obturationdanssaglobalit	3,07	0,704	43
@24.l'Obturationdu13apical	3,37	0,691	43
@25.l'Obturationdes23coronaires	3,37	0,578	43
@26.l'obturationdanssaglobalit	3,35	0,613	43
@27.l'Obturationdu13apical	2,65	0,686	43
@28.l'Obturationdes23coronaires	1,72	0,549	43
@29.l'obturationdanssaglobalit	2,07	0,552	43
@30.l'Obturationdu13apical	3,51	0,592	43
@31.l'Obturationdes23coronaires	3,6	0,541	43
@32.l'obturationdanssaglobalit	3,51	0,592	43
@33.l'Obturationdu13apical	2,28	0,826	43
@34.l'Obturationdes23coronaires	2,79	0,773	43
@35.l'obturationdanssaglobalit	2,5	0,773	42
@36.l'Obturationdu13apical	3,42	0,698	43
@37.l'Obturationdes23coronaires	3,58	0,626	43
@38.l'obturationdanssaglobalit	3,42	0,698	43
@39.l'Obturationdu13apical	3,58	0,545	43
@40.l'Obturationdes23coronaires	3,02	0,938	43
@41.l'obturationdanssaglobalit	3,14	0,804	43
@42.l'Obturationdu13apical	3,93	0,258	43
@43.l'Obturationdes23coronaires	3,79	0,415	42
@44.l'obturationdanssaglobalit	3,81	0,397	42
@45.l'Obturationdu13apical	3,44	0,734	43
@46.l'Obturationdes23coronaires	2,51	0,631	43
@47.l'obturationdanssaglobalit	2,95	0,653	43
@48.l'Obturationdu13apical	3,21	0,773	43
@49.l'Obturationdes23coronaires	3,12	0,697	43
@50.l'obturationdanssaglobalit	3,09	0,684	43
@51.l'Obturationdu13apical	2,88	0,731	43
@52.l'Obturationdes23coronaires	2,63	0,655	43
@53.l'obturationdanssaglobalit	2,7	0,638	43

@54.l'Obturationdu13apical	3,19	0,699	43
@55.l'Obturationdes23coronaires	2,49	0,668	43
@56.l'obturationdanssaglobalit	2,74	0,658	43
@57.l'Obturationdu13apical	3,07	0,768	43
@58.l'Obturationdes23coronaires	3,35	0,613	43
@59.l'obturationdanssaglobalit	3,16	0,688	43
@60.l'Obturationdu13apical	3,77	0,427	43
@61.l'Obturationdes23coronaires	3,67	0,522	43
@62.l'obturationdanssaglobalit	3,74	0,441	43
@63.l'Obturationdu13apical	3,26	0,819	43
@64.l'Obturationdes23coronaires	2,51	0,736	43
@65.l'obturationdanssaglobalit	2,81	0,732	43
@66.l'Obturationdu13apical	3,47	0,767	43
@67.l'Obturationdes23coronaires	2,79	0,861	43
@68.l'obturationdanssaglobalit	2,98	0,831	43
@69.l'Obturationdu13apical	1,63	0,536	43
@70.l'Obturationdes23coronaires	2,16	0,615	43
@71.l'obturationdanssaglobalit	1,79	0,466	43
@72.l'Obturationdu13apical	2,72	0,63	43
@73.l'Obturationdes23coronaires	1,95	0,375	43
@74.l'obturationdanssaglobalit	2,21	0,514	43
@75.l'Obturationdu13apical	2,88	0,586	43
@76.l'Obturationdes23coronaires	2,3	0,465	43
@77.l'obturationdanssaglobalit	2,58	0,587	43
@78.l'Obturationdu13apical	3,37	0,578	43
@79.l'Obturationdes23coronaires	3,23	0,571	43
@80.l'obturationdanssaglobalit	3,28	0,504	43
@81.l'Obturationdu13apical	3,42	0,626	43
@82.l'Obturationdes23coronaires	3,58	0,499	43
@83.l'obturationdanssaglobalit	3,49	0,551	43
@84.l'Obturationdu13apical	3,26	0,658	43
@85.l'Obturationdes23coronaires	2,33	0,606	43
@86.l'obturationdanssaglobalit	2,74	0,581	43
@87.l'Obturationdu13apical	3,42	0,587	43
@88.l'Obturationdes23coronaires	2,81	0,699	43
@89.l'obturationdanssaglobalit	3,02	0,636	43
@90.l'Obturationdu13apical	3,21	0,675	43
@91.l'Obturationdes23coronaires	2,98	0,707	43
@92.l'obturationdanssaglobalit	3	0,617	43

Annexe 3 : Tableaux récapitulatifs des effectifs et des pourcentages des notes attribuées aux dents du groupe A et B par niveau d'obturation (1/3 apical, 2/3 coronaires, obturation globale).

Note 1/3 apical	GR A	GR A	Groupe B	Groupe B
1	4	1 %	25	4 %
2	89	15 %	120	20 %
3	276	46 %	181	30 %
4	233	39 %	276	46 %
	602		602	
Note 2/3 coronaires	GR A	GR A	Groupe B	Groupe B
1	26	4 %	15	2 %
2	183	30 %	176	29 %
3	225	37 %	207	34 %
4	168	28 %	203	34 %
	602		601	
Note ttt global	GR A	GR A	Groupe B	Groupe B
1	9	1 %	19	3 %
2	144	24 %	156	26 %
3	296	49 %	226	38 %
4	153	25 %	199	33 %
	602		600	

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 :

Thermocompactage Mécanique Pur ou Monocône-Ciments Biocéramiques : Quelle Technique Choisir Pour Obtenir une Obturation Canalaire Tridimensionnelle ?

Résumé Objectifs : le but de cette étude est de comparer la qualité radiographique des obturations obtenues par deux techniques d'obturation différentes : le thermocompactage mécanique pur de gutta percha ou la technique monocône-ciment biocéramique. **Matériel et Méthodes :** 28 dents monoradiculées sont préparées à l'aide du système Protaper Gold® (Dentsply). Deux groupes de 14 dents sont constitués : groupe A obturé par thermocompactage mécanique + ciment oxyde de zinc eugénole, groupe B obturé par technique monocône + BiorootRCS®. A l'aide d'un questionnaire, 43 praticiens enseignants du département Odontologie restauratrice et Endodontie ou membre de la Société Française d'Endodontie Aquitaine ont attribué une note aux obturations au niveau du 1/3 apical, des 2/3 coronaires et de l'obturation globale. **Résultats :** statistiquement, les dents du groupe A ont été mieux notées au niveau du 1/3 apical et de l'obturation globale, et les dents du groupe B ont été mieux notées au niveau des 2/3 coronaires. **Conclusion :** dans les limites de cette étude, nous pouvons conclure que bien que les dents obturées par thermocompactage obtiennent une meilleure moyenne que les dents du groupe B au niveau du 1/3 apical et de l'obturation globale, les écarts de moyennes sont tellement minimes qu'ils ne peuvent permettre de traduire la supériorité d'une technique par rapport à l'autre en termes de remplissage canalaire.

Mots clés : OBTURATION CANALAIRE - THERMOCOMPACTAGE - TECHNIQUE MONOCÔNE - MATERIAU D'OBTURATION CANALAIRE - BIOCERAMIQUES - OBTURATION TRIDIMENSIONNELLE

Mechanical Thermocompaction or Single Cone associated with Bioceramics : Wich Technique to Choose to Obtain a Three-Dimensional Root Canal Filling ?

Abstract Aim: the purpose of this study is to compare the radiographic quality of root fillings obtained by two different obturation techniques: pure mechanical gutta percha thermocompaction or the single cone technique associated with bioceramics. **Material and Methods:** 28 single-rooted teeth were prepared using the Protaper Gold® system (Dentsply). Two groups of 14 teeth were formed: group A filled by mechanical thermocompaction + zinc oxide eugenol cement, group B filled by single cone technique + BiorootRCS®. Using a questionnaire, 43 practitioners teaching in the Department of Restorative Odontology and Endodontics or members of the French Society of Endodontics Aquitaine gave a score to the obturation in the apical 1/3, the coronal 2/3 and the overall filling. **Results:** statistically, the teeth in group A were rated better for the apical 1/3 and the overall filling, and the teeth in group B were rated better for the coronal 2/3. **Conclusion:** within the limits of this study, we can conclude that although the teeth filled by mechanical thermocompaction get a better average score than the teeth of group B at the level of the apical 1/3 and the global obturation, the differences in the averages are so small that they do not allow to translate the superiority of one technique over the other in terms of root canal filling.

Keywords: ROOT CANAL OBTURATION – THERMOCOMPACTION – SINGLE CONE TECHNIQUE – ROOT CANAL FILLING MATERIALS – BIOCERAMICS – THREE-DIMENSIONAL OBTURATION