

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2015

Thèse n° 2015-TOU3-3064

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Jérôme FISSE

Le 1^{er} décembre 2015

**EFFICACITE DE NETTOYAGE DE 3 SYSTEMES DE
DESObTURATION ENDODONTIQUE : ETUDE EN TOMOGRAPHIE
VOLUMIQUE.**

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Franck DIEMER

JURY

Président	Professeur Franck DIEMER
Assesseur	Docteur Marie GEORGELIN-GURGEL
Assesseur	Docteur Delphine MARET-COMTESSE
Assesseur	Docteur Mélanie DEDIEU
Assesseur	Docteur Cedric BUORO





Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONNIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Anne-Marie GRIMOUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Marie-Christine MORICE

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Mme NOIRRI-ESCLASSAN

Mme DARIES, Mr MARTY

Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Assistant Associé

Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

Mr TOURÉ

Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Mlle BARON

Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr BARTHET***

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION***Chef de la sous-section :*** ***Mr COURTOIS***

Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr POULET***

Professeurs d'Université : Mr KEMOUN

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE, Mme PESUDO

Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr DIEMER***

Professeurs d'Université : Mr DIEMER

Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI, Mme RAPP

Assistant Associé : Mr HAMDAN

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr CHAMPION***

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA

Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mme JONJOT***

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Délibération en date du 12 Mai 1891).*

Mise à jour au 3 Novembre 2015

Remerciements :

A ma famille :

- A mon papa et ma maman, ma réussite c'est avant tout la leur, ils ont toujours su être là quand j'en avais besoin. Je suis fier de l'éducation que vous m'avez donnée et des valeurs que vous m'avez inculquées.
- A ma sœur, malgré nos petites chamailleries, on est toujours content de se retrouver. Je ne doute pas que tu seras la prochaine à recevoir des félicitations.
- A ma mamie, celle qui a toujours su au fond d'elle que je réussirai, merci pour ton soutien indéfectible.
- A mon papy et mamie, il est vrai que faire mes études à Toulouse a été une cause de l'éloignement mais à mes retours vous avez toujours su m'encourager.
- A mon tonton et ma marraine, merci pour votre soutien tout au long de mes études.
- A mes cousines, Candice et Loriane, celles qui ont su trouver les mots dans des moments difficiles en première année, je vous en remercie.

A toute ma famille, merci de m'avoir offert ce cocon familial, chaleureux et attentionné, des simples remerciements ne seraient pas suffisants pour vous prouver toute ma reconnaissance.

A mes amis :

- A mes amis d'enfance, Yohan, Justin, Julien, Victor, Tina, Alex, Laure, Franck, Vincent, Romain... merci d'être présent dans les bons comme dans les mauvais moments, j'espère que notre amitié restera intacte.
- A mes amis de fac, la liste peut être longue mais ils se reconnaîtront, merci pour ses années ensemble, bien que trop courte à mon goût, elles resteront inoubliables !
- A mes amis de l'AECDT, 5 ans inoubliables où j'ai appris l'esprit associatif ou j'ai pu profiter des événements et en organiser par la suite (WEI, amalgame, forums...), merci pour tous ces moments.

- A mes amis de la DBT (Enzo, JB, Chris, Arthur, François, Steph, Fabien) avec qui les troisièmes mi-temps étaient souvent plus longues et plus difficiles que les deux premières. Merci à JB et Enzo avec qui on a pu monter ce projet !
- A la bodega, je tenais en premier lieu à remercier les anciens pour nous avoir passé le flambeau avec François et Olivier : Loïc, Trig, Seb, Nico, Charles (la F13...) merci aux membres des 3 dernières années pour m'avoir fait passer des moments inoubliables. Et bon courage à la nouvelle équipe !
- A ma binôme, merci de m'avoir supporté pendant ces 3 années de clinique, ta motivation ainsi que ta bonne humeur (même à 8h) été très appréciable.

A mes confrères :

- Au cabinet de Saint-Gaudens, Pierre, Antoine, Christian, Jérôme, Mireille, Valérie, Brigitte, Sonia, Sandrine, Sabine... merci de m'avoir accordé votre confiance pour mes premiers remplacements.
- Au cabinet de Toulouse, merci à Emilie et Pierre pour avoir su me mettre en confiance lors de mes premiers pas en libéral mais également tout au long de mon stage.
- A toute l'équipe d'endodontie : Franck, Marie, Jérôme, Mélanie, Loïc, Cédric, Pauline, Amaury, Rami. Vous m'avez ouvert les portes de votre service. Vous m'avez fait confiance en m'intégrant dans votre équipe et je vous en remercie.
- A toute « la bande à chaby » et aux lundis soir passés à corriger des préparations autour d'un repas improvisé.

A Claire :

Tu es à mes côtés depuis plus de 3 ans, tu as su m'encourager et me soutenir pendant ces mois de rédaction. Il est souvent difficile de mettre des mots sur les sentiments que l'on éprouve :
Je t'aime.

A notre président de thèse,

Monsieur le Professeur Franck DIEMER

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Ancien Assistant hospitalo-universitaire,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- DEA en Education, Formation et Insertion -Toulouse-Le Mirail-,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.).

C'est un immense honneur d'avoir été sous votre direction pour la réalisation de cette thèse.
Je vous remercie pour votre implication dans ce travail, votre rigueur, et votre entière
disponibilité.

Je vous remercie également d'avoir accepté de présider le jury de thèse.

Veillez trouver en cette thèse toute ma gratitude et ma profonde reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Marie GEORGELIN-GURGEL

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- D.E.A MASS « Lyon III »,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales.

Vous nous faite l'honneur de siéger au jury.

Vos séminaires de cours et votre enseignement clinique ont été précieux pour nous.

Veillez trouver dans cette thèse, l'expression de nos sincères remerciements.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Delphine MARET-COMTESSE

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Doctorat de l'Université de Toulouse,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D,
- Master 2 Recherche Epidémiologie Clinique,
- CES d'Odontologie Légale,
- Diplôme Universitaire de Recherche Clinique en Odontologie (DURCO),
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

C'est avec beaucoup de considération que je vous remercie d'avoir accepté spontanément de
siéger à notre jury.

Soyez certain de ma gratitude et de mon plus grand respect.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Mélanie DEDIEU

- Assistante hospitalo-universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 « Biosanté », mention Anthropologie, ethnologie et sociologie de la santé

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de juger ce travail.
Veuillez trouver ici, l'assurance de nos sentiments les meilleurs et de notre vive reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Cédric BUORO

- Assistant hospitalo-universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme universitaire d'endodontie,
- CES d'odontologie conservatrice et endodontie.

Nous vous remercions d'avoir accepté si spontanément de bien vouloir faire partie de notre jury de thèse.

Pour votre conception de la pédagogie et les connaissances que vous nous avez apportées, soyez assuré de notre gratitude et de nos sincères remerciements.

Table des matières

INTRODUCTION	14
Première partie : Partie théorique sur le retraitement endodontique	16
I. Comment retraiter ?	17
I.1. Le matériel	17
I.1.1. L'instrumentation manuelle	17
<input type="checkbox"/> Les limes K.....	17
<input type="checkbox"/> Les limes H.....	18
I.1.2. L'instrumentation rotative	18
I.1.3. L'instrumentation ultrasonique	18
I.1.4. Les aides optiques	19
I.1.5. Les solvants	21
I.2. Règles Générales	22
I.2.1. Le temps coronaire	22
I.2.2. Le temps radulaire	23
I.3. La Gutta percha	24
I.3.1. Composition de la Gutta percha	24
I.3.2. L'élimination de la Gutta percha	24
I.4. Elimination du matériau d'obturation	25
I.4.1. Manuelle	25
I.4.2. La rotation continue	26
<input type="checkbox"/> Protaper universal retreatment ® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse).....	27
<input type="checkbox"/> Le D-Race ® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse).....	28
<input type="checkbox"/> Prototype.....	29
II. Difficultés du retraitement	29
II.1. Traitement des canaux non traités	30
II.2. Fractures instrumentales	31
. Les ultrasons	31

Deuxième partie : Etude en tomographie volumique de la quantité de matériaux résiduels après désobturation avec 3 systèmes de retraitement endodontique33

INTRODUCTION	34
I. Matériel et méthode	35
I.1. Sélection des dents	35
I.2. Aménagement des voies d'accès (AVA).....	35
I.3. Détermination de la longueur de travail	36
I.4. Mise en forme initiale.....	37
I.5. L'obturation canalaire	38
I.6. Désobturation canalaire	39
I.6.1. Désobturation par le prototype	40
I.6.2. Désobturation par le système Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse).....	41
I.6.3. Désobturation par le système D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse).....	41
I.7. Les instruments	42
I.8. Acquisition 3D par CBCT	42
I.9. Evaluations et mesures	43
II. Résultats.....	46
II.1. Observation instrumentale.....	47
II.1.1. Prototype	47
II.1.2. Protaper universal retreatment®.....	47
II.1.3. D-Race®	47
II.2. Résultats de la forme des canaux.....	48
II.3. Résultats par groupes	49
II.3.1. Résultats descriptifs	49
II.3.2. Résultats statistiques	50
II.3.2.1. Entre les échantillons.....	50
II.3.2.2. Entre les systèmes de retraitement	50
II.3.2.3. Entre les régions canalaires (coupes)	51

III. Discussion	52
III.1. Discussion matériel et méthode	53
III.1.1. Sélection des échantillons	53
III.1.2. La mise en forme	53
III.1.3. L'obturation	53
III.1.4. L'absence de solvant	54
III.1.5. La désobturation	54
III.1.6. La méthode de mesure	55
III.2. Discussion des résultats	55
IV. Conclusion	56
CONCLUSION	57
ANNEXES	59
BIBLIOGRAPHIE	64

INTRODUCTION

Le retraitement endodontique consiste à effectuer la désobturation d'un traitement canalaire suite à son échec et d'en effectuer un nouveau. C'est un acte de plus en plus fréquent dans l'exercice libéral d'omni-pratique. Il convient en premier lieu de poser l'indication, pour cela il est nécessaire d'évaluer la dent causale, sa valeur sur le plan prothétique et parodontal, et d'une manière plus générale d'évaluer le bénéfice/risque de la thérapeutique envisagée. Il convient également d'évaluer la coopération du patient ainsi que sa motivation (un patient peu coopérant et peu motivé, contraindra notre décision).

Une fois l'indication posée d'un retraitement endodontique, il faut en informer le patient, tant au niveau de la technique utilisée que de sa difficulté ainsi que du temps de mise en œuvre. Le patient doit être informé des risques que ce traitement peut provoquer.

Le traitement peut alors être entrepris, et plusieurs objectifs sont à atteindre afin de parvenir à un résultat optimal :

- Elimination de l'obturation coronaire,
- Reconstitution coronaire pré-endodontique,
- Suppression des ancrages radiculaires,
- Repérage des entrées canalaires,
- Elimination du matériau d'obturation pré existants,
- Nettoyage chimique et mécanique,
- Obturation tridimensionnelle étanche.

Le succès repose sur la correction de tous les points ayant aboutis à l'échec du traitement initial.

Ce travail se scinde en deux parties, une première partie théorique sur le retraitement en endodontie :

- Comment retraiter ?
- Les difficultés du retraitement

Et une deuxième partie expérimentale sur l'efficacité du nettoyage de trois systèmes d'instruments rotatifs exclusivement dédiés à la désobturation canalaire :

- Prototype
- D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)
- Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)

Première partie :

Partie théorique sur le retraitement endodontique

I. Comment retraiter ?

Afin de réaliser un retraitement endodontique, il convient d'utiliser un plateau technique spécialisé, qui répondra par la suite à des règles générales, dans le but d'éliminer le matériau d'obturation.

I.1. Le matériel

Afin de réaliser un retraitement endodontique, un plateau technique complet est nécessaire. (1)

I.1.1. L'instrumentation manuelle

Les limes manuelles telles que les limes H et K sont d'une grande utilité afin de déposer le matériau d'obturation telle que la gutta percha.

Leur inconvénient majeur est le temps de l'acte opératoire qui est augmenté. Il est également recommandé d'utiliser des limes courtes et rigides (séquences de 21 mm), parfois avec une pointe active. Des études ont également prouvé que l'instrumentation manuelle est indispensable afin de parachevé le traitement.(2)(3)(4)

- Les limes K

Leur utilisation est justifiée car elles permettent de réaliser des quarts de tours horaires – retrait ainsi que des mouvements de poussées. Ces mouvements sont recommandés lors de l'élimination des matériaux d'obturation. Elles allient une finesse avec la robustesse, ce qui limite les risques de fractures.(3)

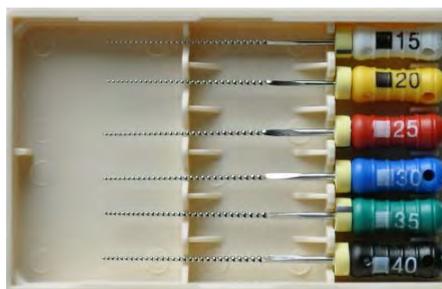


Figure 1 : Lime K manuelles

- Les limes H

Elles possèdent une pointe agressive, ce qui facilite la pénétration de la lime dans le matériau d'obturation. Tout comme lors de la mise en forme initiale, elles permettent de racler les parois latérales, à la seule différence que dans le retraitement endodontique elles permettent d'éliminer les enduits pariétaux de ciment au fur et à mesure que l'on pénètre dans le canal.(5)

I.1.2. L'instrumentation rotative

L'instrumentation mécanique dite universelle n'existe pas, cependant certains systèmes de rotation continue en nickel titane peuvent avoir des avantages non négligeables dans le succès du traitement(6).

En effet, le profil de ces instruments est adapté à l'évacuation des débris endo-canalaires. Ces instruments permettent également un gain de temps, une ergonomie ainsi qu'une sûreté lors de l'acte.(5)

Cependant les risques de fausse route, de fracture instrumentale sont plus importants, notamment lorsque ces instruments sont mal utilisés ou non précédés de solvants endo-canalaires.(4)(7)

De plus les résidus d'obturation endo-canalaires sont plus importants lors d'un traitement avec des instruments en rotation continue que lors de l'utilisation d'instruments manuels.(8)

I.1.3. L'instrumentation ultrasonique

Lors du retraitement endodontique, nous pouvons être confronté à de nombreux obstacles canaux (tenons, ciment de scellement, résine) où l'utilisation des instruments endodontiques conventionnels ne sont d'aucunes utilités.(9)

L'instrumentation ultrasonore va pouvoir être capable de surmonter ces obstacles, grâce à ses inserts (ET 20, ET 40, ETBD, lime n°15 de SATELEC® Acteon Group® - Mérignac – France).(5)

Les inserts permettent d'envoyer une haute énergie, cependant leurs utilisations doivent se faire sous contrôle visuel. (2)

Leurs usages se limitent au tiers coronaire.



Figure 2 : Inserts ultrasoniques endodontiques

1.1.4. Les aides optiques

En endodontie, toute aide visuelle, quel que soit le grossissement, est bénéfique : on ne peut bien traiter que ce que l'on voit bien (Dr KIM).

Les aides optiques vont permettre entre autre de localiser l'ensemble des entrées canalaires, de diagnostiquer et de corriger des méfaits instrumentaux, et éventuellement retirer un instrument fracturé, de diagnostiquer une fracture verticale radiculaire, de réparer une perforation profonde et d'éliminer des obstacles anatomiques au sein du canal radiculaire. (10)

Les aides visuelles apportent une vision précise du système canalaire, une luminosité importante et une manipulation précise des instruments.

L'œil ne permet pas de visualiser les détails anatomiques nécessaires à la réalisation de certains actes endodontiques. De plus, le manque de lumière limite les capacités visuelles de l'œil.

Afin de permettre une meilleure maîtrise des détails lors des soins endodontiques, l'usage des systèmes de grossissement, loupe et microscope optique, s'est développé. (3)

- Les télélopes

Les télélopes sont des loupes combinées avec un télescope. Elles permettent une distance de travail raisonnable par rapport au grossissement.

La fonction de la loupe n'est pas de grossir l'objet observé mais de le reproduire dans un plan éloigné qui est le plan de netteté du télescope. C'est le télescope qui produit le grossissement proprement dit.

Il existe différents modes de construction : le système de Galilée et le système de Kepler.

Les lunettes de Galilée ont des grossissements relativement faibles, jusqu'à environ 3x et ne sont utilisables de façon binoculaire que pour de faibles grossissements. L'œil va capter les déformations et les aberrations.

Les lunettes adoptant le système de Kepler ont des grossissements compris entre 3,2x et 5x à des distances de travail de 190 mm à 350 mm.

Ces télescopes vont permettre de redresser l'image et les aberrations seront à peine perçues dans le champ visuel.

Selon MALLET (2002), les télescopes offrent un bon compromis entre le grossissement, la profondeur et la largeur du champ.

En plus d'une distance de travail et d'une inclinaison adéquate, elles offrent un angle de convergence binoculaire dont l'importance est significative pour obtenir une vision stéréoscopique relaxée.

Les télescopes doivent être couplées avec un système d'éclairage.



Figure 3 : Loupes binoculaires EyeMag, de ZEISS® (Oberkochen – Allemagne)

- Le microscope chirurgical (ou stéréomicroscope)

Le principe du microscope est réalisé par l'objectif qui forme dans un tube une image agrandie (image intermédiaire) de l'objet observé par une source de lumière. Cette image est secondairement grossie à l'aide de l'oculaire. Le microscope transmet à chaque œil une image légèrement différente.(11)

Il bénéficie d'une profondeur de champ considérable par rapport aux loupes. La profondeur de champ est adaptée à une distance de travail relativement longue grâce au diamètre augmenté de l'objectif.

Le grossissement global peut varier de 4x à 40x selon le besoin.

Il existe différents principes de stéréomicroscope : le type Greenough et le type galiléen, ce dernier est utilisé aujourd'hui en odontologie.(12)



Figure 4 : *Opmi Pico Mora*, de ZEISS® (Oberkochen – Allemagne)

L'étude de P. Perrin, K. W. Neuhaus & A. Lussi a démontrée l'importance du microscope opératoire. La vision spontanée et les loupes biloculaires ne permettent pas de fournir toute l'acuité visuelle nécessaire en endodontie. Cependant les loupes sont suffisantes pour les praticiens âgés de moins de 40 ans qui pourraient détecter une entrée canalaire de 0,06 mm. Au-delà de 40 ans, il est conseillé d'avoir un microscope pour inspecter l'intérieur du canal.

1.1.5. Les solvants

Le but de ces solutions est de dissoudre le matériau d'obturation canalaire.

Il existe différents types de solvants selon le matériau à éliminer, tout comme l'instrumentation rotative, il n'existe pas de solvant dit « universel ». Ces solvants sont très volatils et toxiques (risques d'irritation des tissus de soutiens) d'où l'intérêt de travailler sous champs opératoire et d'être prudent à l'approche de l'apex.(5) (13)

L'efficacité du solvant dépend de son temps de contact avec le matériau à dissoudre. En effet, les solvants sont d'autant plus efficace qu'ils restent longtemps au contact du matériau d'obturation, cependant leurs utilisations doivent toujours être extemporanée.(14)

Leurs utilisations doivent être limitées a une très faibles quantité, de l'ordre de quelques gouttes, afin d'éviter la création d'une « boue de ciment » qui deviendra très difficile à éliminer ultérieurement.

Pour éliminer la gutta percha, nous opterons pour des solvants à base d'huiles essentielles. Pour l'élimination des ciments à base d'oxyde de zinc eugénoles nous choisirons plutôt des solvants à base de tétra- chloroéthylène, de xylène ou d'acétate d'éthyle.

Pour les résines de type bakélites, nous utiliserons du di méthyl formamide.

L'utilisation de solvant est donc un avantage lors de la reprise de traitement endodontique étant donné qu'il permet un gain de temps, mais cet avantage est à pondérer avec une augmentation significative de résidus d'obturation sur les parois endo-canalaires. (15)

I.2. Règles Générales

Lors d'un retraitement endodontique nous sommes souvent face à des dents ayant déjà été restaurées au niveau coronaire, soit par la mise en place d'une couronne soit par un matériau d'obturation coronaire. Ceci impose donc une première étape dite « de temps coronaire » qui sera suivie d'une deuxième étape dite « de temps radiculaire ».(13)

I.2.1. Le temps coronaire

Le but de cette étape est d'aménager l'accès aux orifices canaux, il ne faut cependant pas réaliser les mêmes erreurs que dans le traitement initial. Ce qui impose de rectifier la cavité d'accès endodontique, avec notamment un redressement des axes canaux afin de faciliter la désobturation canalaire.(16)

De nombreux matériaux peuvent être retrouvés au niveau coronaire (inlay core, tenon fibré, screw post...). Le praticien se retrouve donc devant 2 solutions possibles :

- Déposer ces matériaux (présence d'infiltration bactérienne, fracture) ce qui impose par la suite une reconstitution pré endodontique provisoire (à l'aide de ciments verres ionomères, couronne provisoire en résine, bague de cuivre...)
- Réaliser l'aménagement aux voies d'accès au travers de ces matériaux si leur présence est compatible avec la mise en place d'un champ opératoire.(1)

Ce choix thérapeutique dépend de l'examen clinique réalisé par le praticien. En effet, une dent avec la totalité du matériau d'obturation coronaire déposé comporte un risque de fragilité coronaire et donc de compromettre la simplicité de pose de la digue.

Mais dans le cas contraire où l'on décide de conserver cette obturation, le risque de passer à côté d'une infiltration coronaire pré existante est aussi important.

Cette décision doit donc être un choix raisonné et dépend avant tout du cas clinique en évaluant le bénéfice risque.

L'étape de localisation des canaux peut être facilitée à l'aide d'instruments en rotation continue (forêts de GATES® et Flare® Micro-Méga® – Besançon – France)(17). Ces instruments de fortes conicités, en Nickel Titane pour le Flare®, permettent de travailler sur les 2 à 3 premiers millimètres du canal en réalisant un appui pariétal. Cette désobturation doit être prudente car le risque de fausse route canalaire et de perforation latérale est important.

1.2.2. Le temps radiculaire

Son objectif est de permettre l'accès au tiers apical des canaux, pour cela une désobturation intra canalaire du matériau pré existant est nécessaire.

Cette désobturation implique l'utilisation simultanée d'instrumentation mécanique et de solvant. L'élimination du matériau d'obturation se réalise latéralement. Cependant des radios per opératoire sont nécessaires afin de vérifier la progression apicale et le respect de l'axe canalaire.(13)

Les instruments doivent être inspectés à chaque passage, afin de vérifier la présence de matériau d'obturation au sein des spires et non pas de dentine (début de fausse route), cette examen permet aussi de prévenir le risque de fracture en palliant des défaillances de l'instrument (dé-spiralisation et sur-spiralisation). Ces instruments sont ensuite nettoyés à l'aide d'une compresse afin de conserver leur efficacité de coupe.

Lors d'une impossibilité de progression (butée), il est nécessaire de réaliser une radio per opératoire afin d'objectiver la cause. Elle peut être de deux types :

- Butée liée à la présence de matériau d'obturation intra canalaire en apical. La solution est donc d'utiliser des limes avec une conicité moins importante ou une instrumentation manuelle.
- Butée liée à l'absence de matériau d'obturation et à une calcification intra canalaire naturelle provoqué par l'ancien traitement. La solution est l'utilisation de lime manuelle fine et pré courbée afin de retrouver la perméabilité canalaire.

I.3. La gutta percha

I.3.1. Composition de la gutta percha

C'est un produit naturel qui provient d'un arbre exotique : le Palaquium gutta, c'est un polymère de l'isoprène. C'est un isomère Trans avec des chaînes rectilignes qui lui donnent une rigidité importante mais une élasticité moindre que le caoutchouc (isomère cis).(18)

La gutta percha est aujourd'hui le matériau de choix pour l'obturation du réseau canalaire radiculaire, elle est commercialisée sous plusieurs formes (cônes calibrés aux normes ISO, gutta à injecter dans des compules ou des seringues). Elle peut aussi se retrouver autour de tuteur de plastique (système thermafil® Maillefer® – Ballaigues - Suisse).(19)(20)

La gutta percha existe sous deux formes cristallines différentes : une forme alpha qui possède des capacités de ramollissement à basse température et la forme beta qui est la plus commercialisée. C'est un matériau stable dans le temps et neutre.(21)

Elle est compactable à haute température (plastique) et soluble dans du chloroforme ou l'eucalyptol. La gutta percha est composée de 20 % à 25 % de gutta percha, 60 à 65 % d'oxyde de zinc eugénol (augmente les propriétés antibactériennes), de 3 % d'agent plastifiant (cire et résines), 11% de sulfate de baryum (pour augmenter la radio-opacité).



Figure 5 : Cônes de gutta percha

I.3.2. L'élimination de la gutta percha

L'élimination de la gutta percha lors du traitement endodontique est un élément incontournable, cependant les différentes techniques d'obturation endodontique ne sont pas toutes égales, en effet certaines sont plus difficiles que d'autres à déposer.

La condensation latérale à froid ou la technique dite « monocône » sont plus simples à désobturer que les techniques de compactage à chaud (technique de Schilder ou de Mc Spadden).

Pour l'élimination de la gutta percha, Bramante et Betti en 2000 déconseillent l'utilisation de solvant car cela crée des magmas d'obturation difficile à enlever par la suite.

L'utilisation de lime H avec des mouvements de poussée et vissé dans le canal pour accrocher la gutta percha est efficace, il peut être alterné avec des instruments de rotation continue en nickel titane avec des vitesses allant de 350 à 1200 tours/ minutes.

A cette vitesse la gutta percha est ramollie car la température augmente, et la présence de goujure permet la remontée coronaire des matériaux. Cependant cette technique reste plus risquée que les précédentes dites manuelles, pour son risque accru de visage et de fracture instrumentale.

Lors de butée causée par de la gutta percha, les solvants peuvent être une solution pour surpasser cette difficulté per-opératoire.

En effet, les solvants évitent d'utiliser en force des instruments et donc diminuent le risque de perforation radiculaire.

I.4. Elimination du matériau d'obturation

I.4.1. Manuelle

La désobturation du réseau canalaire radiculaire se réalise grâce à l'utilisation de limes en acier. On utilise des limes K courte pour leurs rigidités, de plus leurs morphologies quadrangulaires offre une robustesse importante. Leurs utilisations se limitent à une insertion avec une force faible et un quart de tour horaire -retrait.

Contrairement à leur usage lors de la mise en forme initiale, elles sont utilisées en crown down : du plus gros diamètre de pointe vers le plus petit diamètre au fur et à mesure que l'on se rapproche de la constriction apicale.

L'utilisation de solvant peut être envisagée mais son usage sera toujours alterné avec une irrigation à l'hypochlorite de sodium à 2,5%.

Les limes H en acier peuvent aussi se rendre utile pour la remontée des débris d'obturation (utilisation uniquement en insertion-retrait), mais aussi elles possèdent la capacité de « mordre » les matériaux préalablement ramollis par le solvant.

Cette technique possède de nombreux avantages dont la diminution du risque de fracture instrumentale (sécurité augmentée). Cependant elle augmente le temps de travail.(8)(22)

Des innovations dans la reprise de traitement ont cependant émergé, de la plus classique en

coupant le bout de la lime K de 2mm afin de la rendre plus agressive, à la plus sophistiqué tel que la lime Rm® (Micro-méga® – Besançon – France).

La lime Rm® appartenant au système R-endo® est une lime spécialement dédiée au retraitement. Elle a pour but de réaliser une fracture de la pellicule dure du matériau d'obturation. Elle possède une conicité de 4%, un diamètre de pointe de 25/100 et une longueur de 17mm. C'est une véritable dague qui permet d'amorcer le traitement canalaire en guidant les instruments au centre du matériau.(16)(8)

Des études ont montré que l'utilisation de l'instrumentation manuelle est indispensable pour parachever l'élimination de l'ancien matériau d'obturation.(23)(7)



Figure 6 : Lime Rm® du système R-endo®

1.4.2. La rotation continue

Ce sont des limes en nickel titane. Leur usage peut se faire conjointement à l'application de solvant intra canalaire, cependant une irrigation à l'hypochlorite de sodium est toutefois recommandée entre chaque passage de limes.

Les limes doivent être soigneusement inspectées à chaque passage, afin d'observer des hyper-spiralisation ou des dé-spiralisation (signe d'une faiblesse instrumentales et d'une fracture imminente). En effet, le risque de fracture sur les instruments utilisés en rotation continue est plus important.

C'est pour cela qu'il est recommandé de réaliser des mouvements corono apicaux de faibles amplitudes et sans forcer.

- Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)

C'est un système spécialement conçu pour la reprise de traitement (à la différence de certains systèmes où l'on observe une simple modification de la séquence opératoire du traitement initial).

Ces limes sont en nickel titane et s'utilisent en rotation continue à 400 tours/ min. La gamme est constituée de limes de longueurs croissantes avec une conicité décroissante.

La séquence se compose :

- Lime D1 : lime avec une pointe active pour initier le retraitement. Sa conicité est variable, 9% au niveau des 3 premiers millimètres apicaux puis 7% en direction de la tige. Son diamètre de pointe est de 30/100 et sa longueur est de 16 mm. Ces caractéristiques lui permette une robustesse importante, et sa forte conicité allié à son fort diamètre de pointe, met en avant la technique du crown down évoqué précédemment.
- Lime D2 : lime avec une pointe inactive contrairement à la précédente. Son diamètre de pointe est de 25/100 et sa conicité varie comme la lime D1 à partir de 3 mm, mais on passe du 8% au niveau apical à du 6%. Elle possède une longueur de 18mm.
- Lime D3 : tout comme la lime D2 sa pointe est inactive, son diamètre de pointe est de 20/100. Sa conicité varie de 7% à 6% à partir de 3 mm. Sa longueur est également de 18 mm.

Ces 3 limes s'utilisent respectivement pour le tiers coronaire, tiers moyen et le tiers apical.

La pointe active de la lime D1 lui permet d'initier de manière efficace le retraitement. A l'inverse, la présence de pointes inactives sur les limes suivantes préviennent le risque de fausse route voir de perforation.(24)

Les études ont démontré que le Protaper universal retreatment® est le plus efficace de tous les systèmes de retraitement actuellement présent sur le marché.(25)

Cependant son efficacité peut être pondérée avec la présence de résidus de matériaux d'obturation et le risque de micro-crack qu'il génère.(26)(27)



Figure 7 : Instruments du Protaper universal retreatment®

- Le D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)

Ce sont des limes en nickel titane sans traitement de surface.

La séquence opératoire se compose de deux limes :

- Lime DR1 : elle possède une pointe active pour faciliter l'attaque du matériau d'obturation dans les premiers millimètres. Son diamètre de pointe est de 30/100 avec une conicité constante de 10%. Sa longueur est courte : 8 mm.
- Lime DR2 : contrairement à la lime DR1 sa pointe est inactive. Son diamètre de pointe est de 25/100, avec une conicité constante de 4% et une longueur de 16 mm.

La particularité de ce système réside en partie sur sa vitesse de rotation qui diffère des autres séquences opératoires en rotation continue. En effet, la lime DR1 doit s'utiliser à 1 000 tours/min avec un torque de 1,5 Ncm, son usage est exclusivement dédié au tiers coronaire.

La lime DR2 doit être utilisée avec une vitesse de 600 tours/min avec un torque de 1 Ncm. Son usage est dédié pour progresser jusqu'à la longueur de travail. Elle va subir de nombreuses contraintes, son usage est donc unique.(28)

Il existe dans la gamme FKG®, des moteurs indépendants pré-programmés pour faciliter l'utilisation de ce système.



Figure 8 : *Contre angle indépendant Rooter®*

L'avantage du D-Race® réside dans le gain de temps avec seulement 2 instruments mais aussi dans la sécurité grâce à sa pointe inactive qui prévient le risque de fausse route (lime DR2).(29)(30)(31)



Figure 9 : Instruments du système D-Race®

- Prototype



Figure 10 : Prototype

Le prototype est un instrument en nickel titane, qui possède les caractéristiques suivantes :

- une section triple hélice,
- un diamètre de pointe de 30/100,
- une conicité de 8%.

Cet instrument s'utilise en rotation continu à 400 tours/min. La séquence se compose de cet instrument et d'un instrument de finition apicale de 25/100 à 7%, section carrée sur 5 mm puis triple hélice.

Son utilisation doit se faire avec des mouvements corono-apicaux de faible amplitude avec des appuis pariétaux, ceci afin de maximiser son efficacité de nettoyage.(32)

II. Difficultés du retraitement

Avant de débiter le retraitement endodontique, il est nécessaire de se poser des questions sur les raisons de l'échec initial.

En effet, la présence de cet échec (établis ou potentiel) doit amener une réflexion sur les difficultés opératoires face auxquelles, le premier praticien a dû faire face lors du traitement initial.

L'appréhension préalable de ces difficultés est la clé de voute de la réussite du retraitement endodontique.

II.1. Traitement des canaux non traités

Suite à la désobturation, nous nous trouvons la plupart du temps face à une partie canalaire non traitée. Le but est d'obtenir une vacuité foraminale, cependant le précédent traitement a pu provoquer une minéralisation rendant l'obtention de cette vacuité plus complexe à obtenir. La butée se crée généralement par un instrument qui se redresse du côté opposé à la courbure.

II.1.1 les instruments

La gestion de la butée doit se faire avec précaution afin de ne pas créer de fausse route canalaire et in fine une perforation. Pour cela, il est recommandé d'utiliser des limes manuelles en acier pré courbées de faible diamètre (lime K 8/100eme lime K 10/100eme) et éventuellement plus courtes et de conicité majorée (lime C+ ® de Maillefer® – Ballaigues – Suisse). Les limes de rotation continue en nickel titane sont à éviter tout comme les limes manuelles de gros diamètre car elles augmentent la butée initiale.

L'utilisation de gel d'EDTA (glyde®) alterné avec une irrigation à l'hypochlorite de sodium peut être d'une aide précieuse pour éliminer la smear layer (boue dentinaire et faciliter le cathétérisme instrumental.(33)



Figure 11 : EDTA en gel : glyde® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)

II.1.2 La technique opératoire

La pré courbure instrumentale doit se faire en direction de la courbure apicale. Lorsque l'axe canalaire est retrouvé, il est nécessaire de réaliser des quarts de tour horaire et antihoraire avec des mouvements d'avancés. Il ne faut surtout pas se retirer du canal sinon son cathétérisme sera d'autant plus difficile.

Une fois la butée passée, il est recommandé de réaliser des mouvements de va et vient jusqu'à l'absence de contrainte, à ce moment-là l'instrument pourra être retiré.

On augmente ensuite le diamètre des limes, en vérifiant les longueurs de travail et la vacuité foraminale à chaque passage de limes.

Il est important de ne pas forcer les instruments à l'intérieur du canal afin de ne pas réaliser de fausses routes.

II.2. Fractures instrumentales

Lors de la reprise d'un traitement endodontique, on se retrouve souvent face à des fractures d'instruments canaux (limes de faibles diamètres, lentulo, thermocompacteurs, limes de rotation continue).

Ces facteurs compliquent le traitement et une analyse pré-opératoire rigoureuse est recommandée : (24)

- Analyse clinique
- Analyse radiologique
- Epaisseur dentinaire
- Présence ou absence de lésions péri apicale
- Courbure canalaire

La fracture peut se situer :

- 1/3 coronaire
- 1/3 médian
- 1/3 apical

Selon ces différents critères deux solutions vont pouvoir être envisagées :

- By pass
- Extirpation de l'élément fracturé

. Les ultrasons

Dans un premier temps, le but des ultrasons est de permettre d'atteindre l'instrument fracturé, pour ensuite pouvoir passer à côté de cet instrument à l'aide d'insert abrasif utilisé le long de l'obstacle canalaire (élimination de dentine). Des inserts lisses sont ensuite utilisés pour détruire le fragment d'instrument, mais il est également possible de faire appel à des limes ultrasonores 15 avec irrigation qui seront animées d'un mouvement de va et vient afin de faciliter l'extirpation de l'instrument.

Ces instruments ultrasonores doivent être utilisés sous aide optique avec une irrigation alternée mais toujours avec une faible puissance.

Lors de la reprise de traitement de dents pluriradiculées, il est possible d'obstruer les entrées canales des autres canaux avec des cônes de papiers afin d'éviter tout risque de contamination par les débris de la fragmentation.

Les avantages des inserts ultrasonores :

- Visibilité augmentée,
- Finesse des inserts.

Cependant ils possèdent des inconvénients :

- Mutilation importante de la dentine,(34)
- Risque de perforation,
- Risque de propulsion de l'instrument fracturé en direction du péri apex.

Deuxième partie :

Étude en tomographie volumique de la quantité de matériaux résiduels après désobturation avec 3 systèmes de retraitement endodontique

INTRODUCTION

La désobturation d'un canal préalablement traité endodontiquement est un acte courant lors de notre exercice, il est cependant très chronophage. Pour pallier à cela des instruments en nickel titane avec une rotation continue ont été développés.

Le but est d'obtenir un accès facilité aux solutions d'irrigations pour le tiers apical.

Leurs utilisations dans l'élimination du ciment et de la gutta percha permettent une efficacité et une rapidité opératoire élevée.

Cependant les risques de fracture, de modification instrumentale, de fausse route et de perforation sont amplifiés.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité d'élimination de matériaux d'obturation par trois systèmes nickel-titane de désobturation en rotation continue :

- Un prototype
- Le Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)
- Le D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)

I. Matériel et méthode

Il est nécessaire de recueillir auprès de différents praticiens un nombre de dents suffisant pour que l'étude soit significative.

I.1. Sélection des dents

Il a été déterminé qu'un nombre de 15 canaux par groupe était nécessaire pour atteindre une puissance statistique suffisante (3 groupes au total).

Les dents sélectionnées doivent répondre à certains critères :

- Absence de fêlure,
- Absence de fracture,
- Absence de pulpolithe,
- Dent mature,
- Non obturée,
- Absence de courbure canalaire ou inférieure à 20°.

Les canaux mésiaux des molaires mandibulaires seront exclus de l'étude ainsi que les canaux mésio-vestibulaires des molaires maxillaires.

L'étude se focalisera donc sur les dents mono-radiculées et les canaux distaux des molaires mandibulaires et les canaux palatins et disto-vestibulaires des molaires maxillaires.

Une fois ces échantillons sélectionnés, ils sont stockés dans une solution de formaldéhyde à 3% à température ambiante.

I.2. Aménagement des voies d'accès (AVA)

Pour faciliter l'accès au réseau canalaire radiculaire, les échantillons de dents sont sectionnés au niveau de la jonction émail-cément avec un disque diamanté monté sur pièce à main (référence 354-524-220HP ; Stoner[®] – Brent – Suisse).

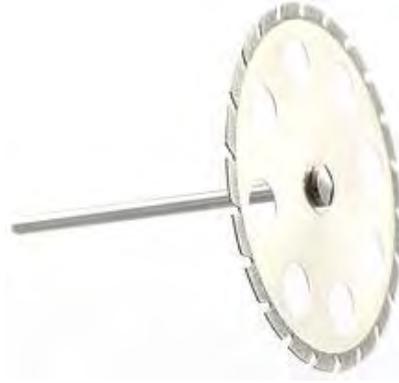


Figure 12 : Disque diamanté (référence 354-524-220HP ; Stoner® – Brent – Suisse)

Cette opération a pour but d'éliminer les contraintes coronaires et de faciliter la détermination de la longueur de travail (repère plat).



Figure 13 : Dents coupées au niveau de la jonction émail-cément

I.3. Détermination de la longueur de travail

La détermination de la longueur de travail se fait sous contrôle d'un microscope optique binoculaire au grossissement x 6.4.

Il convient d'insérer une lime K 10/100 à l'intérieur du canal jusqu'à obtenir la vacuité foraminale, affleurement auquel on enlèvera 0,5mm pour déterminer la LT.



Figure 14 : *Transgression du foramen apical par lime K 10/100*



Figure 15 : *Microscope optique binoculaire*

I.4. Mise en forme initiale

Une instrumentation en rotation continue en nickel titane a été retenue pour cette étude, avec un passage préalable d'une lime Helifile® 15.

La séquence instrumentale utilisée est le système Revo-S® (Micro-Méga® – Besançon – France).



Figure 16 : Séquence Revo-S® (Micro-Méga® – Besançon – France)

La séquence Revo-S® (Micro-Méga® – Besançon – France) s'utilise à une vitesse de 400tours/min. Les limes sont manipulées avec des mouvements corono-apicaux de faible amplitude et un appui pariétal.

La lime SC1 est utilisée dans un premier temps pour travailler sur les 2/3 coronaire du canal, le passage de cette lime est suivi d'une irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium (NaOCl) à 2.5%.

La lime SC2 est utilisée afin d'atteindre la longueur de travail préalablement déterminée. Une irrigation entre chaque passage de lime est réalisée.

Nous utilisons ensuite l'instrument SU pour terminer notre mise en forme canalaire, ainsi qu'une irrigation.(35)

I.5. L'obturation canalaire

Il existe différents systèmes d'obturation canalaire, pour cette étude nous avons opté pour la technique au monocône calibré pour des raisons de simplicité opératoire.

Des cônes de Gutta Percha de 25/100 avec une conicité de 4% sont utilisés (Pierre Rolland® – Mérignac – France).

Pour le ciment de scellement, nous utiliserons un ciment à base d'oxyde de zinc eugénole : le Sealit® (Pierre Rolland® – Mérignac – France).

Les échantillons ont ensuite été obturés selon un protocole identique :

- Essai du maître cône en milieu humide.
- Séchage du canal avec des pointes de papiers stériles 25/100 avec une conicité de 4%, ceci jusqu'à obtenir un assèchement total du canal.
- Induction de ciment dans le canal à l'aide de cône de gutta percha.
- Mise en place du maître cône dans le canal préalablement enduit de ciment sur ses 2/3 coronaire.
- Coupure du maître cône à l'entrée du canal et condensation verticale à l'aide d'un plugger (fouloir de Machtou®).



Figure 17 : Obturation canalair avec technique monocone

Les échantillons sont ensuite conservés à température ambiante dans un milieu saturé en sérum physiologique et ceci pendant 1 mois.

I.6. Désobturation canalair

Les dents sont réparties en trois groupes en fonction des systèmes de préparations :

- Groupe A
- Groupe B
- Groupe C

Chaque groupe comporte le même nombre de canaux (15 canaux) avec pour chaque groupe :

- 12 incisives/canines/prémolaires
- 1 molaire mandibulaire
- 2 molaires maxillaires

Ceci est réalisé dans le but de pouvoir comparer les échantillons.

- Le groupe A = Prototype
- Le groupe B = Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)
- Le groupe C = Système D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)

Le protocole opératoire employé inclut l'utilisation préalable de la lime Rm® (Micro-Méga® – Besançon – France) dans le but d'initier la désobturation dans les premiers millimètres d'obturation.

Pour pouvoir comparer les résultats, chaque système de désobturation est utilisé avec des mouvements corono-apicaux de faible amplitude ainsi que des appuis pariétaux.

Une irrigation à l'hypochlorite de sodium à 2.5% est utilisée entre chaque passage de lime, au total 8 mL par canal.

Le temps opératoire consacré à chaque canal est identique : 4 minutes.

1.6.1. Désobturation par le prototype

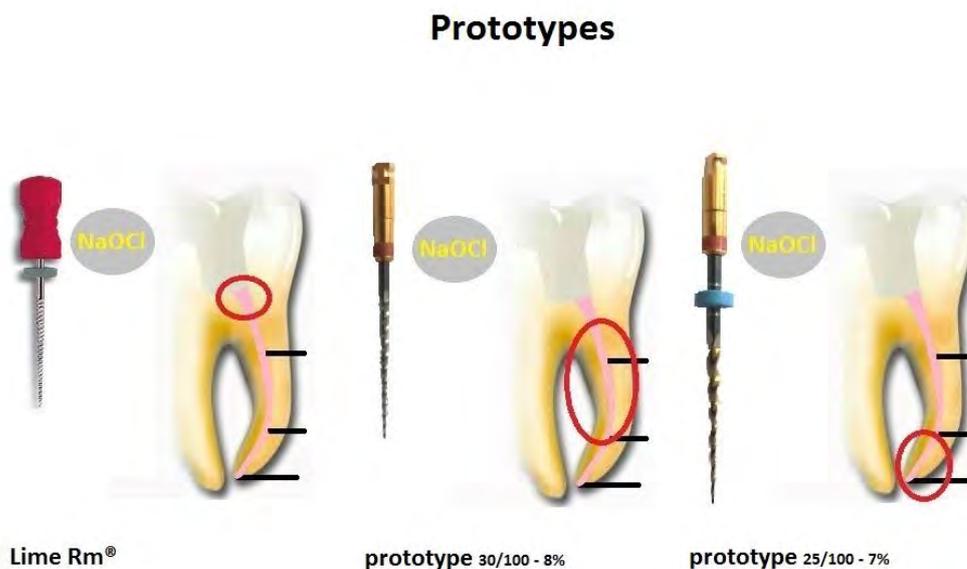


Figure 18 : *Protocole opératoire du groupe A*

La mise en forme finale des canaux est faite par un prototype de 25/100 et une conicité de 7% à 400 tours/minutes.

I.6.2. Désobturation par le système Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)

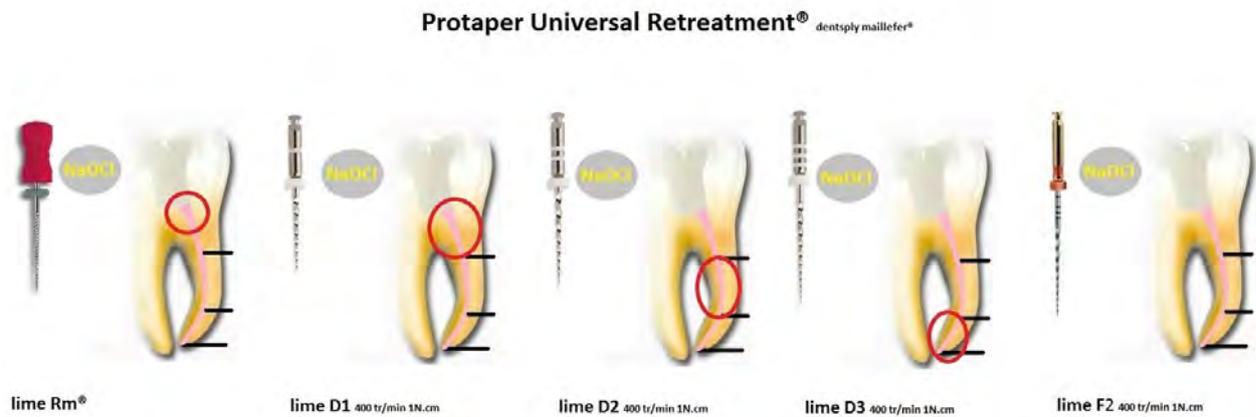


Figure 19 : Protocole opératoire du groupe B

La mise en forme finale des canaux est faite par une lime F2 à 400 tours/minutes.

I.6.3. Désobturation par le système D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)

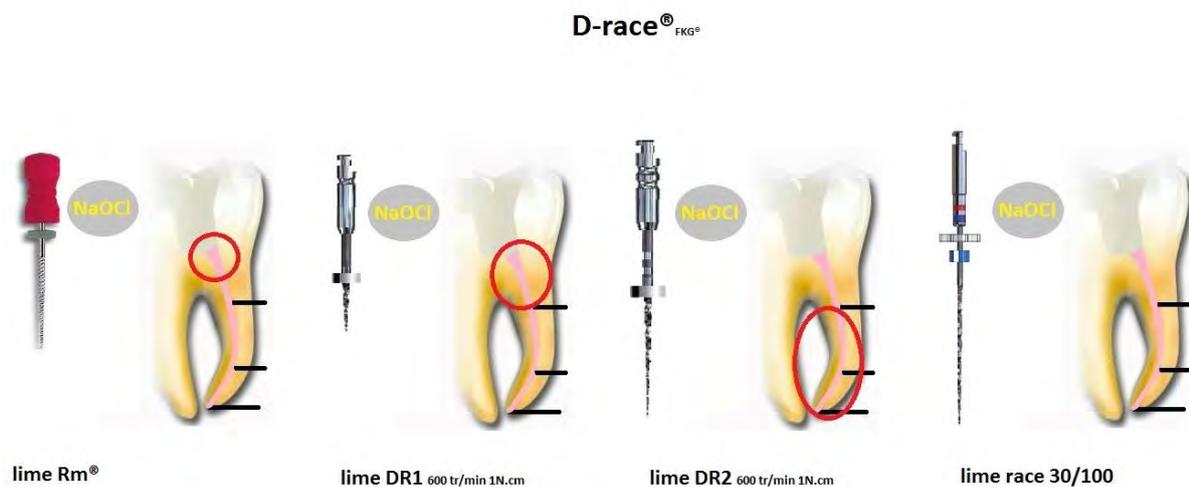


Figure 20 : Protocole opératoire du groupe C

La mise en forme finale des canaux est faite par une lime de la séquence Race® 30/100 à 600 tours/minutes.

I.7. Les instruments

Pendant la désobturation, la qualité des instruments utilisés est un élément primordial, pour palier à toutes fatigues instrumentales, chaque instrument ne sera utilisé que six fois.

I.8. Acquisition 3D par CBCT

Les échantillons de dents sont ensuite séparés afin de réaliser des acquisitions tridimensionnelles de chaque dent.

En effet, 3 dossiers patients sont créés :

- Patient A : qui représente le groupe A
- Patient B : qui représente le groupe B
- Patient C : qui représente le groupe C

Un cliché tridimensionnel de chaque dent est ensuite réalisé et chaque cliché portera le nom de « volume » ainsi qu'un numéro.

Ces clichés sont faits à partir du CBCT KODAK® 9000 (Rochester – New York), les paramètres nécessaires à une bonne acquisition sont :

- 60 kV
- 3,2 mA
- Voxel : 76 microns

Afin de centrer le volume, les dents sont placées sur un support en polystyrène.



Figure 21 : *Support en polystyrène*

La programmation nécessite des doses de type « enfant » avec un centrage des rayons au niveau de la deuxième molaire mandibulaire.



Figure 22 : Paramètres CBCT

Les clichés sont ensuite stockés convertit en « TIFF » via le logiciel DICOM Converter®.

I.9. Evaluations et mesures

Les dents de chaque échantillon sont ensuite numérotées selon leurs passages au CBCT :



Figure 23 : Volume 6 à 10 du groupe A

Le but étant de déterminer la quantité de matériaux d'obturation résiduels (gutta percha + ciment), la dichotomie entre la gutta percha et le ciment ne pouvant être différenciée radiologiquement, nous les considérons donc ensemble sous le terme de « matériaux résiduels ».

La conversion des fichiers en format TIFF nous permet d'observer ces coupes sur le logiciel CTan® de la société Bruker® (Anvers – Belgique).

Ce logiciel nous permet d'interpréter radiologiquement le volume canalaire ainsi que le volume de matériaux restants. Ces coupes transversales nous permettent donc de progresser de la partie apicale de la racine jusqu'à la partie coronaire.

Pour des raisons de reproductivités, nous avons décidé de ne pas retenir les coupes se trouvant entre l'apex radiologique et 1.52 mm au-delà de ce dôme radiologique.

Chaque coupe étant espacé de 76 microns, la première coupe étudiée sera donc la coupe n°20. Il convient ensuite d'analyser via le logiciel toute les 10 coupes (0.076 mm) jusqu'à atteindre la partie coronaire.

- **Analyse sur CTan®**

Les fichiers TIFF sont ouverts un par un sur le logiciel et sont ensuite analysés.

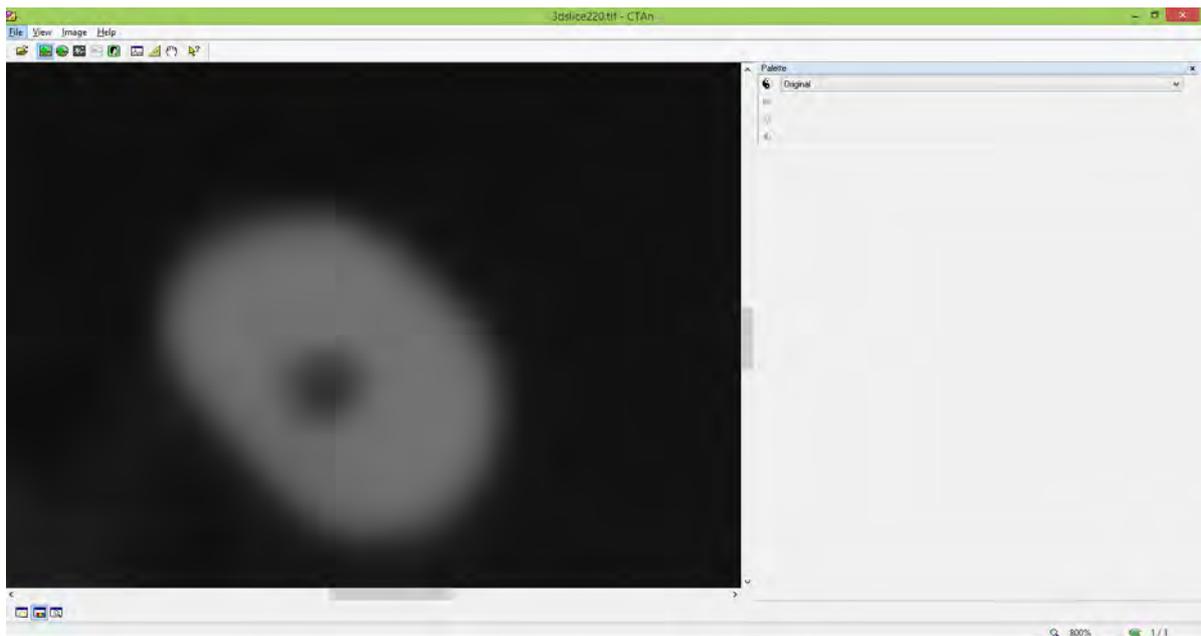


Figure 24 : Ouverture du fichier TIFF sur CTan®

Une fois le fichier ouvert, il est nécessaire de déterminer la « *region of interest* » (ROI), cette région d'intérêt doit comporter le volume pulpaire avec le matériau d'obturation résiduel s'il existe.

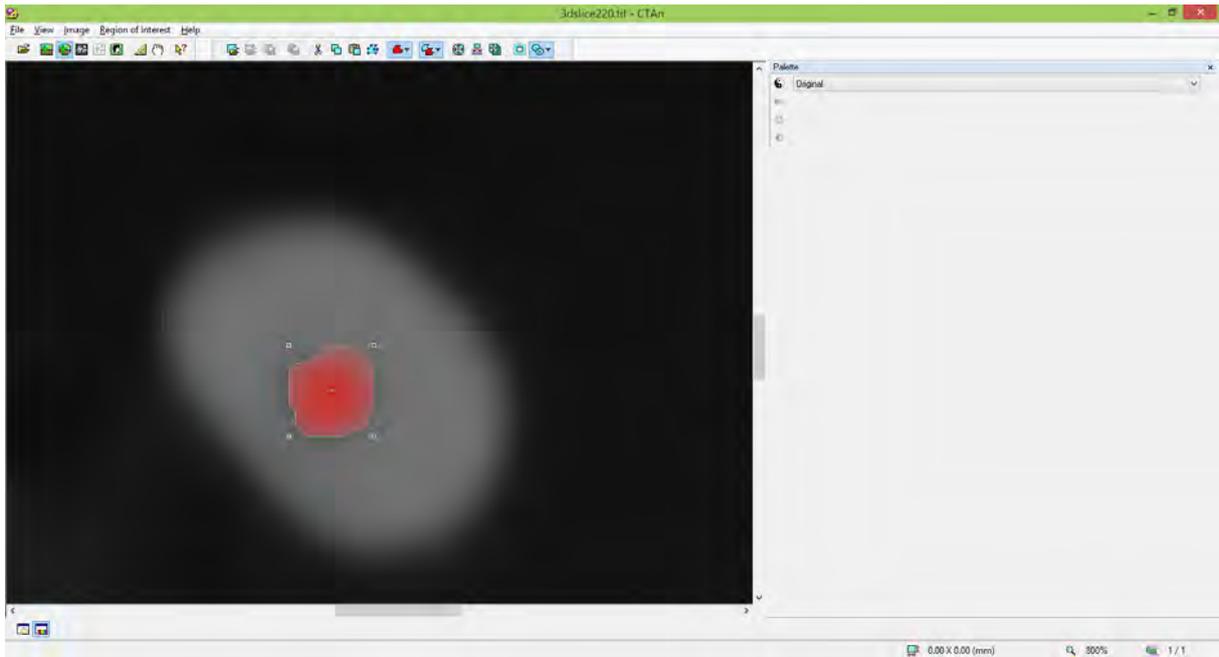


Figure 25 : Détermination de la « region of interest » sur CTan®

Pour pouvoir évaluer le volume canalaire, cela nécessite une binarisation des pixels, le volume canalaire apparaîtra donc en blanc et la dentine en vert. Pour cela un filtre déterminé à 30 au niveau de l'index du diagramme est établi.

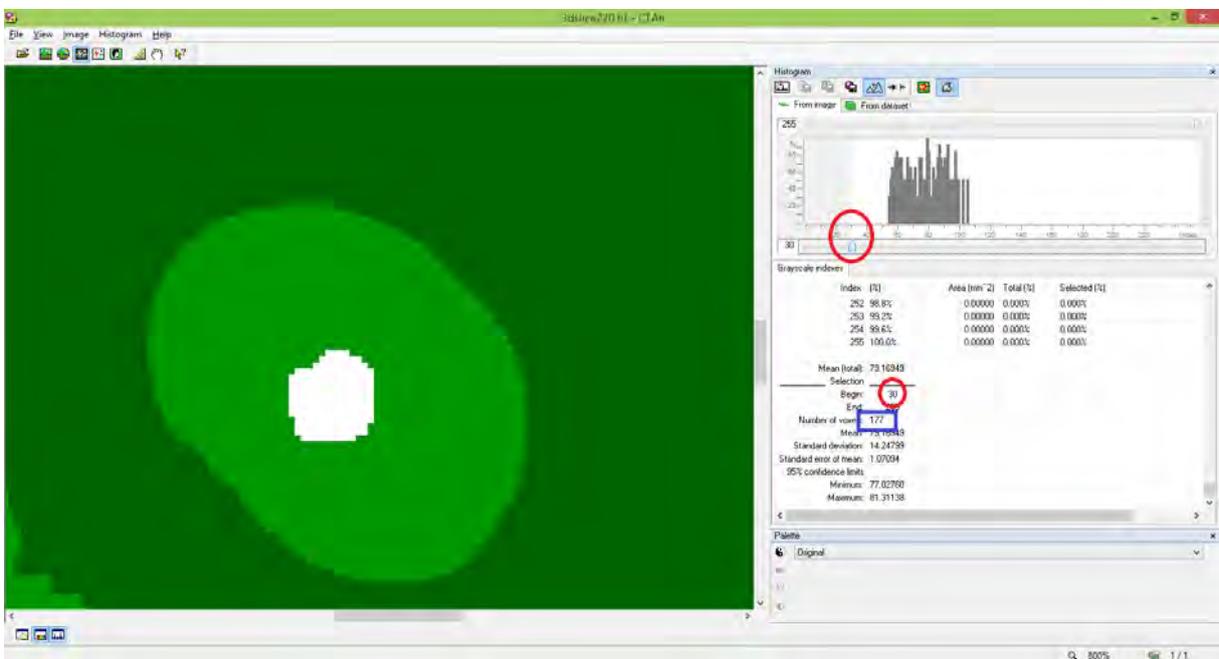


Figure 26 : Binarisation des pixels avec un filtre à 30 sur l'index

Le nombre de pixels de la coupe est relevé et répertorié sur un tableur Excel® (Microsoft® - Redmond - USA).

Dans le cas où du matériau résiduel d'obturation est présent, un seuil est déterminé afin de séparer le matériau d'obturation et le canal en binarisant l'image ce seuil a été établis par CTan® de manière à maximiser la variance inter classe et à minimiser la variance intra-classe.

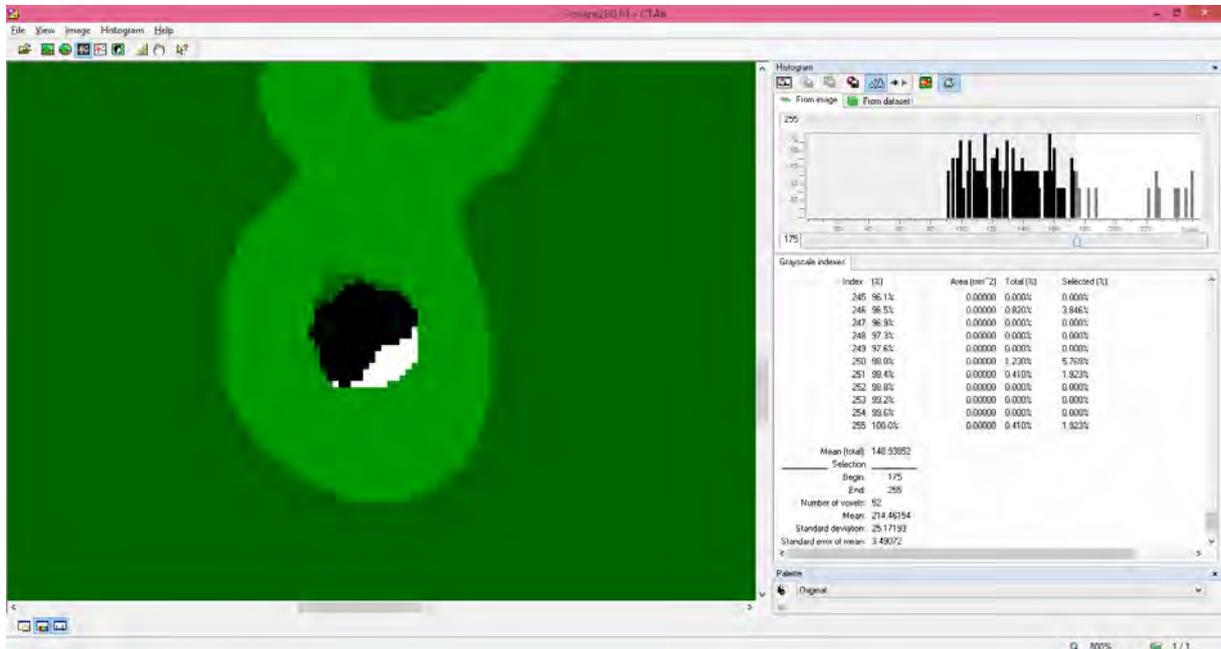


Figure 27 : Binarisation des pixels en présence de matériaux d'obturation

- **Analyse de la forme du canal**

L'anatomie canalaire varie selon les coupes, pour inclure cela dans notre étude, les coupes C35 (2.66mm de l'apex), C70 (5.32mm de l'apex) et C110 (8.36mm de l'apex) respectivement représentative du tiers apical, du tiers médian et du tiers coronaire sont analysées via le logiciel ImageJ® (NIH® - Bethesda – Maryland – USA).

L'analyse comprend la détermination de l'anatomie canalaire de façon manuelle, le logiciel calcule ensuite le diamètre de Féret ainsi que le minimum de Féret.

Ces données sont retranscrites dans un tableur Excel®.

II. Résultats

Les instruments utilisés sont observés au microscope optique afin de connaître les modifications de leurs structures. Les résultats de l'analyse des débris de matériau sont ensuite soumis à une analyse descriptive et une analyse statistique via le test de variance d'ANOVA et le test à posteriori de FISCHER.

II.1. Observation instrumentale

II.1.1. Prototype

La désobturation par le prototype n'a montré aucune altération instrumentale (absence de sur-spiralisation ou dé-spiralisation et absence de fracture) au cours des 6 utilisations.

Cependant une sensation de vissage est observée, dans certains cas (33%), à l'approche du 1/3 apical.

II.1.2. Protaper universal retreatment®

Lors de l'utilisation du Protaper universal retreatment®, les limes D1 et D2 n'ont subi ni modification ni fracture.

Une lime D3 a présenté une dé-spiralisation au cours de sa troisième utilisation.

Son usage fait ressortir une sensation de sécurité mais avec un temps opératoire plus long lié au changement des instruments (le temps d'utilisation canalaire ayant été standardisé pour chaque groupe à 4 mn).



Figure 28 : Dé-spiralisation de la lime D3

II.1.3. D-Race®

Lors de la désobturation par le système D-Race® de FKG, les limes DR1 n'ont connu aucune modification ni aucune fracture, alors qu'une lime DR2 a subi une sur-spiralisation au bout de sa troisième utilisation.

Une fracture a également été observée lors de la première utilisation de cette même lime DR2, la dépose a été effectuée par des limes manuelles.

La désobturation est ressentie comme facilitée et plus rapide.

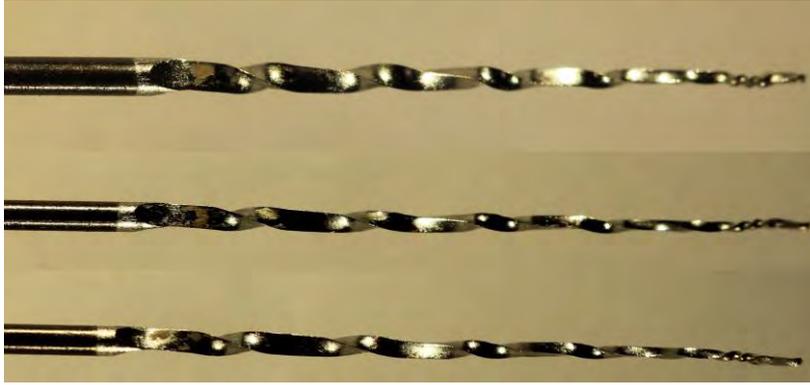


Figure 29 : *Sur-spiralisation de la partie apicale de la lime DR2*

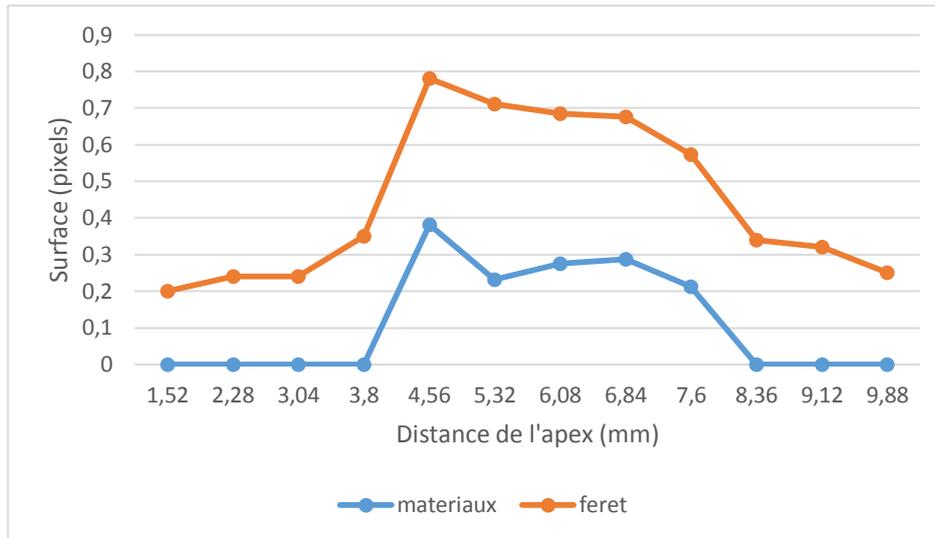


Figure 30 : *Fracture de la partie apicale de la lime DR2*

II.2. Résultats de la forme des canaux

L'analyse par le logiciel imageJ® a permis de mettre en évidence une concordance entre la quantité de matériaux résiduels et l'anatomie canalaire, en effet plus l'anatomie canalaire a une forme ovale prononcée plus la proportion de matériaux d'obturation est importante.

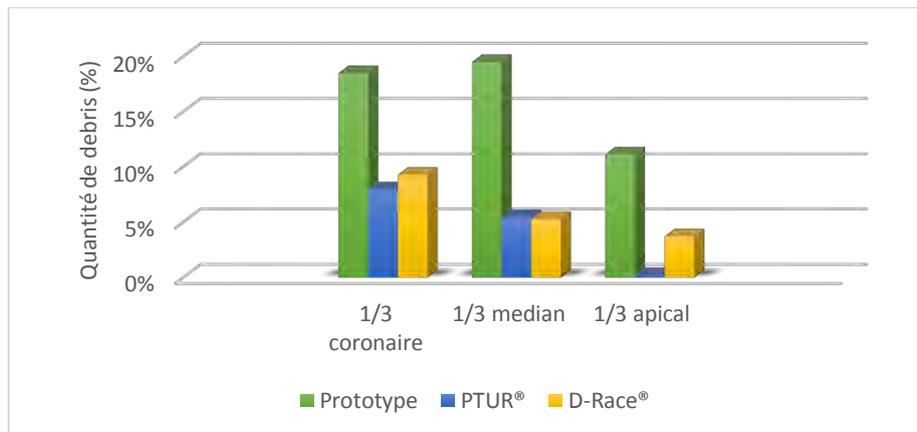
Les graphiques représentent l'évolution de la quantité de matériaux résiduels de la partie apicale vers la partie coronaire ainsi que l'évolution de l'anatomie canalaire (plus la courbe de Féret tend vers 1 plus le canal évolue vers une forme ovale).



Graphique 1 : Graphique illustrant l'évolution de la quantité de matériaux et de l'anatomie canalaire

II.3. Résultats par groupes

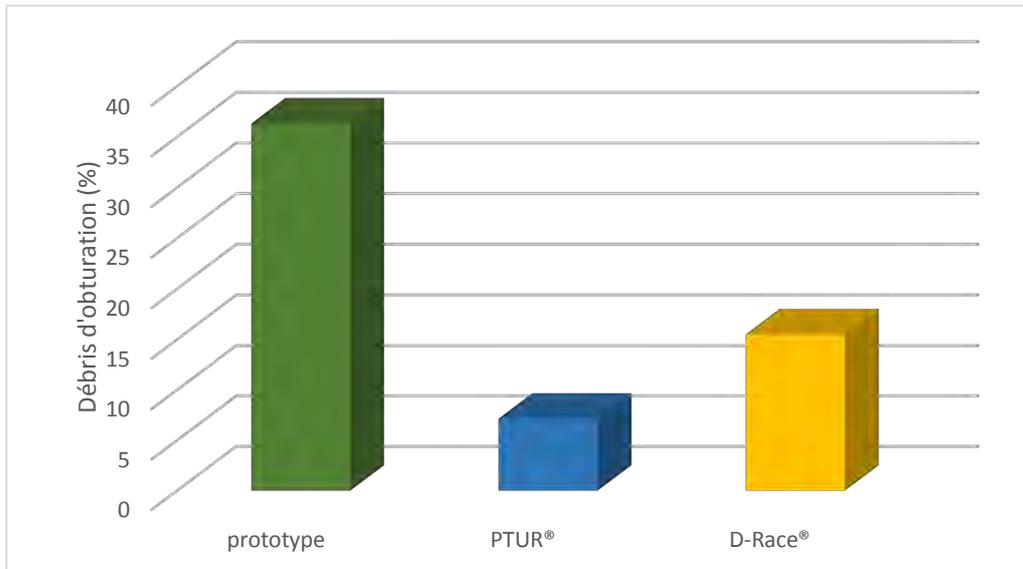
II.3.1. Résultats descriptifs



Graphique 2 : Graphique illustrant les scores des débris d'obturation par tiers

	Moyenne	Err. Std
Prototype	36,308	3,932
PTUR®	7,149	1,282
D-Race®	15,5	2,792

Tableau 1 : Tableau illustrant les scores des débris d'obturation par système



Graphique 3 : Graphique illustrant les scores des débris d'obturation par système

Les résultats montrent que le taux de matériaux résiduels est plus important pour le prototype (36.31%) par rapport aux deux autres systèmes. En effet le Protaper universal retreatment®(PTUR) laisse une quantité de matériaux inférieure au D-Race® :

- PTUR® : 7.15 %
- D-Race® : 15.5 %

Il existe une corrélation entre la surface canalaire et la quantité de matériau d'obturation restant. En effet, plus la surface canalaire est importante plus la quantité de matériaux résiduels est importante.

II.3.2. Résultats statistiques

II.3.2.1. Entre les échantillons

Le test ANOVA montre que les échantillons sont statistiquement différents entre eux.

II.3.2.2. Entre les systèmes de retraitement

Le test à posteriori de Fischer montre que les systèmes de retraitement sont statistiquement différents entre eux ($p = 0.020$).

	Valeur de p	Significativité
Prototype // PTUR®	<0,0001	OUI
Prototype // D-Race®	<0,0001	OUI
PTUR® // D-Race®	0,0165	OUI

Tableau 2 : Tableau illustrant le test a posteriori de Fischer

Le système Protaper Universal Retreatment® laisse moins de débris d'obturation que le D-Race® et le prototype.

II.3.2.3. Entre les régions canalaires (coupes)

L'analyse statistique permet également d'observer une éventuelle incidence de la coupe sur le comportement du système de retraitement.

- **Pour le Prototype**

Le test ANOVA montre qu'il n'existe pas d'effet de niveau de coupe, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les différentes coupes pour le prototype ($p=0.0459$).

Le prototype se comporte donc de la même manière à tous les niveaux.

- **Le Protaper Universal Retreatment®**

Le test ANOVA montre qu'il n'existe pas d'effet de niveau de coupe, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les différentes coupes pour le PTUR® ($p=0.9769$).

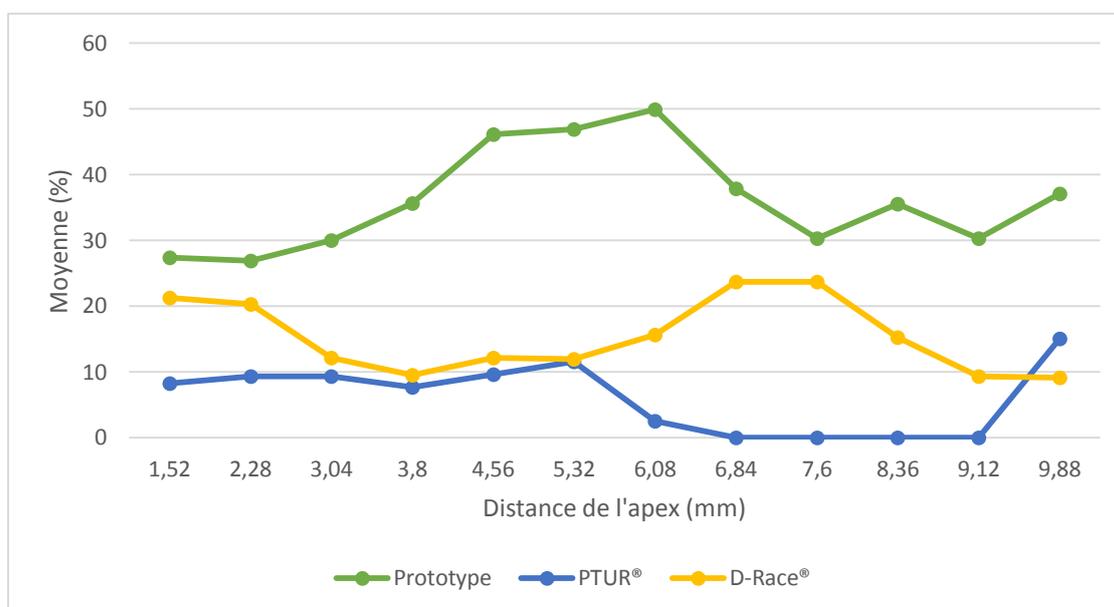
- **Le D-Race®**

Le test ANOVA montre qu'il n'existe pas d'effet de niveau de coupe, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les différentes coupes pour le D-Race® ($p=0.1946$).

- Les trois systèmes

distance de l'apex (mm)	Prototype			PTUR®			D-Race®		
	Moyenne	Nombre	Err Std	Moyenne	Nombre	Err Std	Moyenne	Nombre	Err Std
1,52	27,333	18	8,676	8,188	19	3,559	21,253	17	10,862
2,28	26,833	18	7,985	9,25	19	3,73	20,235	17	9,672
3,04	30	18	9,555	9,25	19	4,612	12,118	17	7,657
3,8	35,611	18	12,074	7,625	19	3,595	9,471	17	5,499
4,56	46,111	18	18,855	9,563	19	4,974	12,118	17	5,796
5,32	46,833	18	19,031	11,563	19	5,431	11,941	17	9,46
6,08	49,889	18	17,809	2,5	19	3,888	15,588	17	11,08
6,84	37,833	18	12,903	0	19	4,643	23,647	17	12,906
7,6	30,235	17	9,612	0	15	4,831	23,706	17	14,146
8,36	35,533	15	11,986	0	15	0	15,176	17	10,45
9,12	30,25	12	14,18	0	11	0	9,286	14	9,286
9,88	37,1	10	17,147	15	9	10,138	9,143	14	5,078

Tableau 3 : Tableau illustrant l'effet de la coupe sur les trois systèmes



Graphique 4 : Graphique illustrant l'effet de la coupe sur le comportement des trois systèmes

III. Discussion

L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité d'élimination de matériaux d'obturation par trois systèmes nickel-titane de désobturation en rotation continue :

- Un prototype
- Le Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)
- Le D-Race® (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)

Seul le prototype possède des résultats significativement inférieurs dans le retrait de matériaux par rapport aux deux autres systèmes, qui eux sont sensiblement identiques.

III.1. Discussion matériel et méthode

III.1.1. Sélection des échantillons

Les canaux mésiaux des molaires mandibulaires ainsi que les canaux mésio-vestibulaires des molaires maxillaires sont exclus de l'étude, afin d'éviter les biais liés à la présence d'isthme ou de dédoublement du MV1.

Seules les racines ayant une longueur minimale de 9 mm sont retenues.

III.1.2. La mise en forme

La mise en forme initiale des dents est réalisée à partir de la séquence Revos-S® (Micro-Méga® – Besançon – France), le diamètre apical de préparation est donc de 25/100 (en s'arrêtant à l'instrument SU). La mise en forme initiale est donc réalisée en rotation continue comme de nombreux auteurs (29) (31) (27)(36)(37). Cet élargissement apical est orienté vers un faible diamètre pour être en corrélation avec la nécessité de retraiter une dent, en effet une sous-préparation apicale est souvent retrouvée dans les dents nécessitant une reprise de traitement (38).

III.1.3. L'obturation

L'obturation des dents est réalisée par une technique de monocône, cette technique n'est pas la plus efficace afin d'obturer l'ensemble du réseau canalaire radiculaire, mais elle est répandue dans la pratique libérale. Cette technique justifie également la nécessité de retraiter la dent, en effet une obturation incomplète du réseau canalaire est souvent retrouvée lors de retraitement endodontique.

Cette technique est utilisée dans une étude récente (36), mais certains auteurs utilisent la technique de condensation latérale à froid de la gutta percha (39)(22)(38)(37).

III.1.4. L'absence de solvant

La désobturation est réalisée sans utilisation préalable de solvant, en effet son application n'est pas indiquée en présence d'une obturation non dense (39)(38)(26). De plus son utilisation provoque un magma sur les parois canalaire qui est difficile à retirer (15)(40)(27).

Les techniques de désobturation utilisées sont toutes en rotations continues ce qui permet d'augmenter la température de la gutta percha et donc de la ramollir, ce qui rend la désobturation plus simple pour certains auteurs (39)(9).

III.1.5. La désobturation

L'étude se concentre sur 3 systèmes de désobturation ayant certaines spécificités :

- *La séquence prototype* :
 - Composée de 2 instruments
 - Conicité constante
 - Utilisation en appuis pariétal
- *Le Protaper universal retreatment® (Maillefer® – Ballaigues – Suisse)* :
 - Composé de 3 instruments
 - Conicité variable
 - Utilisation sans appuis pariétal
 - Lime D1 avec une pointe active
- *Le D-Race (FKG® – La Chaux de fonds – Suisse)* :
 - Composé de 2 instruments
 - Conicité constante
 - Utilisation en appuis pariétal
 - Utilisation avec une vitesse de 1000 tours/min pour l'instrument DR1 et de 600 tours/min pour l'instrument DR2.
 - Lime DR1 avec pointe active

Afin de pouvoir comparer ces 3 systèmes, l'étude inclut le passage préalable d'une lime manuelle Rm® (Micro-Méga® – Besançon – France), préconisé avec la séquence R-endo®(Micro-Méga® – Besançon – France)(30)(39). Ces instruments sont tous utilisés en appuis pariétaux.

Les instruments ont été utilisés six fois, ceci afin de limiter le risque de fracture instrumentale, cependant certains instruments ont été manipulés moins de fois, lorsque notamment un événement particulier s'est produit : modification instrumentale (dé ou sur-spiralisation), fracture... ceci ayant aboutis à l'exclusion de l'instrument de l'étude et donc à son renouvellement.

III.1.6. La méthode de mesure

La méthode de mesure est faite à partir d'acquisition CBCT, seules les coupes transversales sont analysées.(41)

Les coupes situées entre le dôme radiologique et 1.5mm au-delà ne sont pas analysées pour éviter les particularités anatomiques apicales (dédoublément, deltas...) inaccessibles à l'instrumentation rotative, l'étude s'arrête au niveau de la partie camérale.

La première coupe considérée est la vingtième au-delà du dôme radiologique, les coupes sont étudiées tous les 0.76mm.

Pour chaque coupe, le logiciel CTan® (Bruker® – Anvers – Belgique), nous permet de calculer le surface canalaire en pixel, puis la quantité de matériaux résiduels. Cependant la détermination de la « *region of interest* » (ROI) se réalise manuellement (absence de contour actif), il existe donc un risque de subjectivité lié à cette détermination de la région canalaire.

De plus les acquisitions auraient pu être plus précises en utilisant un dispositif de type micro-CT.(42)(15)(29)(43)(26)

Certains auteurs utilisent des logiciels tel que Image tool®.(8)

III.2. Discussion des résultats

Les résultats montrent que tous les systèmes de désobturation laissent une quantité de matériaux résiduels, plus ou moins importantes, cette conclusion est en corrélation avec les dernières études récentes réalisées.(29)(3)(44)(41)(37)(8)(45)(30)(25)

Les trois systèmes de désobturation sont particulièrement performants dans la partie apicale où il est retrouvé peu de matériaux, ce qui est en contradiction avec les études récentes, qui relèvent une quantité de matériaux plus importante dans le tiers apical (38)(3)(39). Cette différence peut s'expliquer par notre analyse de la variation du diamètre de Féret, qui a mis en évidence un changement de forme du canal de la partie apicale (canal rond) vers la partie coronaire (canal ovale) dans certaines racines. Dans les canaux ayant ce type de modification, il a été mis en évidence une proportion de matériaux d'obturation plus importante dans la partie coronaire et médiane.

Les instruments sont plus efficaces lorsque les canaux sont ronds car ils touchent la totalité des parois canalaires, contrairement aux canaux ovales.

Cette observation est également retrouvée dans une étude ayant des canaux totalement propre au niveau de leurs tiers apicaux. (46)

IV. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer la désobturation par trois systèmes en rotation continue, les racines ont été obturées par la technique monocône.

La désobturation a mis en évidence des modifications instrumentales (sur-spiralisation et fracture du D-Race® et dé-spiralisation du PTUR®). Tous les systèmes ont été manipulés avec des appuis pariétaux et avec le passage initial de la lime Rm®.

Les résultats ont montré une efficacité plus importante du Protaper universal retreatment® par rapport au D-Race® et au prototype. Leur efficacité de nettoyage est dépendante de l'anatomie canalaire. En effet, les canaux ovales et larges possèdent plus de débris d'obturation que les canaux ronds.

Il serait intéressant de prolonger cette étude avec des acquisitions micro-CT afin d'obtenir une meilleure définition d'image.

CONCLUSION

Le retraitement endodontique est un acte réalisé de manière quotidienne par le chirurgien-dentiste, il existe plusieurs temps opératoires et pour y parvenir le praticien dispose de nombreux systèmes instrumentaux.

Le pronostic de la dent dépend de la situation clinique, mais également du soin, afin d'augmenter les chances de cicatrisation, il est nécessaire d'éviter de réaliser les mêmes erreurs que l'ancien traitement :

- Mise en place d'un champ opératoire étanche
- Irrigation abondante et active
- Désobturation la plus efficace possible
- Détermination de la longueur de travail
- Désinfection
- Obturation totale, dense et tridimensionnelle du réseau canalaire

Un nettoyage mécanique le plus complet facilite l'action des irrigants endodontiques (type hypochlorite de sodium), ce qui permet d'augmenter le potentiel de cicatrisation de la LIPOE (lésion inflammatoire periradiculaire d'origine endodontique).

Notre étude se focalise sur une étape du retraitement : « la désobturation », avec l'évaluation de l'efficacité de trois systèmes (PTUR®, D-Race® et un prototype).

Dans les conditions de notre étude, le Protaper Universal Retreatment® est le système le plus efficace dans le nettoyage canalaire, avec une utilisation en appuis pariétal léger.

Cependant aucun système n'a nettoyé l'intégralité du réseau canalaire radiculaire. Pour parfaire cette désobturation une potentialisation de l'irrigation par une instrumentation ultrasonique pourrait être utilisée ou un instrument spécifique tel que le XP-endo finisher® de FKG ou le SAF® de ReDentNOVA, mais qui n'ont actuellement pas été évalués pour cette fonction.

Le Président du jury et directeur de thèse :

Pr Franck DIEMER

ANNEXES

Tableau du groupe A

Groupe A		voix																	
		vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15
materiaux																			
C20	71	0	78	0	0	0	0	93	0	0	0	0	107	34	33	0	46	30	
C30	76	0	82	0	29	0	0	82	0	0	16	0	80	15	0	0	62	41	
C40	69	0	116	0	0	0	0	54	37	0	14	0	120	17	0	0	70	43	
C50	62	0	131	42	0	0	0	43	46	0	18	0	183	0	0	0	67	49	
C60	108	0	169	60	0	0	0	0	34	0	10	0	308	39	37	0	65	0	
C70	104	0	178	34	32	0	0	0	0	29	0	0	307	26	44	0	89	0	
C80	93	0	180	41	56	0	0	0	0	22	30	0	285	52	47	0	92	0	
C90	48	0	153	0	69	0	0	0	0	45	0	0	179	0	61	47	79	0	
C100	0	0	116	69	98	0	0	0	0	57	0	81	21	49	26	60	128	0	
C110	0	0	0	36	127	0	0	0	0	55	0	0	0	46	60	128	0	0	
C120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	96	0	0	63	144	0	0	
C130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	82	0	0	46	152	0	0	
surface																			
coupes	vol 1 (%)	vol 2 D	vol 2 P	vol 3 v	vol 3 p	vol 4	vol 5 distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15	
C20	126	100	126	84	43	27	56	93	68	44	24	79	107	99	62	86	61	89	
C30	139	91	167	105	77	52	66	107	97	58	50	97	123	150	61	94	102	102	
C40	105	99	203	115	74	87	71	133	110	54	58	119	146	176	77	100	106	140	
C50	113	159	249	162	90	99	90	113	133	88	71	132	256	220	97	122	111	170	
C60	189	186	302	249	95	110	103	124	178	119	72	120	359	219	110	127	125	245	
C70	184	162	391	152	132	131	108	96	155	122	82	162	355	232	132	134	141	292	
C80	202	193	452	202	189	184	100	112	178	111	89	199	505	345	143	192	138	308	
C90	161	250	540	222	212	190	222	144	207	216	92	233	558	448	153	205	209	375	
C100	131	376	562	278	270	193	168	186	262	221	82	263	613	415	171	185	276	387	
C110	180	0	0	407	398	240	262	318	270	210	117	270	801	168	261	381	445	0	
C120	255	0	0	0	0	332	263	368	295	241	181	268	140	140	291	372	484	0	
C130	255	0	0	0	0	336	0	0	312	333	379	296	0	202	315	426	573	0	
Ratio materiau/surface																			
coupes	vol 1 (%)	vol 2 D	vol 2 P	vol 3 v	vol 3 p	vol 4	vol 5 distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15	
C20	0,563492063	0	0,61904782	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,34343434	0,53225806	0	0,75409886	0,33707865	
C30	0,54676259	0	0,49101796	0	0,37662338	0	0	0,76635514	0	0	0,32	0	0,6504065	0,1	0	0	0,60784314	0,40186078	
C40	0,657142857	0	0,57142857	0	0	0	0	0,40601504	0,3636364	0	0,24137931	0	0,82191781	0,09639091	0	0	0,66037766	0,30742286	
C50	0,548672566	0	0,52610442	0,25925926	0	0	0	0,38053097	0,34586466	0	0,25352113	0	0,71484375	0	0	0	0,6086086	0,28839529	
C60	0,571428571	0	0,5596205	0,2496386	0	0	0	0,19101124	0	0	0,13888889	0	0,85793872	0,17808219	0,33636364	0	0,52	0	
C70	0,565217391	0	0,45292297	0,22368421	0,24242424	0	0	0	0	0	0,10185185	0	0,86478873	0,11206897	0,33333333	0	0,63120567	0	
C80	0,577639752	0	0,39823009	0,2029703	0,2962963	0	0	0	0	0	0,1981982	0	0,51075269	0,11607143	0,30718954	0	0,44019139	0	
C100	0,46039604	0	0,20640569	0,24820144	0,36296296	0	0	0	0	0	0,25791855	0	0,09425775	0,15072464	0,32867133	0	0,66666667	0	
C110	0	0	0	0,08845209	0,31909548	0	0	0	0	0	0,24886266	0	0,35820896	0,27380952	0,22985606	0,38709677	0	0	
C120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,21649485	0,38709677	0	0	0	
C130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24010554	0,27702703	0	0	0,14603175	0,35680751	0	0	
longueur																			
mm	vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15	
	9	11	11	10	12	14	9,5	9,5	17	12	15	13	12	9	14	14	14	14	
moyenne ratio																			
1/3 apical	0,414731805	0	0,4090425	0,06481481	0,09415584	0	0	0,53672153	0,08846617	0	0,14338028	0	0,99131256	0,11085859	0,1306452	0	0,49138628	0,25681868	
1/3 median	0,571428571	0	0,44939298	0,21644425	0,1688584	0	0	0	0,06367041	0,03395062	0,27287813	0	0,74449338	0,13540753	0,32562884	0	0,53046569	0	
1/3 conoaire	0	0	0,20640569	0,16832676	0,34102922	0	0	0	0	0,19219649	0,06002659	0,238309	0,0712887	0,14008981	0,18323805	0,35304098	0	0	
total	0,374229319	0	0,46226814	0,14482158	0,16615533	0	0	0,23208192	0,07276996	0,08906567	0,18422658	0,07793653	0,60192624	0,13712156	0,19984793	0,16510935	0,524676718	0,1120147	
TOTAL																			
	0,192194587	19,2194587																	
moyenne surface																			
vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15		
170	179,555556	332,444444	197,6	158	165,083333	128,363636	163,900909	188,75	151	108,083333	185,666667	382,3	236,125	126,333333	176	199,833333	300,833333	0	
moyenne materiaux																			
vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15		
52,58333333	0	133,666667	28,2	41,1	0	0	24,7272727	9,75	19,9166667	17,33333333	21,58333333	159	22,875	26,4166667	20,1666667	89,33333333	13,58333333	0	

Tableau du Groupe C

		Groupe C																	
		vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13	
matériaux																			
	coupes																		
	C 20	0	0	0	0	148	79	103	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
	C 30	0	0	0	0	76	118	102	0	76	0	0	0	0	0	48	0	0	0
	C 40	0	0	0	0	46	122	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	
	C 50	0	0	0	0	52	78	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	
	C 60	0	0	0	0	59	59	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	64	
	C 70	0	0	0	0	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
	C 80	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	70	
	C 90	0	0	0	0	197	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	32	84	
	C 100	0	0	0	0	221	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	35	66	
	C 110	0	0	0	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	0	0	
	C 120	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	130	0	0	0	
	C 130	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	58	0	30	0	
surface																			
	coupes																		
	C 20	63	74	54	45	186	105	145	52	101	35	23	26	80	26	43	33	44	
	C 30	55	118	75	57	129	146	147	51	131	66	45	44	94	55	52	46	53	
	C 40	62	114	78	58	131	157	95	56	169	95	59	59	106	59	67	55	48	
	C 50	59	84	83	86	243	120	96	62	196	111	58	64	177	55	88	64	57	
	C 60	82	97	120	118	323	123	92	71	195	89	81	55	165	58	92	168	56	
	C 70	74	91	121	128	357	101	83	62	243	106	91	64	167	73	113	198	63	
	C 80	73	120	163	166	343	109	92	65	263	118	98	105	250	99	133	254	81	
	C 90	120	151	149	144	441	128	108	65	288	126	92	92	344	121	172	293	84	
	C 100	146	156	167	146	685	137	118	103	337	139	116	99	385	109	186	310	100	
	C 110	204	216	209	205	881	142	153	129	510	145	139	130	440	127	199	269	97	
	C 120	271	243	245	203		179	180			165	146	140	479	190	223	321	128	
	C 130	279	317	268	206		176	213			177	174	165	506	253	274	394	153	
Ratio matériaux / surface																			
	coupes																		
	C 20	0	0	0	0	0,79569892	0,75238095	0,71034483	0	0	0	0	0	0	0,4125	0	0	0	0
	C 30	0	0	0	0	0,58914729	0,60821918	0,69387755	0	0	0	0	0	0	0,5106383	0	0	0	0
	C 40	0	0	0	0	0,35114504	0,7707006	0	0	0	0	0	0	0,35849057	0	0	0	0	
	C 50	0	0	0	0	0,21399177	0,65	0	0	0	0	0	0	0,17514124	0	0	0	0	
	C 60	0	0	0	0	0,18266254	0,4796748	0	0	0,12307692	0	0	0	0	0	0	0,38995238	0	
	C 70	0	0	0	0	0,43977591	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23232323	0	
	C 80	0	0	0	0	0,52478134	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0,27559055	0	
	C 90	0	0	0	0	0,44671202	0	0	0	0	0	0	0	0,25872093	0	0,18606651	0,28668902	0	
	C 100	0	0	0	0	0,33722628	0	0	0	0,18441558	0	0	0	0,18441558	0	0,18817204	0,21290323	0	
	C 110	0	0	0	0	0,13166856	0	0	0	0	0	0	0	0,32272727	0	0	0	0	
	C 120	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0,27198875	0	0	0	0	
	C 130	0	0	0	0,19417476		0	0			0	0	0	0,11462451	0	0,10948905	0	0	
longueur																			
	mm	13	13	13,5	13,5	9	12,5	14	11	11	12	12	15	15,5	14	12	14	13	
moynne ratio																			
	1/3 cononaire	0	0	0	0	0,9957095	0,55265003	0,35105559	0	0	0	0	0	0,27456989	0	0	0	0	0
	1/3 median	0	0	0	0	0,3824066	0,1598916	0	0	0,04102564	0	0	0	0,02	0	0	0,29628872	0	
	1/3 apical	0	0	0	0,04854369	0,23444742	0	0	0	0	0	0	0	0,22329153	0	0,07441527	0,05322581	0	
	total	0	0	0	0,01618123	0,40128097	0,28894542	0,11701853	0	0,01230769	0	0	0	0,2223681	0	0,44030897	0,1157049	0	
TOTAL																			
	0,07141975	7,14197529																	
moynne surface																			
	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13		
	124	148,416667	144,333333	130,166667	371,9	138,25	126,833333	71,6	243,3	114,333333	93,5	86,916667	266,083333	102,083333	136,833333	200,416667	80,333333		
moynne matériaux																			
	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13		
	0	0	0	3,33333333	126,2	38	17,08333333	0	2,4	0	0	0	54,58333333	0	8,08333333	27,5	0		

Tableau des diamètres de Férét

FERET																		
GROUPE A																		
diam ferret																		
coupes	vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15
C 35	20,616	12,207	9,487	13	9,22	10,817	13,601	15,652	13,342	10	11,18	12,042	18,601	16,492	11,662	11,042	18,028	18,028
C 70	20,881	15,264	20,248	14,56	14,866	15,652	13,892	15,297	18,028	13,601	18,974	14,422	33,106	28,443	17,464	17,464	19,105	22,361
C110	17,205	16,553	30,083	22,825	24,597	22,472	20,616	26,571	21,587	20	24,331	20,616	36,359	35,903	21,541	26,571	24,042	29,967
MIN																		
coupes	vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15
C 35	11,141	9,842	8	10	6,959	9	11	10,78	11	8	8	10	14,142	12,756	10	9	11,632	12,728
C 70	17,678	12,728	17	12	9,804	13,435	12	11,632	14,849	11	10	12	17,715	15,978	12	15	15,112	17,839
C110	15,496	14	22,812	19,092	20,581	17,666	15	21,92	19,799	15,895	11	17,678	29,579	21	15,621	17,488	21,822	22
RATIO																		
coupes	vol 1	vol 2 Distal	vol 2 Palatin	vol 3 v(down)	vol 3 p(up)	vol 4	vol 5 Distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7	vol 8	vol 9	vol 10 distal	vol 11	vol 12 distal	vol 13	vol 14	vol 15
C 35	0,54040551	0,806258704	0,8432592	0,76923077	0,75477223	0,83202367	0,80876406	0,68872987	0,8244641	0,8	0,71556351	0,83042684	0,76028171	0,77346592	0,85748585	0,81506973	0,64521855	0,70601287
C 70	0,846606963	0,833857442	0,8395891	0,82417582	0,65949146	0,85835676	0,86380651	0,76041054	0,82366319	0,80876406	0,527037	0,83206213	0,53509938	0,56175509	0,68712781	0,85890976	0,79099712	0,79777291
C110	0,90066841	0,845768139	0,75830203	0,83645126	0,83672806	0,78613386	0,72759022	0,82495954	0,91717237	0,79475	0,45209815	0,85748933	0,81352622	0,58490934	0,72517525	0,65816115	0,90766159	0,73414089

GROUPE B																			
feret																			
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 distal	vol 3	vol 4	vol 5 distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7 right	vol 7 left	vol 8 up	vol 8 down	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13 palatin	vol 13 distal	vol 14
C 35	12,083	14,422	17,088	15,81	15,811	13,892	19,416	18,974	11,402	11,402	14,56	16,643	15,652	17,464	10,296	14,318	18,868	15,652	14,886
C 70	10,817	15,811	23,77	20,518	17,692	16,155	24,187	28,792	17,493	16,763	16,125	16,155	18,028	19,235	20,125	16,279	21,589	18,601	20,248
C 110	12,086	24,207	27,803	23,431	22,136	19,416	28,862	45,607	23,537	21,541	18,682	18,439	23,409	28,443	22,472	18,974	32,894	25,632	29,12
MIN																			
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 distal	vol 3	vol 4	vol 5 distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7 right	vol 7 left	vol 8 up	vol 8 down	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13 palatin	vol 13 distal	vol 14
C 35	8	12	15	13	14	11	15	16,263	10	9	12,728	14,142	13	11,894	7,604	11	13	12,407	11,632
C 70	9	12,021	14,142	16	16	13	15,337	18,789	11,776	12	12,728	13	14,731	17	13,87	14,849	19,799	12,142	14,963
C 110	10,737	16,971	25,945	19,608	20	15	16	20,132	19	16	16,929	16,263	19	21	19,092	15,556	25,894	21,204	27
RATIO																			
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 distal	vol 3	vol 4	vol 5 distal	vol 5 palatin	vol 6	vol 7 right	vol 7 left	vol 8 up	vol 8 down	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13 palatin	vol 13 distal	vol 14
C 35	0,66208723	0,832062127	0,87780899	0,82226439	0,88545949	0,79182263	0,77255871	0,85712027	0,87703912	0,7893352	0,87417582	0,84972661	0,83056478	0,68105818	0,73853924	0,76826372	0,68899724	0,79267825	0,78140535
C 70	0,832023666	0,760293467	0,59495162	0,7798031	0,90436355	0,80470443	0,63410096	0,6525771	0,67318356	0,71586232	0,78933333	0,80470443	0,81711782	0,88380556	0,68919255	0,91215677	0,91708741	0,6527606	0,73898657
C 110	0,888383253	0,701078201	0,93317268	0,83684008	0,9035056	0,77255871	0,55436214	0,44442347	0,80723967	0,7427696	0,90616636	0,88198926	0,81166364	0,73831874	0,8495906	0,81985875	0,78719523	0,82724719	0,9271978

GROUPE C																	
MAX																	
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13
C 35	11,662	16,643	12,649	11,18	17,72	13,601	18,028	10	15,524	9,22	14,765	10,817	17,464	13,601	14,866	15,811	12,53
C 70	14,56	18,248	15,264	15,811	32,558	17,464	15,297	10,44	18,028	13,601	15,652	16,643	20,125	16,155	17,117	22,361	14,866
C 110	18,358	17,205	20,125	18,682	41,304	21,378	18,385	19,313	31,575	16,763	18,682	18,974	29,614	20,881	20,616	27,295	17,493
MIN																	
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13
C 35	9	12,527	11,932	9	10	12,021	9,264	7	13,435	6	12	9	12,653	11,577	13	12	10
C 70	12	15	13	14	18	15	12	8	15,895	12	14	13,865	18	12,975	13,87	11,667	13
C 110	16	15	18	16,971	18,45	19	16,809	14	23	15	16,971	16,971	21	18	18	18	15
RATIO																	
coupes	vol 1 distal	vol 1 palatin	vol 2 up	vol 2 down	vol 3 distal	vol 4	vol 5	vol 6 distal	vol 6 palatin	vol 7 right	vol 7 left	vol 8	vol 9	vol 10	vol 11	vol 12	vol 13
C 35	0,771737266	0,752688818	0,94331568	0,80500894	0,56433409	0,88383207	0,51386732	0,7	0,86543417	0,65075922	0,81273281	0,83202367	0,72451901	0,85118741	0,87447868	0,75896528	0,7980846
C 70	0,824175824	0,822007891	0,85167715	0,88545949	0,55285951	0,85890976	0,78446754	0,76628352	0,88168405	0,88228807	0,89445438	0,83308298	0,89440994	0,80315692	0,81030554	0,52175663	0,87447868
C 110	0,871554636	0,871839582	0,89440994	0,90841452	0,44668797	0,88876415	0,91427794	0,72490033	0,72842439	0,89482789	0,90841452	0,89443449	0,70912406	0,86202768	0,87310827	0,65946144	0,85748585

BIBLIOGRAPHIE

1. LE RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE [Internet]. [cited 2014 Oct 24]. Available from: <http://www.fmdrabat.ac.ma/wjd/N2V1/Sakout.htm>
2. Reddy JMVR, Latha P, Gowda B, Manvikar V, Vijayalaxmi DB, Ponangi KC. Smear layer and debris removal using manual Ni-Ti files compared with rotary Protaper Ni- Ti files - An In-Vitro SEM study. *J Int Oral Health JIOH*. 2014 Feb;6(1):89–94.
3. Azar MR, Safi L, Nikaiein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. *Dent Res J*. 2012 Mar;9(2):146–51.
4. Ochoa-Romero T, Mendez-Gonzalez V, Flores-Reyes H, Pozos-Guillen AJ. Comparison between rotary and manual techniques on duration of instrumentation and obturation times in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2011;35(4):359–63.
5. Stéphane SIMON | Pierre MACHTOU | Wilhelm-Joseph PERTOT |. *Endodontie. CDP*. 2012.
6. CASTELLUCI A. *Endodontics. Il Tridente*. 2004.
7. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Kesim B, Tuncay O. Incidence of apical crack initiation and propagation during the removal of root canal filling material with ProTaper and Mtwo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *J Endod*. 2014 Jul;40(7):1009–12.
8. Fariniuk LF, Westphalen VPD, Silva-Neto UX da, Carneiro E, Baratto Filho F, Fidel SR, et al. Efficacy of five rotary systems versus manual instrumentation during endodontic retreatment. *Braz Dent J*. 2011;22(4):294–8.
9. Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. Efficiency of a newly designed ultrasonic unit and tips in reducing temperature rise on root surface during the removal of fractured files. *J Endod*. 2009 Jun;35(6):896–9.
10. Perrin P, Neuhaus KW, Lussi A. The impact of loupes and microscopes on vision in endodontics. *Int Endod J*. 2014 May 1;47(5):425–9.
11. Kim S, Baek S. The microscope and endodontics. *Dent Clin North Am*. 2004 Jan;48(1):11–8.
12. MALLET J.P., ROUSSEL T. Microdentisterie et omnipratique. *Inf. Dent.*, 2001, 21, 1555-1561.
13. SIMON S. *Retraitement. Cdp*. 2009.
14. Besnault C, Pradelle N, Delzangles B. Le retraitement endodontique. *Information Dentaire* 1999; 29 – 30 : 2095 – 2102.

15. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte M a. H, Del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, et al. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J.* 2014 Nov;47(11):1078–83.
16. Machtou P. Le retraitement non chirurgical. « In guide clinique : Endodontie », Ed. Cdp, Paris, 1993 : 215 – 237.
17. Machtou P MARTIN D. Utilisation des forêts de Gates-glidden. *Information Dentaire* n°31. 2000;
18. Costa GE, Johnson JD, Hamilton RG. Cross-Reactivity Studies of Gutta-Percha, Gutta-Balata, and Natural Rubber Latex (*Hevea brasiliensis*). *J Endod.* 2001 Sep 1;27(9):584–7.
19. Wilcox LR, Juhlin JJ. Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endod.* 1994 Mar;20(3):115–7.
20. DENTSPLY Endodontic Obturation Thermafil [Internet]. [cited 2014 Oct 23]. Available from: <https://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/Obturation/Thermafil.aspx#>
21. Kratchman SI. Obturation of the root canal system. *Dent Clin North Am.* 2004 Jan;48(1):203–15.
22. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J.* 1997 Jul 1;30(4):227–33.
23. Topçuoğlu HS, Aktı A, Tuncay Ö, Dinçer AN, Düzgün S, Topçuoğlu G. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):2066–9.
24. MAILLEFER® Le guide clinique 2008.
25. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1870–3.
26. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, et al. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2012 Nov;38(11):1516–20.
27. Takahashi CM, Cunha RS, de Martin AS, Fontana CE, Silveira CFM, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1580–3.

28. FKG dentaire [Internet]. Available from:
<http://www.fkg.ch/fr/produits/endodontie/pr%C3%A9paration-canal-inaire-et-retraitement/d-race>
29. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int Endod J.* 2012 Oct;45(10):927–32.
30. Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Tuncay Ö, Pala K, Arslan H, Karataş E. The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. *J Endod.* 2014 Feb;40(2):266–70.
31. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2012 Jun;45(6):580–9.
32. Alattar S, Nehme W, Diemer F, Naaman A. The influence of brushing motion on the cutting behavior of 3 reciprocating files in oval-shaped canals. *J Endod.* 2015 May;41(5):703–9.
33. Machado-Silveiro LF, González-López S, González-Rodríguez MP. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *Int Endod J.* 2004;37(6):365–9.
34. Machtou P. Elimination des matériaux solides : cônes d'argent et instruments fracturés. 1996; 7 (3) : 315-322. *Réalités Cliniques*; 1996.
35. Diemer F, Mallet JP. Une innovation instrumentale pour le traitement endodontique initial : la séquence Revo-S®. 2008. vol 29. *Clinic*; novembre 2008.
36. Ersev H, Yilmaz B, Dinçol ME, Dağlaroğlu R. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int Endod J.* 2012 Aug;45(8):756–62.
37. Zuolo AS, Mello JE, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CES. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J.* 2013 Oct;46(10):947–53.
38. Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2007 Jul;40(7):532–7.
39. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod.* 2000 Feb;26(2):100–4.

40. Cohen A. Solvants et désobturation canalaire : élimination des pâtes et de la gutta-percha. *Réalités Cliniques* 1996; 7 (3) : 305 – 313.
41. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J*. 2010 Nov;43(11):1022–8.
42. Rödiger T, Reicherts P, Konietzschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *Int Endod J*. 2014 Oct;47(10):942–8.
43. Solomonov M, Paqué F, Kaya S, Adigüzel O, Kfir A, Yiğit-Özer S. Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod*. 2012 Sep;38(9):1283–7.
44. Rios M de A, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod*. 2014 Apr;40(4):543–6.
45. Abramovitz I, Relles-Bonar S, Baransi B, Kfir A. The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *Int Endod J*. 2012 Apr;45(4):386–92.
46. Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*. 2005 Jan;38(1):2–7.

**EFFICACITE DE NETTOYAGE DE 3 SYTEMES DE DESOBTURATION
ENDODONTIQUE : ETUDE EN TOMOGRAPHIE VOLUMIQUE**

RESUME EN FRANÇAIS :

Le retraitement endodontique est une thérapeutique exigeante car il nécessite un plateau technique spécialisé et une démarche clinique comportant plusieurs étapes. L'une d'elle la désobturation, permet de donner accès aux irrigants endodontique au réseau canalaire radiculaire. Des instruments en nickel titane, utilisés en rotation continue, permettent un nettoyage canalaire plus rapide, mais leurs efficacités diffèrent selon les systèmes. Notre étude clinique montre une plus grande efficacité de nettoyage pour le Protaper universal retreatment®, avec une utilisation en appuis pariétal léger, que le D-Race® ou un prototype asymétrique. Cependant cette désobturation ne laisse pas le canal exempt de tout débris, d'autres instruments de finitions pourraient être utilisés pour parfaire le retraitement.

**TITLE: CLEANING EFFICIENCY OF 3 ENDODONTIC SYSTEMS TO REMOVE
OBTURATION OF THE ROOT-CANAL: STUDY IN VOLUME-TOMOGRAPHIC**

SUMMARY:

The endodontic retreatment is a demanding therapeutic because it needs a specialised technical facilities and a clinical approach with many steps. One of them, the filling removal, gives an access to the root-canal system by the endodontic irrigation. Nickel-titanium instruments used in continuous rotation allow a faster root-canal cleaning. But their effectiveness are different between the systems. Our clinical study shows a greater cleaning efficiency for the Protaper Universal Retreatment®, used with a brushing motion, than the D-Race® or the asymmetric prototype. However, this removal of the root-canal filling leaves some debris. Other instruments can be used to perfect the retreatment (ultra-sonic irrigation).

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Odontologie conservatrice, endodontie (58.01)

MOTS-CLES : retraitement, désobturation, efficacité de nettoyage canalaire, Protaper universal retreatment®, D-Race®, CBCT, CTan®

UNTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R. :

Université Toulouse III-Paul Sabatier - Faculté de chirurgie dentaire

3, Chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Professeur Franck DIEMER