UNIVERSITÉ TOULOUSE III– PAUL SABATIER
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2018 2018 TOU3 3041

THESE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement
par

Tom CASTANIE

Le Mardi 26 juin 2018

EVALUATION AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE L'ELIMINATION DES DEBRIS CANALAIRES : CLEAN JET ENDO® VERSUS ENDONEEDLE®

Directeur de thèse : Pr Franck DIEMER

JURY

Président :	Pr Franck DIEMER
1er Assesseur :	Dr Sabine JONIOT
2ème Assesseur :	Dr Marie GEORGELIN-GURGEL
3ème Assesseur :	Dr Loïc MOURLAN

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Faculté de Chirurgie Dentaire

DIRECTION

DOYEN
Mr Philippe POMAR

ASSESSEUR DU DOYEN
Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION
Mr Karim NASR
Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN
Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE
Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF
Mme Muriel VERDAGUER

HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES
Mr Jean LAGARRIGUE +
Mr Jean-Philippe LODTER +
Mr Gérard PALOUDIER
Mr Michel SIXOU
Mr Henri SOULET

ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN
Mme Geneviève GRÉGOIRE
Mr Gérard PALOUDIER

PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER Isabelle, Mr. VAYSSE Frédéric
Maîtres de Conférences : Mme NOIRRIT-ESCLASSAN Emmanuelle, Mme VALERA Marie- Cécile, Mr. MARTY Mathieu
Assistants : Mme DARIES Marion, Mme BROUTIN Alice
Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE Sébastien, Mme BROUTIN Margaux, Mme GUY-VERGER Marion

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON Pascal, Mme LODTER Christiane, Mme MARCHAL Christine, Mr. ROTENBERG Maxime,
Assistants : Mme YAN-VERGNES Wei, ARAGON Isabelle
Adjoint d'Enseignement : Mme DIVOL Anaïs,

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

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU Michel, Mme NABET Catherine, Mr. HAMEL Olivier
Maître de Conférences : Mr. VERGNES Jean-Noël,
Assistant: Mr. ROSENZWEIG Julien,
Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND Alain, Mlle. BARON Sacha, Mr LAGARD Romain

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

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

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET Pierre, Mme DALICIEUX-LAURENCIN Sara
Maître de Conférences Associée : Mme VINEL Alexia
Assistants: Mr. RIMBERT Matthieu, Mr. ANDUZE-ACHER Guillaume
Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO Loïc, Mr. LAFFORGUE Christophe, Mr. SANCIER Antoine, Mr. BARRE Ronan, Mme KADDECH Myriam

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

BIOLOGIE ORALE

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

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

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

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

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

PROTHÈSES

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

FONCTIONS-DYSFONCTIONS , IMAGERIE, BIOMATERIAUX

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

Mise à jour pour le 23 avril 2018

Remerciements

A mes Parents, pour votre présence et votre implication tout au long de mes études, malgré certaines périodes difficiles. Je ne saurai vous remercier assez pour tout ce que vous m'avez apporté dans la vie.
A ma Sœur Inès, pour ta présence à mes côtés depuis toujours et à notre complémentarité qui nous permet aujourd'hui d'avoir ses liens si fort. Je te souhaite le meilleur.
A mes Grands-Parents, pour votre gentillesse et tous ces bons moments passés avec vous. Je regrette que vous ne puissiez pas tous être présents aujourd'hui.
A Matthieu, tu es devenu un membre de la famille. Je te souhaite tout le bonheur dans ta vie autant professionnelle que personnelle (et beaucoup de courage !)
Aux Familles Garochaud et Marmouget, pour votre présence depuis ma naissance, vous êtes comme ma famille.

A Fabien, pour ton amitié durant nos études et nos soirées souvent imprévisibles. Je sais que tu profites bien en Martinique mais il me tarde de te retrouver.
A Romain, pour ton amitié indéfectible, tu es un véritable ami pour moi. Ne perd jamais ta joie de vivre et surtout ton rire si communicatif.
A Alexandre et Paul, pour tous ces après-midis richement productifs autour d'une bière et/ou d'un FIFA. J'espère pouvoir profiter de nombreux autres moments avec vous autour de soirées tarbaises.
A Laurie, pour notre amitié si particulière, ta compréhension et ton absence de jugement. Je te souhaite le meilleur à Reims mais j'espère te revoir bientôt plus proche d'ici.
A Tom, Yannis, Louise, Eugénie et Sophie pour ces merveilleux moments passés avec vous.
A JP, Thorob, Nico, Benjamin, Alexis, Thomas B pour toutes nos soirées, nos vacances en Suisse, à Malte ou à l'océan aboutissant souvent à de grands moments.

Aux Docteurs Verdier, Passard, Nicolas et à toute l'équipe du cabinet, pour m'avoir permis d'intégrer ce cabinet et de travailler dans des conditions optimales à vos côtés.

A Joséphine, pour ce fabuleux binôme que nous avons formé durant ces deux années et qui (heureusement) fonctionne encore mieux maintenant. Merci pour ta présence quotidienne à mes côtés.

A notre président du jury,

Monsieur le Professeur Franck DIEMER

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

Nous souhaitons vous remercier d'avoir accepté de diriger cette thèse. Merci pour votre disponibilité, votre patience et votre implication dans ce travail. Soyez certain de notre gratitude et de notre estime personnelle et professionnelle.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Sabine JONIOT

- Maître de Conférences des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Vice Doyen de la Faculté de chirurgie dentaire de Toulouse,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- Habilitation à diriger des recherches (HDR),
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous remercions d'avoir acceptée de prendre part à notre jury de thèse. Nous souhaitons vous remercier pour votre enseignement pratique et théorique ainsi que votre disponibilité durant l'ensemble de nos études. Soyez assurée de notre plus grand respect et de notre sincère gratitude.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN

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

Nous vous remercions d'avoir acceptée de prendre part à notre jury de thèse. Merci pour votre gentillesse, votre disponibilité et votre rigueur durant toutes ces années. Veuillez accepter dans ce travail notre profond respect et toute notre reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Loïc MOURLAN

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire.
- CES Prothèse, option : Prothèse fixée
- DESU d'Endodontie de la Faculté d'Aix Marseille

Nous vous remercions d'avoir accepté de prendre part à notre jury de thèse. Votre enseignement clinique et votre rigueur nous ont permis de progresser, et nous vous en remercions. Veuillez trouver dans cette thèse le témoignage de notre sympathie et de notre reconnaissance.

Table des matières

I. INTRODUCTION **11**

II. MATERIEL ET METHODE **14**

2.1 Choix des échantillons 14

2.2 Préparation des échantillons 14

2.3 Mise en forme et irrigation des échantillons 17

2.3.1 Groupe 1 : irrigation avec une seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® 27G ... 17

2.3.2 Groupe 2 : irrigation avec le Clean Jet Endo® 18

2.4 Acquisition au Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum (MEBLV) 19

2.5 Analyse des acquisitions 20

III. RESULTATS **23**

3.1 Analyse des observateurs 23

3.2 Analyse descriptive 23

3.3 Analyse statistique 25

IV. DISCUSSION **26**

V. CONCLUSION **30**

BIBLIOGRAPHIE **31**

Table des illustrations **35**

I. INTRODUCTION

Le traitement endodontique fait partie des actes couramment réalisés par le chirurgien-dentiste. Son but est la mise en forme du système endodontique avec l'élargissement des canaux et leur désinfection (1). L'association d'un traitement endodontique satisfaisant et d'une restauration coronaire étanche aboutissent à un bon pronostic de survie de la dent à long terme (2).

Malgré l'apparition de nouvelles techniques de mise en forme canalaire, la complexité du réseau endodontique (3) est telle qu'il reste au moins 35% de zones non-préparées lors du passage des limes (4). Les isthmes, les ramifications, les courbures ou l'anatomie canalaire complexe rendent difficiles l'élimination totale du biofilm bactérien (5)(6). La principale cause d'échec d'un traitement endodontique est l'élimination incomplète des micro-organismes présents dans le tiers apical de la racine, en particulier la bactérie *Enterococcus Faecalis (E. Faecalis)* très résistante (7) (8).

L'étude de *Jose F. Siqueira et al* (9) a permis de confirmer l'importance d'utiliser un irrigant avec une activité antimicrobienne lors de la préparation chimio-mécanique. L'irrigation à l'hypochlorite de sodium à 2,5% est aujourd'hui recommandée pour son action antimicrobienne à large spectre et sa capacité à éliminer les résidus nécrotiques, contrairement à la chlorhexidine à 2% (10). L'action de l'irrigant va assurer la lubrification du canal pour faciliter l'avancée des instruments dans le réseau endodontique (11).
Un des rôles clés de l'irrigation est aussi de permettre l'évacuation des débris dentinaires. Celui-ci va dépendre du système d'irrigation utilisé. Actuellement, le système le plus utilisé, d'après la revue d'articles de M. *Zehnder* (10), est l'utilisation d'une seringue associée à une aiguille à déflexion latérale. Celle-ci doit-être amenée, au moment de l'irrigation, à la longueur de travail moins 1 mm (LT-1), afin d'avoir le maximum d'efficacité et de ne pas réaliser d'extrusion apicale.

Figure 1 : Seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle de 27G.

De nombreux procédés pour potentialiser l'irrigation ont vu le jour. L'activation ultrasonique (12), permet de diminuer la tension superficielle de l'hypochlorite de sodium et ainsi de faciliter la pénétration dans les tubulis. Cette technique d'activation montre une tendance à éliminer les débris de manière plus efficace que l'irrigation passive in vitro (13). Cependant, la supériorité de son efficacité est soumise à controverse (14) (15).
L'irrigation hydrodynamique (16) à pression négative avec le système Endovac a aussi montré une meilleure élimination des débris que le système seringue avec aiguille.
L'agitation du maître cône (17) améliore la pénétration de l'irrigant en direction apicale dans des racines à fortes courbures.
L'étude de *Gentil De Moor et al* (18) a montré que l'utilisation du laser Er, Cr : YSGG permet une meilleure élimination des débris par rapport à l'irrigation classique et aux ultrasons.

Le Clean Jet Endo® (Produits Dentaire SA, Vevey-Suisse) est un nouveau système d'irrigation en cours de développement. Il est composé d'un réservoir d'hypochlorite de sodium stabilisé à 3% (NaOCl) de 100 mL, associé à un pulvérisateur relié à une canule. Cette dernière est flexible, de conicité légérement inférieure à 3% et dispose de 3 évents latéraux (19). La canule a évolué depuis les 2 études précédemment menées par Nouioua et al (19) et Beaugendre (20).

Figure 2 : Clean Jet Endo® et sa canule

L'objectif de cette étude est de comparer l'élimination des débris produits par la mise en forme canalaire selon 2 systèmes d'irrigation : le Clean Jet Endo® et une seringue avec aiguille à déflexion latérale : Endoneedle® (Elsodent, Herblay – France).

II. MATERIEL ET METHODE

30 dents naturelles humaines, issues de la banque de dents du département d'OCE de Toulouse, ont été préparées et irriguées avant d'être sectionnées longitudinalement et analysées par microscopie à balayage électronique.

2.1 Choix des échantillons

Cette étude a été réalisée par un seul opérateur au sein de la faculté de chirurgie dentaire de Toulouse. Les dents choisies ont été conservées dans du formaldéhyde à 3%, pour son action antibactérienne, d'après les critères d'inclusion suivants :

- Les racines sélectionnées ne doivent contenir qu'un seul canal
- L'apex doit être mature
- La racine doit être droite, ou avec une courbure faible (inférieure à 10°)
- Le canal doit être accessible et perméabilisable par une lime de 10/100 de mm

Les critères d'exclusion sont :

- La présence de fêlures radiculaires
- La présence de caries radiculaires
- Les racines présentant déjà un traitement endodontique
- Les incisives mandibulaires (trop frêles et difficiles à sectionner longitudinalement)

2.2 Préparation des échantillons

Les dents ont été sectionnées au niveau de la jonction couronne/racine avec un disque (Stoner, Toulouse - France) monté sur une pièce à main sans irrigation. Lorsque le canal n'était pas accessible après la découpe de la couronne, une fraise boule diamantée de diamètre 1,2 mm (Stoner, Toulouse - France) a permis de créer une voie d'accès à minima.

Figure 3 : Dent après section de sa couronne

La pénétration initiale a été réalisée avec une lime K de diamètre 10/100. Lorsque celle-ci est devenue visible à l'apex, avec une observation au microscope binoculaire (x16), la longueur obtenue a été reportée sur une jauge endodontique. La longueur de travail (LT) correspond à cette longueur moins 1mm.

Figure 4 : Mesure de la longueur de travail à la loupe binoculaire

Les 30 racines ont été réparties en 2 groupes homogènes d'après leur LT et leur forme :

- Groupe 1 (15 racines) : Mise en forme avec le système de rotation continue 2Shape® (Micro Mega) et irrigation avec le prototype du Clean Jet Endo® et sa canule.

- Groupe 2 (15 racines) : Mise en forme avec le système de rotation continue 2Shape® (Micro Mega) et irrigation au moyen d'une seringue avec aiguille à déflexion latérale Endoneedle®.

Chaque racine a été numérotée de 1 à 15 pour le premier groupe et de 16 à 30 pour le second puis stockée dans un tube individuel contenant une solution aqueuse, identifié par le numéro correspondant.

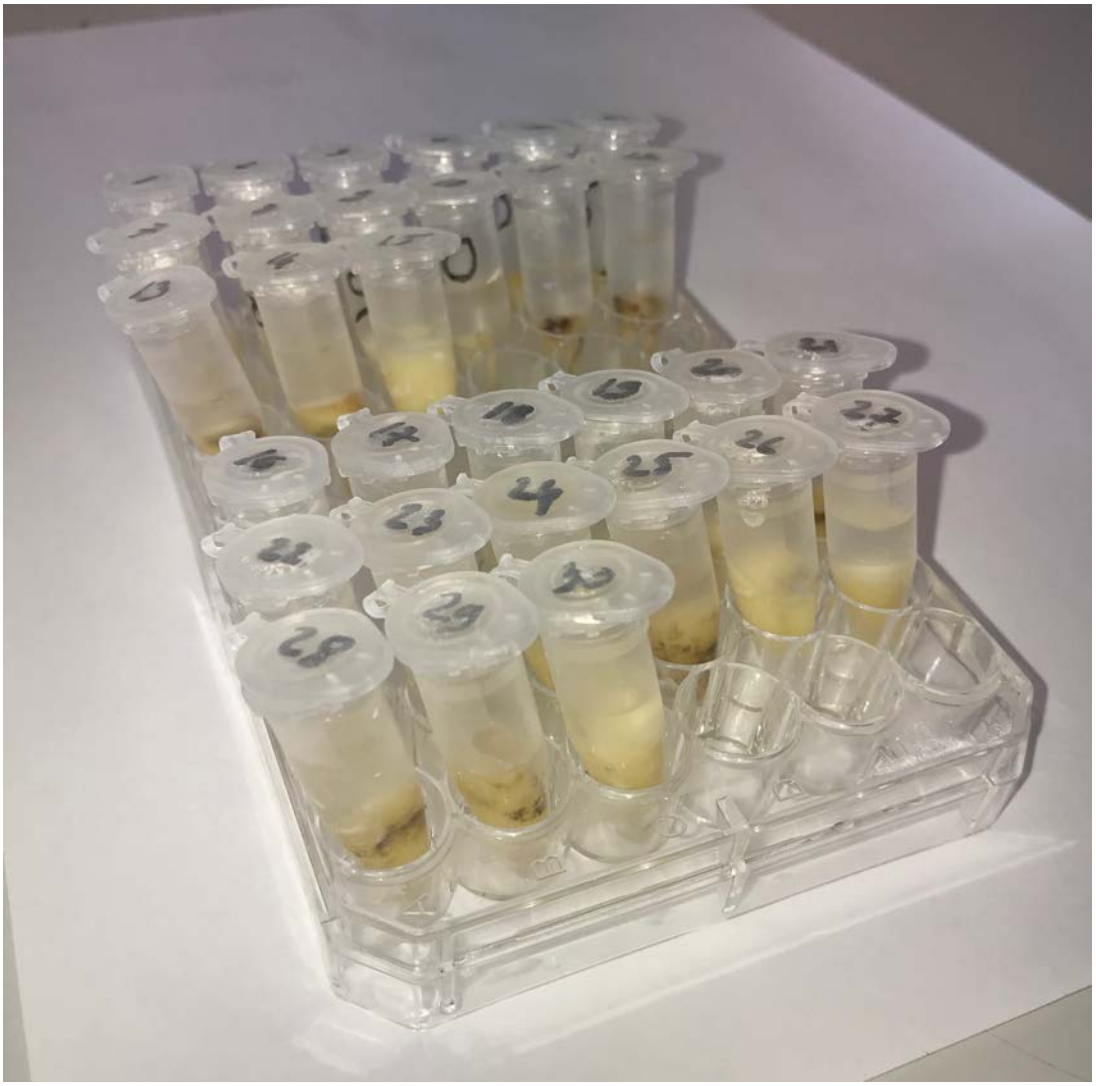

Figure 5 : Répartition des racines en 2 groupes

2.3 Mise en forme et irrigation des échantillons

Dans les deux groupes, au moment de l'irrigation, une pression à l'aide d'un doigt a été appliquée à l'apex de la racine pour simuler au maximum le mouvement de fluide physiologique in-vivo et éviter ainsi une fuite apicale du liquide.
Dans le cadre de cette étude, le fabricant (Produit Dentaire) a remplacé l'hypochlorite de sodium (NaCl) par de l'eau afin d'axer l'expérimentation sur le système d'irrigation.
Pour obtenir un volume d'irrigant équivalent dans les 2 groupes, il a fallu, à plusieurs reprises, mesurer le temps nécessaire au remplissage d'une éprouvette de 2 ml, grâce au Clean Jet Endo®. Une moyenne de 6 secondes a été retenue pour un remplissage de 2 mL.

2.3.1 Groupe 1 : irrigation avec une seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® 27G

Protocole de mise en forme :

- Passage d'une lime K 15 à la LT
- Passage de la lime 2Shape® TS1 à bague jaune en 3 phases de descente jusqu'à la LT
- Irrigation avec la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® de 2 mL d'eau avec des mouvements corono-apicaux
- Passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge en 3 phases de descente jusqu'à la LT
- Irrigation de 2 mL d'eau avec la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle®
- Passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge avec appui pariétal (3-4 mouvements de raclage)
- Irrigation de 2 mL d'eau avec la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle®
- Dernier passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge avec appui pariétal.
- Irrigation finale avec la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® de 2 mL d'eau
- Afin de permettre une observation au Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum (MEBLV), la racine sera conservée dans un milieu aqueux
- Encoche longitudinale corono-apicale de part et d'autre de la racine réalisée au disque (Stoner, Toulouse - France) sur pièce à main, sans eau

- Irrigation de 2 mL avec la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® pour éliminer les éventuels débris réalisés lors des encoches

2.3.2 Groupe 2 : irrigation avec le Clean Jet Endo®

Protocole de mise en forme :

- Passage d'une lime K 15 à la LT
- Passage de la lime 2Shape® TS1 à bague jaune en 3 phases de descente jusqu'à la LT
- Irrigation avec le système Clean Jet Endo® d'eau pendant 6 secondes avec des mouvements corono-apicaux
- Passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge en 3 phases de descente jusqu'à la LT.
- Irrigation avec Clean Jet Endo® pendant 6 secondes
- Passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge avec appui pariétal (3-4 mouvements de raclage)
- Irrigation avec Clean Jet Endo® pendant 6 secondes
- Dernier passage de la lime 2Shape® TS2 à bague rouge avec appui pariétal
- Irrigation finale avec Clean Jet Endo® pendant 6 secondes
- Afin de permettre une observation au Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum (MEBLV), la racine sera conservée dans un milieu aqueux
- Encoche longitudinale corono-apicale de part et d'autre de la racine réalisée au disque sur pièce à main sans eau
- Irrigation de 6 secondes avec Clean Jet Endo® pour éliminer les éventuels débris réalisés lors des encoches

2.4 Acquisition au Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum (MEBLV)

L'étude s'est déroulée en collaboration avec le service de génie physique de l'INSA.

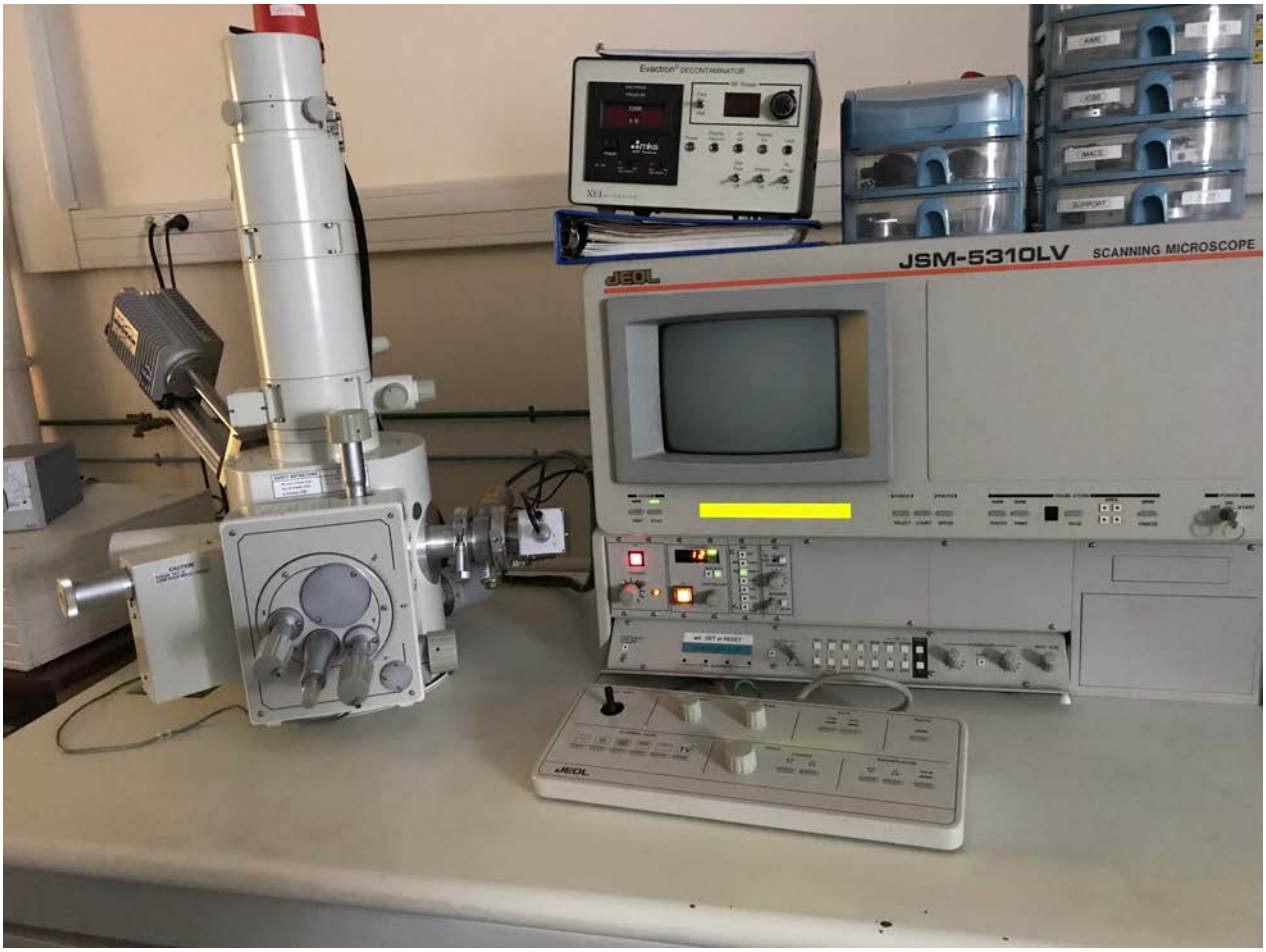

Figure 6 : Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum

Une lame de bistouri a été introduite dans les encoches longitudinales, et une impaction au marteau a permis de fracturer la dent en 2 hémi-racines.

Les 2 hémi-racines ont été positionnées sur un chariot grâce à du scotch carbone afin d'être observées sans préparation au MEBLV.

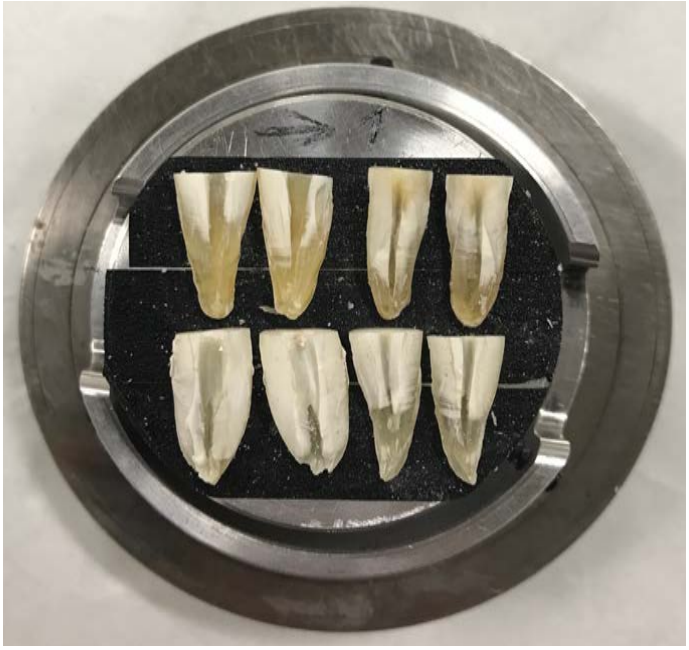

Figure 7 : Hémi-racines sur le chariot à MEBLV

Pour chaque fragment, 3 images ont été capturées au grossissement x100 (tiers coronaire, tiers moyen et tiers apical).

2.5 Analyse des acquisitions

Les images recueillies pour les 2 groupes ont été analysées par deux opérateurs en aveugle. La création d'une échelle reposant sur une synthèse des études de *Hülsmann et al (1997) (21)* et *Mayer et al (2002)* (22) a permis de scorer chaque image en fonction de la quantité de débris observés.

- Score 1 : quantité de débris comprise entre 0 et 20%
- Score 2 : quantité de débris comprise entre 20 et 40%
- Score 3 : quantité de débris comprise entre 40 et 60%
- Score 4 : quantité de débris comprise entre 60 et 80%
- Score 5 : quantité de débris comprise entre 80 et 100%

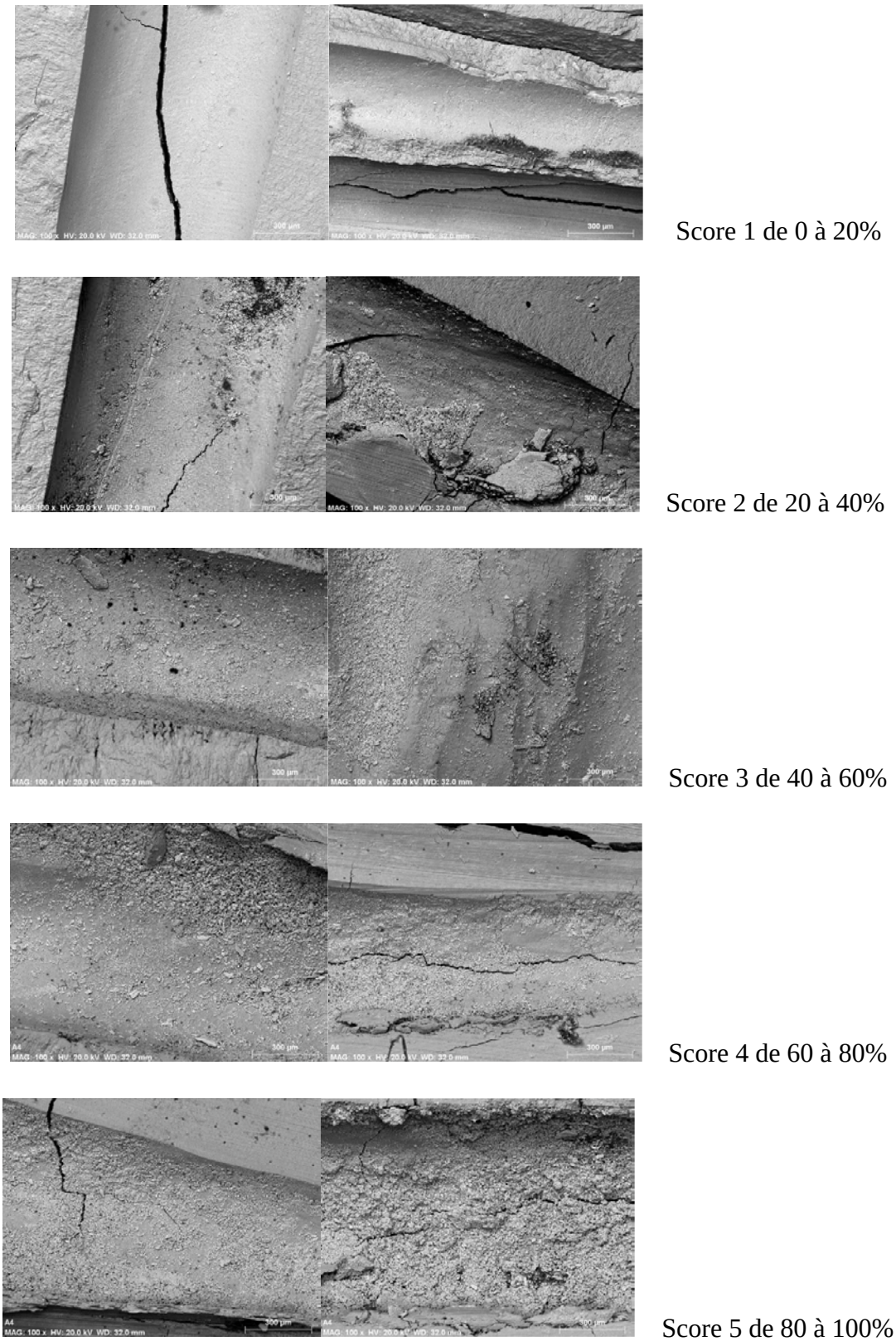

Figure 8 : Photo des différents scores d'évaluation de la quantité de débris.

Les 2 observateurs ont eu la possibilité de se repérer à cette échelle, pour scorer la totalité des images projetées de manière aléatoire.

L'analyse statistique des résultats a été réalisée avec le logiciel Stat View (SAS Institute, Orange, CA-USA). L'analyse multivariée de la variance et le test a postériori de Fisher (PLSD) ont été utilisés avec un risque α de 5%.

III. RESULTATS

Le recueil des résultats s'est fait sous forme de tableau Excel en fonction de la zone d'observation et du système d'irrigation. Une analyse de la variabilité inter-observateur a été réalisée.

3.1 Analyse des observateurs

L'analyse de la variance montre que les 2 observateurs ont scoré les acquisitions de la même manière (p=0,355).

La moyenne de leur score observé a été utilisée pour la réalisation de statistiques.

3.2 Analyse descriptive

Concernant les données dans le *Tableau 1*, ci-dessous :

A chaque tiers, 15 x 2 clichés ont théoriquement pu être enregistrés. Cependant, lors de la section longitudinale, un certain nombre de racines se sont fracturées, en particulier au niveau du tiers apical. Cela explique la diminution du nombre de photos dans le *Tableau 1* ci-dessous.

Le score moyen représente la moyenne des résultats obtenus pour l'ensemble des images scorées par les 2 observateurs. Ce score varie en fonction des tiers (*Tableau 1*) de 1,8 à 2,3 dans le groupe seringue Endoneedle® et de 1,3 à 1,7 dans le groupe Clean Jet Endo®
Cette quantité de débris est inférieure avec le système d'irrigation Clean Jet Endo® par rapport à la seringue avec aiguille Endoneedle®. Cette observation est valable dans le tiers cervical, médian et apical (*Figure 9*).

La déviation standard permet d'apprécier la dispersion des données autour de ce score moyen. Pour chaque tiers, celle-ci est bien inférieure (*Tableau 1*) avec le prototype du Clean Jet Endo®, ce qui permet de dire qu'il y a une certaine homogénéité des résultats grâce à ce système d'irrigation.

		Nombre de Photos	Score Moyen	Déviation Standard
Tiers Cervical	Seringue	25	2,300	1,399
	Clean Jet Endo	26	1,712	0,896
Tiers Médian	Seringue	24	1,813	1,284
	Clean Jet Endo	27	1,389	0,625
Tiers Apical	Seringue	19	1,868	1,177
	Clean Jet Endo	23	1,522	0,648

Tableau 1: Score moyen de débris en fonction de la zone observée et du système d'irrigation

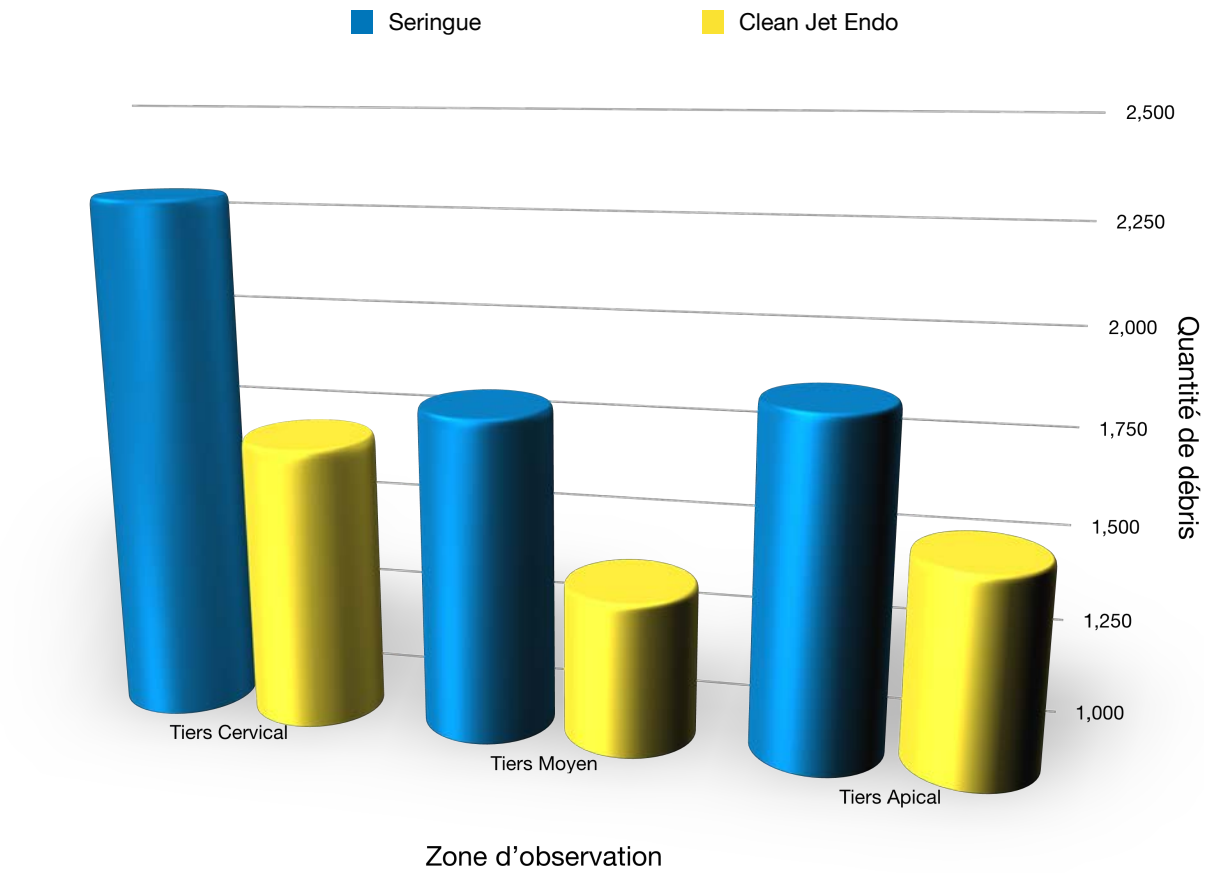

Figure 9: Quantité de débris en fonction de la zone d'observation et du système d'irrigation

3.3 Analyse statistique

Une analyse multivariée de la variance (ANOVA), a été réalisée avec la zone d'observation et le système d'irrigation.

	Valeur de p	**Significatif ou Non Significatif**	**Puissance Statistique**
Zone observée	0,1275	NS	0,411
Système d'irrigation	0,0105	S	0,738
Zone d'observation * Système d'irrigation	0,8466	NS	0,075

Tableau 2 : Test ANOVA

Cette analyse montre (*tableau 2*) que le score des débris est statistiquement différent en fonction du système d'irrigation.
Par contre, même si le score moyen semble différent d'un tiers à l'autre, il n'apparait pas de différence statistique en fonction de la zone observée (p=0,1275).
Le rapport d'analyse statistique montre une puissance moyenne (41%) à très faible (7,5%) pour la zone observée et le croisement des deux paramètres (zone * système d'irrigation).

IV. DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une différence significative, validée par une puissance statistique suffisante (73,8%), au niveau de l'élimination des débris dentinaires en fonction des deux techniques d'irrigation utilisées. Ainsi le prototype Clean Jet Endo® et sa deuxième version de canule présentent une efficacité de nettoyage supérieure à la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle®.
Les 3 zones canalaires observées sont relativement propres (scores de 1,4 à 2,3) sans utilisation d'EDTA avec de faibles différences entre les différents tiers canalaires où le manque de puissance (41,1%) empêche de conclure à une différence statistiquement significative.
De même en croisant la zone observée et le système d'irrigation, un p très supérieur à 0,05 (p=0,8466) est obtenu et la très faible puissance statistique (7%) ne permet pas de conclure à un résultat significatif. Il faudrait donc, idéalement, accroitre le nombre d'échantillons dans chaque groupe pour augmenter la puissance statistique de cette étude.

Pour mener ce protocole de recherche, certains choix méthodologiques ont dû être opérés. Tout d'abord, l'expérimentation a été réalisée ex vivo, sur un échantillon partiellement représentatif de la réalité clinique. En effet, l'absence de courbure, imposée par la nécessité de section longitudinale, au niveau des dents utilisées dans cette étude, ne permet pas de juger de l'efficacité du Clean Jet Endo® dans une situation clinique fréquemment rencontrée (23)(17). L'utilisation de dents monoradiculées restreint aussi la complexité anatomique qui pourrait être rencontrée dans des pluriradiculées (3)(24)(25).

La section partielle au disque, suivi d'une impaction sur une lame placée dans la fente créée, a été utilisée pour ne pas contaminer les canaux par un excès de débris, non liés à la mise en forme endodontique, comme dans le cas d'une section complète au disque. Malgré ces précautions, certaines images n'ont pu être exploitées à cause de débris crées lors de cette section, qui obstruaient partiellement ou totalement le canal. De même que le grand nombre de fissures apparaissant lors du passage au MEBLV ont rendue l'interprétation des images plus difficile.

Concernant les 2 groupes, des scores plus importants ont été retrouvés au niveau des tiers cervicaux par rapport aux tiers apicaux, ce qui va à l'encontre des données actuelles (26)(27). Plusieurs raisons peuvent expliquer ce résultat, en commençant par le grand nombre de

fractures de fragments apicaux lors du protocole de section longitudinale de la racine (environ 1/3 de perte au niveau apical). La découpe de la couronne précoce peut également avoir un lien avec ces résultats, par la modification du flux d'irrigants au niveau cervical (28) (29)(30).

Figure 10 : Fracture radiculaire lors de la découpe

Dans cette étude, après plusieurs tests de remplissage d'une éprouvette de 2 mL, une pression de 6 secondes a servie de référence pour un volume de 2 mL. Cela contredit le calcul de *Nouioua et al*, selon laquelle une pression de 3 secondes sur Clean Jet Endo équivaut à une irrigation de 2 mL (19). Cette différence peut être liée en partie à la modification de la canule depuis la parution de cet article. En sachant que l'efficacité maximale de l'irrigation à l'hypochlorite est reconnue pour un flux de 4 mL/min, sans risque d'extrusion apicale, avec une seringue et différents profils d'aiguilles (31) il faudrait un calibrage plus précis au niveau du débit.
Pour réaliser cette étude, le laboratoire Produit Dentaire a fourni des réservoirs remplis d'eau et non d'hypochlorite. L'action chimique n'entre donc pas en compte dans cette étude puisque l'irrigation a été réalisée dans les 2 groupes avec de l'eau.

Les résultats d'une précédente étude utilisant le Clean Jet Endo® associé à un autre système de mise en forme montrent une quantité de débris plus importante. Lors de cette précédente étude, le Docteur Beaugendre a utilisé un système endodontique de rotation continue de section triple hélice symétrique (Heroshaper®) suivi d'une irrigation avec une seringue et son aiguille à déflexion latérale pour des scores moyens de 3,233 pour le tiers coronaire, 3,3 pour le tiers

médian et 3,258 pour le tiers apical (20). Dans cette précédente étude, le docteur Beaugendre a utilisé une échelle partiellement différente (*Figure 11*)

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 petit 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.

Figure 11 : Echelle utilisée dans l'étude du Docteur Beaugendre

Concernant notre étude, le système utilisé (2Shape®) comporte une section en triple hélice dissymétrique. Elle présente, selon le fabriquant, une aptitude de nettoyage importante. Cette différence de section de la séquence de mise en forme explique certainement les scores moyens obtenus inférieurs à ceux obtenus par le Docteur Beaugendre (1,712, 1,389, 1,522 avec l'irrigation au Clean Jet Endo et 2,300, 1,813, 1,868 avec l'irrigation à la seringue et aiguille à déflexion latérale pour respectivement les tiers cervicaux, médian et apicaux dans cette étude).

Il peut exister une éventuelle fuite apicale de l'irrigant lors de l'utilisation du Clean Jet Endo® et de la seringue. C'est pourquoi, l'opérateur a exercé une pression digitale sur l'apex pour limiter au maximum ce phénomène et imposer au fluide une remontée dans le canal (30).
La pression lors de l'irrigation avec Clean Jet Endo® semble toutefois plus importante qu'avec le système seringue et aiguille Endoneedle®. Ainsi, il serait intéressant de vérifier que la valeur de LT-1mm, référence de l'irrigation avec aiguille à déflexion latérale, corresponde également au système Clean Jet Endo® sans risque d'extrusion apicale d'hypochlorite de sodium. (32)(33).
D'autre part, la canule ne présentant pas de graduations, il est difficile de se situer précisément en fonction de la LT. Un système de stop en silicone ou en caoutchouc pourrait être utilisé pour améliorer la justesse du positionnement.
La présence d'apex ouvert ou immature semble contre-indiquer l'utilisation du Clean Jet Endo® dans la partie apicale du canal (34).

L’ergonomie apparait comme un point fort du Clean Jet Endo. Le réservoir permet une irrigation abondante sans avoir à changer de seringue ou à effectuer un nouveau remplissage de celle-ci. L’application de l’irrigant est également grandement facilitée en comparaison avec la seringue, où une certaine force est nécessaire durant plusieurs secondes. Enfin, la canule en plastique du Clean Jet Endo apparait moins rigide que la canule métallique de l’aiguille Endoneedle®, ce qui semble favoriser sa progression dans le canal. Il serait intéressant d’analyser cette progression dans des racines courbes où amener l’aiguille à LT-1mm est délicat.

Nous pourrions compléter cette étude en comparant l’efficacité du Clean Jet Endo® à un système d’irrigation ultrasonique comme l’Irrisafe (35), à un système d’irrigation hydrodynamique comme le RinsEndo (36), à pression négative comme l’Endovac (16) ou encore à un système d’activation laser Er,Cr:YSGG (37)(38).

V. CONCLUSION

Le succès d'un traitement endodontique est lié à une bonne mise en forme mécanique des canaux, associée à une préparation chimique adéquate. En effet, l'irrigation va permettre l'élimination des débris organiques et minéraux laissés par la mise en forme.

Un nouveau système en développement a fait l'objet d'une seconde étude menée au sein de la faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse : le Clean Jet Endo®.

Le but de cette dernière étude était de comparer l'élimination des débris en fonction du système d'irrigation. L'analyse s'est basée sur deux groupes : l'un subissant une irrigation au moyen de la seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle® de 27G à déflexion latérale et l'autre au moyen du prototype du Clean Jet Endo®.

L'analyse statistique indique une élimination significativement différente des débris dentinaires en fonction de la technique d'irrigation choisie.

Ainsi le prototype Clean Jet Endo® et sa canule présenteraient une efficacité de nettoyage supérieure au système actuel le plus utilisé : la seringue avec aiguille Endoneedle®.

Ce système particulièrement ergonomique, permet de délivrer un flux de liquide relativement constant qui pourrait améliorer le quotidien des chirurgiens-dentistes.

Vu le président du jury
et directeur de thèse
Franck DIEMER

BIBLIOGRAPHIE

1. **Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH.** Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005; 10(1): 30–76.

2. **Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM.** Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Top.* 2005 ; 10 : 77-102.

3. **Vertucci FJ**. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures Root canal morphology. *Endod Top.* 2005 ; 10 :3–29

4. **Peters OA, Schönenberger K, Laib A.** Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001 ; 34(3) : 221-30.

5. **De-Deus G, Miranda Souza E, Barino B, Maia J, Quintella Zamolyi R, Reis C, Kfir A.** The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals. *J Endod 2011 ;* 37(5): 701-5.

6. **Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR.** The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.2004 ;* 37, 672–8.

7. **Cherian B, Gehlot PM, Manjunath MK.** Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Octenidine Dihydrochloride and Chlorhexidine with and Without Passive Ultrasonic Irrigation - An Invitro Study. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(6): 71-77.

8. **Siqueira JF, Rocas IN.** Diversity of Endodontic Microbiota Revisited. *J Dent Res* 2009; 88: 969–81.

9. **Siqueira JF, Rocas IN, Santos SRLD, Lima KC, Magalhaes FAC, and De Uzeda M.** Efficacy of Instrumentation Techniques and Irrigation Regimens in Reducing the Bacterial Population with in Root Canals. *J Endod.* 2002 ; 28(3) :181-4.

10. **Zehnder M.** Root Canal Irrigants. *J Endod, 2006 ;* 32(5) : 389-98.

11. **Pérard M, Le Clerc J, Gautier T, Perez F, Vulcain JM, Dautel A, Le Goff A**. Asepsie-antisepsie en endodontie. *EMC - Médecine Buccale* 2013 ; 8(2) : 1-11.

12. **van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR.** Passive ultrasonic irrigation of the root canal : a review of the literature. *Int Endod J.* 2007 *;* 40, 415–426.

13. **van der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR.** The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of

varying taper. *Int Endod J.2005 ;38(10) :764-8*

14. **Mohammadi Z, Shalavi S, Giardino L, Palazzi F, Asgary S.** Impact of Ultrasonic Activation on the Effectiveness of Sodium Hypochlorite: A Review. *Iran Endod J.* 2015 ;10(4) :216‑20.

15. **Turkel E, Onay EO, Ungor M.** Comparison of Three Final Irrigation Activation Techniques: Effects on Canal Cleanness, Smear Layer Removal, and Dentinal Tubule Penetration of Two Root Canal Sealers. *Photomed Laser Surg*.2017; 35(12):672-681.

16. **Nielsen BA, Baumgartner JC.** Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. *J Endod* 2007; 33(5): 611-5.

17. **Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P.** Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J.* 2010; 43, 663–72.

18. **De Moor RJG, Blanken J, Meire M, Verdaasdonk R.** Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: evaluation of the efficacy. *Lasers Surg Med*. 2009 ; 41(7): 520‑3.

19. **Nouioua F, Slimani A, Levallois B, Camps J, Tassery H, Cuisinier F, Bukiet F.** A preliminary study of a new endodontic irrigation system : Clean-Jet-EndoR. *Odontostomatol Trop.* 2015 ;38(149) :13-22.

20. **Beaugendre A.** Le nettoyage canalaire. Etudes au microscope electronique à balayage : Endoneedle vs Clenjet Endo et U108 vs Heroshaper. *These d'exercice en odontologie*, 2015.

21. **Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers F**. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments : a comparative SEM investigation. *J Endod.* 1997 ;23(5) :301‑6.

22. **Mayer BE, Peters OA, Barbakow**. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores : a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002 ;35(7) :582-9.

23. **Castelo-Baz P, Varela-Patiño P, Cantatore G, Domínguez-Perez A, Ruíz-Piñón M, Miguéns-Vila R.** In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in curved root canals. *J Clin Exp Dent*. 2016 ;8(4) :437‑41.

24. **Vertucci FJ.** Root canal morphology of mandibular premolars. *J Amer dent Ass* 1978 ; 97(1) :47-50.

25. **Vertucci FJ.** Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med* Oral Path 1984 ;58(5) :589-599.

26. **Cruz A, Vera J, Gascón G, Palafox-Sánchez CA, Amezcua O, Mercado G.** Debris

remaining in the apical third of root canals after chemomechanical preparation by using sodium hypochlorite and glyde: an in vivo study. *J Endod* 2014 ;40: 1419–23.

27. **Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers** F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod* 1997; 23: 301–6.

28. **Shirazi MM, Abouali O, Emdad H, Nabavizadeh M, Mirhadi H, Ahmadi G.** Numerical and analytical investigation of irrigant penetration into dentinal microtubules. *Comput Biol Med*. 2017; 89:1‑17.

29. **van der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK and Wesselink PR.** The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006 ;39(6):472-6.

30. **Boutsioukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E**. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J.* 2009 ;42, 144–55.

31. **Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M**. Apical Pressure and Extent of Irrigant Flow beyond the Needle Tip during Positive-pressure Irrigation in an In Vitro Root Canal Model. *J Endod* 2013 ;39(4): 511-5.

32. **Boutsioukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LWM.** The Effect of Needle-insertion Depth on the Irrigant Flow in the Root Canal: Evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010 ;36(10) :1664-8

33. **Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, Shen EC, Hsu PW, Fu E.** Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J.* 2007 ;40, 11–17.

34. **Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Arun SN, Kim J, Looney SW, Pashley DH.** Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* 2010 ;36(4): 745-50

35. **Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LWM.** Evaluation of a Sonic Device Designed to Activate Irrigant in the Root Canal. *J Endod* 2010; 36(1): 143–6.

36. **Hauser V, Braun A and Frentzen M**. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®*). Int Endod J.* 2007; 40: 644–52.

37. **Chaudhry S, Yadav S, Talwar S, Verma M**. Effect of EndoActivator and Er,Cr:YSGG laser activation of Qmix, as final endodontic irrigant, on sealer penetration: A

Confocal microscopic study. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(2): 218‑22.

38. **Akcay M, Arslan H, Mese M, Durmus N, Capar ID.** Effect of photon-initiated photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and sonic irrigation techniques on dentinal tubule penetration of irrigation solution: a confocal microscopic study. *Clin Oral Investig*.2017; 21(7): 2205-12.

Table des illustrations

Figure 1 : Seringue Monoject Luer-Lock et son aiguille Endoneedle de 27G. 12
Figure 2 : Clean Jet Endo® et sa canule 13
Figure 3 : Dent après section de sa couronne 15
Figure 4 : Mesure de la longueur de travail à la loupe binoculaire..... 15
Figure 5 : Répartition des racines en 2 groupes 16
Figure 6 : Microscope Electronique à Balayage Low Vacuum 19
Figure 7 : Hémi-racines sur le chariot à MEBLV 20
Figure 8 : Photo des différents scores d'évaluation de la quantité de débris. 21
Figure 9: Quantité de débris en fonction de la zone d'observation et du système d'irrigation. 24
Figure 10 : Fracture radiculaire lors de la découpe..... 27
Figure 11 : Echelle utilisée dans l'étude du Docteur Beaugendre..... 28

Tableau 1: Score moyen de débris en fonction de la zone observée et du système d'irrigation 24
Tableau 2 : Test ANOVA 25

CASTANIE Tom 2018 TOU3 3041

Evaluation au microscope électronique à balayage de l'élimination des débris canalaires : Clean-Jet-Endo® versus Endoneedle®

RESUME EN FRANÇAIS :

Le traitement endodontique fait partie des actes couramment réalisés par le chirurgien-dentiste. Il nécessite une préparation mécanique pour la mise en forme du canal associé à une préparation chimique. Elle est le plus souvent réalisée au moyen d'une irrigation avec de l'hypochlorite de sodium à 2,5%. Sa principale action est antibactérienne mais elle permet également l'évacuation de débris dentinaire et pulpaire.
Le but de notre thèse est de comparer l'élimination des débris, au MEB Low Vacuum, entre le protocole d'irrigation actuellement le plus utilisé (seringue et aiguille à déflexion latérale type Endoneedle®), et un prototype du laboratoire suisse Produit Dentaire : le Clean-Jet-Endo®.

TITLE : Scanning electron microscope evaluation of root canal debris elimination : Clean-Jet-Endo® versus Endoneedle®

ABSTRACT :

Endodontic treatment is one of the most commonly procedure performed by the dentists. It requires mechanical shaping associated with a chemical preparation of the canal. It is generally done with 2.5% sodium hypochlorite irrigation. Its main action is antibacterial but it also allows the evacuation of dentine and pulp debris.
The aim of our thesis is to compare the debris removal, with the SEM Low Vacuum, between the currently used irrigation protocol (syringe and Endoneedle® with lateral deflection needle), and a prototype from the Swiss Dental Product Laboratory: The Clean-Jet-Endo®.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE **:** CHIRURGIE DENTAIRE – O.C.ENDODONTIE (58.01)

MOTS CLES : Endodontie, Irrigation, Débris, Microscope Electronique à Balayage

---

INTITULE 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 THESE : Professeur Franck DIEMER