

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2016

Thèse : 2016-TOU3-3048

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Jules BOESCH

Le 20 septembre 2016

**LE NETTOYAGE CANALAIRE.
ETUDES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE :
REVO-S vs ProTaper Next vs REVO-S II.**

Directeur de thèse : Pr Franck DIEMER

JURY

Président : Pr Franck DIEMER

Assesseur : Dr Pierre-Pascal POULET

Assesseur : Dr Marie GEORGELIN-GURGEL

Assesseur : Dr Rami HAMDAN



UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2016

Thèse : 2016-TOU3-3048

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Jules BOESCH

Le 20 septembre 2016

**LE NETTOYAGE CANALAIRE.
ETUDES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE :
REVO-S vs ProTaper Next vs REVO-S II.**

Directeur de thèse : Pr Franck DIEMER

JURY

Président : Pr Franck DIEMER

Assesseur : Dr Pierre-Pascal POULET

Assesseur : Dr Marie GEORGELIN-GURGEL

Assesseur : Dr Rami HAMDAN





Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRIT-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 :

Adjoints d'Enseignement :

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN

Mme DARIES, Mr MARTY

Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Assistant Associé

Adjoints 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 :

Adjoints 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 RIMBERT, Mme VINEL

Adjoints 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 CROS, Mr EL KESRI, Mme GAROBY-SALOM

Adjoints 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,

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

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, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN

Assistant Associé : Mr HAMDAN

Adjoints 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. KNAFO, Mme. SELVA, Mme. ROSCA

Adjoints 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

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

Remerciements

A ma famille

A mes parents, pour m'avoir conseillé et soutenu dans les moments difficiles, pour votre confiance depuis le plus jeune âge, pour votre disponibilité et pour tout l'amour que vous m'avez apporté.

A Aurélie qui réussit à me supporter depuis 3 ans déjà malgré mes exigences et mes escapades parfois difficiles. Merci pour ta confiance ton sang-froid et ta grande générosité.

A mes grands parents, pour vos valeurs et votre éducation irremplaçable, pour votre gentillesse, pour tous ces moments qui grâce à vous nous ont permis de tous nous réunir.

A Jade, Abigail, Gaétan, Melchior et Sariel, pour avoir créé une belle ambiance de colonie de vacances à la maison sans laquelle le temps aurait été beaucoup plus long.

A mes amis

A Lénaïc, binôme indissociable, pour tous ces moments où tu m'as tenu l'aspi, pour ton soutien et ton aide qui me manqueront sûrement.

A Enzo, Thomas, Mathieu, Hakim et François, pour tes ces moments inoubliables passés ensemble, aussi bien sur le plan sportif que festif. La vie étudiante se termine mais je suis sûr qu'avec vous la folie va continuer !

A Cécile, Eva, et Remi, amis d'enfance, maintenant tous loin mais toujours prêts à partager de grands moments ensemble.

A Lucie, Benoit, François et Johanna, pour tous ces moments de rigolade, de voyage et de « game » !

A Lionel, maître de stage, et toute son équipe, qui m'a fait découvrir une autre vision du métier. Merci pour ta gentillesse, ta générosité et ton envie de transmettre tes connaissances.

A tous mes amis, Carole, Nathalie, Céline, Chloés, Clémence, Lucie, Elise, Aurore, Neila, Marie, Agathe, Julie, Florian, Jean-Baptiste, et j'en oublie sûrement...

A notre président de jury,

Monsieur le Professeur FRANCK DIEMER

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Responsable de la sous-section d'Odontologie Conservatrice, Endodontie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),
- Vice- Président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Merci d'avoir accepté la présidence de ce jury. Ce fut un réel plaisir de travailler avec vous de par votre disponibilité, votre mode de travail et d'apprentissage. Soyez assuré de ma plus grande reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Pierre-Pascal POULET

- Maître de Conférences des Universités,
- Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Nous sommes très honoré de votre présence dans ce jury de thèse. Merci pour votre accompagnement et votre apprentissage tout au long de l'année. Veuillez trouver ici le témoignage de notre plus grande sympathie et de notre respect.

A notre jury de thèse,

Madame le docteur MARIE GEORGELIN-GURGEL

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

Nous vous remercions d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse. Votre dynamisme, votre volonté et votre gentillesse auprès des étudiants ont été, en plus de vos connaissances et de vos compétences, une source d'intérêt.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Rami HAMDAN

- Assistant associé de l'Université Paul Sabatier,
- Docteur en chirurgie dentaire,
- Diplôme inter-Universitaire d'endodontie,
- CES Technologie des matériaux employés en art dentaire,
- CES odontologie conservatrice.

*Nous souhaitons vous remercier de
faire parti de notre jury. Votre
implication, votre disponibilité et
votre maîtrise des expérimentations
font de vous un réel atout pour ce jury.*

SOMMAIRE

Introduction.....	11
PARTIE I : LA MISE EN FORME EN ENDODONTIE.....	13
I. Introduction.....	13
II. Rappels Historiques.....	13
III. Longueur de travail et limite apicale de préparation.....	15
IV. Problèmes mécaniques lors de la mise en forme	15
V. Les instruments rotatifs et mécanisés.....	16
a. Historique.....	16
b. Systèmes rotatifs	17
c. Instruments pour l'ouverture de la trajectoire canalaire ou de pré-élargissement.....	17
d. Effet de vissage	17
e. Fractures instrumentales.....	17
f. Flexibilité.....	18
VI. Utilisation des instruments Ni-Ti.....	19
a. Principes.....	19
b. Technique de mise en forme.....	19
c. Nouveautés.....	20
VII. Débris.....	21
VIII. Boue dentinaire.....	21
IX. Conclusion.....	21
PARTIE II : EXPERIMENTATION.....	22
I. Introduction.....	22
II. Présentation des instruments.....	23
a. Revo S (Micro-Mega)	23
b. ProTaper Next (Dentsply-Mallaifer).....	23
c. Revo-S II (Micro-Méga).....	24
III. Matériels et méthode.....	25
a. Choix des dents.....	25
b. Préparations canalaires... ..	25
c. Préparation pour le MEB.....	25
d. Evaluation des clichés.....	26

e. Analyse statistique.....	27
IV. Résultats.....	29
a. Analyse des observateurs.....	29
b. Analyse descriptive par groupe.....	30
c. Analyse descriptive par niveaux d'observation.....	31
d. Analyse descriptive de la surface préparée.....	33
V. Discussion.....	34
VI. Conclusion.....	35
CONCLUSION.....	36
BIBLIOGRAPHIE.....	38

Introduction :

Le traitement endodontique d'une dent se décompose en deux principales étapes : le nettoyage et l'obturation du système canalaire.

L'objectif du nettoyage canalaire est de prévenir ou d'éliminer une infection en supprimant l'ensemble des débris pulpaire et dentinaires (boue dentinaire) ainsi que l'ensemble des bactéries et leurs toxines du système canalaire susceptible de favoriser une croissance bactérienne et une inflammation péri-radriculaire.

Cette élimination repose sur une préparation chimio-mécanique du réseau canalaire.

La préparation mécanique, appelée mise en forme canalaire, est réalisée à l'aide de limes ou d'instruments endodontiques et a pour objectif :

- d'élargir le canal sur l'ensemble de l'endodonte en y restant confiné (respect de la longueur de travail),
- de permettre aux solutions d'irrigation d'agir le plus efficacement possible,
- d'obtenir une conicité suffisante tout en maintenant le foramen le plus étroit possible dans sa position originelle pour permettre une obturation tridimensionnelle étanche du réseau canalaire.

Cette mise en forme est le prérequis nécessaire au nettoyage et à l'élimination de tous les débris pulpaire, dentinaires et de toutes les bactéries. Le nettoyage proprement dit est assuré par la mise en place de solutions d'irrigation rendue possible grâce à une mise en forme suffisante du canal.

Le but du travail des instruments est donc d'obtenir une mise en forme canalaire et apicale du canal afin de permettre aux solutions d'irrigation d'y être efficaces et renouvelées.

Cette mise en forme permet aussi de favoriser une obturation du réseau canalaire tridimensionnelle étanche qui doit empêcher toute communication entre le réseau endodontique et le parodonte. La qualité de l'obturation est donc directement liée à la qualité de la mise en forme du réseau canalaire.

L'obturation est réalisée à l'aide du Gutta percha et de ciment de scellement endodontique compacté dans la totalité du système canalaire afin de combler tous les vides. Cette obturation devra être complétée pour une obturation coronaire étanche afin de pérenniser le traitement endodontique sur le long terme.

Le succès d'un traitement endodontique s'objective par l'absence de signes cliniques, par l'absence d'apparition d'une lésion apicale ou par la cicatrisation d'une lésion préexistante.

Dans une première partie nous aborderons les aspects théoriques de la mise en forme canalaire : longueur de travail, principes de rotation continue, pré-élargissement...

La seconde partie sera expérimentale et aura pour but de comparer et d'évaluer la propreté des parois canalaire (la faculté d'élimination des débris et de la boue dentinaire) lors de la mise en forme d'une version prototype de l'évolution du REVO-S® de Micro-Méga à deux autres systèmes actuellement commercialisés : Le REVO-S® (Micro-Méga) et le ProTaper Next® (Dentsply-Maillefer).

PARTIE I : LA MISE EN FORME EN ENDODONTIE

I. Introduction :

La mise en forme consiste à préparer le canal au détriment de la dentine pour permettre une irrigation optimale et une obturation de qualité. Il s'agit d'une étape indispensable à maîtriser. Cette maîtrise se fait en partie par le choix des instruments utilisés. Ces instruments sont à sélectionner en fonction de leurs caractéristiques techniques, de leur principe d'utilisation et de la situation clinique.

II. Historique :

Il existe aujourd'hui deux concepts principaux de mise en forme :

- L'approche standardisée (1)

Elle a pour objectif de créer une boîte apicale cylindrique au détriment de la dentine afin de bloquer les matériaux d'obturation. Elle est réalisée à l'aide de broches de diamètres croissants insérées à la longueur de travail suivies de l'utilisation de limes d'Hoeström (limes H) et de forets de Gates pour mettre en forme le reste du canal.

Cette technique a longtemps été considérée comme technique de référence mais est aujourd'hui discutée. Elle reste toutefois défendue par l'école scandinave qui soutient l'idée que seule l'élimination de dentine au niveau apical en quantité suffisante permet l'élimination des débris et des bactéries. Il est donc conseillé d'élargir le diamètre apical de la préparation d'au moins trois calibres par rapport au diamètre initial de la partie apicale du canal. Ce diamètre devrait être encore plus augmenté dans le cas de dents infectées vu la profondeur de pénétration des bactéries dans les canalicules dentinaires (2) (3) (4).

Cette technique devrait obtenir un fort taux de succès en vue de cette réduction du nombre de bactéries intracanales (5) mais aucune étude scientifique ne le démontre.

Cette technique est critiquée car la création d'un stop apical au détriment de la dentine oblige à laisser une portion du canal non préparée, la constriction apicale, et non irriguée et qu'en cas de canaux courbes il est impossible d'avoir une élimination de dentine homothétique autour de la courbure et que dans ce cas le stop apical se transforme en butée. Si cela est vrai avec l'utilisation des instruments en acier en mouvement de traction, cela ne l'est plus actuellement avec l'utilisation des instruments nickel-titane flexibles en rotation. De plus il est difficile dans certains canaux ovales d'obtenir des préparations qui englobent le plus grand diamètre du canal sans risquer de créer une perforation de la racine, le plus grand diamètre canalaire étant parfois plus large que le plus petit diamètre externe de la racine elle-même. A noter aussi que la moindre erreur de longueur lors des manipulations instrumentales entraîne la destruction du stop apical qui est la seule barrière s'opposant à la fuite des matériaux d'obturation dans le périapex (6).

- L'approche fondée sur la conicité (Schilder, 1974)

Cette préparation est obtenue en créant une conicité continue à partir du foramen apical jusqu'à la chambre tout en maintenant le foramen apical le plus étroit possible dans sa position originelle.

Cette forme en entonnoir permet d'opposer une résistance qui bloque le cone de gutta lors de l'obturation en condensation verticale. Ainsi la poussée verticale se transforme en pression latérale pour obtenir une obturation tridimensionnelle (6).

Cette technique est critiquée par l'école scandinave car le manque d'élargissement au niveau apical ne permet pas d'éliminer suffisamment la dentine apicale infectée et que l'absence de cône d'arrêt apical augmente le risque de dépassement lors de l'obturation.

Quelle technique choisir ?

A ce jour il n'existe quasiment pas d'études cliniques qui ont comparé de manière prospective et randomisée les deux concepts et qui permettraient de mettre en évidence la supériorité de l'un par rapport à l'autre. La seule chose dont on est sûr aujourd'hui c'est que les bactéries intracanales sont organisées sous la forme de biofilm très résistant que ni l'élargissement ni la conicité ne parvient à éliminer totalement (6).

III. Longueur de travail et limite apicale de préparation :

La partie apicale d'une dent est composée de plusieurs parties différentes (7) et représentée par la constriction apicale qui est la partie la plus étroite du canal formée par la jonction cémento-dentinaire. Cette localisation est très variable d'une dent à l'autre mais est statistiquement estimée entre 1 et 2mm de l'apex radiologique. Le dôme radiologique qui représente le vertex de la dent. Et l'apex radiologique qui est le point le plus apical de la dent sur une vue radiologique.

La détermination de la limite apicale de préparation idéale doit donc se rapprocher au maximum de la constriction apicale sans la déplacer ni augmenter son diamètre.

La détermination précise de cette zone ne peut se faire que par l'utilisation d'un localisateur électronique d'apex (8) suivie d'une confirmation radiologique (la radio ne pouvant donner d'indication précise de sa localisation à cause de la variabilité de positionnement de la constriction par rapport à l'apex radiologique et de l'absence de vision tridimensionnelle de l'anatomie radiculaire). La détection de la constriction apicale par la sensibilité tactile peut constituer une pièce supplémentaire du puzzle mais n'est pas assez fiable, à elle seule, pour déterminer de manière reproductible la longueur de travail (9).

IV. Problèmes mécaniques lors de la mise en forme :

Dans le cas de courbure canalaire, les instruments manuels, acier, prennent appui sur la face interne de la courbure, engendrant ainsi un bras de levier qui déplace leur pointe du côté opposé. Cela entraîne une déviation de la trajectoire canalaire et contribue à la création de butées. Dès lors, l'instrument forcé en direction apicale peut aboutir à une butée ou à une perforation. Il peut aussi apparaître des foramens déchirés lorsque l'instrument arrive au *foramen* ou le dépasse tout en se redressant ce qui rend l'obturation de manière étanche impossible. Lorsque l'irrigation n'est pas correctement menée, un tassement des copeaux de dentine, peut se créer (création de

bouchon/perte de longueur de travail ou expulsion de débris dans la zone péri-apicale, source de desmodontite postopératoire). De plus les instruments présentant une longueur active importante coupent indistinctement sur toutes les parois canalaires lorsqu'ils sont utilisés en va-et-vient avec un risque de fragilisation de l'une d'entre elles, voire même de perforation latérale dans la zone inter-radiculaire des pluriradiculées (*stripping*) (10).

L'apparition des instruments rotatifs en nickel-titane (Ni-Ti) a permis de pallier en grande partie ces échecs. Mais quelques-uns subsistent encore. La création de bouchons ou de butées lors du cathétérisme et la fracture de la pointe instrumentale sont les plus fréquents (11) (12) (6).

V. Les instruments rotatifs et mécanisés :

a. Historique :

Depuis le milieu des années soixante plusieurs systèmes ont été mis au point afin de mécaniser ces instruments en leur donnant un mouvement horizontal et /ou vertical. Cependant ces mécanismes n'étaient pas satisfaisants.

En 1985, Roane démontre la supériorité de la rotation continue pour le respect des trajectoires et le centrage des instruments manuels en acier (13). En 1988, Les premiers instruments endodontiques fabriqués à partir de Ni-Ti font leur apparition (14). Puis, au début des années 1990 Mac Spaden et Ben Johnson utilisent ces limes en nickel-titane avec une assistance opératoire, la rotation continue à basse vitesse. De nombreux avantages, par rapport aux techniques traditionnelles, apparaissent notamment une meilleure préparation canalair et un gain de temps important. Ainsi, les premiers instruments en Ni-Ti mécanisés font leur apparition au Etats Unis. Depuis, les fabricants n'ont cessé de proposer de nouveaux systèmes de plus en plus innovants. Ces derniers diffèrent par la modification de plusieurs paramètres tels que la géométrie, le pas, la forme de la pointe, etc. (15).

Suite à différentes études publiées, il a été montré que la plupart des instruments rotatifs en nickel-titane permettent de limiter le déplacement de la trajectoire

originelle, évitant ainsi les butées et les déchirures du foramen apical (11) (16) (17); d'obtenir une préparation canalaire plus rapidement (18); d'éviter la projection de débris dans le périapex, principale cause des inflammations ligamentaires postopératoires (12) (19); d'obtenir des résultats fiables et reproductibles, même par des opérateurs inexpérimentés (18) (20).

b. Systèmes rotatifs :

Plusieurs systèmes différents sont actuellement disponibles sur le marché français. Ils ont tous une conicité élevée et sont tous en nickel-titane. En revanche leur section, leur angle d'hélice et leur pas d'hélice diffèrent.

Tous ces instruments ont donc des propriétés qui diffèrent légèrement.

c. Effet de vissage :

La sensation d'aspiration de la lime dans le canal est importante lorsque la conicité de l'instrument approche la conicité du canal. Pour pallier cet effet indésirable, les angles et les pas d'hélices ont été modifiés (21). D'autres sont, quant à eux, dotés d'une arête coupante alternée qui élimine totalement l'effet de vissage. Cet effet de vissage peut être gênant pour l'opérateur et peut amener à un non respect de la limite de préparation.

d. Fractures instrumentales :

Elles peuvent survenir par torsion ou par fatigue cyclique. Les paramètres qui entrent en jeu influencent aussi la flexibilité des instruments.

Pour augmenter la résistance à la torsion on peut augmenter la masse centrale de l'instrument, augmenter son diamètre ou augmenter sa conicité. De manière générale, l'augmentation de volume d'un instrument augmente sa résistance à la torsion (22) (23). Cependant, plus l'instrument augmente en diamètre ou en conicité, plus sa flexibilité diminue et plus le risque de déplacement canalaire est important. En revanche, si les diamètres ou les conicités sont trop faibles, en plus du risque de fracture, la forme de préparation est insuffisante et ne permet pas de répondre aux objectifs biologiques de nettoyage et mécaniques compatibles avec la capacité d'obturation du système canalaire dans de bonnes conditions.

La fracture par torsion survient généralement lorsque la pointe de l'instrument est bloquée dans un canal dont le diamètre est beaucoup plus petit que celui de la pointe.

D'où la nécessité d'explorer et d'élargir suffisamment la canal avec des limes manuelles (24) dont le diamètre dépendra du diamètre du l'instrument rotatif utilisé par la suite. Elle survient également lorsque l'instrument est engagé en force dans le canal car les débris dentinaires s'accumulent dans les spires et augmentent la surface de contact et donc la friction sur l'instrument. Il est donc indispensable de retirer l'instrument fréquemment et de nettoyer les spires et d'irriguer le canal avant de réinsérer l'instrument.

La fracture cyclique est due à une augmentation de stress dans l'alliage secondaire à une succession de déformations non permanentes. Elle est donc impossible à prévoir précisément (25) (26) (23).

La résistance à la fatigue cyclique est augmentée par la diminution de la masse centrale de l'instrument, la diminution du diamètre et la diminution de la conicité de l'instrument (25) (26).

Plus la courbure du canal est marquée et plus la vitesse de rotation est élevée plus la fracture sera rapide.

e. Flexibilité :

La flexibilité d'un instrument diminue si son diamètre ou sa conicité augmente. Les instruments doivent être suffisamment flexibles afin d'éviter le risque de déplacement de la trajectoire canalaire. Il conviendra donc, pour les courbures canalaires, d'utiliser des instruments de faible conicité et donc d'augmenter le nombre d'instruments pour parvenir à une mise en forme correcte (6).

VI. Utilisation des instruments Ni-Ti:

a. Principes :

Ces instruments nécessitent une vitesse de rotation différente en fonction du fabricant. Les recommandations du fabricant sont à respecter. Si les recommandations et les principes d'utilisation sont respectés, les résultats seront fiables et reproductibles.

Vérifier la perméabilité canalaire avec une lime manuelle en acier avant le passage d'un de ces instruments est indispensable. Les instruments doivent être nettoyés après quelques seconde de travail et le canal irrigué correctement afin d'éliminer les débris. L'instrumentation est à réaliser avec un mouvement vertical de va et vient permanent et avec une faible pression sur le contre-angle afin d'éviter une fracture par fatigue cyclique ou une butée de l'instrument. Les instruments sont à contrôler régulièrement afin de déceler une anomalie pouvant provoquer une fracture (6).

b. Technique de mise en forme :

La mise en forme conseillée avec des instruments en Ni-Ti est une technique en « crown down ». Elle s'effectue principalement en trois étapes :

1) Exploration

Elle est toujours réalisée avant le passage des instruments mécaniques avec des limes en acier, manuelles de faible diamètre (K10). Un instrument rotatif en Nickel Titane peut aussi être utilisé jusqu'au niveau de la lime manuelle afin de réaliser un pré-élargissement.

2) Mise en forme des deux tiers coronaires

Elle s'effectue avec des instruments courts et de forte conicité qui permettent d'améliorer l'irrigation canalaire en créant un réservoir pour les solutions d'irrigation, et supprime les contraintes coronaires afin d'avoir une meilleure efficacité des instruments et une meilleure sensibilité pour l'opérateur. Ces instruments doivent être utilisés sans pression afin d'éviter de créer une butée.

3) Mise en forme du tiers apical

Elle se décompose elle-même en une phase d'exploration (détermination précise de la longueur de travail, vérification de la perméabilité canalaire) et d'une phase de mise en forme réalisée avec des instruments de plus faible conicité que ceux utilisés pour la mise en forme des deux tiers coronaires.

c. Nouveautés :

De nouveaux concepts viennent d'apparaître notamment avec des techniques de mise en forme mono-instrumentales en mouvement réciproque (Dentsply), et le système Self Adjusting File® (Itena) et un instrument spécifique de nettoyage : le XP-Endo Finisher® (FKG).

VII. Débris :

Suite à une pulpite irréversible ou à une nécrose pulpaire, l'ensemble du réseau pulpaire va devenir un concentré de bactéries qui peuvent alors créer des lésions parodontales (27) (28). Il est donc nécessaire lors du traitement endodontique d'éliminer tous ces vestiges pulpaire qui peuvent servir de support et de nutriment à la prolifération bactérienne.

Cependant, du fait de la complexité des réseaux canaux, plusieurs études ont montré que quel que soit le système de mise en forme canalaire, il n'est pas suffisant pour assurer le nettoyage, l'élimination des débris et des bactéries. En particulier dans les canaux présentant une géométrie ovale (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35). C'est le rôle des solutions d'irrigation.

Le véritable rôle des instruments de mise en forme est donc d'obtenir une mise en forme canalaire complète permettant aux solutions d'irrigations d'atteindre le maximum de zones du réseau canalaire.

VIII. Boue dentinaire :

Le fait de passer des instruments de mise en forme canalaire en milieu humide va former une pellicule de boue dentinaire qui va tapisser les parois canalaire. Cette boue dentinaire (ou *smear layer*) est composée de débris organiques et minéraux. Elle n'existe qu'à l'endroit où les instruments ont travaillé (36). Chaque instrument possédant des propriétés différentes sera donc responsable de la production plus ou moins importante de boue dentinaire. Celle ci, afin d'obtenir un nettoyage canalaire optimal et améliorer l'étanchéité de l'obturation canalaire par la suite, devra être éliminée. Cette élimination se réalise par l'utilisation de solutions d'irrigation (hypochlorite de sodium, EDTA, acide citrique) de manière fiable et reproductible (37). L'hypochlorite de sodium n'est actif que sur la composante organique de la boue dentinaire. L'EDTA et l'acide citrique ne sont actifs que sur la composante minérale. Toutefois il n'existe pas de consensus sur l'élimination de la boue dentinaire (38) et les avis divergent sur le fait qu'elle doit être éliminée.

IX. Conclusion

La mise en forme canalaire est donc une étape à ne pas négliger par une bonne connaissance des instruments utilisés. Ces instruments sont en perpétuelle évolution et permettent de réduire le temps opératoire. Même si ces instruments permettent un meilleur nettoyage canalaire, seule l'utilisation de solution d'irrigation permettra un nettoyage et une désinfection optimale.

PARTIE II : Expérimentation

I. Introduction :

Le but de la préparation mécanique canalaire est de permettre une élimination efficace des bactéries, des vestiges pulpaire, des débris dentinaire et de la smear layer (boue dentinaire) afin de permettre une irrigation et une obturation optimale du réseau canalaire. Plusieurs études sur l'efficacité du nettoyage des systèmes rotatifs ont montré qu'il était très difficile de nettoyer l'ensemble du canal en particulier le tiers apical. (33) (29) (39) (40).

L'élimination de cette boue dentinaire permet un accès des solutions d'irrigation, par les tubulis dentinaires, à la dentine contaminée. Le fait de laisser cette boue dentinaire formerait donc un barrage à ces solutions.

Les instruments à profil asymétriques sont parfois présentés comme des instruments ayant une capacité de nettoyage supérieure aux instruments symétriques. Le Revo-S® depuis 2008 et le ProTaper Next® depuis 2013 présentent cette caractéristique particulière. Le premier avec une section en triple hélice asymétrique et le deuxième avec une section rectangulaire symétrique mais un usinage excentré qui lui permet un mouvement asymétrique.

L'objectif de cette étude consiste donc à comparer la propreté des parois canalaire (la faculté d'élimination des débris et de la boue dentinaire), en particulier l'élimination des débris qui est l'objectif principal des instruments mécaniques lors de la mise en forme canalaire du Revo-S II à deux autres systèmes actuellement commercialisés : Le Revo-S® et le ProTaper Next®.

II. Présentation des instruments :

a. Revo S® (Micro-Mega) :

C'est une séquence en 3 instruments Ni-Ti (SC1, SC2 et SU). Le profil de coupe est dissymétrique à face décalée.

La face décalée donne moins de contraintes sur l'instrument. Par rapport à l'axe du canal, les 3 arêtes sont situées sur 3 rayons différents, R1, R2 et R3.

La section la plus petite permet plus de souplesse et donne une meilleure aptitude à négocier les courbures. La face décalée augmente le volume disponible pour la remontée des débris.

b. ProTaper Next® (Dentsply-Mallaifer):

Il est présenté comme une évolution du système ProTaper Universal® au niveau de sa conicité variable et de sa géométrie instrumentale. Il intègre deux différences majeures : l'utilisation d'un alliage Ni-Ti traité thermiquement, le M-Wire®, et une section rectangulaire décalée par rapport à l'axe de rotation de l'instrument.

Le traitement thermique procure à l'alliage une résistance à la fatigue supérieure à un instrument Ni-Ti classique.

L'instrument présente une section rectangulaire dont le centre de symétrie ne coïncide pas avec l'axe de rotation de la lime. En comparaison au ProTaper Universal® (2006), la masse centrale de l'instrument est considérablement réduite alors que le mouvement de rotation imprime à celui-ci une enveloppe de déplacement transversale bien plus large que sa section réelle. Les conicités variables propres au ProTaper ont été conservées : ces deux caractéristiques confèrent à l'instrument une surface de contact avec les parois canalaires réduite afin de limiter l'engagement des spires et donc d'augmenter la résistance à la fracture en torsion. L'excentrage le soumet à des contraintes mécaniques supérieures qui n'ont pour le moment pas été évaluées.

La séquence de base a été réduite à 2 instruments.

- X1 : Diamètre de pointe de 17/100e mm et une conicité variable de 4% à 6%.
- X2 : Diamètre de pointe de 25/100e mm et une conicité variable de 6% à 4%.

c. Revo-S II (Micro-Méga) :

Il est présenté comme une évolution du Revo-S®. La séquence se compose de 2 instruments à profil dissymétrique. L'asymétrie est différente de celle du Revo-S®. Cet instrument présente une section en triple hélice dissymétrique dont une arête de coupe est décalée. Les arêtes de coupe sont donc situées sur deux rayons différents R1 et R2 ce qui laisse, comme dans la conception du Revo-S®, un volume important pour la remontée des débris. La version définitive de cet instrument sera traitée thermiquement ce qui augmentera sa résistance à la fatigue cyclique.

La séquence de base se compose de deux instruments :

- Un instrument de 4% de conicité et 25/100 de diamètre de pointe
- Un instrument de 6% de conicité et 25/100 de diamètre de pointe

Les deux instruments sont utilisés jusqu'à la longueur de travail avec des mouvements de descente lents en deux ou trois vagues avant de les sortir pour nettoyer et irriguer le canal.

Un instrument de forte conicité (9%) est proposé dans les cas de présence de triangle de Schilder : le OneFlare®.

Un instrument de finition apicale est aussi disponible pour augmenter le diamètre apical.

III. Matériels et méthode

a. Choix de dents

Trente neuf dents avec un seul canal dont la courbure est inférieure à 25° sont sélectionnées et divisées aléatoirement en trois groupes de 13. Les dents sont conservées dans une solution de formaldéhyde à 3% à température ambiante.

Critères d'exclusion : Les dents avec caries touchant la chambre pulpaire. Les dents avec un diamètre apical trop large (>20). Dents à canaux multiples. Dents à apex immature.

b. Préparation canalaires

Les couronnes de dents sont retirées à l'aide d'un disque métallique (Stoner France, Toulouse - France).

Chaque dent est ensuite préparée par le même opérateur de manière conventionnelle.

Une lime 15 est insérée jusqu'à ce qu'elle soit visible à l'apex puis elle est retirée de 1mm pour obtenir la longueur de travail.

La préparation du canal se fait en suivant les instructions du fabricant en utilisant la technique du Crown Down à 400 tours par minute et un couple de 5Nm avec le moteur X-Smart® (Dentsply). Irrigation entre chaque instrument avec 2ml d'NaOCL à 2,5% à l'aide d'une seringue à déflexion latérale EndoNeedle® de 27 gauge placée le plus profond possible dans le canal sans résistance. Le dernier instrument est passé pendant soixante secondes avec 5 appuis pariétaux au niveau des parois épaisses et deux au niveau des parois fines. Un rinçage final à l'hypochlorite de sodium de 5ml à 2,5% est réalisé.

c. Préparation pour le MEB

Les canaux sont séchés avec des pointes de papier. La racine est pré-coupée longitudinalement dans son petit diamètre tout en restant à distance du canal pour éviter la contamination à l'aide du disque métallique.

La racine est ensuite séparée à l'aide d'un marteau et d'un bistouri lame 15. Les échantillons sont placés dans un microscope électronique à balayage « *low vacuum* » (JEOL JSM 53-10LV) qui ne nécessite pas de préparation spécifique des échantillons. Les parois dentinaires sont analysées sur le tiers cervical, moyen et apical à x100 pour analyser la présence de débris et x1000 pour analyser la présence de boue dentinaire. Des clichés sont pris pour chaque grossissement et pour chaque partie de chaque échantillon et sont référencés. Il y aura donc théoriquement douze clichés par dent.

d. Evaluation des clichés

L'évaluation des résultats est faite par trois observateurs dont deux en aveugle. Un score de 0 à 5 est donné pour chaque cliché.

Pour la smear layer :

- Score 1 : Tous les tubulis sont ouverts, il y a pas ou très peu de smear layer.
- Score 2 : beaucoup de tubulis sont ouverts, tandis que d'autres sont recouverts d'une fine couche de smear layer.
- Score 3 : Peu de tubulis sont ouverts, le reste est recouvert d'une fine couche homogène de smear layer.
- Score 4 : Tous les tubulis sont recouverts d'une couche homogène de smear layer, aucun tubulis n'est visible.
- Score 5 : Une couche inhomogène et épaisse recouvre complètement les parois canalaires.

Pour les débris :

- Score 1 : Le canal est propre, il n'y a pas de débris ou de particules (ou quelques traces).
- Score 2 : Présence minimale de débris en petits amas.
- Score 3 : Des amas de débris recouvrent moins de 50% de la paroi canalaire.
- Score 4 : Des amas de débris recouvrent plus de 50% de la paroi canalaire.
- Score 5 : Des amas de débris recouvrent la totalité de la paroi canalaire.

e. Analyse statistique

Le recueil des scores se fait dans un tableur Excel (Microsoft Excel® pour Mac 2011) et analysés avec le logiciel STATVIEW 5.0 (SAS Institute, Orange-Ca-USA). Ils sont soumis au test d'égalité de la variance pour déterminer les variations inter observateur. Une ANOVA est ensuite effectuée sur les quantités de débris, quantités de smear layer et niveau d'observation. Cette analyse est complétée par un test a posteriori de Fisher. Tous ces tests sont réalisés avec un risque α de 5%.

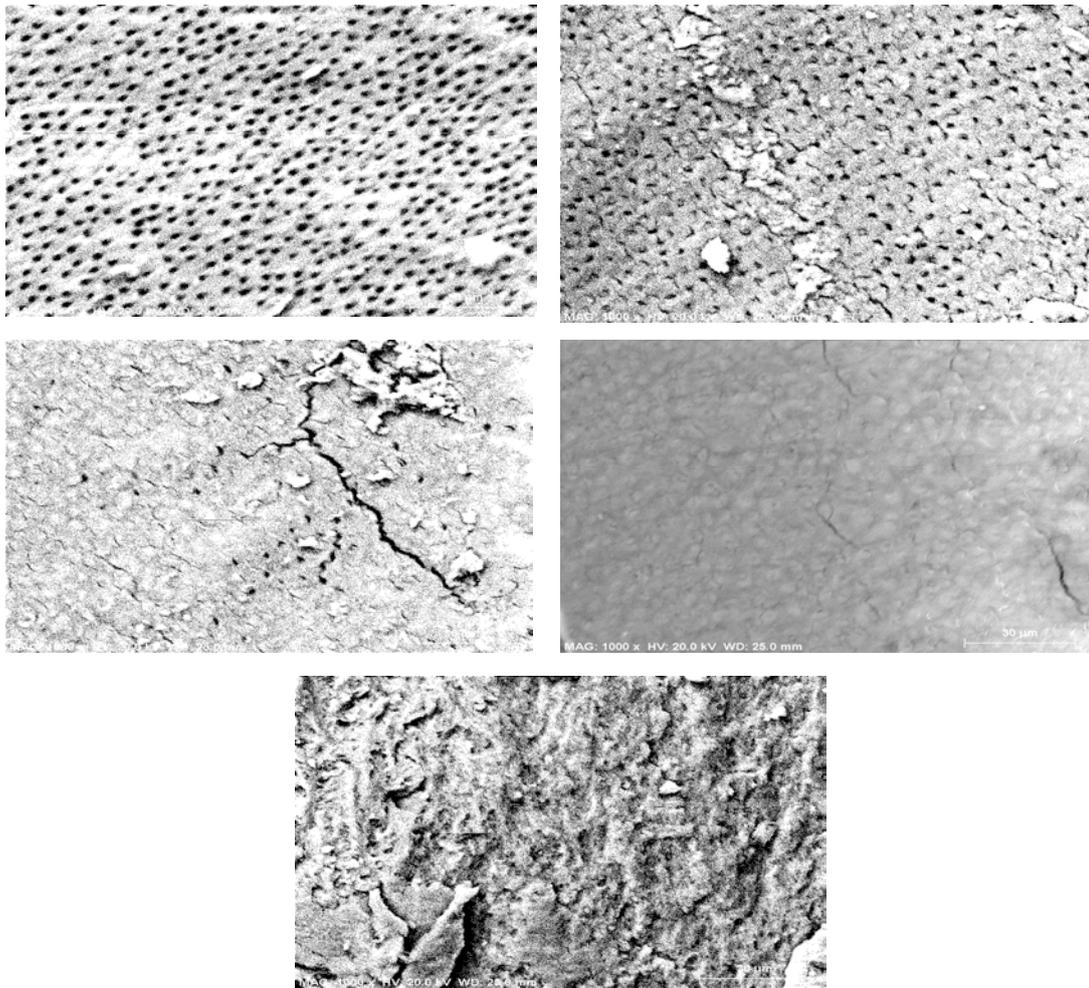


Figure 1 : Boue dentinaire

Score 1 (supérieure gauche), Score 2 (supérieure droite), Score 3 (milieu gauche), Score 4 (milieu droite), Score 5 (inférieure).

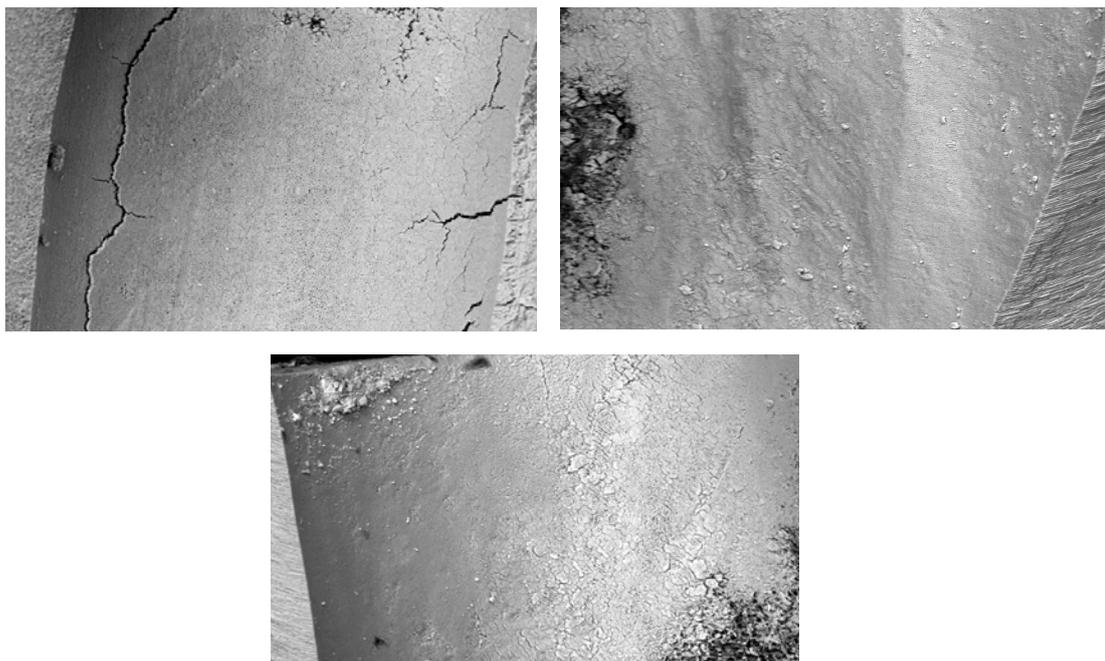
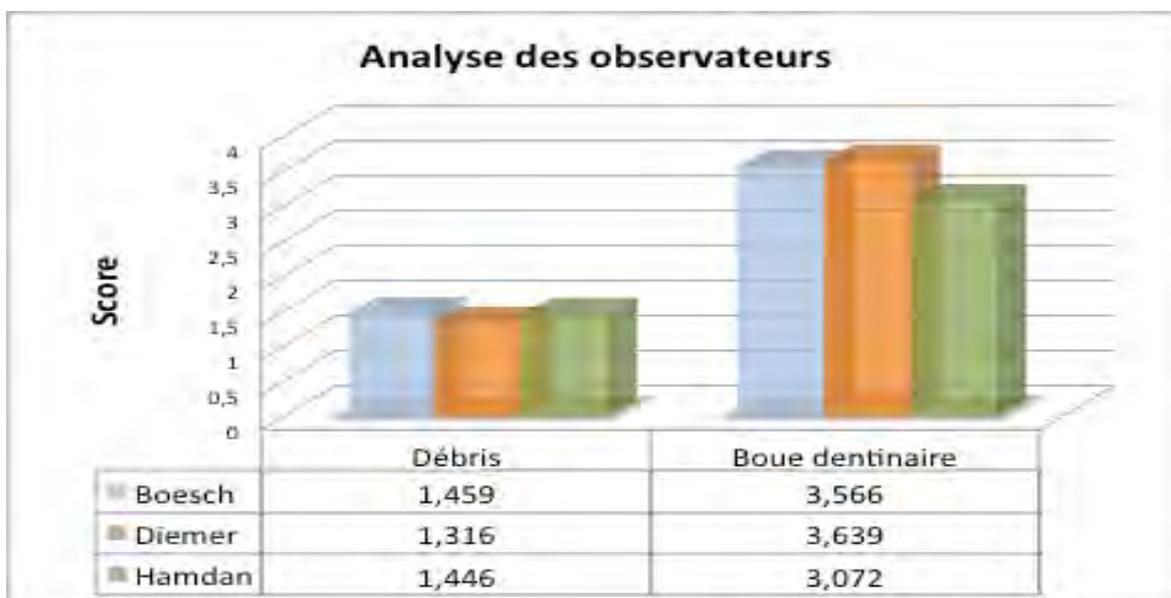


Figure 2 : Débris

Score 1 (supérieure gauche), Score 2 (supérieure droite), Score 3 (inférieure).

IV. Résultats

a. Analyse des observateurs



L'analyse de la variance inter-observateur est statistiquement significative uniquement pour les débris canaux entre l'observateur 1 et 2 ($p=0,0034$). Toutes les autres évaluations, de la quantité de débris ou de boue dentinaire, sont statistiquement équivalentes.

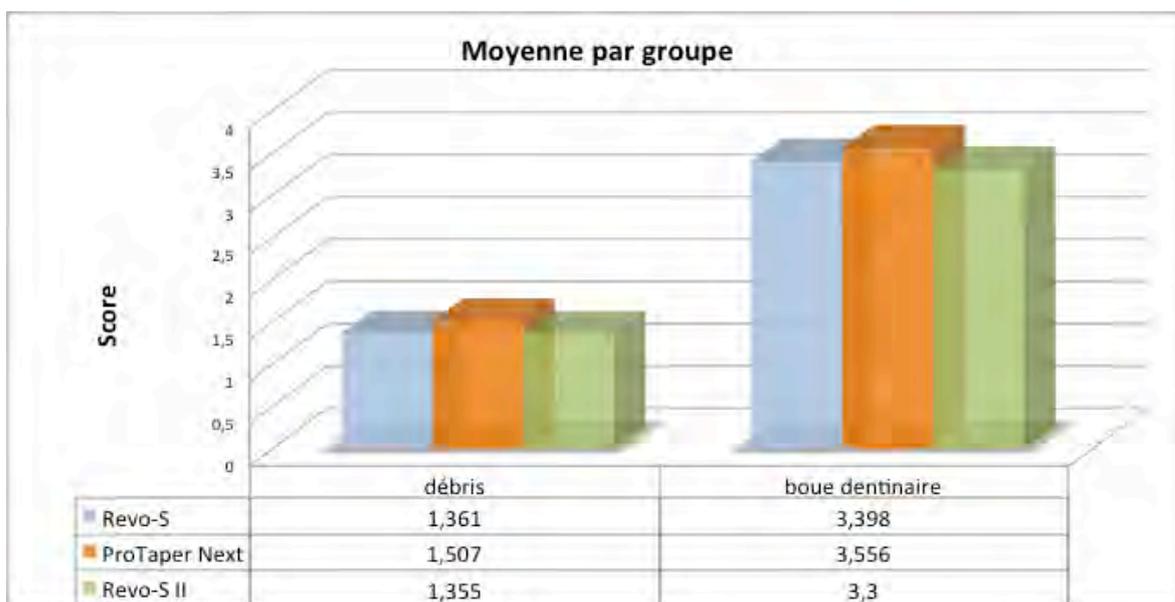
Observateur	Ratio de variable	Valeur de p	Significativité
Boesch vs Diemer	1,503	0,0034	S
Boesch vs Hamdan	1,063	0,6594	NS
Diemer vs Hamdan	0,707	0,0123	NS

Tableau 1 : Analyse de la variance inter-évaluateur pour débris. Ratio théorique = 1.

Observateur	Ratio de variable	Valeur de P	Significativité
Boesch vs Diemer	1,044	0,7604	NS
Boesch vs Hamdan	0,781	0,0764	NS
Diemer vs Hamdan	0,748	0,0378	NS

Tableau 2 : Analyse de la variance inter-évaluateur pour boue dentinaire. Ratio théorique = 1.

b. Analyse descriptive par groupe



L'analyse de la variance montre une différence statistiquement significative ($p=0,0092$) pour les débris entre les deux Revo-S et le ProTaper Next (tableau 3). Il n'y a pas de différence significative entre Revo-S® et Revo-S II.

Pour la boue dentinaire, on observe une différence statistiquement significative seulement entre le Revo-S II et ProTaper Next® (tableau 4).

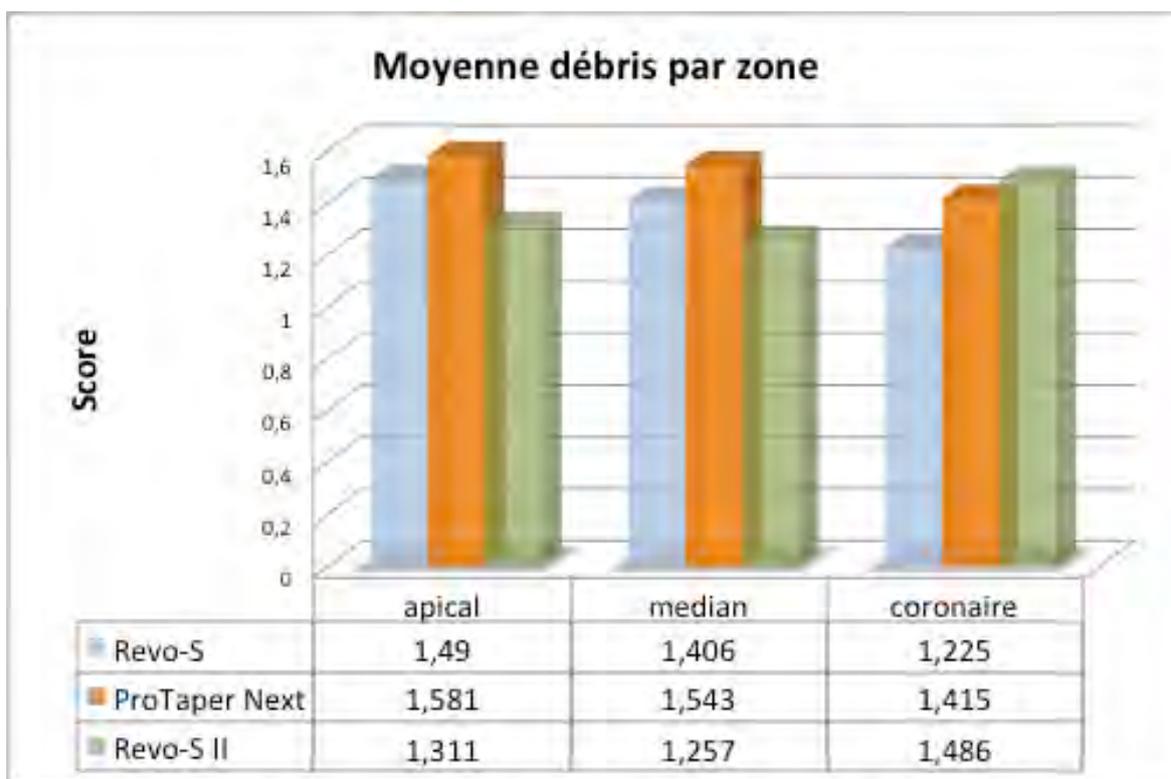
	Différence Moy.	Valeur de P	Significativité
Revo-S vs ProTaper Next	-0,145	0,0110	S
Revo-S vs Revo-S II	0,007	0,9104	NS
Revo-S II vs ProTaper Next	0,152	0,0069	S

Tableau 3: Test a posteriori de Fischer pour débris, à 5%.

	Différence Moy.	Valeur de P	Significativité
Revo-S vs ProTaper Next	-0,158	0,2206	NS
Revo-S vs Revo-S II	0,097	0,4599	NS
Revo-S II vs ProTaper Next	0,255	0,0442	S

Tableau 4: Test a posteriori de Fischer pour boue dentinaire, à 5%.

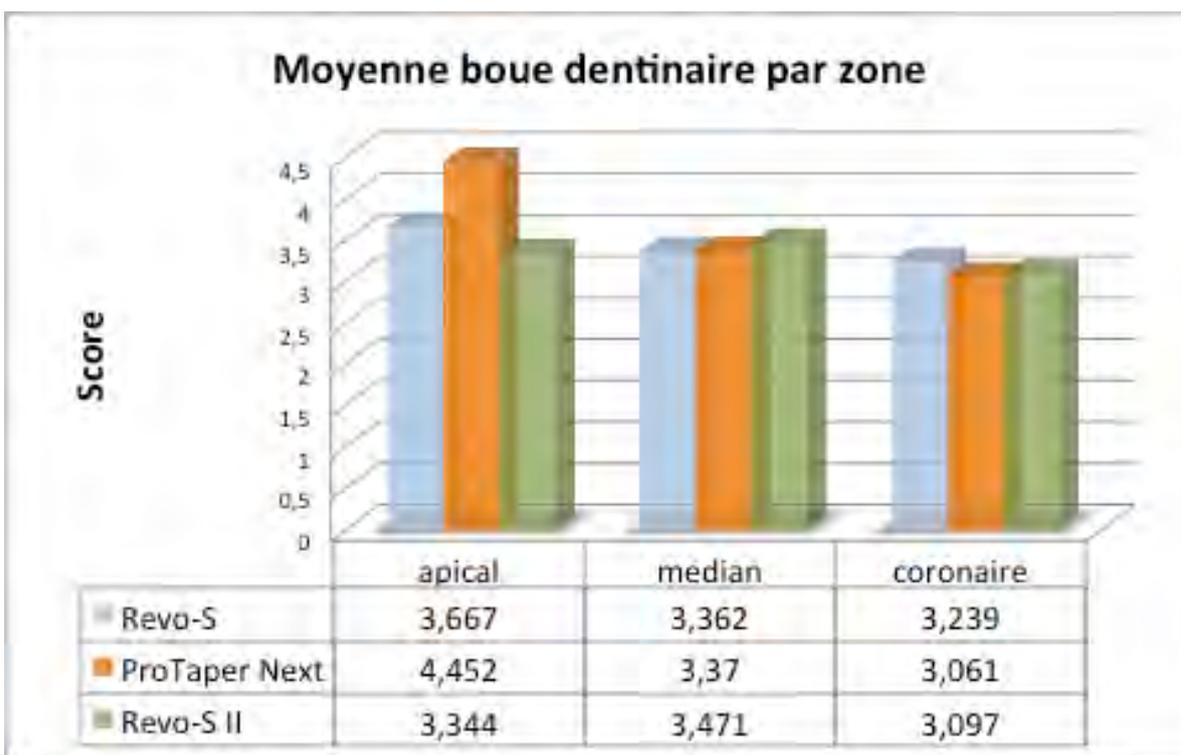
c. Analyse descriptive par niveaux d'observation



L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les différents niveaux pour les débris. (Tableau 5). Cependant on peut noter une diminution du nombre de débris de apical à coronaire même si ce n'est pas significatif. De plus on note une forte augmentation du nombre de débris au niveau coronaire pour Revo-S II.

	Différence Moy.	Valeur de P	Significativité
Apical vs Médian	0,051	0,3843	NS
Apical vs Coronaire	0,082	0,1574	NS
Médian vs coronaire	0,031	0,5651	NS

Tableau 5 : Test a posteriori de Fischer pour débris par zone. A 5%.

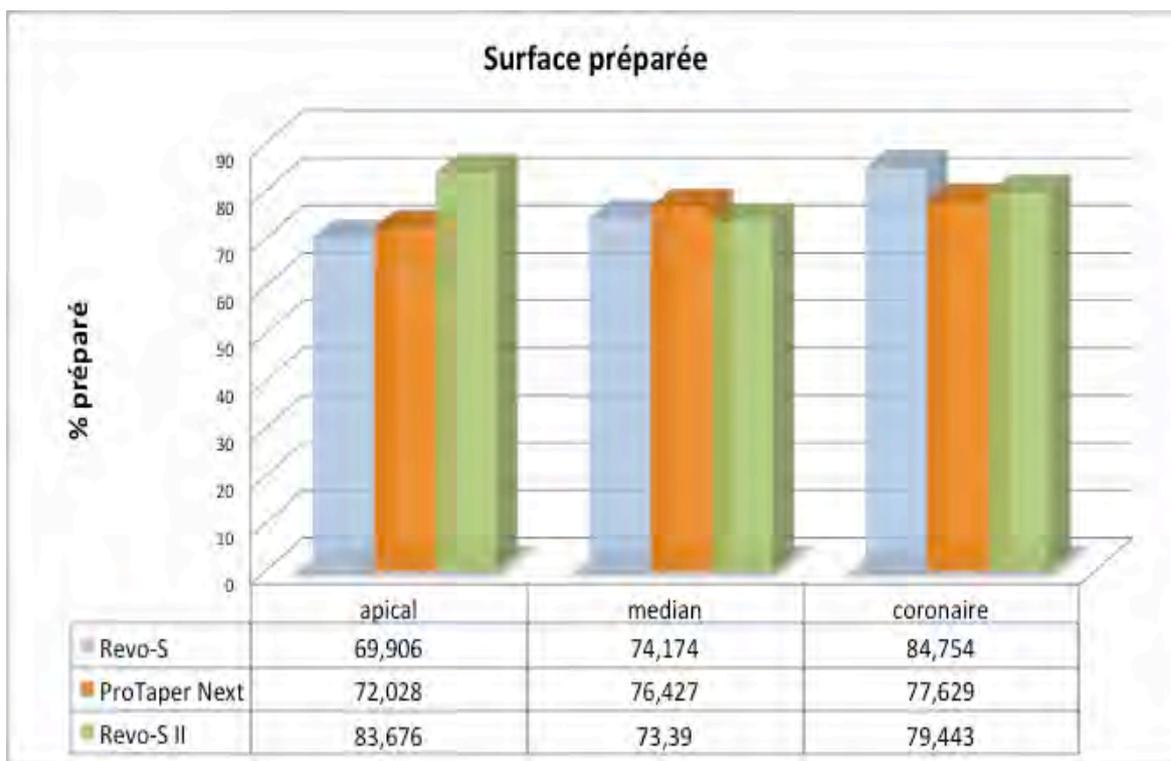


L'analyse de variance montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les différents niveaux pour la boue dentinaire (*tableau 6*). De plus on note une forte augmentation de présence de boue dentinaire au niveau apical pour ProTaper Next®.

	Différence Moy.	Valeur de P	Significativité
Apical vs Médian	0,433	0,007	S
Apical vs Coronaire	0,704	<0,001	S
Médian vs coronaire	0,271	0,0232	S

Tableau 6 : Test a posteriori de Fischer pour débris par zone. $\alpha = 5\%$.

d. Analyse descriptive de la surface préparée



L'analyse de variance montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre Revo-S II et les deux autres groupes. Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre Revo-S® et ProTaper Next® (tableau 7). Le Revo-S II prépare donc significativement plus de surface canalaire dans le tiers apical que les deux autres systèmes.

	Différence Moy.	Valeur de P	Significativité
Revo-S vs ProTaper Next	1,001	0,6544	NS
Revo-S vs Revo-S II	-4,731	0,0415	S
Revo-S II vs ProTaper Next	-5,732	0,0100	S

Tableau 7: Test a posteriori de Fischer pour % préparé, à 5%.

V. Discussion.

La capacité de nettoyage du réseau canalaire repose à la fois sur l'instrumentation et l'irrigation. Avec les trois systèmes utilisés dans cette étude des zones non instrumentées ont été observées. Le système Revo-S® a toutefois préparé de façon plus complète la partie coronaire (85% vs 79,5% pour le Revo-S II et 77,6% pour le ProTaper Next®). L'approche en « *crown-down* » de cette séquence pourrait expliquer cette différence : le premier instrument, de 6% de conicité, ayant une action spécifique au début du canal. Dans la partie apicale, c'est le système Revo-S II qui est bien supérieur aux deux autres (83,7% vs 70% pour le Revo-S et 72% pour le ProTaper Next®). Peut-être que le type d'asymétrie joue ici un rôle particulier.

Cette étude confirme que la propreté canalaire diminue de la partie coronaire vers la partie apicale (41) (42). En effet, l'efficacité de la solution d'irrigation est réduite à l'approche de l'apex (43), car le diamètre du canal et le reflux de l'irrigant diminue.

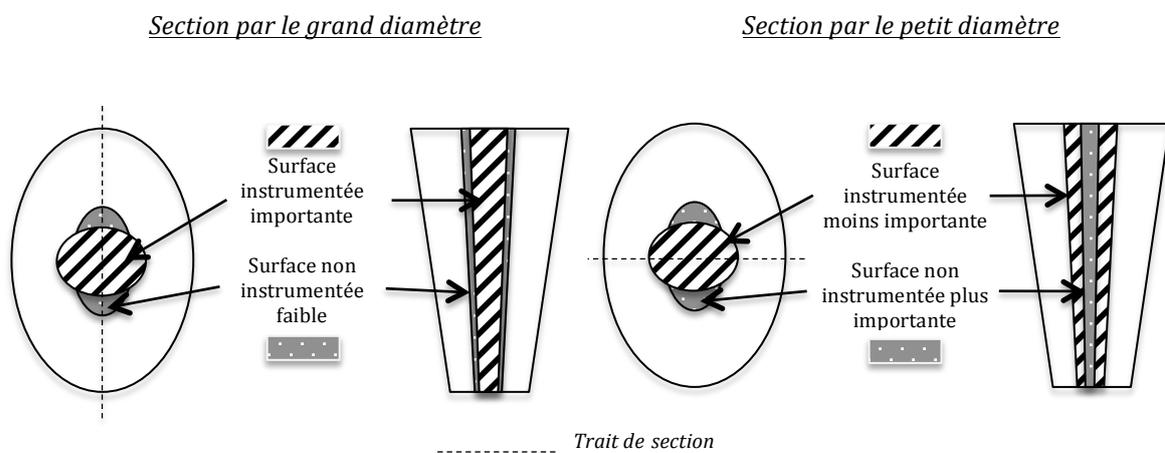
En revanche, pour certaines dents, la solution d'irrigation s'est évacuée à travers la constriction apicale, dû à l'absence de parodonte, ce qui peut expliquer des scores plus élevés dans les parties médianes et cervicales.

Comme certaines études précédentes, nous n'avons pas utilisé d'agent chélatant comme l'EDTA afin d'éliminer toute influence de solutions d'irrigations différentes (44) (45) (46). L'hypochlorite de sodium à 2,6% a uniquement été utilisé. Toutefois les solutions chélatantes comme l'EDTA ou l'acide citrique, sont responsables en grande partie de l'élimination de la boue dentinaire et de l'ouverture des tubulis. Cela pourrait expliquer les scores élevés de boue dentinaire en comparaison à d'autres études (47). Cette boue dentinaire est aussi présente sur toutes les parties du canal (48) (49) (50) (51), principalement dans les zones ayant subies l'action des instruments (les zones non instrumentées étant exemptes de boue dentinaire). Ces études ont rapporté la présence d'une plus grande quantité de boue dentinaire et de débris dans le tiers apical des canaux par rapport aux tiers moyen et coronaire soulignant l'importance d'un protocole d'irrigation qui rend le canal propre et améliore l'efficacité globale des instruments.

Dans notre étude, les préparations, la mise en forme, le conditionnement des échantillons et les analyses au Microscope Electronique à Balayage ont été faites par le même opérateur. L'évaluation des clichés est réalisée en aveugle pour deux des trois observateurs. Ces différents observateurs ont évalué les scores de débris de façon équivalente.

De dents mono-radiculées ont été choisies pour faciliter la coupe longitudinale des racines. La simplicité de ces dents ne met certainement pas en valeur la totalité des capacités des instruments utilisés. Par conséquent, les résultats ne sont pas strictement représentatifs de ceux que l'on pourrait retrouver in vivo où des courbures peuvent fréquemment être rencontrées. La répartition des dents dans les différents groupes est aléatoire et les résultats obtenus dépendent donc directement du système utilisé.

Nous avons décidé de sectionner les dents longitudinalement par leur plus petit diamètre ce qui n'a pas favorisé ni le pourcentage préparé ni la qualité du nettoyage de par la présence de canaux ovales.



L'efficacité de nettoyage de Revo-S®, ProTaper Next® et Revo-S II ont été examinés sur la base d'un système de score pour la présence ou l'absence de boue dentinaire et de débris au niveau coronal, médian et apical des canaux.

La coupe des échantillons a quelque fois projeté des éclats dentaires à l'intérieur du canal ce qui est parfois complexe à distinguer lors de l'évaluation des coupes et qui pourrait expliquer la forte présence de débris coronaires pour le Revo-S II.

En général, le ProTaper Next® a montré une faculté d'élimination de débris inférieure aux deux autres systèmes. Cette différence pourrait être due à la conception de l'instrument. Comme dans les autres études, on observe une plus grande quantité de débris et de boue dentinaire dans le tiers apical des canaux que dans le tiers moyen et coronaire.

VI. Conclusion.

Cette étude a montré que le système Revo-S II permet une élimination des débris et un pourcentage de préparation supérieur aux systèmes Revo-S® et ProTaper Next®. Il apparaît que le système Revo-S II permet une plus grande élimination de boue dentinaire que le système ProTaper Next®. De manière générale, tous les systèmes étudiés présentent une quantité de boue dentinaire plus importante au fur et à mesure que l'on se dirige vers le niveau apical.

Conclusion

Le succès du traitement endodontique repose sur l'efficacité combinée de la mise en forme et de l'irrigation. En effet, la complexité du réseau canalaire ne permet pas une instrumentation de sa totalité. Les dispositifs d'irrigation ou de potentialisation de l'irrigation sont déterminants pour toutes les zones non instrumentées et non instrumentables du canal. De plus, la mise en forme produit de la boue dentinaire qui n'est pas totalement éliminée par les instruments. Il est donc nécessaire d'utiliser un protocole efficace d'irrigation afin d'optimiser le nettoyage canalaire.

Les instruments de mise en forme sont tous différents, la modernisation des séquences endodontiques tend à réduire le nombre d'instruments et à utiliser une asymétrie (de section pour les séquences Revo-S® et d'usinage pour le ProTaper Next®).

Notre étude a comparé l'efficacité du nettoyage de trois séquences endodontiques. Deux sont actuellement commercialisées : Le Revo-S® par Micro-Mega et le ProTaper Next® par Dentsply. La troisième est une séquence prototype, évolution de Revo-S®. Les trois séquences ont montré une capacité importante de nettoyage dans les trois tiers canalaires. Le Revo-S II a même montré des résultats d'élimination de débris supérieurs aux deux autres dans les tiers apicaux et médians et un pourcentage supérieur de surface préparée dans le tiers apical. Cette étude est à compléter avec d'autres paramètres avant de pouvoir affirmer la supériorité de cet instrument.

Vu le directeur de thèse
et président du jury
Pr Franck DIEMER



Bibliographie

1. Ingle J. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1961 Jan; 14: 83-91
2. Matsuo T, Shirakami T, Ozaki K, Nakanishi T, Yumoto H, Ebisu S. An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls with teeth with periapical lesions. *J Endod* 2003 ; 29 : 194-200.
3. Sen BH, Piskin B, Demirci T. Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod Dent Traumatol* 1995 ; 11 : 6-9.
4. Love RM. Regional variation in root dentinal tubule infection by *Streptococcus gordonii*. *J Endod* 1996 ; 22: 290-293.
5. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment : a review of the literature. *J Endod* 2005; 31: 333-340.
6. Simon S, Machtou P, Pertot WJ. *JPIO endodontie* 2012; 508p.
7. Kuttler Y. Microscopic investigation of the root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955; 50(5): 544-52.
8. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an *ex vivo* study. *J Endod* 2010; 36(12): 2003-2007.
9. Seidberg BH, Alibrandi BV, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital tactile sense. *J Am Dent Assoc* 1975; 90(2): 379-87.
10. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and apical foramen shape. *J Endod* 1975 Aug; 1(8) : 255-62.
11. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995 Apr; 21(4): 173-6.
12. Beeson TJ, Hatwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus Profile .04 taper serie 29. *J Endod* 1998 Jan; 24(1): 18-22.
13. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The « balanced force » concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985 May; 11(5): 203-11.
14. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An ial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988 Jul; 14(7): 346-51.
15. Cedrique Treguer. Evolution de la pratique de l'endodontie en France. [Brest] : Brest ; 2012.

16. Short JA, Morgan LA, Baumgartner C. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997 Aug; 23(8): 503-7.
17. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997 Apr; 23(4): 232-4.
18. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of NiTi rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001 Sep; 34(6): 476-84.
19. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J* 2001 Jul; 34(5): 354-358.
20. Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paque F, Peters OA. Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. *J Endod* 2009 Nov; 35(11): 1584-8.
21. Calas P. Préparation canalaire en rotation continue: le concept du « pas adapté ». *Inf Dent* 2003; 25: 1753-61.
22. Best S, Watson P, Pilliar R, Kulkarni GGK, Yared G. Torsional fatigue and endurance limit of a size 30.06 ProFile rotary instrument. *Int Endod J* 2004 Jun; 37(6): 370-3.
23. Kramkowski TR, Bahcall J. An *in vitro* comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X rotary nickel-titanium files. *J Endod* 2009 Mar; 35(3): 404-7.
24. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation : assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J* 2003 Feb; 36(2): 93-9.
25. Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999 Jun; 25(6): 434-40.
26. Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in protaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005 Mar ; 31(3) : 183-6.
27. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974 Apr; 18(2): 269-96.
28. Siqueira JF, Roças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008 Nov; 34(11): 1291-301.

29. Hulsmann M, Rummelin C, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod* 1997 May; 23(5): 301-6.
30. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2002 Jul; 35(7): 582-9.
31. Ahlquist M, Henningsson O, Hultenby K, Ohlin J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 2001 Oct; 34(7): 533-7.
32. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *Int Endod J* 2002 May; 35(5): 422-7.
33. Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using ProFile.04 and lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2002 Jan; 35(1): 37-46.
34. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004 Aug; 30(8): 539-67.
35. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanaban SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17 % REDTA after rotary instrumentation. *J Endod* 2005 Jul; 31(7): 536-8.
36. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 1984 Oct; 10(10): 477-83.
37. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod* 2010 Aug; 36(8) : 1361-6.
38. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics-A review. *Int Endod J* 2010 Jan; 43(1): 2-15.
39. Haikel Y, Allemann C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: a scanning electron microscopic evaluation. *J Endod.* 1988 Jul;14(7): 340-5.
40. Bolanos OR, Jensen JR. Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. *J Endod.* 1980 Nov; 6(11): 815-22.
41. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals,

- shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*. 2005; 10:30–76.
42. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*. 2009 Jul; 35(7):1056-9.
 43. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod*. 1983 Apr; 9(4):137-42.)
 44. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2005 Jan; 38(1):8-16.
 45. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2004 Apr; 37(4):239-48.
 46. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995 Apr; 79(4):492-6.)
 47. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004; 37:832–9.
 48. Reddy JM, 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*. 2014 Feb;6(1):89-94. Epub 2014 Feb 26.
 49. Schäfer E, Oitzinger M. The ability of rotary instruments to remove dentine and debris during shaping is obviously connected to the flute and cross-sectional design of the file. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2008 Feb; 34(2):198-200.
 50. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *Int Endod J*. 2002 May; 35(5):422-7.
 51. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004 Aug; 30(8):559-67.

LE NETTOYAGE CANALAIRE.**ETUDE AU MEB : REVO-S vs PROTAPER NEXT vs REVOS-S II**

RÉSUMÉ EN FRANÇAIS :

La réussite d'un traitement endodontique repose en partie sur la capacité de mise en forme canalaire d'instruments spécifiques. Cette mise en forme doit être la plus complète possible et permettre d'obtenir un canal propre afin de favoriser une irrigation optimale. Le choix des instruments est donc important. Notre étude a comparé en MEB l'élimination des débris et de la boue dentinaire de trois systèmes endodontiques. Les résultats montrent que l'élimination de la boue dentinaire reste faible car notre protocole n'utilise pas de solution chélatante. Le système Revo-S II est supérieur pour l'élimination des débris dans les tiers apicaux et médians et il prépare plus de surface canalaire apicale.

MOTS-CLÉS : nettoyage canalaire, débris, boue dentinaire, instrumentation rotative, mise en forme, Nickel-Titane.

TITLE: Root canal cleaning. SEM study of Revo-S vs ProTaper Next vs Revo-S II.

ABSTRACT:

A successful endodontic treatment depends partly on the canal shaping ability of specific instruments. This shaping should be as complete as possible and allow to obtain a clean canal to promote optimal irrigation. The choice of instruments is important. Our SEM study compared removal of debris and smear layer of three endodontic systems. The results show that the removal of the smear layer remains low because our protocol does not use chelating solution. The Revo-S II is superior for removing debris in the apical and middle third and prepares more dentinal apical surface.

KEYWORDS: canal cleaning, debris, smear layer, rotary instrumentation, shaping, Nickel-Titanium.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : 58.01 – Odontologie Conservatrice et Endodontie

INTITULÉ DE L'ADRESSE DE L'UFR : Université Toulouse Paul-Sabatier
Faculté de Chirurgie dentaire, 3 chemin des Maraichers, 31062 Toulouse Cedex 09

DIRECTEUR DE THÈSE : Professeur Franck DIEMER