

UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

Thèse N° 2019-TOU3-3002

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Yann TCHOROWSKI-PELLIZZARI

Le 11 Janvier 2019

ÉTUDE COMPARATIVE DE TECHNIQUES D'OBTURATION ENDODONTIQUE EN CONDENSATION LATÉRALE : MANUELLE VS ASSISTÉE

Directeur de thèse : Professeur Franck DIEMER

JURY

Président	Professeur DIEMER Franck
Assesseur	Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie
Assesseur	Docteur VERGNES Jean-Noël
Assesseur	Docteur RAPP Lucie



UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

Thèse N° 2019-TOU3-3002

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Yann TCHOROWSKI-PELLIZZARI

Le 11 Janvier 2019

ÉTUDE COMPARATIVE DE TECHNIQUES D'OBTURATION ENDODONTIQUE EN CONDENSATION LATÉRALE : MANUELLE VS ASSISTÉE

Directeur de thèse : Professeur Franck DIEMER

JURY

Président	Professeur DIEMER Franck
Assesseur	Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie
Assesseur	Docteur VERGNES Jean-Noël
Assesseur	Docteur RAPP Lucie



Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mr Olivier HAMEL

Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER +

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL- FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université :

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences :

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants :

Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

Adjoint d'Enseignement :

Mr. DOMINE, Mme BROUTIN,

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences :

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants :

Mme ARAGON, Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université :

Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences :

Mr. VERGNES,

Assistant:

Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement :

Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD, Mme FOURNIER

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mme VINEL
Assistants : Mr. RIMBERT, Mme. THOMAS
Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY,
Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT,
Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI,

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr BLASCO-BAQUE
Assistants : Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme. TIMOFEEVA, Mr. MINTY
Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr BARRAGUE

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER
Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE, Mr. GAILLAC
Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR
Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION, Mme. DE BATAILLE
Adjoints d'Enseignement : Mr. FLORENTIN, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme. LACOSTE-FERRE, Mr. GINESTE
Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mr. SOLYOM

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT
Assistants : Mr. CANCEILL, Mr. OSTROWSKI, Mr. DELRIEU
Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

Mise à jour pour le 01 décembre 2018

Remerciements,

À *ma famille* : Maman, merci pour tout ce que tu as fait pour moi, tout ce que tu m'as appris et pour toutes les valeurs que tu m'as transmises. Papa, ta curiosité et ta rigueur scientifique ont toujours été des exemples pour moi. À mes sœurs et mon frère, ce qui nous unit est plus fort que tout, je pense à vous toujours et où que vous soyez.

Je vous aime tous et aujourd'hui j'espère que vous êtes fiers de moi.

À *Imane*, merci pour le bonheur que tu m'apportes, merci de m'émerveiller chaque jour, et de faire de moi quelqu'un de meilleur. Je t'aime.

À *Nathalie et Guillaume*, vous êtes plus que des amis. Tous ces moments passés avec vous ont forgé une relation d'une valeur inestimable. Merci pour tout.

À *ma belle-famille* qui m'a si chaleureusement accueilli.

À *mes oncles, tantes, cousins et cousines*, j'ai de la chance de faire partie de cette famille.

À *mes grands-parents*, qu'ils soient ici ou ailleurs, je pense à vous et à tous ces moments dans ma jeunesse qui m'ont tant appris.

À *mes amis de longue date*, Jonathan, Rafa, Laetitia et Léna et ceux de mon village natal : François, Julie, mes cousins Maxime, Florian et Gaël, Caroline, Antoine, Aurèle, Valou, Jeff, Camille, la petite Titi, Baptiste, Benoît, Aurélien et les autres. Sachez que malgré les années qui passent je pense toujours à vous et aux moments que nous avons passés ensemble.

À *mes amis et camarades de promotion* : Matthieu, Lauriane, Chloé, Agathe, Alan, Flora, Charlotte, Audrey, Yannis, Arnaud-Guilhem, Fabien, Édouard, Jordane, Caro, Pierre, Floriane, Sébastien, Thomas, Jacques, Sophie.... Et à ceux des autres promotions : Anaïs, Enzo, Élise, Jason, Anthony. Je me rappellerai de tous ces moments passés avec vous et j'espère que nous garderons contact.

À *tous les cabinets* qui m'ont ouvert leurs portes et à tous les dentistes qui m'ont fait confiance, ainsi qu'aux assistantes et secrétaires qui m'ont aidé.

Aux *professeurs, maîtres de conférence, assistantes et moniteurs* qui m'ont enseigné et appris durant mes études afin que j'en arrive là aujourd'hui.

À notre président de thèse,

Monsieur le Professeur DIEMER Franck

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Responsable du Diplôme universitaire d'hypnose
- Co-responsable du diplôme Inter-Universitaire d'odontologie du Sport
- Vice-président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous souhaitons vous remercier d'avoir accepté de diriger cette thèse.

Nous nous souviendrons de votre pédagogie, de vos conseils ainsi que de la rigueur clinique que vous nous avez inculqué et qui nous sera indispensable dans notre pratique.

Merci de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury. Que cette thèse soit le témoignage de notre plus grand respect.

À notre jury de thèse,

GURGEL-GEORGELIN Marie

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Doctorat d'Université - Université d'Auvergne-Clermont

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger à ce jury de thèse.

Nous avons pu durant ces années apprécier votre pédagogie, votre gentillesse et votre sens clinique.

Avec nos remerciements, veuillez trouver ici, le témoignage de notre gratitude et de notre sincère reconnaissance.

À notre jury de thèse,

VERGNES Jean-Noël

- -Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- -Docteur en Epidémiologie,
- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Professeur associé, Oral Health and Society Division, Université McGill –Montréal, Québec – Canada,
- -Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales,
- -Master2 Recherche – Epidémiologie clinique,
- -Diplôme d'Université de Recherche Clinique Odontologique,
- -Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en ayant très aimablement accepté de siéger à notre jury de thèse.

Nous avons pu apprécier tout au long de nos études la richesse de votre enseignement, de vos qualités humaines et professionnelles.

Soyez assuré de notre gratitude et de notre profond respect.

À notre jury de thèse,

Lucie RAPP

- -Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- -Docteur en Chirurgie Dentaire,
- -Master 2 recherche mention santé publique spécialité Epidémiologie Clinique

Nous sommes honorés que vous ayez accepté de siéger à notre jury de thèse.

Soyez remerciée pour la gentillesse et la bonne humeur permanente que vous nous avez partagé durant ces années d'études et de clinique.

Avec nos remerciements, que ce travail soit l'occasion de vous exprimer notre profonde sympathie.

Table des matières

INTRODUCTION :	11
I) MATERIEL ET METHODE.....	16
1) ÉCHANTILLONNAGE :	16
2) OBTURATION :	17
3) MESURES LORS DES MANIPULATIONS :	17
4) MESURES AVEC ANALYSE D'IMAGERIE :	18
II) RESULTATS :.....	20
1) PROPORTION DE CIMENT PAR RAPPORT A LA GUTTA PERCHA	20
2) TEMPS D'OBTURATION.....	23
3) DENSITE MOYENNE RADIOLOGIQUE	25
4) PENETRATION DE CIMENT ET DE GUTTA PERCHA DANS LES CANAUX ACCESSOIRES.....	26
5) PROFONDEUR DE LA PREMIERE ET DE LA DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR :	35
III) DISCUSSION.....	40
1) PROPORTION DE CIMENT PAR RAPPORT A LA GUTTA PERCHA	40
2) TEMPS D'OBTURATION.....	43
3) DENSITE MOYENNE RADIOLOGIQUE	44
4) PENETRATION DE CIMENT ET DE GUTTA PERCHA DANS LES CANAUX ACCESSOIRES.....	45
5) PROFONDEUR DE LA PREMIERE ET DE LA DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR	47
6) INTERPRETATIONS GLOBALES	47
CONCLUSION	55
ANNEXES	59
CANAUX.....	59
COUPES	61
RADIOGRAPHIES	65
BIBLIOGRAPHIE.....	67

Introduction :

L'objectif principal du traitement endodontique est le nettoyage, la mise en forme, la désinfection, et l'obturation du système endocanalaire en trois dimensions (Ingle et al.). L'obturation endodontique est donc une étape clé qui doit suivre le traitement mécanique (mise en forme) et chimique (irrigation) du canal (Bystrøm et al.). Elle vise à obtenir une herméticité de celui-ci au niveau apical et coronaire pour éviter une percolation bactérienne (Kalender et al.) synonyme d'une nouvelle contamination de l'espace endocanalaire et d'un échec du traitement. Alors qu'une étanchéité totale à l'air ou qu'un scellement hermétique total du canal est un objectif en réalité inatteignable, tous les efforts doivent être faits pour y parvenir. Quoi qu'il en soit, d'après Sundqvist et al., un système d'obturation doit servir les 3 fonctions principales suivantes :

- Prévenir la fuite de micro-organismes ou de potentiels nutriments supportant leur croissance dans l'espace désormais non vivant du système endocanalaire.
- Prévenir la percolation de fluides d'origine parodontale ou péri-apicale dans les canaux radiculaires qui pourraient alimenter les micro-organismes restants
- Cloîtrer les micro-organismes résiduels qui auraient survécu aux étapes de mise en forme et de désinfection, dans le but de prévenir leur prolifération et leur pathogénicité.

Grossman et al. en 1978, a donné les propriétés idéales des matériaux utilisés lors d'une obturation :

- Prise en main facile et temps de travail large
- Scellement au canal latéralement et apicalement conformément à la complexité de l'anatomie canalaire interne
- Stabilité dimensionnelle
- Non irritant
- Ne colorant pas la structure dentaire
- Antimicrobien
- Imperméable et non poreux
- N'étant pas affecté par la présence de fluides tissulaires
- Radio-opacité
- Doit être facilement déposable

Encore de nos jours, aucun matériau ne remplit ce cahier des charges entièrement. Le matériau qui est aujourd'hui le plus utilisé reste la gutta percha. Cette gomme issue du latex naturel, dérivé du caoutchouc est vendue essentiellement sous forme de cône calibré. Elle remplit l'essentiel du cahier des charges.



Figure 1 : Exemples de cônes de gutta percha

En effet, la gutta percha est biocompatible, inerte, dimensionnellement stable, se plastifie quand elle est chauffée et elle est facilement déposable pour réaliser un ancrage radiculaire ou un nouveau traitement (Schilder et al.). Cependant, on y ajoute un ciment de scellement qui comme son nom l'indique a pour but de sceller la gutta percha au sein du canal et doit également combler les vides restants. Son épaisseur doit être la plus fine possible et son but doit être de joindre la masse importante, homogène, compacte et centrale de gutta percha aux parois canales (Wu et al., Peters et al., Eguchi et al.). Tout contact de celui-ci ou de la gutta percha avec la salive doit être évité afin de prévenir toute contamination du canal et afin d'obtenir un pronostic favorable du traitement (Peters et al.).

Différentes techniques d'obturation existent de nos jours. La condensation latérale à froid (CLF) qui est la technique la plus utilisée et enseignée (Ingle et al.), la condensation verticale à chaud introduite par Schilder en 1967, la compaction thermomécanique et la gutta sur tuteur (Thermafil®). Plusieurs variantes de ces techniques existent : concernant la condensation verticale à chaud, cette technique existe en vague continue (System B®) ou interrompue. Concernant la technique de condensation latérale à froid il existe plusieurs variantes, dont la condensation latérale à chaud à l'aide d'un fouloir utilisant la vibration

ultrasonique afin de chauffer et de compacter la masse de gutta percha (Tomson et al.). Deitch a comparé cette dernière technique à la CLF et a conclu à une augmentation de densité et de pénétration lors du premier et du deuxième passage de fouloir de respectivement 26,92% et de 5,95%. La CLF reste la technique gold standard, en effet, elle est relativement facile à mettre en œuvre, peu onéreuse et procure un bon contrôle de la longueur de travail et donc de l'intégrité de l'apex (Tomson et al.).

Plusieurs études comparent les différentes techniques d'obturation. Il en ressort que la CLF donne une masse de gutta percha moins homogène (Fracassi et al., Schilder et al., Shemesh et al., Keçeci et al., Peng et al.), son autre défaut est qu'elle donne une obturation qui s'adapte moins bien aux parois internes canalaires (Budd et al., Kierklo et al., Hammad et al., Gandolfi et al.). Cela peut s'expliquer par la rigidité des cônes à température ambiante qui, non réchauffés, ne viennent pas épouser parfaitement les parois internes du canal. La technique de condensation verticale à chaud a aussi été étudiée de très nombreuses fois, certaines études (Budd et al., Gilhooly et al.) pointent l'extrusion de gutta percha que peut engendrer cette technique. Bien que Keçeci et al., s'intéressant à la répartition globale des vides après différents types d'obturation et de mise en forme, ne note pas de différence significative comparé à la CLF, d'autres auteurs montrent pour leur part la meilleure densité de gutta percha qu'elle procure (Schilder et al., Lea et al.). Certaines montrent également une plus grande rapidité de mise en œuvre (Keçeci et al.) et de meilleurs résultats au test de pénétration de colorant mimant une percolation bactérienne (Gilhooly et al.). Cependant, Chu et al., en 2005, ne montrent pas de différence significative entre la CLF et la technique de gutta sur tuteur (Thermafil®) en ce qui concerne la guérison de lésions péri-apicales d'origine endodontique. Plus récemment, Peng et al. en 2007, ont montré qu'il n'existait aucune différence statistiquement significative sur le devenir à long terme entre la CLF à la technique de condensation verticale à chaud.

La CLF utilise un fouloir en acier inoxydable. Cependant, avec les recherches sur les nouveaux alliages en médecine bucco-dentaire, de nouveaux fouloirs en alliage de Nickel Titane sont disponibles. Bery et al. ont comparé des fouloirs en Nickel Titane (NiTi) et des fouloirs en acier inoxydable et ont montré que les fouloirs en NiTi pénétraient davantage dans les canaux courbes. Il n'ont cependant pas trouvé de différence pour les canaux droits. Schmidt et al, réalisant la même étude, ont testé trois éléments : la force moyenne nécessaire à un fouloir pour pénétrer à 1mm de la longueur totale du canal à vide, la force moyenne nécessaire à un

fouloir pour pénétrer à 3mm de la longueur totale du canal à vide et la profondeur moyenne de pénétration du fouloir avec une force de 1,5kg dans un canal comportant uniquement un maître cône. Pour ces trois éléments, les fouloirs en NiTi montraient de meilleurs résultats. En 2008, Johnson et al. ont testé un nouvel alliage de NiTi avec un traitement thermique (nommé M-Wire) permettant une augmentation de la résistance au test de fatigue cyclique et au test de fatigue en torsion par rapport à un alliage en NiTi traditionnel.

Nous l'avons vu, aucune technique ne se démarque comme étant meilleure qu'une autre. Plusieurs auteurs ont alors essayé de combiner différentes techniques d'obturation afin d'en additionner les qualités et d'en réduire les défauts. Gound et al. en 2000 ont décrit une technique de CLF modifiée par l'utilisation d'un fouloir monté sur une pièce à main en réciprocité : la condensation latérale assistée mécaniquement (CLA). Cette technique vise à combiner la simplicité d'exécution de la CLF en apportant tout de même un échauffement de la gutta percha, celui-ci étant causé par la friction du fouloir entraîné dans un mouvement de réciprocité (avance dans le sens horaire et léger retour dans le sens antihoraire et ce de manière alternée). Dans leur étude publiée en 2000, deux opérateurs différents comparent cette technique à la CLF classique. Pour les deux opérateurs, la masse mesurée après obturation (uniquement à la gutta percha) était statistiquement plus importante avec la technique de CLA. Un an après, la même étude a été reconduite avec un unique opérateur mais en utilisant différentes tailles de fouloirs et de cônes accessoires. Dans tous les cas, la densité de gutta percha ainsi que la pénétration des fouloirs étaient meilleurs qu'en CLF. À noter que la meilleure densité était obtenue en utilisant un fouloir « medium-fine » et des cônes accessoires « fine ». Ces études ont été faites sur des blocs de résines et d'autres études devaient être menées sur des dents naturelles extraites. Abedi et al. en 2003 sont parvenus aux mêmes résultats en utilisant des dents extraites et obturées par deux opérateurs différents. Ils ont noté que la différence entre les deux opérateurs n'était pas significative. Shahriari et al. ont également testé la CLA sur 48 dents avec 2 opérateurs différents. Ils ont testé la pénétration de colorant mimant la percolation bactérienne possible et ont trouvé que le CLA donnait de meilleurs résultats que la CLF. L'opérateur B avait des résultats significativement meilleurs que le A (étant plus expérimenté) mais ce dernier avait tout de même de meilleurs résultats en obturant en CLA qu'en CLF. Dernièrement, Mohammed et al. en 2015 ont comparé la CLA avec un fouloir en NiTi traité thermiquement (M-Wire) à la CLA avec un fouloir en acier inoxydable.

Ses résultats ont montré une meilleure pénétration des fouloirs traités thermiquement et par conséquent une meilleure densité de la masse de gutta percha.

Nous l'avons vu, la technique de CLA donne de bons résultats comparée à la CLF en matière de densité d'obturation. Son défaut reste le fait qu'il faut avoir une pièce à main et un moteur capable de délivrer un mouvement de réciprocité (ce dont peu de cabinets disposent actuellement). Notre idée a donc été de palier à ce fait en utilisant le mouvement de rotation continue à faible vitesse (400 tours par minute) en lieu et place du mouvement de réciprocité. Ces pièces à main (contre angle double bague verte, bague verte ou bague bleu réduit sur l'unité) sont très répandues, en effet, tout praticien utilisant une mise en forme rotative doit en posséder. Ceci permettrait donc de proposer une technique d'obturation à faible coût, facile à mettre en œuvre mais avec une étanchéité tridimensionnelle améliorée tout en gagnant du temps sur cette étape du traitement. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons décidé de comparer notre technique de CLA à la CLF en analysant plusieurs paramètres : le remplissage de gutta percha dans le canal, le temps d'obturation, la pénétration des fouloirs et la pénétration de gutta percha et de ciment dans les canaux accessoires.

I) Matériel et Méthode

Dans cette étude nous avons utilisé des canaux préformés : diamètre à l'apex de 25/100mm et 4% de conicité contenu dans des blocs de résine contenant 4 canaux (Endo Training Bloc, Dentsply-Maillefer, Suisse). Les fouloirs utilisés ont un diamètre de pointe de 25/100mm et 4% de conicité. Ils sont en Nickel-Titane avec un traitement thermique de nouvelle génération (T-Wire) ou sans traitement thermique (MicroMega, Besançon, France).



Figure 2 : À gauche, un fouloir non traité thermiquement, à droite, un fouloir traité thermiquement

1) Échantillonnage :

Nous avons réparti nos échantillons en 4 groupes pour cette étude : I, II, III et IV. Les 2 premiers groupes correspondent aux essais du fouloir 25/100, conicité 4%, non traité thermiquement. Les groupes III et IV correspondent à l'essai du fouloir 25/100, conicité 4%, avec traitement thermique. Les groupes I et III correspondent aux essais en rotation 400 tours/min et 3 N/cm, soit une technique de condensation latérale assistée (CLA) et les groupes II et IV correspondent aux essais manuels avec la technique de condensation latérale à froid (CLF). Pour chaque groupe, 4 blocs de 4 canaux de 18 mm de longueur et de conicité 4% ont été obturés. Les blocs ont été numérotés en sous-catégories de 1 à 4 (I.1, I.2, I.3, I.4, II.1... IV.3 et IV.4) et les canaux dans d'autres sous catégories de 1 à 4 (I.1.1, I.1.2, I.1.3... jusqu'à IV.4.4).

2) Obturation :

Nous avons décidé d'obturer les canaux avec de la pâte à canaux (MMSeal, MicroMega, Besançon FRANCE) colorée à l'encre de chine appliquée sur un maître cône (25/100mm et 4% de conicité).

- Concernant la technique en CLA :

Le fouloir, placé dans la tête du contre angle, a été inséré dans le canal et une pression faible mais constante a été appliquée. Tout ceci dans le but d'obtenir une pénétration lente jusqu'à 2mm de la longueur de travail en utilisant un stop placé sur la lime pour guider la profondeur d'enfoncement (en cas de résistance trop importante, la progression était interrompue). Une fois la descente apicale de la lime jusqu'à la longueur souhaitée exécutée, une pression latérale et apicale a été maintenue pendant quelques secondes. Un premier cône accessoire (25/100mm et 4% de conicité) avec du ciment coloré a été introduit. Ensuite, le fouloir a été réintroduit jusqu'à 4mm de la longueur de travail (en cas de résistance trop importante, la progression a également été interrompue), une pression latérale et apicale a une nouvelle fois été maintenue pendant quelques secondes et un deuxième cône accessoire (25/100mm et 4% de conicité) enduit de ciment coloré a été introduit. Les têtes de cônes de gutta percha dépassant de l'entrée du canal ont été sectionnées avec un scalpel chauffé afin qu'ils affleurent l'évasement de l'entrée du canal.

- Concernant la technique de CLF :

Elle a été identique au protocole utilisé pour la technique de CLA à la différence que les fouloirs ont été introduit manuellement et non à l'aide d'un contre-angle.

3) Mesures lors des manipulations :

Nous avons mesuré la première et la deuxième pénétration du fouloir en millimètres, le temps nécessaire à l'obturation en secondes, la facilité de l'obturation avec une échelle de 1 à 3 pour facile, moyennement facile et difficile. Enfin, nous avons noté s'il y avait un dépassement de l'obturation ou une fissure au sein du simulateur.

4) Mesures avec analyse d'imagerie :

Après une semaine d'attente, nous avons fait des radiographies des canaux ainsi que des photos de ceux-ci. Nous les avons ensuite coupés au tiers médian et au tiers apical à l'aide d'un disque diamanté à faible vitesse de rotation. Tout ceci sous refroidissement hydraulique constant pour éviter l'échauffement de la gutta. Puis, après avoir nettoyé ces coupes à l'alcool, nous les avons photographiées au microscope optique afin d'en analyser le remplissage de gutta percha ainsi que le nombre de cônes présents.

Le remplissage de gutta percha a été mesuré à l'aide d'un logiciel d'analyse d'image : le logiciel Image J (Version 1.6.4, National Institute of Health, USA). Les images ont d'abord été découpées afin d'en isoler l'intérieur du canal, puis la surface totale de celui-ci a été mesurée. Ensuite nous avons changé la définition de l'image en « Color 8bits » et sélectionné le nombre de couleurs (entre 8 et 16 mais généralement 12) afin de pouvoir facilement isoler les cônes de gutta à l'aide de l'outil « magic wand » et de faire la prise de mesure automatique de surface.

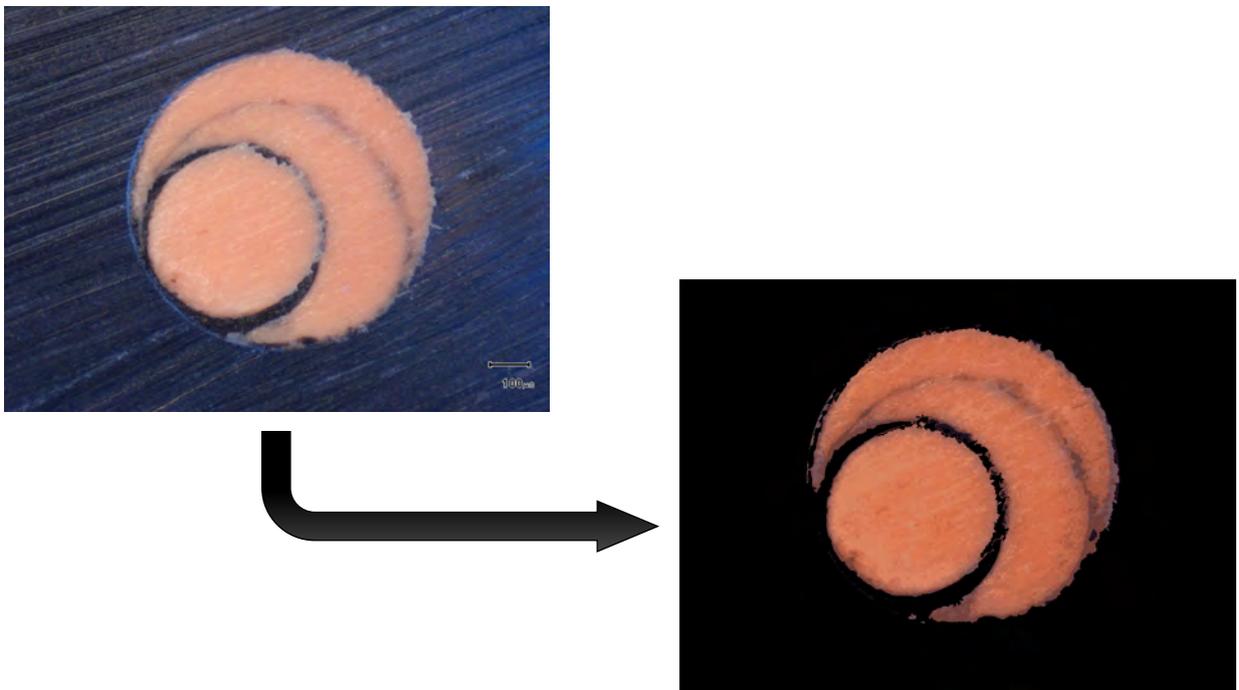


Figure 3 : Exemple de transformation et d'isolation de la coupe III.1.1.1

Toujours avec le même logiciel, les radios ont aussi été analysées afin de connaître la densité d'obturation canalair. Sur ces radios, ont été mesurés : la pénétration de ciment et de gutta dans les canaux accessoires 1 (au niveau coronaire) et dans les canaux accessoires 2 (au niveau apical). Ensuite, la présence ou non de bulles a été notée puis les canaux principaux ont été isolés et le niveau de gris moyen de l'image a été mesuré, comme dans l'étude de Fracassi et al.

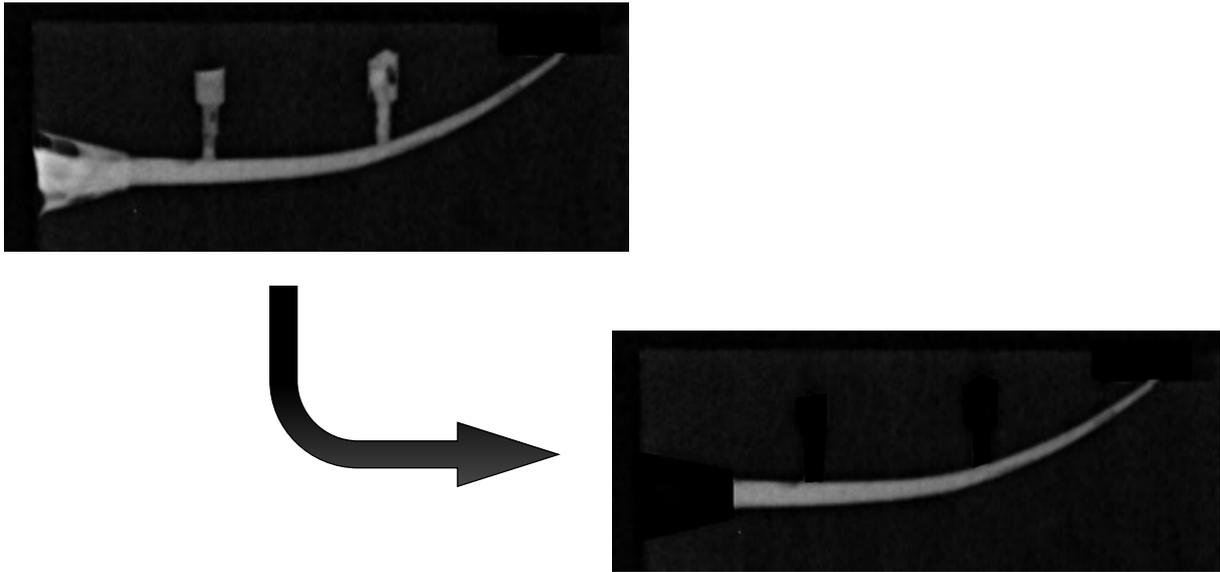


Figure 4 : Exemple d'isolation du canal principal avec le canal III.3.1

II) Résultats :

Les mesures complètes et détaillées de cette étude sont disponibles en annexe. Nos analyses portent sur plusieurs critères de comparaison :

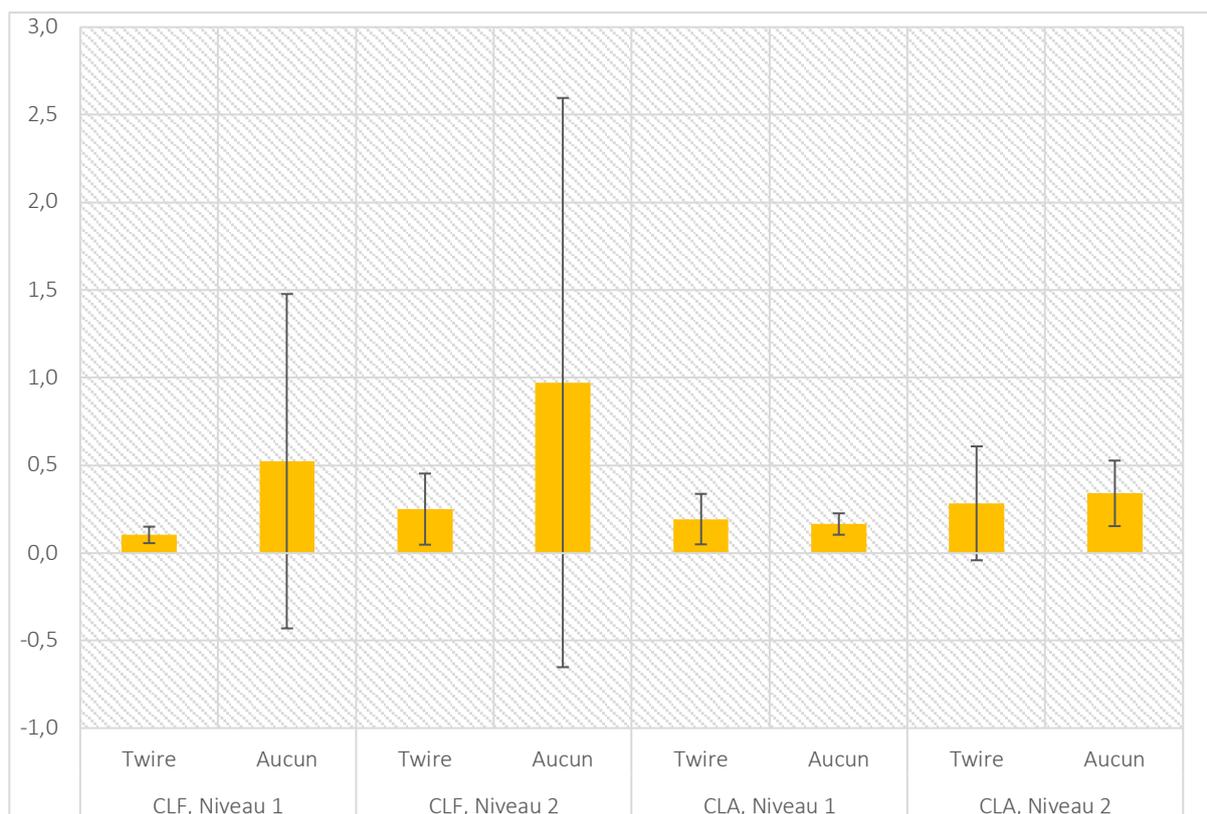
- La proportion de ciment et de gutta percha en fonction du niveau de coupe (coronaire et apical), de la technique d'obturation et du type de fouloir utilisé (traité thermiquement ou non)
- Le temps nécessaire à l'obturation en fonction de la technique d'obturation et du type de fouloir utilisé
- La densité moyenne radiologique en fonction de la technique d'obturation
- La pénétration de ciment et de gutta percha dans les canaux accessoires 1 et 2
- La profondeur de pénétration du premier passage du fouloir et du deuxième passage du fouloir en fonction de la technique d'obturation et de la lime utilisée.

Aucune zone de vide ou de bulle n'a été mise en évidence au niveau des zones de coupes ou au niveau des radiographies quel que soit le type de condensation latérale utilisée.

1) Proportion de ciment par rapport à la gutta percha

	Niveau	Ttm. Therm.	Moyenne	Dév. Stand.	Err. Stand.	Nombre
CLF	Niveau 1	Twire	0,104	0,047	0,012	16
		Aucun	0,524	0,954	0,238	16
	Niveau 2	Twire	0,251	0,203	0,051	16
		Aucun	0,972	1,624	0,406	16
CLA	Niveau 1	Twire	0,194	0,144	0,036	16
		Aucun	0,166	0,061	0,015	16
	Niveau 2	Twire	0,284	0,325	0,081	16
		Aucun	0,341	0,187	0,047	16

Tableau 1 : Moyennes et écarts type de la proportion ciment/gutta percha en fonction de la technique d'obturation, du niveau de coupe et des fouloirs utilisés



Graphique 1 : Moyennes des proportions de ciment/gutta percha en fonction de la technique d'obturation, du niveau de coupe et des fouloirs utilisés

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	1,494	1,494	3,181	0,077	3,181	0,408
Niveau de Coupe	1	1,482	1,482	3,157	0,078	3,157	0,405
Traitement thermique	1	2,739	2,739	5,833	0,017*	5,833	0,668
Type Obturation/Niveau de Coupe	1	0,217	0,217	0,463	0,497	0,463	0,101
Type Obturation/Traitement thermique	1	2,477	2,477	5,275	0,024*	5,275	0,621
Niveau de Coupe/Type Obturation	1	0,298	0,298	0,635	0,427	0,635	0,119
Type Obturation/Niveau de Coupe/Traitement Thermique	1	0,094	0,094	0,200	0,656	0,200	0,072
Résidu	1	56,335	0,094				

Tableau 2 : Test ANOVA pour proportion ciment/gutta percha

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	0,216	0,240	0,770	NS

Tableau 3 : Test PLSD de Fisher pour Proportion ciment / gutta percha. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Niveau 1/Niveau 2	0,215	0,240	0,0781	NS

Tableau 4 : Test PLSD de Fisher pour proportion ciment / gutta percha. Effet : Niveau de Coupe. Niveau de significativité : 5%.

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/∅ traitement	0,293	0,240	0,017 *	S

Tableau 5 : Test PLSD de Fisher pour proportion ciment/gutta percha. Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

La proportion de ciment par rapport à la gutta percha témoigne du remplissage du canal en gutta percha. Comme l'ont écrit Eguchi et al., Peters et al. et Wu et al. le but est de maximiser le volume de gutta percha et d'avoir une fine couche de ciment autour. Ce rapport doit donc être le plus faible possible. Dans le Tableau 1 nous voyons les moyennes de cette proportion en fonction de la technique d'obturation, du niveau de coupe et du type de fouloir utilisé. Il en ressort que ces moyennes sont globalement plus basses avec la condensation latérale assistée mécaniquement mais surtout que l'écart type est bien plus faible. Ce résultat serait donc davantage reproductible (voir aussi Graphique 1). Cette différence est surtout visible sur le niveau 2 de coupe (le plus apical). Elle n'est cependant pas statistiquement significative (p value = 0,0781, Tableau 4). Sur le Tableau 2, le test ANOVA nous permet de dire que sur l'ensemble des échantillons (CLF et CLA associée) cette proportion est statistiquement significative quand nous utilisons un instrument en Nickel Titane traité thermiquement (p value = 0,017). Nous ne pouvons cependant pas dire que cette proportion est meilleure entre la CLF ou la CLA ni qu'elle est meilleure entre un niveau de coupe ou un autre sur l'ensemble des échantillons (valeur de p de respectivement 0,077 et 0,078).

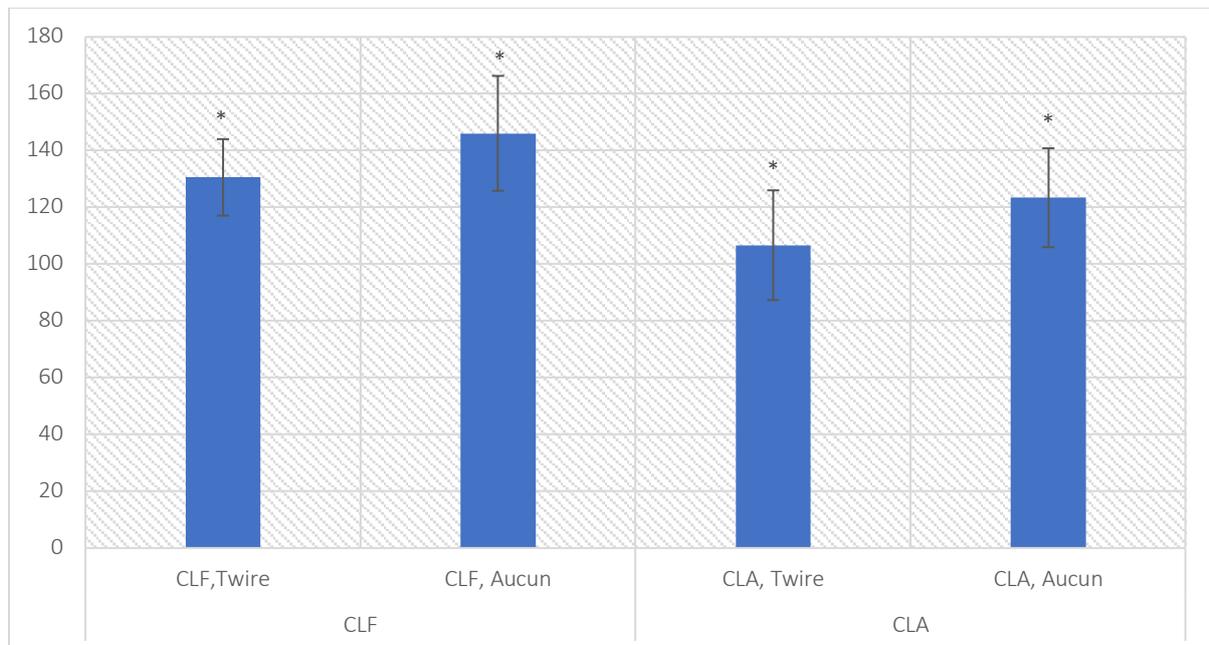
On peut aussi voir qu'une fois la technique d'obturation choisie, cette proportion est statistiquement plus faible en utilisant un instrument en Nickel Titane traité thermiquement (p value = 0,024) plutôt qu'un instrument en nickel titane non traité et que la meilleure proportion

sera obtenue en utilisant la CLA et un instrument traité thermiquement. Toujours en ayant choisi une technique d'obturation, on ne peut pas conclure que la proportion sera plus faible sur un niveau de coupe ou un autre (p value = 0,497). Cela montre toutefois que cette technique est homogène quel que soit le niveau de coupe. Nous ne pouvons pas conclure non plus que cette proportion sera plus basse en introduisant la variable du niveau de coupe en plus du type d'obturation et du traitement thermique (p value = 0,656). En effet, la puissance est seulement de 0,072, il faudrait donc augmenter le nombre d'échantillons afin d'avoir un résultat plus probant.

2) Temps d'obturation

	Ttm. Therm.	Moyenne	Nombre	Dév. Stand.	Err. Stand.
CLF	Twire	130,514	32	13,478	2,383
	∅ traitement	146,020	32	20,247	3,579
CLA	Twire	106,632	32	19,334	3,418
	∅ traitement	123,354	32	17,421	3,080

Tableau 6 : Moyennes et écarts type des temps d'obturation en fonction de la technique et du fouloir utilisé



Graphique 2 : Moyennes et écarts type des temps d'obturation en fonction de la technique et du fouloir utilisé

	ddl	Somme des Carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	17334,289	17334,289	54,644	<0,0001 *	54,644	1,000
Traitement Thermique	1	8308,894	8308,894	26,192	<0,0001 *	26,192	1,000
Type Obturation / Traitement thermique	1	11,834	11,834	0,037	0,847	0,037	0,054
Résidu	124	39335,901	317,225				

Tableau 7 : Test ANOVA pour temps d'obturation

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	23,274	6,232	<0,0001 *	S

Tableau 8 : Test PLSD de Fisher pour temps d'obturation. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ ø traitement	-16,114	6,232	<0,0001 *	S

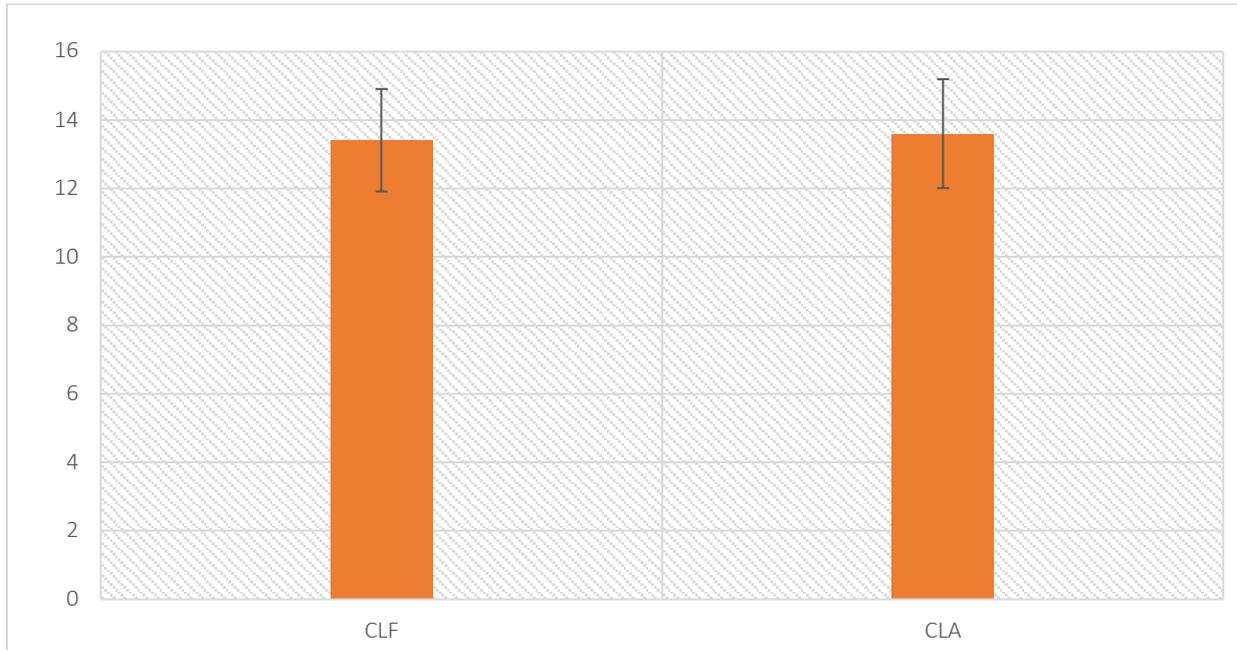
Tableau 9 : Test PLSD de Fisher pour temps d'obturation. Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

Sur le Tableau 6 nous voyons les moyennes des temps d'obturation en fonction du type d'obturation et de la lime utilisée. Sur les tableaux 7, 8 et 9, nous voyons d'abord le Test ANOVA et les tests a posteriori (PLSD pour procédure de *Least Significant Difference* ou Différence Significative Minimale) de Fisher. Cette étude nous permet de conclure que la durée d'obturation est plus faible en utilisant une technique d'obturation assistée mécaniquement comparée à une condensation latérale à froid avec une forte valeur de p (<0,0001). Elle nous dit aussi que peu importe la technique d'obturation choisie, le praticien mettra toujours moins de temps avec une lime traitée thermiquement, là aussi avec une valeur de p < 0,0001. Cependant nous ne pouvons pas conclure à une différence significative en rentrant les deux variables (p value = 0,847) c'est à dire qu'une fois la technique d'obturation choisie, le traitement thermique ne raccourcit pas significativement le temps d'obturation. Encore une fois la puissance est seulement de 0,054, ce qui est faible. Il faudrait donc augmenter le nombre d'échantillons afin de voir une éventuelle différence statistiquement significative.

3) Densité moyenne radiologique

	Moyenne	Dev. Stand.	Err. Stand.	Nombre
CLF	13,413	1,498	0,265	32
CLA	13,605	1,591	0,281	32

Tableau 10 : Moyennes et écarts type de densité d'obturation radiologique en niveau de gris.



Graphique 3 : Moyennes des densités radiologiques en fonction de la technique d'obturation

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type d'obturation	1	1,176	1,176	0,493	0,4841	0,493	0,104
Résidu	124	2,388					

Tableau 11 : Test ANOVA pour densité radiologique

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	0,192	0,541	0,4841	NS

Tableau 12 : Test PLSD de Fisher pour densité moyenne. Effet type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

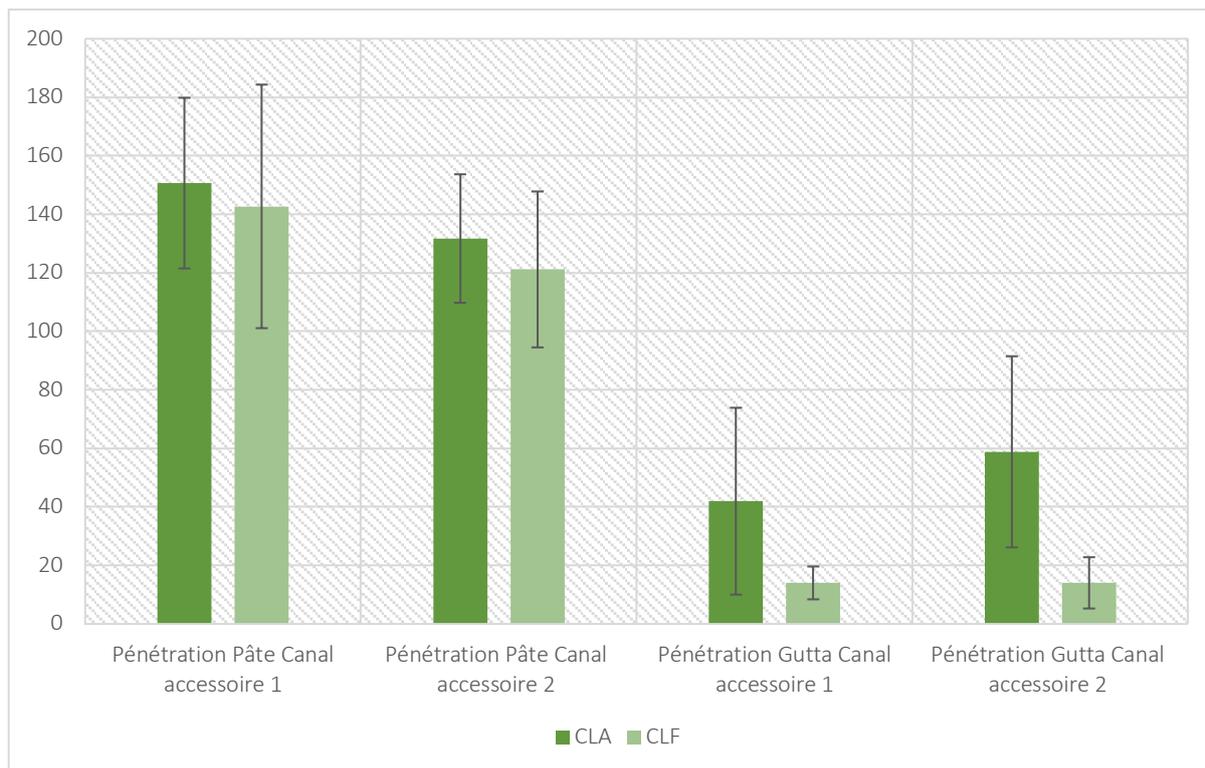
Le Tableau 10 nous montre les moyennes de densité radiologique en fonction du type d'obturation choisi : CLF ou CLA. Cette moyenne est un peu plus élevée pour la condensation latérale assistée mécaniquement (13,605 contre 13,413). Cependant, sur le Tableau 11 correspondant au test ANOVA et sur le Tableau 12 correspondant au test PLSD de Fisher, nous ne pouvons pas conclure à une différence statistiquement significative (p value = 0,4841). La puissance est seulement de 0,104 ce qui, encore une fois, montre que l'échantillon est trop faible concernant la variable observée, pour conclure à une différence significative avec de telles moyennes.

4) Pénétration de ciment et de gutta percha dans les canaux accessoires

Le Tableau 13 et le Graphique 4 nous montrent les moyennes et écarts type de pénétration de pâte et de gutta dans les canaux accessoires 1 et 2, respectivement situés entre le tiers coronaire et médian et entre le tiers médian et apical.

		Pénétration Pâte canal accessoire 1	Pénétration Pâte canal accessoire 2	Pénétration Gutta canal accessoire 1	Pénétration Gutta canal accessoire 2
Moyenne	CLA	150,656	131,719	41,938	58,813
	CLF	142,692	121,154	14,031	14,046
Ecart type	CLA	29,180	21,967	31,948	32,684
	CLF	41,642	26,667	5,618	8,768

Tableau 13 : Moyennes et écarts type de pénétrations de gutta percha et de ciment dans les canaux latéraux (en pixel). CLA/CLF



Graphique 4 : Moyennes et écarts type de pénétrations de ciment et de gutta percha dans les canaux latéraux (en pixel) CLA/CLF

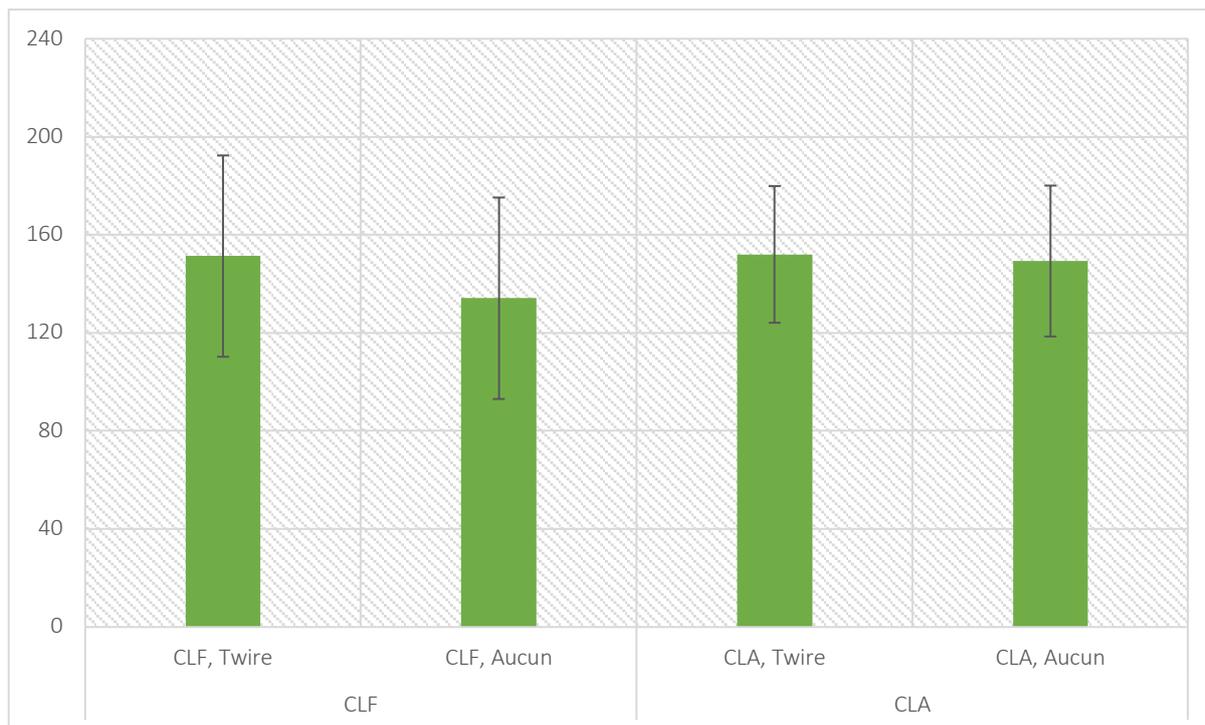
Il se dégage de ces résultats que les deux éléments semblent davantage pénétrer dans les canaux accessoires avec la technique de CLA. Nous allons le détailler avec les résultats statistiques par canal accessoire et par élément : ciment et gutta percha séparément en fonction de la technique d'obturation utilisée, et du traitement thermique appliqué ou non sur le fouloir.

a) Pénétration de ciment et de gutta percha dans le canal accessoire 1

(1) Pénétration de ciment dans le canal accessoire 1

	Ttt Therm.	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	151,313	41,086	7,263	32
	∅ traitement	134,125	41,129	7,271	32
CLA	Twire	152,000	27,889	4,930	32
	∅ traitement	149,313	30,804	5,445	32

Tableau 14 : Moyennes et écarts type de pénétration de ciment dans le canal accessoire 1 (en pixel)



Graphique 5 : Graphique des moyennes de pénétrations de ciment dans le canal accessoire 1 en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en pixel)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	2016,125	2016,125	1,579	0,2112	1,579	0,225
Traitement thermique	1	3160,125	3160,125	2,475	0,1182	2,475	0,328
Type Obturation / Traitement thermique	1	1682,000	1682,000	1,318	0,2532	1,318	0,195
Résidu	124	158297,250	1276,591				

Tableau 15 : Test ANOVA de pénétration de ciment dans le canal accessoire 1

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-7,938	12,501	0,2112	NS

Tableau 16 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de ciment dans le canal accessoire 1. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ \emptyset traitement	9,938	12,501	0,1182	NS

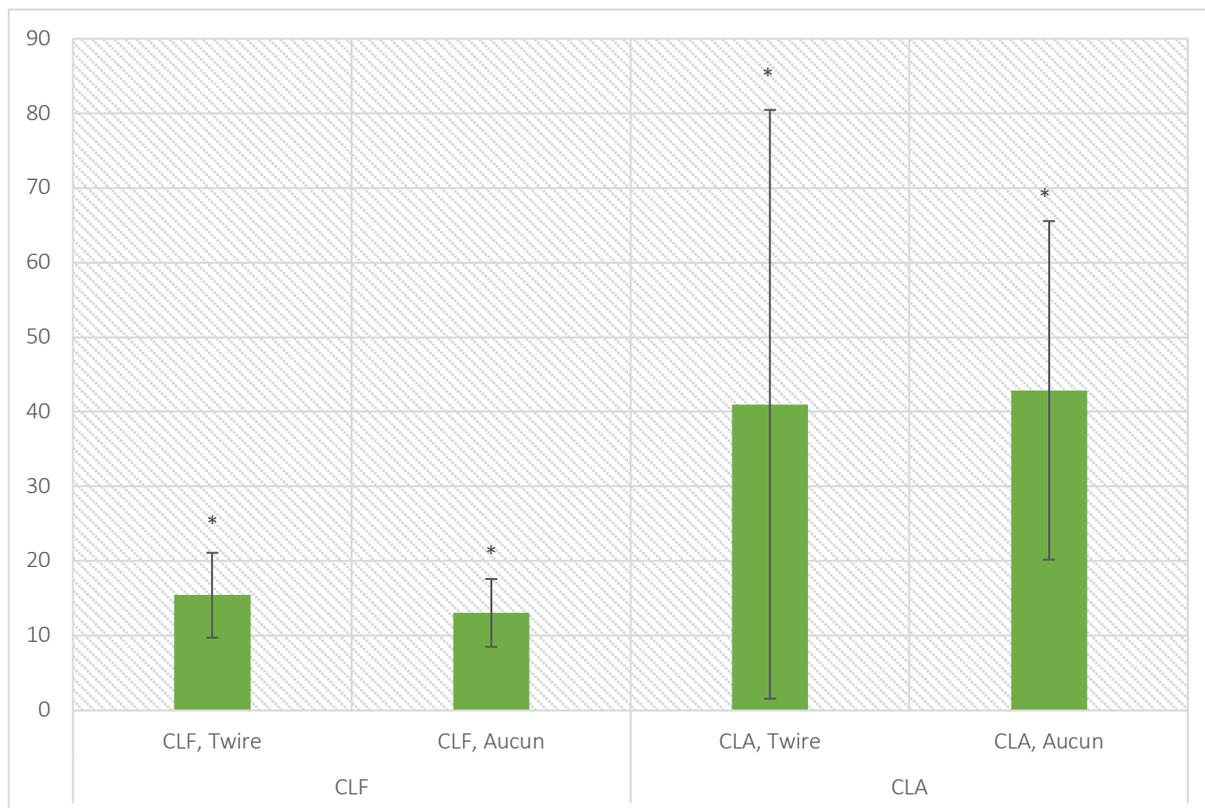
Tableau 17 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de ciment dans le canal accessoire 1.
Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

Le Tableau 14 et le Graphique 5 nous montrent les moyennes et écarts type de pénétration de ciment dans le canal accessoire 1. Le test ANOVA détaillé sur le Tableau 15 nous permet de dire qu'il n'y a significativement pas plus de pâte qui pénètre dans le canal accessoire 1 en choisissant la technique de CLF ou de CLA (p value = 0,2112) ou en choisissant un instrument traité thermiquement ou non (p value = 0,1182). Les Tableaux 16 et 17 exposent les tests PLSD de Fisher qui nous le confirment.

(2) Pénétration de Gutta Percha dans le canal accessoire 1

	Ttm. Therm.	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	15,438	5,691	1,006	32
	\emptyset traitement	13,063	4,550	0,804	32
CLA	Twire	41,000	39,466	6,977	32
	\emptyset traitement	42,875	22,693	4,012	32

Tableau 18 : Moyennes et écarts type de pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1 en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en pixel)



Graphique 6 : Moyennes de pénétrations de gutta percha dans le canal accessoire 1 en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en pixel)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	24531,125	24531,125	46,163	<0,0001*	46,163	1,000
Traitement thermique	1	2,000	2,000	0,004	0,9512	0,004	0,050
Type Obturation / Traitement thermique	1	144,500	144,500	0,272	0,6030	0,272	0,080
Résidu	124	65893,250	531,397				

Tableau 19 : Test ANOVA pour pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-27,688	8,066	<0,0001	S

Tableau 20 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ \emptyset traitement	0,250	8,066	0,9512	NS

Tableau 21 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1.
Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

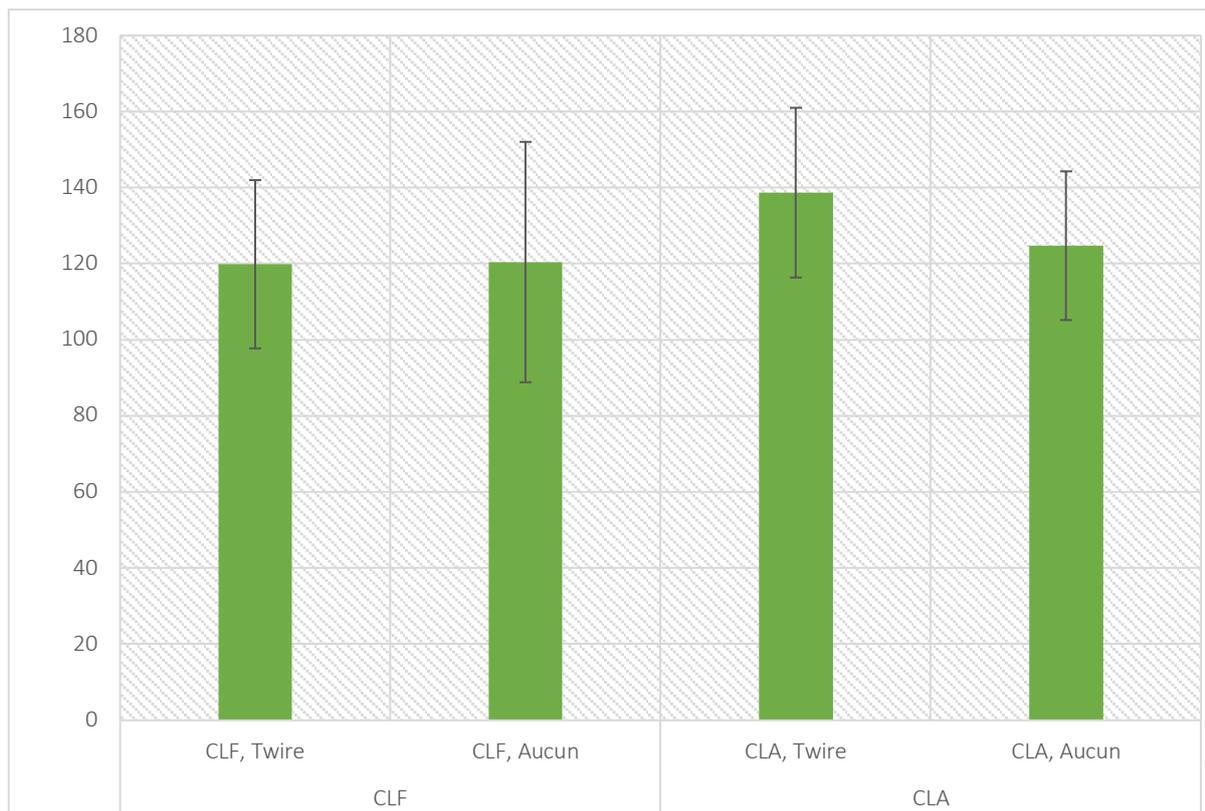
Le Tableau 18 et le Graphique 6 nous montrent les moyennes et écarts type de pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1. Il en ressort instantanément que la différence est nette entre la CLA et la CLF mais les écarts type sont également plus importants pour la CLA et les résultats obtenus semblent donc moins reproductibles. Le Tableau 19 nous expose le test ANOVA de pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1, les Tableaux 20 et 21 nous exposent les tests PLSD. Les variables analysées restent le type d'obturation, le traitement thermique et le traitement thermique une fois la technique d'obturation choisie. Nous pouvons en conclure que la gutta percha pénètre davantage de façon statistiquement significative en utilisant la CLA plutôt que la CLF avec une valeur de p très forte ($< 0,0001$). Concernant le traitement thermique, il n'est pas un critère statistiquement significatif dans la pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 1 (p value = 0,9512) y compris une fois les échantillons séparés entre la CLA et la CLF (p value = 0,6030).

b) Pénétration de ciment et de gutta percha dans le canal accessoire 2

(1) Pénétration de ciment dans le canal accessoire 2

	Ttt Therm.	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	119,875	22,122	3,911	32
	\emptyset traitement	120,438	31,608	5,588	32
CLA	Twire	138,688	22,319	3,946	32
	\emptyset traitement	124,750	19,551	3,456	32

Tableau 22 : Moyennes et écarts type de la pénétration de ciment dans le canal accessoire 2 (en pixel)



Graphique 7 : Moyennes et écarts type de la pénétration de ciment dans le canal accessoire 2 en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en pixel)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	4278,125	4278,125	7,224	0,0082*	7,224	0,770
Traitement thermique	1	1431,125	1431,125	2,417	0,1226	2,417	0,321
Type Obturation / Traitement thermique	1	1682,000	1682,000	2,840	0,0945	2,840	0,369
Résidu	124	73436,250	592,228				

Tableau 23 : Test ANOVA pour pénétration de ciment dans le canal accessoire 2

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-11,563	8,515	0,0082	S

Tableau 24 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de ciment dans le canal accessoire 2. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/∅ traitement	6,688	8,515	0,1226	NS

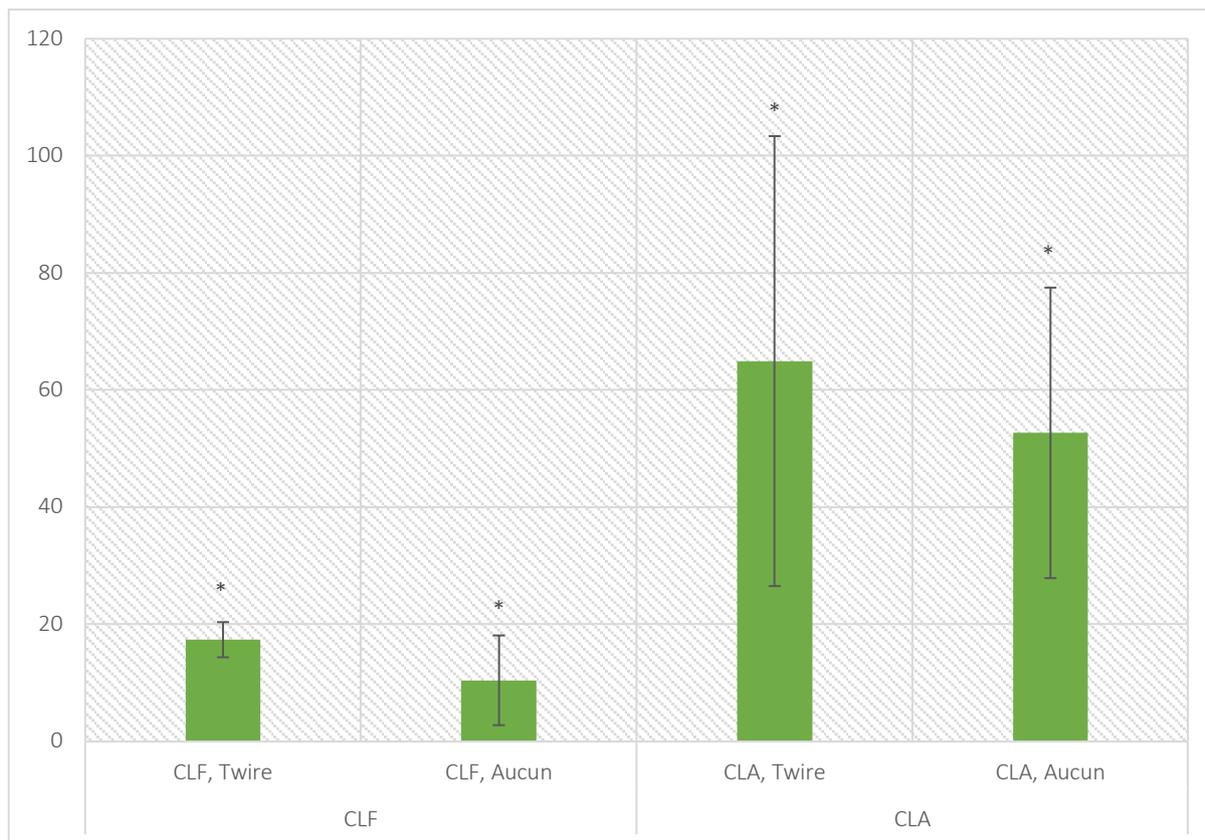
Tableau 25 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de ciment dans le canal accessoire 2.
Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

Le Tableau 22 et le Graphique 7 nous montrent les moyennes et écarts type des pénétrations de ciment dans le canal accessoire 2 : les moyennes se situent entre 120 et 140 pixels, avec un pic pour la technique de CLA avec le fouloir traité thermiquement. Le test ANOVA présenté dans le Tableau 23 et les test PLSD dans les Tableaux 24 et 25 nous montre que la pénétration de cet élément au sein du canal accessoire 2 est statistiquement plus élevée en utilisant la technique de CLA par rapport à la CLF (p value = 0,0082). Le traitement thermique n'est pas un critère statistiquement significatif dans la pénétration de ciment dans le canal accessoire 2 (p value = 0,1226). Une fois la technique d'obturation choisie on ne peut également pas conclure que la pénétration sera meilleure avec un fouloir traité thermiquement ou non traité, bien que la valeur p soit faible (p value = 0,0945), la puissance étant de 0,369.

(2) Pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 2

	Ttt Therm	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	17,375	3,003	0,531	32
	∅ traitement	10,438	7,670	1,356	32
CLA	Twire	64,938	38,440	6,795	32
	∅ traitement	52,688	24,816	4,387	32

Tableau 26 : Moyennes et écarts type de la pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 2 (en pixel)



Graphique 8 : Moyennes des pénétrations de gutta percha dans le canal accessoire 2 en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en pixel)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	64530,281	64530,281	119,429	<0,0001*	119,429	1,000
Traitement thermique	1	2945,281	2945,281	5,451	0,0212*	5,451	0,636
Type Obturation / Traitement thermique	1	225,781	225,781	0,418	0,5192	0,418	0,096
Résidu	124	67000,125	540,324				

Tableau 27 : Test ANOVA de pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 2

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-44,906	8,133	<0,0001	S

Tableau 28 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de gutta percha dans le canal accessoire 2. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ \emptyset traitement	9,594	8,133	0,0212	S

Tableau 29 : Test PLSD de Fisher pour pénétration de gutta percha dans le canal 2.
Effet : Traitement thermique. Niveau de significativité : 5%

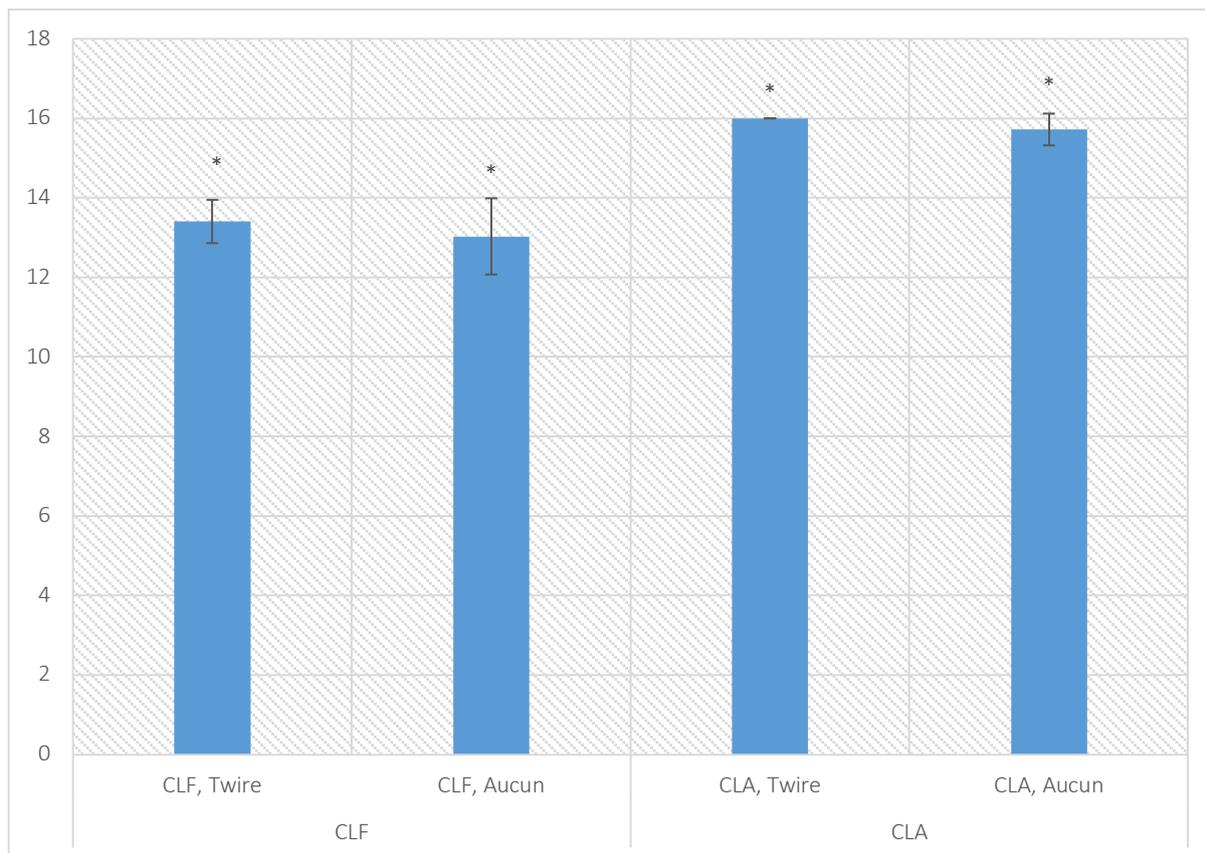
Le Tableau 26 et le Graphique 8 nous montrent les moyennes et écarts type des pénétrations de gutta percha dans le canal accessoire 2 : encore une fois il apparaît que la gutta percha pénètre davantage avec la CLA qu'avec la CLF. Le test ANOVA présenté dans le Tableau 27 et les test PLSD dans les Tableaux 28 et 29 nous confirment ceci avec une p value très importante (<0,0001). Toutefois, le traitement thermique n'est pas un critère statistiquement significatif dans la pénétration de gutta percha dans ce canal accessoire tout comme dans le canal accessoire 1 (p value = 0,9512) y compris en isolant cette variable dans les échantillons CLA et CLF (p value = 0,6030).

5) Profondeur de la première et de la deuxième pénétration du fouloir :

a) Profondeur de la première pénétration du fouloir :

	Ttt Therm.	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	13,406	0,545	0,096	32
	\emptyset traitement	13,031	0,958	0,169	32
CLA	Twire	16,000	0,000	0,000	32
	\emptyset traitement	15,719	0,400	0,071	32

Tableau 30 : Moyennes et écarts type de première pénétration du fouloir en fonction du type d'obturation et du traitement thermique utilisé (en mm)



Graphique 9 : Moyennes de première pénétration du fouloir en fonction de la technique d'obturation et du traitement thermique utilisé (en mm)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	223,133	223,133	648,638	<0,0001*	648,638	1,000
Traitement thermique	1	3,445	3,445	10,015	0,0020*	10,015	0,900
Type Obturation / Traitement thermique	1	0,070	0,070	0,204	0,6520	0,204	0,073
Résidu	124	42,656	0,344				

Tableau 31 : Test ANOVA de première pénétration du fouloir

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-2,641	0,205	<0,0001	S

Tableau 32 : Test PLSD de Fisher pour première pénétration du fouloir. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ \emptyset traitement	0,328	0,205	0,0020	S

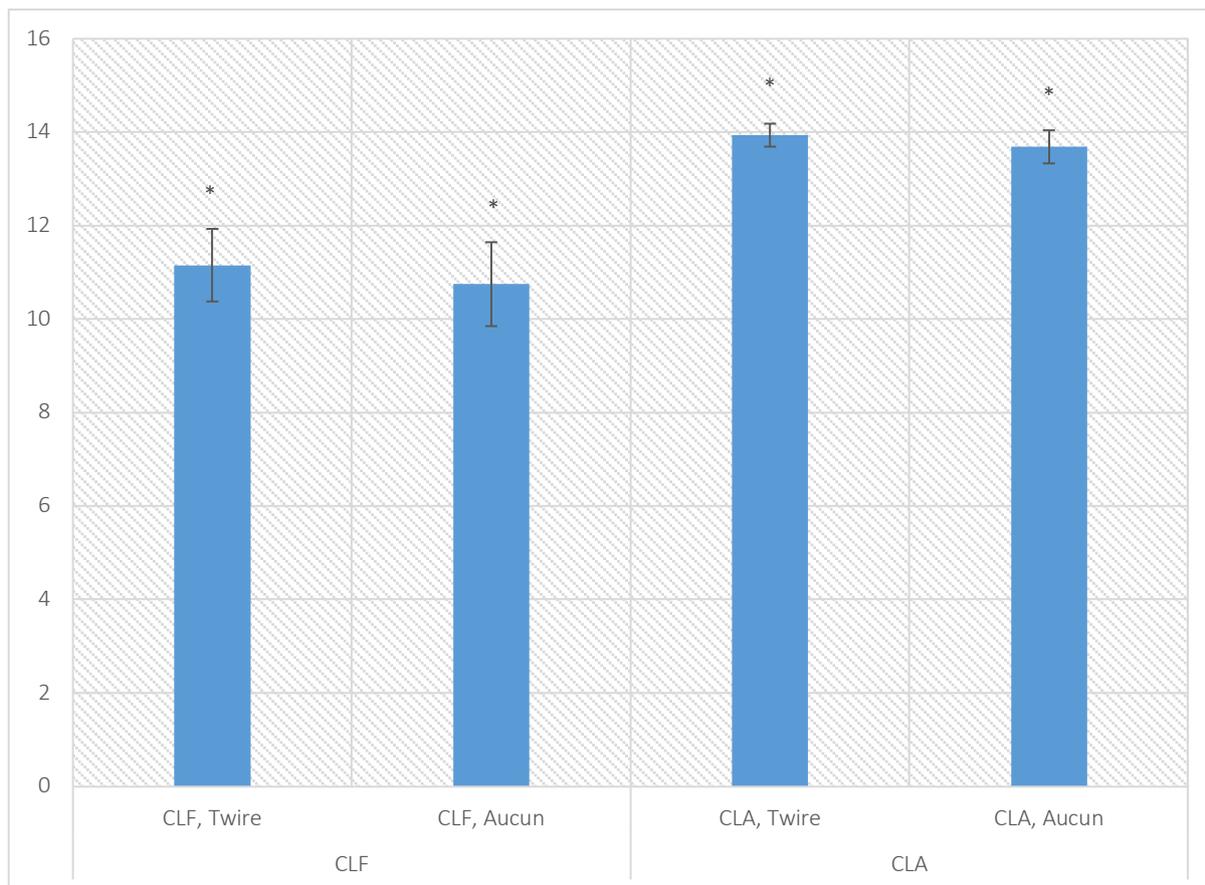
Tableau 33 : Test PLSD de Fisher pour première pénétration du fouloir. Effet : Traitement thermique.
Niveau de significativité : 5%

Le Tableau 30 et le Graphique 9 montrent les moyennes et écarts type de première pénétration du fouloir dans le canal en fonction de la technique d'obturation et du traitement thermique du fouloir. Nous remarquons immédiatement le fait que tous les premiers fouloirs sont allés jusqu'à la valeur cible de 16 millimètres de profondeur correspondant à la longueur de travail moins 2 millimètres. Le test ANOVA, sur le Tableau 31 nous montre que le type d'obturation et le traitement thermique sont des éléments statistiquement significatifs pour la profondeur de la première pénétration du fouloir avec des valeurs de p fortes, respectivement <0,0001 et 0,0020. Ceci est confirmé par les tests PLSD de Fisher au niveau des Tableaux 32 et 33. Néanmoins nous ne pouvons pas dire que l'obturation sera meilleure avec un fouloir traité thermiquement par rapport à un fouloir non traité si nous séparons les deux échantillons en fonction de la technique d'obturation (p value = 0,6520).

b) Profondeur de la deuxième pénétration du fouloir :

	Ttt Therm.	Moyenne	Dev. Stand.	Err Stand.	Nombre
CLF	Twire	11,156	0,777	0,137	32
	\emptyset traitement	10,750	0,898	0,159	32
CLA	Twire	13,938	0,246	0,043	32
	\emptyset traitement	13,688	0,354	0,063	32

Tableau 34 : Moyennes et écarts type de deuxième pénétration du fouloir en fonction de la technique d'obturation et du traitement thermique utilisé (en mm)



Graphique 10 : Moyennes et écarts type de deuxième pénétration du fouloir en fonction de la technique d'obturation et du fouloir utilisé (en mm)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Type Obturation	1	261,633	261,633	655,817	<0,0001*	655,817	1,000
Traitement thermique	1	3,445	3,445	8,636	0,0039*	8,636	0,846
Type Obturation / Traitement thermique	1	0,195	0,195	0,490	0,4854	0,490	0,103
Résidu	124	49,469	0,399				

Tableau 35 : Test ANOVA de deuxième pénétration du fouloir

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
CLF/CLA	-2,859	0,221	<0,0001	S

Tableau 36 : Test PLSD de Fisher pour deuxième pénétration du fouloir. Effet : Type d'obturation. Niveau de significativité : 5%

	Diff. Moy.	Diff. Crit.	Valeur p	Significativité
Twire/ \emptyset traitement	0,328	0,221	0,0039	S

Tableau 37 : Test PLSD de Fisher pour deuxième pénétration du fouloir. Effet : Traitement thermique.
Niveau de significativité : 5%

Le Tableau 34 et le Graphique 10 nous montrent les moyennes et écarts type de la profondeur de cette deuxième pénétration du fouloir. Nous remarquons le net écart entre la technique d'obturation de CLF : pénétration autour de 11 millimètres et de CLA : pénétration autour de 14 millimètres qui correspond à la valeur cible de pénétration. Le test ANOVA et les tests PLSD de Fisher présentés dans les Tableaux 35, 36 et 37 nous montrent les mêmes résultats que pour la première pénétration du fouloir : le type d'obturation choisie est une variable statistiquement significative s'agissant de la profondeur de la deuxième pénétration du fouloir avec une valeur de p encore une fois très forte $<0,0001$. C'est également le cas pour le traitement thermique (p value = 0,0039). Pourtant, une fois le type d'obturation choisie, le traitement thermique n'est pas statistiquement significatif (p value = 0,4854) c'est à dire que nous ne pouvons pas conclure que le deuxième passage du fouloir en utilisant une même technique d'obturation pénétrera plus profondément avec un fouloir traité thermiquement.

III) Discussion

Nous allons revoir tous les critères exposés dans les résultats en les interprétant. L'interprétation se fera sur la base des données statistiques présentées et sur des mesures et résultats globaux obtenus et présentés en annexe.

1) Proportion de ciment par rapport à la gutta percha

La proportion de ciment par rapport à la gutta percha dans la technique de condensation latérale à froid (CLF) comme dans notre technique de condensation latérale assistée (CLA) doit être la plus faible possible. En effet, le ciment doit représenter une fine couche autour de la paroi du canal et la gutta doit remplir l'essentiel de la partie centrale de la lumière canalaire selon Peters et al., Eguchi et al. et dernièrement Wu et al. en 2000.



Figure 5 : Coupe 1 (coronaire) du canal I.1.1 (CLA)



Figure 6 : Coupe 2 (apicale) du canal I.2.3 (CLA)



Figure 7 : Coupe 1 (coronaire) du canal II.2.1 (CLF)



Figure 8 : Coupe 2 (apicale) du canal II.4.1 (CLF)



Figure 9 : Coupe 1 du canal III.3.1 (CLA)



Figure 10 : Coupe 2 du canal III.4.2 (CLA)



Figure 11 : Coupe 1 du canal IV.1.1 (CLF)

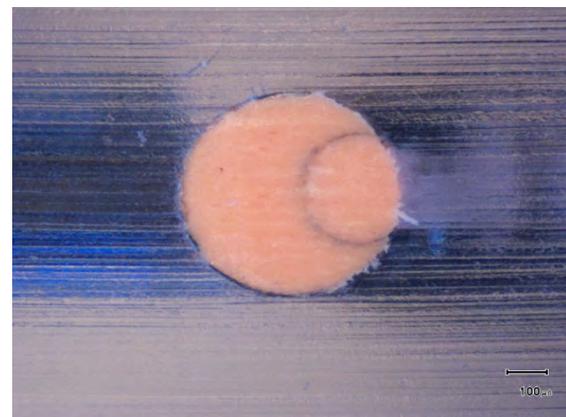


Figure 12 : Coupe 2 du canal IV.1.2 (CLF)

Comme nous l'avons vu dans les résultats, le traitement thermique des fouloirs TWire permet une amélioration de la proportion de ciment par rapport à la gutta percha. Lorsqu'on compare les fouloirs traités thermiquement aux fouloirs non traités, on obtient une diminution de cette proportion de 58,41%. Aucune différence statistiquement significative n'est présente en comparant les deux techniques d'obturation et les deux niveaux de coupes.

Concernant la CLF, nous obtenons comme résultat une proportion moyenne de 0,3137 au niveau 2 et de 0,6113 au niveau 1. Keçeci et al., en 2005, comparait la même technique avec le System B[®] et des techniques de mise en forme différentes où deux groupes de canaux ont été obturés. Ses mesures ont montré une moyenne de 0,2753 et 0,3173 au niveau 2 (section du canal à 3,5mm de l'apex) et de 0,2535 et 0,2219 au niveau 1 (section du canal à 7,5mm). Le niveau 2 correspond à nos données mais les mesures sur le niveau 1 sont très différentes. Cela peut s'expliquer par la différence de conicité des cônes accessoires : 4% dans notre étude et 2% pour Keçeci et al. Cela peut s'expliquer également par le nombre de cônes accessoires de

gutta percha utilisés : 2 dans notre étude et jusqu'à ce que le fouloir ne puisse pénétrer plus loin que 1 ou 2 mm au-delà de l'entrée du canal dans l'étude de Keçeci et al. En 2004, Jarrett et al. comparaient la technique de CLA avec la technique de compaction verticale à chaud (System B[®]) et évaluaient le pourcentage de gutta percha par rapport à la surface totale du canal. Ils notent alors une différence significative entre ces deux techniques en faveur de la CLA mais ils mettent aussi en évidence les inconvénients de cette dernière : le manque d'homogénéité de la masse de gutta percha dans les canaux obturés. En 2011, Marciano et al. ont comparé 4 techniques d'obturations sur des racines de molaires mandibulaires, celles-ci ont été sectionnées à 2, 4 et 6mm et le taux de remplissage de gutta percha a été analysé. Ils trouvent pour la CLF des moyennes de proportion de ciment par rapport à la gutta percha à 0,4545 à 2mm, 0,6 à 4mm et 0,375 à 6mm. Ils ne notent aucune différence significative au niveau de toutes les coupes entre les trois techniques suivantes : System B[®], Thermafil[®], CLF. De Deus et al., en 2006, mesurent aussi le pourcentage de gutta percha dans des coupes axiales du tiers apical en utilisant ces mêmes trois techniques. Ils concluent leur étude en affirmant que le Thermafil[®] donne les meilleurs résultats pour les canaux ovales et qu'il n'y a pas de différence entre le System B[®] et la CLF. Ces derniers résultats sont confirmés par Weis et al. (2004) qui comparent le Thermafil[®], le SimpliFill[®], la CLF et le System B[®]. Leur étude montrent surtout que l'épaisseur de ciment varie significativement en fonction de la technique d'obturation mais également en fonction du niveau de coupe, contrairement aux résultats de notre étude. Enfin, Wu et al., en 2000, a comparé la distribution de ciment autour de la gutta percha avec 3 techniques : CLF, condensation verticale à chaud et maître cône. A la coupe située à 3mm de l'apex, ils décrivent que le pourcentage de ciment n'est pas statistiquement différent entre la CLF et la condensation verticale à chaud mais qu'à 6mm il est en défaveur de la CLF.

2) Temps d'obturation

Le temps d'obturation radiculaire est un facteur important à prendre en compte, surtout pour un praticien exerçant en cabinet libéral. La technique de CLF est réputée pour sa lenteur de mise en œuvre. L'un des objectifs du système que nous testons aujourd'hui est d'obtenir les mêmes résultats en terme d'étanchéité (proportion ciment et gutta percha et densité radiologique) tout en espérant proposer une option plus rapide aux praticiens concernant l'obturation.

Dans notre étude, la CLA baisse de façon significative le temps d'obturation lorsqu'on la compare à la CLF. À la lumière des éléments présentés, il apparaît que la CLA permet de diminuer la durée d'obturation de 20,24% selon nos mesures. En effet, la rotation engendrée par la pièce à main facilite la pénétration des fouloirs et c'est uniquement grâce à ce paramètre que le temps global d'obturation est diminué. À noter que dans notre modèle nous avons utilisé 2 cônes accessoires, on peut donc facilement conclure que plus on utilise de cônes accessoires plus le temps sera diminué par rapport à la CLF. Le fouloir traité thermiquement diminue aussi significativement la durée d'obturation de 12,06%. Le traitement thermique du fouloir procure donc une meilleure pénétration des cônes de gutta compte tenu de la diminution du rapport de ciment par rapport à la gutta percha et une meilleure facilité d'utilisation par rapport à un fouloir non traité.

Keçeci et al. ont aussi chronométré les temps d'obturation des canaux. Pour un canal, ils mesurent en moyenne 252,5 secondes quand nous obtenons dans notre étude 138,37 secondes. Là aussi, la différence s'explique par les disparités de méthodologie et de matériel utilisé pour l'obturation.

3) Densité moyenne radiologique

Cette densité radiologique témoigne de la densité d'obturation. Le ciment de scellement n'étant pas intensément radio-opaque, cela nous laisse présager de la quantité de gutta présente au sein du canal. Dans notre étude, aucune différence statistiquement significative n'a été notée ($p > 0.005$). Gilhooly et al., en 2000, comparaient la technique de CLF à une technique multiphase de gutta percha (α et β) réchauffée et appliquée avec un condenseur en rotation en nickel titanium. Ils trouvent que la technique de CLF permet une meilleure obturation d'un point de vue radiologique.

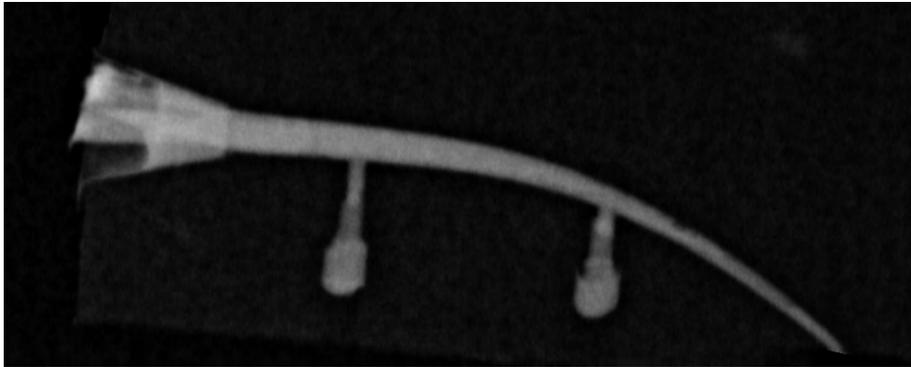


Figure 13 : Radiographie du canal I.4.4 obturé en CLA



Figure 14 : Radio du canal IV.4.2 obturé en CLF

4) Pénétration de ciment et de gutta percha dans les canaux accessoires

Cet élément est à prendre en compte pour une obturation tridimensionnelle des racines une fois la mise en forme des canaux réalisée. Nous savons que le réseau de canaux accessoires est d'autant plus présent au niveau du tiers apical des racines. De Deus et al., en 1975, ont publié une étude sur l'anatomie canalaire et ont mis en évidence que sur 1140 dents analysées 313 avaient des canaux accessoires (27,4 %). La répartition était effectuée de cette manière : 17% du total des dents avait des canaux accessoires sur les 3 derniers millimètres vers l'apex, 8,8% sur le corps de la racine et 1,6% sur les 3 premiers millimètres à la base de la racine.

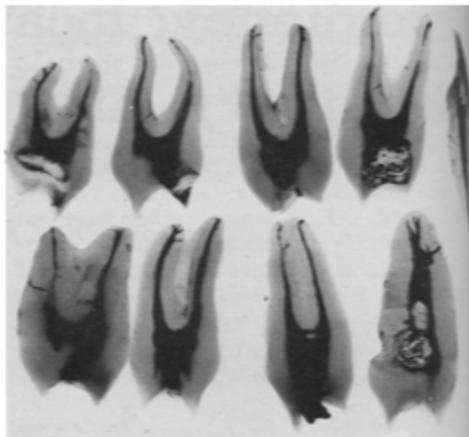


Fig 3—Examples of stained accessory, secondary, and lateral canals in teeth made transparent.

Figure 15 : Planche de l'étude de De Deus et al. sur un endodonte coloré à l'encre de Chine

Cette pénétration est également importante quand il s'agit d'obturer des isthmes ou des canaux de type VI et VII selon la classification de Vertucci.

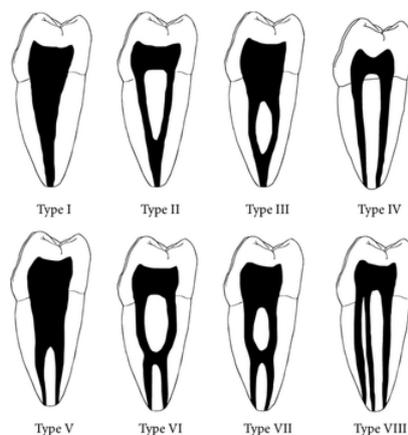


Figure 16 : Classification de Vertucci des anatomies canalaires

Marciano et al., en 2011, comparait plusieurs systèmes d'obturations dans des canaux mésiaux de molaires mandibulaires et montrait que la prévalence des vides dans les canaux présentant des isthmes était augmentée uniquement pour la CLF et pas pour le System B[®] et le Thermafil[®].

Dans notre modèle, deux canaux latéraux sont présents : un entre le tiers coronaire et médian du simulateur (canal accessoire 1) et un entre le tiers médian et apical (canal accessoire 2). La condensation latérale assistée permet d'engendrer une meilleure pénétration de gutta percha sur notre modèle de façon significative. Dans les canaux accessoires 1, on mesure une augmentation de 194,29%, et pour le canal accessoire 2, une augmentation de 322,92%. La pénétration de ciment dans le canal accessoire 2 est également augmenté de 9,64%. Ceci pourrait être expliqué par la friction du fouloir contre le cône de gutta qui provoquerait une élévation de la température locale et donc la thermoplastification de la gutta. Le fouloir se comporterait alors, malgré sa surface lisse, comme un thermocompacteur poussant la gutta percha vers l'apex et latéralement vers les canaux accessoires, rappelant ainsi la technique hybride de Tagger (parfois appelée technique de Peli en France). Cela nous permet d'envisager une meilleure obturation tridimensionnelle du réseau canalaire et ceci de façon plus marquée vers l'apex de la racine. Weis et al., en 2004, ont également comparé la pénétration de ciment dans les tubulis dentinaires avec 4 techniques d'obturation différentes : Thermafill[®], System B[®], SimpliFill[®] et CLF. Ils ne concluent à aucune différence significative entre ces techniques de ce point de vue. Ils notent toutefois une différence entre les niveaux de coupes à 1, 3 et 5mm : la pénétration de ciment est plus élevée sur les canaux les plus coronaires. DuLac et al., en 1999, ont comparé 6 techniques d'obturation : CLF, System B[®], condensation verticale à chaud, condensation latérale à chaud et condensation verticale de gutta percha à haute température. Il a mesuré leurs pénétrations dans les canaux latéraux : ses résultats sont les mêmes que ceux de Goldberg et al., en 2001, qui comparent la CLF, la technique hybride, l'Ultrafil[®], l'Obtura II[®], le System B[®] et Obtura II[®] ensemble et le Thermafil[®] ; à savoir que la technique d'obturation verticale à chaud à vague continue s'adapte le mieux aux parois et pénètre davantage dans les canaux latéraux que la CLF.

5) Profondeur de la première et de la deuxième pénétration du fouloir

Allison et al., en 1979, ont été les premiers à décrire le lien entre la profondeur de pénétration des fouloirs, la préparation canalaire et la qualité finale de l'obturation. Dans notre étude, la CLA montre de meilleurs résultats concernant la pénétration des fouloirs : l'augmentation de 19,98% pour la première pénétration et de 26,11% pour la deuxième pénétration qu'ils soient traités thermiquement ou non, nous laisserait penser à une meilleure qualité d'obturation bien que selon nos données, la densité radiologique et la proportion de ciment par rapport à la gutta percha ne soit pas statistiquement significative. Compte tenu de la faiblesse de la puissance de ces statistiques, il faudrait augmenter la taille des groupes pour conclure à une éventuelle différence significative. Les fouloirs traités thermiquement ont une profondeur de pénétration plus importante également que ce soit pour le premier ou le deuxième passage du fouloir : une augmentation de 2,28% pour le premier passage et de 2,68% pour le deuxième passage.

6) Interprétations globales

Cependant ces résultats restent à pondérer. En effet, les tests ANOVA montrent la significativité statistique de la variable traitement thermique au sein des échantillons de CLA et de CLF (l'intitulé « Type d'obturation/Traitement thermique ») : celui-ci n'est significatif que pour le critère de proportion de ciment par rapport à la gutta percha mais ne l'est pas pour tous les autres critères. Ainsi, les fouloirs traités thermiquement n'améliorent de manière statistiquement significative que ce dernier critère en séparant les échantillons de CLF et de CLA. De plus, il faut noter le dépassement systématique de gutta percha au sein de l'échantillon « CLA » : 100% des 32 canaux testés. Il faut également remarquer, bien qu'ils soient de moindre importance, les dépassements de l'échantillon « CLF » : 81,25% de dépassement de gutta percha correspondant à 26 canaux sur les 32 testés. La profondeur d'enfoncement de ces fouloirs pourrait donc être diminuée. Ci-après une sélection de photographies et de radiographies de canaux avec des dépassements de gutta percha à l'apex.

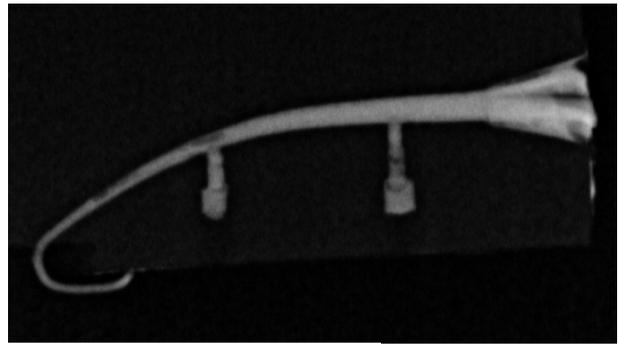
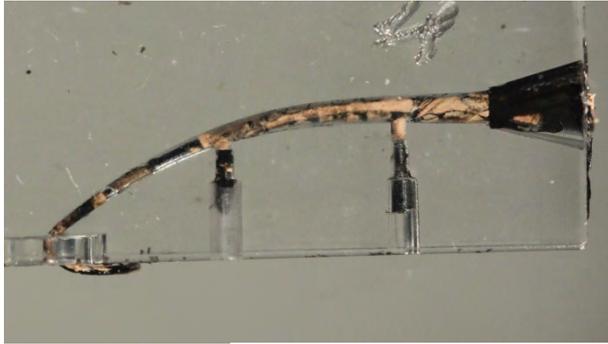


Figure 17 : Photographie et radiographie du canal I.3.4

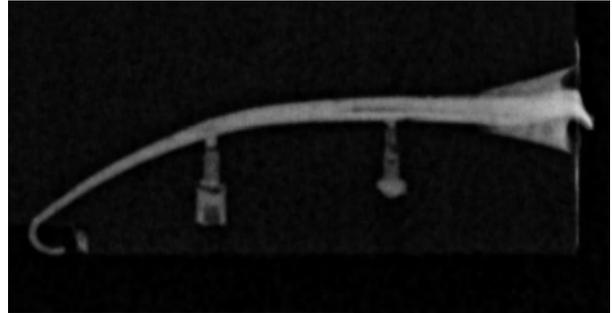


Figure 18 : Photographie et radiographie du canal IV.1.2

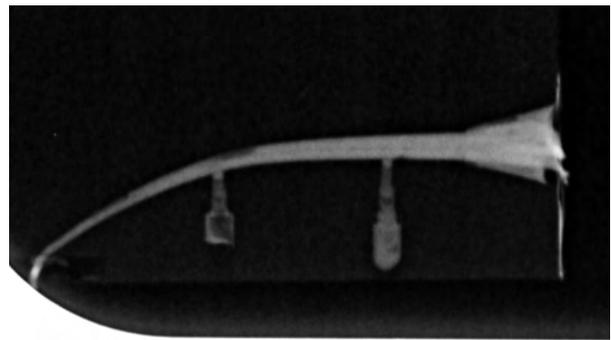
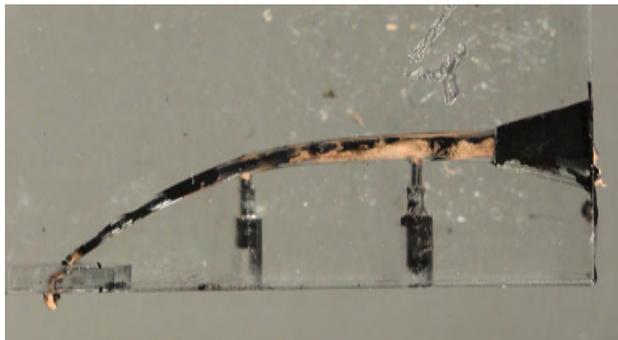


Figure 19 : Photographie et radiographie du canal IV.1.4

Nous nous sommes aussi demandé si le fait d'utiliser la rotation continue n'engendrait pas une friction excessive contre les cônes de gutta et s'il ne fallait pas plutôt utiliser le mouvement de réciprocité comme décrit dans la technique initiale ce qui diminuerait cette friction et donc les risques de dépassement. Cependant, la présence d'encre de Chine au sein de la pâte à canaux utilisée pourrait diminuer les propriétés adhésives de celle-ci et la diluer, ainsi le glissement des cônes de gutta percha serait favorisé et ce, de manière plus importante avec l'utilisation de la CLA étant donné la friction induite lors de la pénétration de la lime en rotation continue et donc la propulsion de gutta percha thermoplastifiée vers l'apex et les parois externes du canal.

Nous avons donc réalisé des essais sur un bloc de simulateur à l'aide d'un moteur fonctionnant en réciprocité avec les réglages suivants : 150° dans le sens horaire et 30° dans le sens anti

horaire et ceci de manière alternée (200 mouvements par minute). Nous avons aussi modifié la pénétration du premier fouloir (le dépassement survenait constamment lors de cette première pénétration) et nous avons décidé de l'amener à 2mm de la longueur de travail puis à 4mm et enfin à 6mm. Un bloc contrôle en rotation continue a aussi été effectué. Nos conclusions sont les mêmes : il survient un dépassement de gutta pour les deux techniques d'obturation lors d'une première pénétration de fouloir à 2 et 4 mm de la longueur de travail et aucun à 6mm. Nous pensons donc que ces dépassements sont engendrés par le simulateur ou la coloration de la pâte à l'encre de Chine. Wu et al., en 2000, a utilisé un colorant à base de poudre de carbone afin d'obtenir un ciment noir pour faciliter les traitements d'image des coupes. Nous aurions aussi pu laisser le ciment non coloré, étant à la base d'un blanc cassé, mais les limites de la gutta lors de l'analyse des coupes auraient été plus compliquées à déterminer.

Il faut aussi noter le nombre de fissures autour des canaux obturés avec la technique de CLA : 65,625% de fissures contre 6,25% de fissures pour les canaux obturés avec la CLF. Voici quelques exemples de fissures visibles sur les canaux et les coupes au microscope optique.

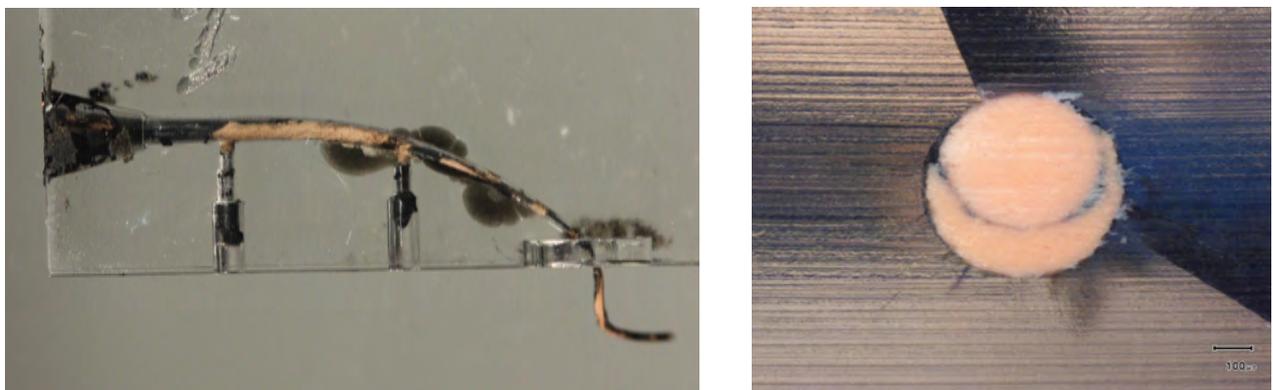


Figure 20 : Photographie du canal I.3.2 et de la coupe apicale correspondante I.3.2.2. Obturé en CLA

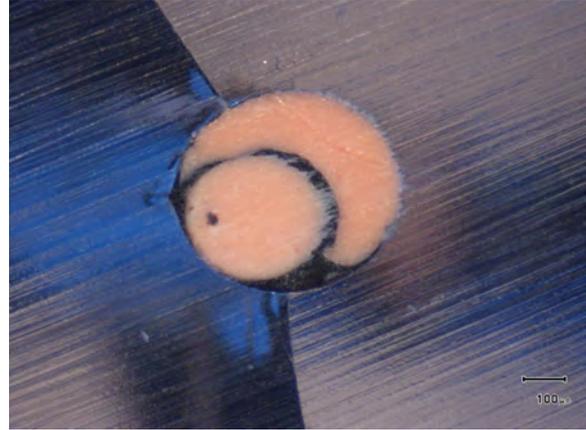
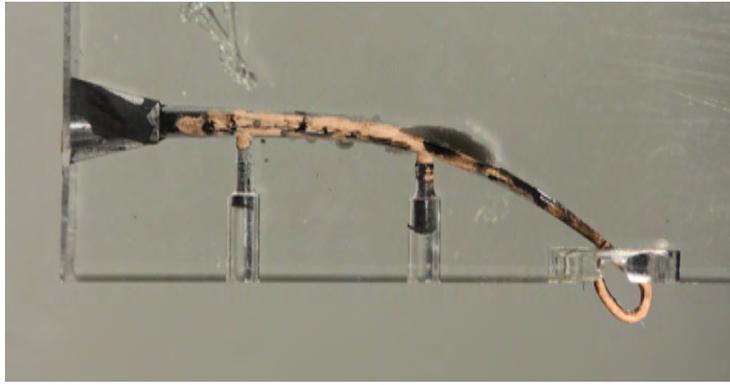


Figure 22 : Photographie du canal III.1.1 et des coupes coronaire et apicale correspondantes III.1.1.1 et III.1.1.2. Obturé en CLA

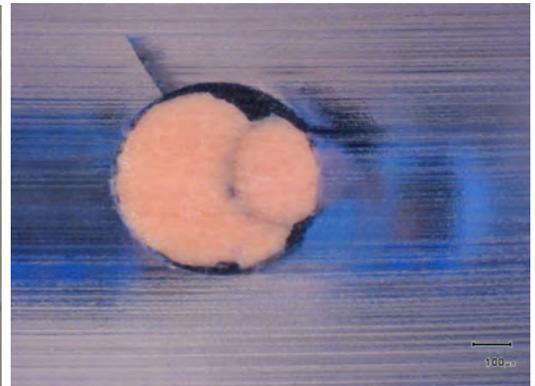
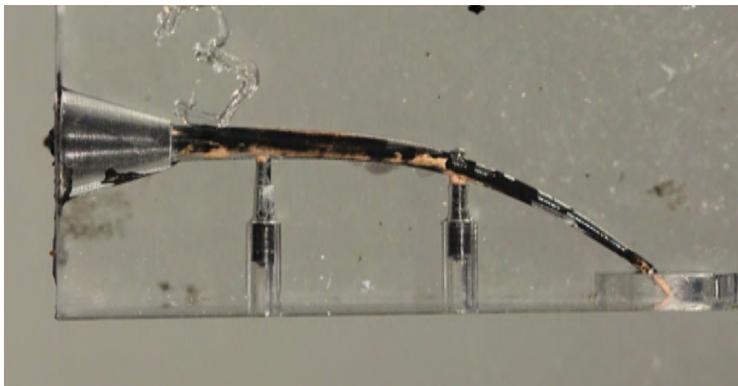


Figure 21 : Photographies du canal IV.1.3 et la coupe apicale correspondante IV.1.3.2. Obturé en CLF

Ces fissures et ces dépassements pourraient être justifiés par notre modèle de simulateur avec un canal en plastique de 18 millimètres de longueur et 4% de conicité, initialement prévu pour s'entraîner à obturer avec la technique de la gutta chaude sur tuteur. Ils présenteraient donc une faiblesse trop importante pour ce type de technique d'obturation.

Nous avons donc décidé en fin de protocole de tester un dernier modèle, avec en lieu et place du simulateur en plastique transparent initial, deux molaires extraites dont les canaux ont été mis en forme avec un diamètre à l'apex de 25/100 de millimètre et une conicité de 4%. La technique de CLA en rotation continue a été retenue avec un seul cône accessoire, une

pénétration du fouloir à 2mm de la longueur de travail et de la pâte à canaux qui n'a pas été colorée à l'encre de Chine. Pour la première molaire extraite, deux canaux ont été mis en forme (le troisième étant trop minéralisé il n'a pas été mis en forme). Les canaux présentaient une double courbure et une longueur de travail de 19mm. Après obturation, aucun dépassement n'a été remarqué mais deux fêlures ont été observées. Concernant la deuxième molaire, 2 canaux de 17mm ont été obturés. Le troisième ayant son apex fracturé, il a été exclu de l'expérimentation. Après obturation, aucun dépassement et aucune fêlure ou fracture n'ont été observés. Les fêlures observées sur la première molaire pourraient être dues à la difficulté anatomique du canal (double courbure) mais aussi du fait que l'expérimentation se fasse en ex vivo : le ligament et l'os alvéolaire ne sont pas présents et ne jouent pas le rôle de contention et donc de protection au niveau des racines.

Shemesh et al., en 2010, réalisaient une étude sur l'incidence des défauts dentinaires après les traitements canalaires. Selon eux, il n'y a pas de différence en ce qui concerne la survenue de fêlures ou de fractures entre la CLF et l'obturation verticale à chaud par vague continue. Ils donnent aussi une prévalence de 30% pour les fêlures dentaires avec la CLF comme technique d'obturation. Ce problème a déjà été étudié dans le passé : Vire et al. soutiennent que 4,5% des échecs de traitements endodontiques résultent de fractures verticales. Morfis et al., en 1990, déclaraient que 3,69% des fractures radiculaires étaient attribuées à des traitements endodontiques. Meister et al., pour leur part, affirmaient que 85% des fractures verticales de racines étaient causées par une force excessive pendant la CLF. A ce sujet, Holcomb et al., en 1987, nous éclairaient dans son étude sur la charge nécessaire avec un fouloir pour causer une fracture verticale radiculaire pendant l'obturation endodontique. Ils montrent que les fractures peuvent apparaître dès 1.5kg de charge et que 13% de ces échantillons ont eu des fêlures ou des fractures avec une charge inférieure ou égale à 3.5kg et 22% avec une charge inférieure ou égale à 5kg. Ils montrent aussi le lien entre ces fêlures/fractures et le nombre de cônes accessoires, la largeur du canal et les parois dentinaires restantes mais excluent un lien entre les fractures et la longueur de la racine.

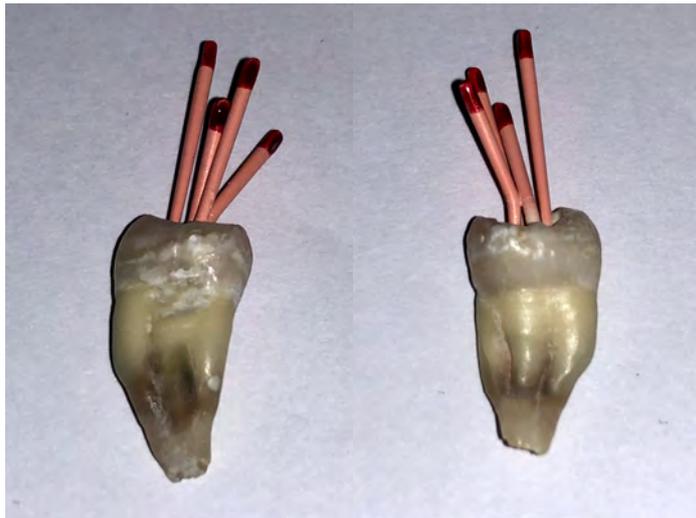


Figure 23 : Première molaire (19mm de longueur de travail)

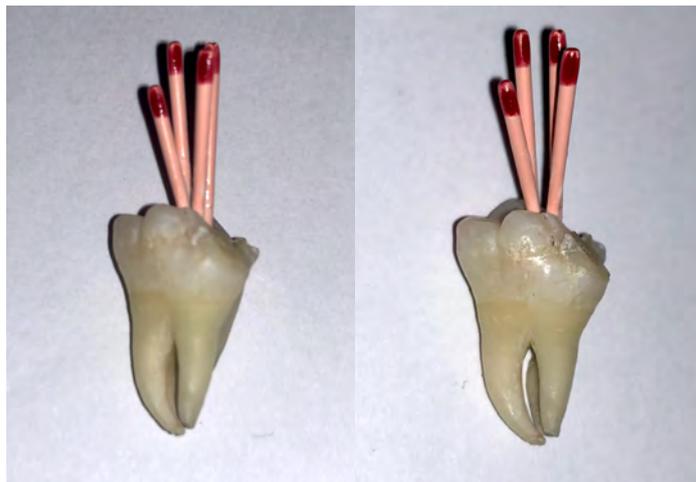


Figure 24 : Deuxième molaire (17mm de longueur de travail)

Il faut tout de même noter que la qualité de l'obturation n'est pas le seul élément modifiant le pronostic d'une dent traitée endodontiquement. En effet, Ingle et al. écrivaient, en 2002, que les traitements insuffisants étaient responsables seulement de 60% des échecs. Se pose alors la question des facteurs influençant les 40% restants. En effet, dès 1986, Peters et al disaient qu'un mauvais pronostic était à envisager lorsque le canal était courbé (ceci relevant de l'anatomie intrinsèque de la dent) mais également si le canal était trop faiblement préparé. Ce que confirment Kierklo et al. : le type d'instruments utilisés lors de la mise en forme intervient dans le pronostic de survie de la dent après un traitement endodontique. Certains avancent que les instruments rotatifs préparent mieux le canal (Peters et al., Yin et al., Iqbal et

al. par exemple), d'autres affirment qu'il n'y a pas de différence significative entre les instruments de mise en forme manuels et ceux qui fonctionnent en rotation continue (Zmener et al., Peters et al.) . Au-delà de la préparation du canal, Saunders en 1990 comparait le devenir de dents traitées endodontiquement avec et sans réhabilitation coronaire de celles-ci par différents matériaux. Ses résultats montraient une différence significative entre les dents réhabilitées avec un soin étanche et celles qui ne l'étaient pas. Il n'y avait pas de différence significative entre les différents matériaux de restauration coronaire. Sorensen, en 1985, parlait déjà de restaurer toute la face occlusale des dents traitées endodontiquement afin d'éviter les percolations bactériennes. Plus récemment, Gillen et al., en 2011, ont réalisé une méta-analyse sur la guérison de lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique. Ils ont séparé les traitements endodontiques et les restaurations coronaires étudiés en deux catégories : adéquats et inadéquats. Un traitement endodontique sera jugé adéquat selon leurs critères si il arrive à l'apex avec une densité radiologique suffisante. Une restauration coronaire sera jugée adéquat selon leurs critères suivants : étanchéité du joint périphérique et ne débordant pas sur les structures dentaires restantes. Leurs résultats montrent qu'une dent restaurée de manière adéquate présente un taux de survie multiplié par 2,734 si le traitement endodontique est adéquat par rapport à un traitement inadéquat. Ils montrent également qu'une dent avec un traitement endodontique adéquat présente un taux de survie multiplié par 2,808 si elle est restaurée de façon adéquate par rapport à une dent avec un même traitement mais restaurée de façon inadéquate. Ng et al., en 2010, ont publié deux études sur les facteurs influençant la survie d'une dent après un traitement canalaire. Ils concluent lors de leur première étude :

- qu'il est préférable que la dent soit restaurée à l'aide d'une couronne ;
- que le taux de survie est meilleur pour une dent ayant des contacts mésiaux et distaux ;
- qu'il est diminué si la dent est un pilier d'une restauration prothétique fixée plurale ;
- qu'il est également diminué si cette dent est une molaire (compte tenu de la complexité anatomique).

En 2011, ils ont complété leur première étude avec une méta-analyse de tous les facteurs pré, per et post traitement endodontique qui influencent la survie de la dent. Ils y ajoutent entre autres les facteurs suivants : la distribution des dents restantes, la distribution de la charge occlusale et fonctionnelle, la quantité, la solidité et l'intégrité des structures restantes.

Nous le voyons à travers ces études, de nombreux facteurs interviennent dans la survie d'une dent traitée endodontiquement :

- qu'il soit intrinsèque à celle-ci (anatomie complexe) ;
- dépendant du traitement endodontique en lui-même (mise en forme, irrigation ou obturation) ;
- de la restauration coronaire afin de prévenir une percolation bactérienne ;
- de facteurs dépendant du patient (maladie systémique ou observance de l'hygiène).

Conclusion

La technique de condensation latérale assistée permet de diminuer le temps d'obturation par rapport à la condensation latérale à froid, ce qui est un critère important dans le choix d'une technique d'obturation endodontique. Elle permet aussi une meilleure pénétration des fouloirs dans le canal mais également une pénétration plus importante de ciment et de gutta percha dans les canaux accessoires. Tout ceci nous permet de dire que la condensation latérale assistée mécaniquement permet une obturation plus compacte, avec une masse de gutta percha plus homogène et ceci de façon tridimensionnelle.

Des études complémentaires sur dents naturelles extraites avec des échantillons plus importants sont à réaliser pour confirmer ces résultats. La mesure de la pression nécessaire pour obtenir un enfoncement suffisant du fouloir pourrait être envisagé et confirmer l'utilisation d'une plus faible pression avec la CLA et donc une diminution des risques de création de fissure sur les racines obturées. Il faut cependant garder à l'esprit que de nombreux facteurs rentrent en compte concernant la survie d'une dent traitée endodontiquement.

Vu, le Directeur de thèse et président du jury :

Pr Franck DIEMER



TABLES DES ILLUSTRATIONS

- **Figures :**

FIGURE 1 : EXEMPLES DE CONES DE GUTTA PERCHA	12
FIGURE 2 : À GAUCHE, UN FOULOIR NON TRAITÉ THERMIQUEMENT, À DROITE, UN FOULOIR TRAITÉ THERMIQUEMENT	16
FIGURE 3 : EXEMPLE DE TRANSFORMATION ET D'ISOLATION DE LA COUPE III.1.1.1	18
FIGURE 4 : EXEMPLE D'ISOLATION DU CANAL PRINCIPAL AVEC LE CANAL III.3.1	19
FIGURE 5 : COUPE 1 (CORONAIRE) DU CANAL I.1.1 (CLA)	40
FIGURE 6 : COUPE 2 (APICALE) DU CANAL I.2.3 (CLA)	40
FIGURE 7 : COUPE 1 (CORONAIRE) DU CANAL II.2.1 (CLF)	40
FIGURE 8 : COUPE 2 (APICALE) DU CANAL II.4.1 (CLF)	40
FIGURE 9 : COUPE 1 DU CANAL III.3.1 (CLA)	41
FIGURE 10 : COUPE 2 DU CANAL III.4.2 (CLA)	41
FIGURE 11 : COUPE 1 DU CANAL IV.1.1 (CLF)	41
FIGURE 12 : COUPE 2 DU CANAL IV.1.2 (CLF)	41
FIGURE 13 : RADIOGRAPHIE DU CANAL I.4.4 OBTURÉ EN CLA	44
FIGURE 14 : RADIO DU CANAL IV.4.2 OBTURÉ EN CLF	44
FIGURE 15 : PLANCHE DE L'ÉTUDE DE DE DEUS ET AL. SUR UN ENDODONTE COLORÉ À L'ENCRE DE CHINE	45
FIGURE 16 : CLASSIFICATION DE VERTUCCI DES ANATOMIES CANALAIRES	45
FIGURE 17 : PHOTOGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE DU CANAL I.3.4	48
FIGURE 18 : PHOTOGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE DU CANAL IV.1.2	48
FIGURE 19 : PHOTOGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE DU CANAL IV.1.4	48
FIGURE 20 : PHOTOGRAPHIE DU CANAL I.3.2 ET DE LA COUPE APICALE CORRESPONDANTE I.3.2.2. OBTURÉ EN CLA	49
FIGURE 22 : PHOTOGRAPHIES DU CANAL IV.1.3 ET DE LA COUPE APICALE CORRESPONDANTE IV.1.3.2. OBTURÉ EN CLF	50
FIGURE 21 : PHOTOGRAPHIE DU CANAL III.1.1 ET DES COUPES CORONAIRE ET APICALE CORRESPONDANTES III.1.1.1 ET III.1.1.2. OBTURÉ EN CLA	50
FIGURE 23 : PREMIÈRE MOLAIRE (19MM DE LONGUEUR DE TRAVAIL)	52
FIGURE 24 : DEUXIÈME MOLAIRE (17MM DE LONGUEUR DE TRAVAIL)	52

- **Tableaux :**

TABLEAU 1 : MOYENNES ET ÉCARTS TYPE DE LA PROPORTION CIMENT/GUTTA PERCHA EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION, DU NIVEAU DE COUPE ET DES FOULOIRS UTILISÉS	20
TABLEAU 2 : TEST ANOVA POUR PROPORTION CIMENT/GUTTA PERCHA	21
TABLEAU 3 : TEST PLSD DE FISHER POUR PROPORTION CIMENT / GUTTA PERCHA. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITÉ : 5%	22
TABLEAU 4 : TEST PLSD DE FISHER POUR PROPORTION CIMENT / GUTTA PERCHA. EFFET : NIVEAU DE COUPE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITÉ : 5%.	22
TABLEAU 5 : TEST PLSD DE FISHER POUR PROPORTION CIMENT/GUTTA PERCHA. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITÉ : 5%	22
TABLEAU 6 : MOYENNES ET ÉCARTS TYPE DES TEMPS D'OBTURATION EN FONCTION DE LA TECHNIQUE ET DU FOULOIR UTILISÉ	23
TABLEAU 7 : TEST ANOVA POUR TEMPS D'OBTURATION	24

TABLEAU 8 : TEST PLSD DE FISHER POUR TEMPS D'OBTURATION. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	24
TABLEAU 9 : TEST PLSD DE FISHER POUR TEMPS D'OBTURATION. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	24
TABLEAU 10 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE DENSITE D'OBTURATION RADIOLOGIQUE EN NIVEAU DE GRIS.....	25
TABLEAU 11 : TEST ANOVA POUR DENSITE RADIOLOGIQUE	25
TABLEAU 12 : TEST PLSD DE FISHER POUR DENSITE MOYENNES. EFFET TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	25
TABLEAU 13 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE PENETRATIONS DE GUTTA PERCHA ET DE CIMENT DANS LES CANAUX LATERAUX (EN PIXEL). CLA/CLF.....	26
TABLEAU 14 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1 (EN PIXEL)	27
TABLEAU 15 : TEST ANOVA DE PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1	28
TABLEAU 16 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	28
TABLEAU 17 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	29
TABLEAU 18 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1 EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN PIXEL).....	29
TABLEAU 19 : TEST ANOVA POUR PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1	30
TABLEAU 20 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	30
TABLEAU 21 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	31
TABLEAU 22 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE LA PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2 (EN PIXEL).....	31
TABLEAU 23 : TEST ANOVA POUR PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2	32
TABLEAU 24 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	32
TABLEAU 25 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	33
TABLEAU 26 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE LA PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2 (EN PIXEL).....	33
TABLEAU 27 : TEST ANOVA DE PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2.....	34
TABLEAU 28 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	34
TABLEAU 29 : TEST PLSD DE FISHER POUR PENETRATION DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL 2. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%.....	35
TABLEAU 30 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE PREMIERE PENETRATION DU FOULOIR EN FONCTION DU TYPE D'OBTURATION ET DU TRAITEMENT THERMIQUE UTILISE (EN MM)	35
TABLEAU 31 : TEST ANOVA DE PREMIERE PENETRATION DU FOULOIR	36
TABLEAU 32 : TEST PLSD DE FISHER POUR PREMIERE PENETRATION DU FOULOIR. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	36

TABLEAU 33 : TEST PLSD DE FISHER POUR PREMIERE PENETRATION DU FOULOIR. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	37
TABLEAU 34 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU TRAITEMENT THERMIQUE UTILISE (EN MM)	37
TABLEAU 35 : TEST ANOVA DE DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR	38
TABLEAU 36 : TEST PLSD DE FISHER POUR DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR. EFFET : TYPE D'OBTURATION. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	38
TABLEAU 37 : TEST PLSD DE FISHER POUR DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR. EFFET : TRAITEMENT THERMIQUE. NIVEAU DE SIGNIFICATIVITE : 5%	39

- Graphiques :

GRAPHIQUE 1 : MOYENNES DES PROPORTIONS DE CIMENT/GUTTA PERCHA EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION, DU NIVEAU DE COUPE ET DES FOULOIRS UTILISES	21
GRAPHIQUE 2 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DES TEMPS D'OBTURATION EN FONCTION DE LA TECHNIQUE ET DU FOULOIR UTILISE	23
GRAPHIQUE 3 : MOYENNES DES DENSITES RADIOLOGIQUES EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION	25
GRAPHIQUE 4 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE PENETRATIONS DE CIMENT ET DE GUTTA PERCHA DANS LES CANAUX LATERAUX (EN PIXEL) CLA/CLF	27
GRAPHIQUE 5 : GRAPHIQUE DES MOYENNES DE PENETRATIONS DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1 EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN PIXEL)	28
GRAPHIQUE 6 : MOYENNES DE PENETRATIONS DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 1 EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN PIXEL)	30
GRAPHIQUE 7 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE LA PENETRATION DE CIMENT DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2 EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN PIXEL)	32
GRAPHIQUE 8 : MOYENNES DES PENETRATIONS DE GUTTA PERCHA DANS LE CANAL ACCESSOIRE 2 EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN PIXEL)	34
GRAPHIQUE 9 : MOYENNES DE PREMIERE PENETRATION DU FOULOIR EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU TRAITEMENT THERMIQUE UTILISE (EN MM)	36
GRAPHIQUE 10 : MOYENNES ET ECARTS TYPE DE DEUXIEME PENETRATION DU FOULOIR EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'OBTURATION ET DU FOULOIR UTILISE (EN MM)	38

Annexes

Canaux

Numéro Canal	Pénétration Lime 1 (mm)	Pénétration Lime 2 (mm)	Chronométrage (sec)	Facilité (1/2/3)	Dépassements (Oui 1/ Non 2)	Fissures (Oui 1/Non 2)
I.1.1	15	13	165,21	1	1	1
I.1.2	16	13	120,97	1	1	1
I.1.3	15	13,5	126,69	1	1	1
I.1.4	15	13,5	131,34	1	1	1
I.2.1	16	13,5	109,68	1	1	1
I.2.2	16	14	102,37	1	1	2
I.2.3	15,5	13,5	126,16	1	1	1
I.2.4	15,5	13,5	132,65	1	1	1
I.3.1	16	14	114,46	1	1	1
I.3.2	16	13,5	152,23	1	1	1
I.3.3	16	14	136,2	1	1	2
I.3.4	16	14	108,1	1	1	2
I.4.1	15,5	14	107,63	1	1	1
I.4.2	16	14	122,81	1	1	2
I.4.3	16	14	117,39	1	1	1
I.4.4	16	14	99,77	1	1	2
II.1.1	11	9	177,79	3	1	2
II.1.2	11	10	177,64	3	1	2
II.1.3	12	10	171,33	3	1	2
II.1.4	13	11	166,04	2	1	2
II.2.1	14	11	163,03	2	1	2
II.2.2	14	11	144,47	2	1	2
II.2.3	13	11	144,13	2	2	2
II.2.4	14	10	128,82	2	1	2
II.3.1	13,5	10,5	131,62	2	1	2
II.3.2	14	12	144,53	2	1	2
II.3.3	13	11	141,41	2	1	2
II.3.4	13	11	151,74	2	2	2
II.4.1	14	13	133,97	2	1	2
II.4.2	13	11	108,99	3	1	2
II.4.3	13	10,5	118,98	2	1	2
II.4.4	13	10	131,83	3	1	2
III.1.1	16	14	113,16	1	1	1

III.1.2	16	14	85,22	1	1	1
III.1.3	16	14	87,85	1	1	1
III.1.4	16	14	121,54	1	1	2
III.2.1	16	13	132,04	1	1	2
III.2.2	16	14	95,76	2	1	2
III.2.3	16	14	161,48	2	1	1
III.2.4	16	14	113,3	1	1	2
III.3.1	16	14	107,34	1	1	1
III.3.2	16	14	84,99	1	1	2
III.3.3	16	14	98,09	1	1	2
III.3.4	16	14	99,17	2	1	1
III.4.1	16	14	101,32	1	1	2
III.4.2	16	14	107,84	1	1	1
III.4.3	16	14	106,94	1	1	2
III.4.4	16	14	90,07	1	1	2
IV.1.1	12,5	10,5	127,8	2	1	1
IV.1.2	13,5	9	128,53	2	1	2
IV.1.3	13	12	143,57	2	1	1
IV.1.4	14	12,5	135,33	2	1	2
IV.2.1	14	11	123,79	2	1	2
IV.2.2	13	12	146,44	2	1	2
IV.2.3	13	11,5	127,9	2	2	2
IV.2.4	13	11	126,68	2	1	2
IV.3.1	14	11	142,43	2	1	2
IV.3.2	14,5	11,5	131,28	2	1	2
IV.3.3	13,5	11,5	135,36	2	2	2
IV.3.4	14	11	116,29	2	1	2
IV.4.1	13,5	11	110,02	2	1	2
IV.4.2	13	10,5	159,12	2	2	2
IV.4.3	13	11,5	129,29	2	1	2
IV.4.4	13	11	104,4	2	2	2

Coupes

Coupe	Surface Totale (pixels)	Surface de Gutta (pixels)	Surface de Pâte (pixels)	Vide	Nombre de Cône	Surface relative Ciment/GP
I.1.1.1	604708	492745	111963	0	3	0,22722301
I.1.1.2	294432	293185	2275	0	2	0,00775961
I.1.2.1	526796	458449	68347	0	3	0,1490831
I.1.2.2	297170	182194	114976	0	2	0,63106359
I.1.3.1	579424	485571	108661	0	3	0,22377984
I.1.3.2	282532	207772	74760	0	3	0,35981749
I.1.4.1	526096	436483	90542	0	3	0,20743534
I.1.4.2	274092	184859	89233	0	2	0,48270844
I.2.1.1	535840	426290	109550	0	3	0,25698468
I.2.1.2	269660	195881	73779	0	3	0,37665215
I.2.2.1	579528	483784	116856	0	3	0,24154581
I.2.2.2	286268	163553	122715	0	2	0,75030724
I.2.3.1	530532	479346	62208	0	3	0,12977682
I.2.3.2	260992	207778	53214	0	2	0,25610989
I.2.4.1	567436	507841	87644	0	3	0,17258158
I.2.4.2	305355	203628	101727	0	2	0,49957275
I.3.1.1	510168	471587	71459	0	3	0,15152877
I.3.1.2	280100	222548	57552	0	2	0,25860489
I.3.2.1	524256	458326	65930	0	3	0,14384957
I.3.2.2	313528	268293	45235	0	1	0,16860298
I.3.3.1	507728	466575	49287	0	3	0,10563575
I.3.3.2	308070	237905	70165	0	1	0,29492865
I.3.4.1	524228	440106	84122	0	3	0,19114032
I.3.4.2	274564	193901	80663	0	2	0,41600095
I.4.1.1	578212	536240	59240	0	3	0,11047292
I.4.1.2	562132	412678	149454	0	3	0,36215645
I.4.2.1	550052	484844	71847	0	3	0,14818581
I.4.2.2	512134	430712	81422	0	3	0,18904047
I.4.3.1	542372	459055	83317	0	3	0,18149677
I.4.3.2	514021	441118	85913	0	3	0,19476195
I.4.4.1	510200	499569	7809	0	3	0,01563147
I.4.4.2	498888	411959	86929	0	3	0,21101372

II.1.1.1	589706	589418	288	0	2	0,00048862
II.1.1.2	304552	295730	8822	0	1	0,02983127
II.1.2.1	622794	589112	33682	0	3	0,05717419
II.1.2.2	284910	252086	32824	0	1	0,13020953
II.1.3.1	572772	550918	28214	0	2	0,0512127
II.1.3.2	287465	267339	20126	0	1	0,07528269
II.1.4.1	627708	520343	107365	0	3	0,20633505
II.1.4.2	290144	277345	12799	0	1	0,0461483
II.2.1.1	579520	517953	61567	0	3	0,118866
II.2.1.2	551552	457545	98106	0	2	0,21441825
II.2.2.1	574802	532364	42438	0	2	0,07971613
II.2.2.2	322621	271340	51281	0	1	0,18899167
II.2.3.1	560160	510575	60315	0	3	0,11813152
II.2.3.2	535856	494823	41033	0	2	0,0829246
II.2.4.1	595820	486239	109581	0	2	0,22536448
II.2.4.2	330712	203746	126966	0	1	0,62315825
II.3.1.1	551532	510337	41195	0	2	0,08072117
II.3.1.2	285556	257825	27731	0	1	0,10755745
II.3.2.1	595808	549741	46067	0	3	0,08379764
II.3.2.2	311142	280870	30272	0	1	0,1077794
II.3.3.1	562144	462331	99813	0	3	0,21589078
II.3.3.2	304692	237905	66787	0	1	0,2807297
II.3.4.1	606809	522674	84135	0	3	0,16097032
II.3.4.2	308776	263251	45525	0	1	0,17293382
II.4.1.1	737444	677079	2039772	0	3	3,01260562
II.4.1.2	367456	330032	1695652	0	2	5,13784118
II.4.2.1	551552	523579	1405878	0	2	2,68513061
II.4.2.2	322664	280798	720232	0	1	2,56494704
II.4.3.1	700634	673119	34145	0	3	0,05072654
II.4.3.2	339012	281584	400878	0	1	1,42365333
II.4.4.1	575496	537012	662033	0	2	1,23280858
II.4.4.2	333844	285650	1246764	0	1	4,36465605
III.1.1.1	470536	424886	59278	0	3	0,13951507
III.1.1.2	274327	237908	36419	0	2	0,15308018
III.1.2.1	544964	496483	85796	0	3	0,17280753
III.1.2.2	253868	230532	23336	0	2	0,10122673
III.1.3.1	499494	449046	64934	0	3	0,14460434

III.1.3.2	273119	194814	78305	0	1	0,4019475
III.1.4.1	534596	314739	225474	0	2	0,71638405
III.1.4.2	243028	99801	143227	0	1	1,4351259
III.2.1.1	520396	416462	104607	0	2	0,25118018
III.2.1.2	252492	217258	35234	0	2	0,16217585
III.2.2.1	554124	477138	85334	0	3	0,17884553
III.2.2.2	287808	221306	66502	0	2	0,30049795
III.2.3.1	510212	420997	89215	0	3	0,21191362
III.2.3.2	235404	184905	50499	0	2	0,27310781
III.2.4.1	529420	482833	72532	0	3	0,15022171
III.2.4.2	275992	221726	59045	0	2	0,26629714
III.3.1.1	629076	543868	85208	0	3	0,15667037
III.3.1.2	300669	210401	90268	0	2	0,42902838
III.3.2.1	548948	483758	82974	0	3	0,17151964
III.3.2.2	285908	234574	53352	0	3	0,22744209
III.3.3.1	597236	547791	65076	0	3	0,11879713
III.3.3.2	278616	234188	44428	0	2	0,18971083
III.3.4.1	542380	462254	93220	0	3	0,20166402
III.3.4.2	284232	266317	17915	0	3	0,06726946
III.4.1.1	679356	618837	67390	0	3	0,10889782
III.4.1.2	318432	280019	44545	0	2	0,15907849
III.4.2.1	555512	497174	71315	0	3	0,14344073
III.4.2.2	284630	267135	17495	0	2	0,06549123
III.4.3.1	684430	625674	79060	0	3	0,12635973
III.4.3.2	313664	274566	48508	0	2	0,17667155
III.4.4.1	551552	495962	55590	0	3	0,1120852
III.4.4.2	295048	258066	36982	0	2	0,14330443
IV.1.1.1	531620	492057	39563	0	3	0,08040329
IV.1.1.2	302704	283784	18920	0	1	0,06667043
IV.1.2.1	508346	478088	30258	0	2	0,0632896
IV.1.2.2	300720	292301	8419	0	2	0,0288025
IV.1.3.1	521950	459037	75055	0	3	0,16350534
IV.1.3.2	305520	263451	42069	0	2	0,15968434
IV.1.4.1	531948	468236	63712	0	3	0,13606814
IV.1.4.2	337755	283952	53803	0	2	0,18947921
IV.2.1.1	520664	467340	53324	0	2	0,11410108
IV.2.1.2	299592	204240	95352	0	1	0,46686251

IV.2.2.1	535872	506069	29803	0	3	0,05889118
IV.2.2.2	303828	239506	64322	0	2	0,26856112
IV.2.3.1	518238	487675	30563	0	3	0,06267084
IV.2.3.2	289072	258478	48031	0	1	0,18582239
IV.2.4.1	559468	511340	58877	0	3	0,11514257
IV.2.4.2	320416	224095	96321	0	1	0,42982217
IV.3.1.1	549948	496203	57639	0	3	0,11616012
IV.3.1.2	302540	172717	129823	0	1	0,75165155
IV.3.2.1	517892	462298	58562	0	3	0,12667587
IV.3.2.2	289072	183927	105145	0	1	0,57166702
IV.3.3.1	540124	512450	39403	0	3	0,0768914
IV.3.3.2	299532	244933	54599	0	1	0,22291402
IV.3.4.1	505120	416834	88286	0	2	0,21180134
IV.3.4.2	305624	249684	55940	0	1	0,22404319
IV.4.1.1	484088	460465	23623	0	3	0,05130249
IV.4.1.2	486530	464256	25167	0	3	0,05420932
IV.4.2.1	543704	473784	73120	0	3	0,15433193
IV.4.2.2	297679	258288	39391	0	2	0,15250805
IV.4.3.1	497312	472901	27847	0	3	0,05888547
IV.4.3.2	471216	434202	37014	0	3	0,08524604
IV.4.4.1	578192	546413	36828	0	3	0,06739957
IV.4.4.2	318024	276074	41950	0	1	0,15195201

Radiographies

Numéro Canal	Densité (Moyenne pixels gris)	Pénétration Pâte Canal accessoire 1 (Pixel)	Pénétration Pâte Canal accessoire 2 (Pixel)	Pénétration Gutta Canal accessoire 1 (Pixel)	Pénétration Gutta Canal accessoire 2 (Pixel)	Présence de bulles (Oui 1/Non 2)
I.1.1	15.76117	142	105	17	43	2
I.1.2	13.50583	125	129	32	39	2
I.1.3	13.44378	135	130	21	42	2
I.1.4	11.57728	119	126	23	37	1
I.2.1	11.44119	237	174	88	112	1
I.2.2	13.73329	142	121	24	60	2
I.2.3	14.57370	161	156	31	105	2
I.2.4	17.08461	141	131	42	77	2
I.3.1	13.95391	180	110	63	49	2
I.3.2	11.96775	159	116	77	45	2
I.3.3	14.11950	166	142	75	43	1
I.3.4	14.90509	139	108	55	63	2
I.4.1	13.37296	144	93	26	33	1
I.4.2	12.00518	91	120	17	29	2
I.4.3	14.34916	161	114	43	35	1
I.4.4	14.20772	147	121	52	31	2
II.1.1	14.09320	146	79	0	36	2
II.1.2	13.00573	112	79	17	6	2
II.1.3	17.26174	31	82	12	4	2
II.1.4	14.90360	119	131	13	13	2
II.2.1	9.48214	137	139	16	5	1
II.2.2	14.38262	65	150	16	7	2
II.2.3	11.90936	105	128	14	0	2
II.2.4	12.18605	112	140	13	10	2
II.3.1	12.80766	180	122	7	10	2
II.3.2	14.50059	165	111	12	13	2
II.3.3	10.77284	160	130	16	6	2
II.3.4	12.45660	148	96	17	12	2
II.4.1	12.45250	152	79	16	13	2
II.4.2	12.13214	164	109	15	12	2
II.4.3	13.41181	167	177	8	11	2
II.4.4	15.25212	183	175	17	9	2
III.1.1	14.25844	102	114	27	47	1

III.1.2	11.22796	121	110	43	59	1
III.1.3	14.66151	129	107	43	48	2
III.1.4	13.75999	135	126	135	126	1
III.2.1	12.38952	143	117	143	112	1
III.2.2	11.10856	162	166	38	99	1
III.2.3	15.25949	170	154	46	45	1
III.2.4	12.42016	157	129	26	42	1
III.3.1	15.34660	142	149	21	121	2
III.3.2	11.03694	126	144	37	115	1
III.3.3	12.38180	191	155	19	88	1
III.3.4	13.45246	196	115	20	55	2
III.4.1	16.67413	146	155	20	25	2
III.4.2	15.23579	203	140	21	18	2
III.4.3	13.69102	168	153	17	16	2
III.4.4	12.45850	141	185	0	23	1
IV.1.1	13.73689	158	98	20	17	2
IV.1.2	13.49442	119	139	11	16	2
IV.1.3	12.63708	153	117	15	20	2
IV.1.4	14.43660	185	121	19	14	2
IV.2.1	12.46440	185	132	20	18	2
IV.2.2	12.99864	74	143	9	16	2
IV.2.3	15.40630	86	120	14	25	2
IV.2.4	13.45026	183	131	16	18	2
IV.3.1	12.39059	220	136	13	13	1
IV.3.2	13.22618	193	126	0	18	2
IV.3.3	15.10150	105	97	18	21	2
IV.3.4	12.81557	154	83	17	19	2
IV.4.1	13.41935	106	73	22	16	1
IV.4.2	12.75835	175	109	24	18	1
IV.4.3	14.63804	169	149	12	16	2
IV.4.4	15.24572	156	144	17	13	1

Bibliographie

1. Abedi H, Shahriari S, Jalalzadeh SM, Moradkhany R. A comparative study of density of obturated root canals by conventional and mechanical lateral condensation techniques. *Dent Res J (Isfahan)*. 2009;6(2):55-8.
2. Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *Journal of Endodontics*. 1 oct 1979;5(10):298-304.
3. Berry KA, Loushine RJ, Primack PD, Runyan DA. Nickel-titanium versus stainless-steel finger spreaders in curved canals. *Journal of Endodontics*. 1 nov 1998;24(11):752-4.
4. Budd CS, Weller RN, Kulild JC. A comparison of thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *Journal of Endodontics*. 1 juin 1991;17(6):260-4.
5. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences*. août 1981;89(4):321-8.
6. Chu CH, Lo ECM, Cheung GSP. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *International Endodontic Journal*. 1 mars 2005;38(3):179-85.
7. De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhães KM, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *International Endodontic Journal*. 1 mai 2006;39(5):378-83.
8. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. *J Endod*. sept 2002;28(9):665-7.
9. Deus QDD, Horizonte B. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *Journal of Endodontics*. 1 nov 1975;1(11):361-6.
10. DuLac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferillo Jr. PJ, Hatton JF. Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques - *Journal of Endodontics*. *Journal of Endodontics* 1st may 1999 ; 25(5) :376-80.

11. Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L. A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using procoseal sealer. *Journal of Endodontics*. 1 avr 1985;11(4):166-75.
12. Fracassi LD, Ferraz EG, Albergaria SJ, Veeck EB, da Costa NP, Sarmiento VA. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. *Clin Oral Investig*. janv 2013;17(1):97-103.
13. Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PMH. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *International Endodontic Journal*. 1 mars 2013;46(3):253-63.
14. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of cold lateral condensation and a warm multiphase gutta-percha technique for obturating curved root canals. *Int Endod J*. sept 2000;33(5):415-20.
15. Gillen BM, Looney SW, Gu L-S, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*. juill 2011;37(7):895-902.
16. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of Different Obturation Techniques in the Filling of Simulated Lateral Canals. *Journal of Endodontics*. 1 mai 2001;27(5):362-4.
17. Gound TG, Riehm RJ, Makkawy HA, Odgaard EC. A description of an alternative method of lateral condensation and a comparison of the ability to obturate canals using mechanical or traditional lateral condensation. *J Endod*. déc 2000;26(12):756-9.
18. Gound TG, Riehm RJ, Odgaard EC, Makkawy H. Effect of spreader and accessory cone size on density of obturation using conventional or mechanical lateral condensation. *J Endod*. mai 2001;27(5):358-61.
19. Grossman L, Oliet S, Del Rio C. *Endodontic Practice*. Philadelphia : Lea and Febiger. 1978.
20. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *Journal of Endodontics*. 1 avr 2009;35(4):541-4.

21. Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of Endodontics*. 1 juin 1987;13(6):277-84.
22. Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment in *Endodontics*. 4th ed. Baltimore. : Williams & Wilkins. 1994. 753 p.
23. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile™ and ProTaper™ NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 1 juin 2004;37(6):359-64.
24. Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J*. juin 2004;37(6):392-8.
25. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod*. nov 2008;34(11):1406-9.
26. Kalender A, Orhan K, Aksoy U, Basmaci F, Er F, Alankus A. Influence of the Quality of Endodontic Treatment and Coronal Restorations on the Prevalence of Apical Periodontitis in a Turkish Cypriot Population. *Medical Principles and Practice*. 2013;22(2):173-7.
27. Keçeci AD, Ünal GÇ, Şen BH. Comparison of cold lateral compaction and continuous wave of obturation techniques following manual or rotary instrumentation. *International Endodontic Journal*. 1 juin 2005;38(6):381-8.
28. Kierklo A, Tabor Z, Pawińska M, Jaworska M. A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract*. 2015;24(1):84-91.
29. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the Obturation Density of Cold Lateral Compaction Versus Warm Vertical Compaction Using the Continuous Wave of Condensation Technique. *Journal of Endodontics*. 1 janv 2005;31(1):37-9.
30. Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TVRN, Duarte M a. H, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal*. 1 avr 2011;44(4):321-9.

31. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1 mars 1980;49(3):243-53.
32. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary versus Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*. 1 sept 2010;36(9):1569-73.
33. Mohammed R. Evaluation of new rotary spreaders for lateral condensation obturation technique (In vitro study). *JGERC*. 2015;3(1):17-23.
34. Mokeem-Saleh A, Hammad M, Silikas N, Qualtrough A, Watts DC. A laboratory evaluation of the physical and mechanical properties of selected root canal sealers. *International Endodontic Journal*. 1 oct 2010;43(10):882-8.
35. Morfis AS. Vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1 mai 1990;69(5):631-5.
36. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *International Endodontic Journal*. 1 mars 2010;43(3):171-89.
37. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*. juill 2011;44(7):610-25.
38. NGuyen T. Obturation of the root canal system. In: *Pathways of the pulp*. 1994. p. 219.
39. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod*. févr 2007;33(2):106-9.
40. Peters DD. Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of Endodontics*. 1 janv 1986;12(4):139-45.
41. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal*. 1 avr 2001;34(3):221-30.
42. Peters O. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *Journal of Endodontics*. août 2004;30(8):559-67.

43. Saunders WP, Saunders EM. Assessment of leakage in the restored pulp chamber of endodontically treated multirouted teeth. *Int Endod J.* janv 1990;23(1):28-33.
44. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod.* avr 2006;32(4):281-90.
45. Schmidt K, Walker T, Johnson J, Nicoll B. Comparison of Nickel-Titanium and Stainless-Steel Spreader Penetration and Accessory Cone Fit in Curved Canals - ScienceDirect. *Journal of Endodontics.* 1st Jan 2000 ; 26(1) :42-4.
46. Shahriari S, Jalalzadeh SM, Moradkhany R, Abedi H. A comparative study of apical microleakage using the conventional lateral condensation and mechanical lateral condensation techniques. *Iran Endod J.* 2008;3(3):79-82.
47. Shemesh H, Wesselink PR, Wu M-K. Incidence of dentinal defects after root canal filling procedures. *International Endodontic Journal.* 1 nov 2010;43(11):995-1000.
48. Sorensen JA, Martinoff JT. Endodontically treated teeth as abutments. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 1 mai 1985;53(5):631-6.
49. Sundqvist G, Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: *Essential endodontology.* Blackwell Science Ltd Oxford. 1998.
50. Tomson RME, Polycarpou N, Tomson PL. Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J.* mars 2014;216(6):315-22.
51. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International Endodontic Journal.* 1 oct 2004;37(10):653-63.
52. Wu M-K, Özok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *International Endodontic Journal.* 1 juill 2000;33(4):340-5.
53. Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed Tomographic Comparison of Nickel-Titanium Rotary versus Traditional Instruments in C-Shaped Root Canal System. *Journal of Endodontics.* 1 avr 2010;36(4):708-12.
54. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal.* juin 2005;38(6):356-63.

ÉTUDE COMPARATIVE DE TECHNIQUES D'OBTURATION ENDODONTIQUE EN CONDENSATION LATÉRALE : MANUELLE VS ASSISTÉE

RESUME EN FRANÇAIS :

L'obturation de l'endodonte en fin de traitement canalaire est une étape clé. De nos jours, la technique la plus utilisée et apprise est la condensation latérale à froid. Tom G. Gound en 2000 a mis au point une variante de cette technique en utilisant un fouloir actionné en réciprocité au lieu d'un fouloir manuel : la technique de condensation latérale assistée mécaniquement (CLA). Cette technique peut être modifiée en utilisant un mouvement de rotation continue. Notre étude vise donc à comparer cette technique à la CLF à l'aide de deux types de fouloirs : l'un traité thermiquement et l'autre non traité. Les critères qui ont été étudiés sont : le remplissage de gutta percha à travers l'étude du rapport de ciment sur la gutta percha à deux niveaux de coupes, le temps d'obturation, la densité radiologique, la profondeur de pénétration des fouloirs et la pénétration de gutta percha et de pâte dans les canaux latéraux. La CLA montre de meilleurs résultats concernant le temps d'obturation, la profondeur de pénétration des fouloirs et la pénétration de ciment et de gutta percha dans les canaux latéraux et donc une meilleure obturation tridimensionnelle. D'autres études restent à mener sur des dents naturelles extraites afin de confirmer ces résultats.

TITRE ET RESUME EN ANGLAIS :

COMPARATIVE STUDY OF ENDODONTIC FILLING TECHNIQUE IN LATERAL CONDENSATION: MANUAL VS. MECHANICAL

The root canal filling is a key point of the endodontic treatment. Nowadays, cold lateral condensation (CLC) is the most used and learned. In 2000, Tom G. Gound developed this technique using a spreader in a reciprocating motion hand-piece instead of a manual one : the mechanically lateral condensation technique (MLC). This technique can be modified using a continuous rotational motion. Therefore, our study aims to compare this technique with CLC using two kinds of spreaders: a heat treated one (T-Wire) and one untreated. The criteria that have been analyzed are: the gutta percha filling through the assessment of the gutta percha/cement ratio at two cutting levels, the filling time, the radiological density, the depth penetration of the spreaders and the gutta percha and sealer penetration in the lateral canals. The MLC shows better results concerning the filling time, the spreaders depth penetration and the sealer and gutta percha penetration in the lateral canals and thus a better three-dimensional filling. Other studies must be conducted on natural extracted teeth to confirm these results.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS CLES : Endodontie, Condensation latérale assistée mécaniquement, Obturation

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III – Paul Sabatier – Faculté de chirurgie dentaire
3 chemin des Maraîchers - 31062 Toulouse Cedex

DIRECTEUR DE THESE : Professeur Franck DIEMER