



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

**UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année 2013

THESE N°2013 LYO 1D 068

**T H E S E
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le :

par

Pierre-Jean BRUNIER

Né le 15 juillet 1987, à Annecy (74)

La préparation endodontique par instrument unique – Etude comparative *in vitro* de la mise en forme canalaire du Revo-S® / One Shape®

JURY

Mr le Professeur Pierre FARGE

Président

Mme le Docteur Béatrice THIVICHON-PRINCE

Assesseur

Mr le Docteur Cyril VILLAT

Assesseur

Mme le Docteur Alexandra DAVID

Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université	M. le Professeur F-N. GILLY
Vice-Président du Conseil Scientifique	M. le Professeur P-G. GILLET
Vice-Président du Conseil des Etudes et de Vie Universitaire	M. le Professeur P. LALLE
Directeur Général des Services	M. A. HELLEU

SECTEUR SANTE

Comité de Coordination des Etudes Médicales	Président : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur. J. ETIENNE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. le Professeur Y. MATILLON
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directeur : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies	Directeur : M. le Professeur F. DE MARCHI
UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. le Professeur C. COLLIGNON
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. C. VITON, Maître de Conférences
Ecole Polytechnique Universitaire de l'Université Lyon 1	Directeur : M. P. FOURNIER
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : Mme la Professeure V. MAUME DESCHAMPS
Institut Universitaire de Formation des Maîtres De l'Académie de Lyon (IUFM)	Directeur : M. A. MOUGNIOTTE
Observatoire de Lyon	Directeur : M. B. GUIDERDONI, Directeur de Recherche CNRS
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique	Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Denis BOURGEOIS, Professeur des Universités
Vice-Doyen : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

SOUS-SECTION 56-01:

PEDODONTIE

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maître de Conférences : M. Jean-Pierre DUPREZ

SOUS-SECTION 56-02 :

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Jean-Jacques AKNIN, Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY,
Mme Claire PERNIER, Mme Monique RABERIN

SOUS-SECTION 56-03 :

PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : M. Denis BOURGEOIS
Professeur des Universités Associé : M. Juan Carlos LLODRA CALVO
Maître de Conférences : M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 :

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Kerstin GRITSCH, M. Pierre-Yves HANACHOWICZ,
M. Philippe RODIER,

SOUS-SECTION 57-02 :

CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION

Maître de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
M. Jean-Pierre FUSARI

SOUS-SECTION 57-03 :

SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES
Maîtres de Conférences : Mme Odile BARSOTTI, Mme Béatrice RICHARD,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 :

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE

Professeur des Universités : M. Pierre FARGE, M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Dominique SEUX
Maîtres de Conférences : Mme Marion LUCCHINI, M. Thierry SELLI, M. Cyril VILLAT

SOUS-SECTION 58-02 :

PROTHESE

Professeurs des Universités : M. Guillaume MALQUARTI, Mme Catherine MILLET
Maîtres de Conférences : M. Christophe JEANNIN, M. Renaud NOHARET, M. Gilbert VIGUIE,
M. Stéphane VIENNOT, M. Bernard VINCENT

SOUS-SECTION 58-03 :

SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTIQUES, BIOMATERIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur des Universités : Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Olivier ROBIN
Maîtres de Conférences : M. Patrick EXBRAYAT, Mme Sophie VEYRE-GOULET
Maître de Conférences Associé : Mme Doris MOURA CAMPOS

A notre Président de jury,

Monsieur le Professeur Pierre FARGE

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Docteur de l'Université Lyon I

Docteur en Sciences Cliniques (Ph.D) de l'Université de Montréal

Habilité à Diriger des Recherches

Directeur Adjoint du Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de ce jury de thèse.

Nous vous témoignons notre reconnaissance pour avoir mis à notre service votre expérience et vos connaissances de clinicien et de chercheur.

A notre directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Cyril VILLAT

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Ecole Centrale Paris

Nous avons eu l'honneur et le plaisir de réaliser cette thèse sous votre direction et nous vous en sommes profondément reconnaissants.

Nous vous remercions pour votre gentillesse, votre patience, votre disponibilité et vos conseils.

Vous nous avez enseigné, au cours de notre cursus mais aussi tout au long de ce travail une rigueur et une précision qui nous seront de précieuses alliées dans notre vie professionnelle et pour cela veuillez trouver l'expression de nos sincères remerciements.

A nos juges,

Madame le Docteur Béatrice THIVICHON-PRINCE

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Nous vous témoignons notre reconnaissance pour la qualité de votre enseignement, exigeant mais empreint de bonne humeur.

Soyez assurée de notre estime et de notre respect.

A nos juges,

Madame le Docteur Alexandra DAVID

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Docteur en Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail dès ses prémices, pour votre implication et vos conseils avisés.

Nous avons pu apprécier votre exactitude et votre bonne humeur, d'égale importance à nos yeux.

Par ce travail, nous tenons à vous exprimer l'admiration, le respect et la sympathie que nous vous portons.

A mes grands-parents, Marie-Louise et Jean,

D'où vous êtes, je sais que vous êtes fiers de l'accomplissement du petit-fils « sage et studieux » que vous avez toujours vu en moi. Je ne vous oublie pas.

A mes chers parents,

Maman,

Merci pour ta foi en moi, ton amour inconditionnel et tes merveilleux petits plats, sans lesquels j'aurais déperissé rapidement, loin de la maison.

Papa,

Merci pour ton soutien, pour ces valeurs humaines que tu m'as transmises, et pour cet amour pour la montagne que tu m'as communiqué et qui me passionne.

Au noyau dur, mes amis Cusillards,

A Mathieu,

Nos bons moments passés ensemble me ramènent à mes plus anciens souvenirs. Les gens changent mais les vraies amitiés perdurent. J'espère bien pouvoir dire la même chose dans 10, 20, 50 ans, et que nous aurons encore de nombreuses occasions de reparler de nos conneries passées, en plus de celles à venir. Promis, je monterai à Lille avant que partes plus loin. Bonne continuation dans ta vie de Décathlonien !

A Damien,

Avec toi aussi, on en a des choses à se raconter. Chacun dans sa « branche » on a traversé l'épreuve de la P1 et nos doutes ensemble. Aujourd'hui épanoui dans ta vie professionnelle et personnelle, je ne peux qu'être heureux pour toi et Marion, qui n'est pas étrangère à ton bonheur. Je souhaite le meilleur pour la suite au patron d'officine et à l'ami de longue date. A bientôt pour une bonne soirée, à Cusy ou à Grenoble !

A Cédric,

Tu m'auras décidément bien fait rire. Au-delà de ta générosité et de ta bonne volonté, tu es un ami fidèle. Et même si j'ai renoncé depuis longtemps à pouvoir te battre à la descente de bières, je compte bien passer encore de bons moments avec toi, autour d'un barbecue, d'un terrain de pétanque, ou lors d'un trail !

A tous mes amis et confrères,

A Simon,

Ami, collègue, colocataire, que de bons souvenirs ça fait. Tu auras finalement rejoint la Haute-Savoie avant moi, qui l'eût cru. Mais je compte bien t'y retrouver bientôt, pour pleins d'autres bons moments, skis au pied, ou verre à la main. Je te remercie également pour ton aide précieuse à la réalisation de cette thèse.

A Jérèm,

Ma première rencontre en dentaire. Le hasard fait bien les choses. Que de chemin parcouru depuis. Toutes ces années je crois qu'on a partagé les mêmes doutes, les mêmes galères, mais surtout les mêmes rigolades. A présent l'avenir s'annonce radieux pour toi. Alors à toi et à Lise, je vous souhaite bonne continuation, et je vous dis à très bientôt. Evidemment je compte bien continuer à m'inviter chez les Semi-Gros dès que possible.

P.S. : comme l'affirme le vieil adage, la vérité est difficile à entendre. Mais la téléradiographie ne trompe pas : tu as bien le plus grand nez.

A Benj,

Ah comme les siestes post-Lidl® du vendredi vac2 me manquent ! Quand j'essaye de choisir un bon souvenir je vois un mélange de François Damiens, de pain-bagnat et de combinaison de ski déchirée, étrange...

Même si la distance rend plus rares mes visites, j'espère bien avoir encore des occasions pour de bons fous rires.

Je vous souhaite, à toi et Angèle, plein de bonheur pour toutes les bonnes choses à venir...

A Max,

Non tu n'es pas encore libre Max. Le seul qui ait eu le courage de poursuivre l'aventure, dans le monde merveilleux du V3, des 8 incluses et des implants mal orientés.

Même si tu râles parfois (si peu), ta présence et ton humeur égale sont toujours plaisantes. Bon courage dans ta nouvelle vie d'interne. Prends garde à ton nez.

A Nico,

Ton père spirituel « Stifler » doit sans aucun doute être fier de toi. Je te remercie pour cet argot américain que tu nous as enseigné et qui nous servira assurément un jour. Mais j'admire aussi le praticien travailleur, téméraire et rigoureux que tu es et je te prédis une carrière pleine de réussite.

Une légende urbaine raconte que tu aurais pour habitude de grimper aux murs, de rentrer par les fenêtres entrouvertes et de monter sur les toits la nuit, avec les membres de ton groupe. Qui sait, peut-être y a-t-il du vrai là-dedans. Bonne continuation à toi et à Maud.

Je t'attends toujours pour arsouiller dans les épingles en Savoie !

A Mike,

The Naked Man. Tu nous auras tous surpris avec tes coups de folie. Je n'oublierai jamais ce jour où tu as ouvert la porte de la salle de cours élégamment vêtu d'une chaussette...

Je rêve d'un jour où le Dentaire Masqué reprendra du service pour dénoncer les injustices avec ses affiches provocantes. Mais qui est-il ?

Bonne continuation pour la suite, à toi et à Steph.

A Charlotte,

Grimpeuse chevronnée, toujours de bonne humeur et partante pour tout, quel plaisir de te côtoyer.

Je ne sais pas où l'avenir te mènera, mais j'espère bien qu'on aura de temps en temps l'occasion de grimper, randonner, ou « célébrer » ensemble.

A Jean,

Moi qui croyais dire beaucoup de conneries, j'ai trouvé en toi un rival de taille. Entre les vacances de stomatologie avant-gardiste et les apéros Corona®-pétanque de Monplaisir, on aura passé quelques bons moments. J'ai hâte de planifier notre prochain road-trip. Peut-être même auras-tu eu le cran d'ici-là de troquer le confort de ton cabriolet contre une vraie monture de pilote.

Je vais tâcher de m'entraîner, baskets au pied, je n'oublie pas que la saison du trail se profile à l'horizon.

Tous mes vœux de bonheur pour la suite, à toi et à Camille.

A Marie,

Même si les gens ne nous croient pas, tu sais comme moi que nous avons fait durer cette thèse uniquement parce-que nous aimons ça. Pour quelle autre raison ?!

Quel dommage qu'on n'ait pas fait réellement connaissance plus tôt. Mais mieux vaut tard que jamais. Et je compte bien passer d'autres bonnes soirées en ta compagnie, autour d'une bière ou devant un énième chef-d'œuvre de The Asylum®. A bientôt !

A Mariane,

Merci pour tous ces bons moments passés grâce à toi, ces soirées, ces vacances. J'ai dans la tête tellement de bons souvenirs associés à Fréjus, au Praz-de-Lys, à Thonon, et ton (tes) apparts !

Je te souhaite le meilleur pour la suite, et qu'on reste amis longtemps encore.

A Aurélien et Charline, Matthieu, Gabi, Manu, Laure, Delphine, Fatima, Sodavy, Vincent, Laken.

A JB, Victor, Hélène, Morgane, les collègues de P1.

Au Docteur Bravard,

Merci de m'avoir accueilli dans votre cabinet, où je peux faire mes armes aux côtés d'un praticien d'expérience et apprendre pas à pas ce métier si exigeant.

A Sonia,

Merci pour ton aide précieuse, ton assistance, ta bonne humeur, ta présence réconfortante dans les moments de stress. J'ai pu constater à quel point nous, praticiens, sommes démunis sans vous, précieuses assistantes.

A Pierre,

Voilà plus d'un an que j'ai pris ta place, et toujours des éloges de la part des patients !

Merci pour tes conseils toujours bienvenus.

Je te souhaite bonne continuation dans ton cabinet flambant neuf.

Nous remercions la société **Micro-Mega** pour tout le matériel mis à notre disposition dans le cadre de ce travail.

TABLE DES MATIERES :

1. Introduction	1
2. Revue de la littérature.....	2
2.1. Rappels : les principes du traitement endodontique	2
2.2. Historique : évolution des méthodes de préparation canalaire.....	3
2.3. Etudes et protocoles existants.....	5
2.3.1. Systèmes étudiés.....	6
2.3.2. Types de blocs	6
2.3.3. Paramètres étudiés	7
2.3.4. Principaux résultats.....	8
3. Matériels et méthodes	11
3.1. Matériels.....	11
3.1.1. Systèmes instrumentaux utilisés (annexe 1)	11
3.1.2. Echantillons	11
3.1.3. Protocole expérimental pour la préparation des blocs	13
3.2. Paramètres étudiés et méthodologie	15
3.2.1. Méthode de traitement des images.....	15
3.2.2. Méthodologie d'étude des différents paramètres.....	16
3.2.3. Analyse statistique	22
4. Résultats	23
4.1. Etude du trajet canalaire obtenu après préparation par système multi- instrumental : Revo-S®.....	23
4.1.1. Longueur de travail.....	23
4.1.2. Symétrie.....	23

4.2. Etude du trajet canalaire obtenu après préparation par système mono-instrumental : One Shape®	24
4.2.1. Longueur de travail.....	24
4.2.2. Symétrie.....	24
4.3. Comparaison des résultats des différents systèmes	25
4.3.1. Longueur de travail.....	25
4.3.2. Symétrie.....	26
4.3.3. Surface de préparation	28
4.3.4. Aberrations canalaires	29
4.3.5. Fractures / déformations instrumentales	29
5. Discussion	30
5.1. Apport de l'essai présenté	30
5.2. Interprétation des résultats	30
5.3. Intérêts et limites de l'étude	32
5.3.1. Intérêts et limites des études <i>in vitro</i>	32
5.3.2. Expérience de l'utilisateur	33
6. Conclusion et perspectives	34
ANNEXE : Systèmes instrumentaux	35
Le système Revo-S® :.....	35
Le système OneShape® :.....	38
BIBLIOGRAPHIE :.....	40

1. Introduction

Le traitement endodontique consiste à préparer, décontaminer et obturer dans les trois dimensions le système canalaire afin de prévenir ou de traiter une parodontite apicale. Ce sont les trois piliers de l'endodontie actuelle décrits par Schilder (Schilder, 1974).

Cette partie de notre exercice est pour beaucoup celle qui nécessite le plus de rigueur, de minutie et de sens tactile, en plus des connaissances nécessaires pour appréhender le système endodontique. D'une importance primordiale, les difficultés techniques qu'elle impose et son caractère chronophage font paradoxalement de l'endodontie une discipline redoutée par les étudiants et nombre de praticiens.

Si les dogmes de l'endodontie sont inchangés ou presque depuis des dizaines d'années, ne cessent d'apparaître des innovations technologiques pour réaliser des traitements plus efficaces, plus sûrs, mais aussi plus standardisés.

Le monde de l'endodontie a ainsi connu la révolution du Nickel-Titane aux propriétés intéressantes ou celle de l'instrumentation mécanisée (systèmes de rotation continue) permettant des mises en forme rapides, de conicité plus importante, avec des séquences instrumentales simplifiées.

La quasi-totalité des praticiens a adopté l'endodontie mécanisée, qui compte plusieurs systèmes, avec tous leur propre design et leurs caractéristiques. Mais quel que soit le système utilisé, les limes utilisées en rotation continue sont soumises à des contraintes mécaniques importantes amenant régulièrement à des fractures, par effet de vissage ou fatigue cyclique, ce qui est source de stress pour les praticiens. D'autre part, les séquences instrumentales, bien que très réduites en comparaison de la préparation manuelle, apparaissent encore parfois trop fastidieuses. Ainsi, l'arrivée sur le marché de systèmes à instrument unique suscite indéniablement de l'intérêt. L'idée est novatrice : une seule lime suffirait à préparer l'ensemble du canal. Plusieurs systèmes ont vu le jour : WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) et Reciproc® (VDW, Munich, Germany), qui allient le concept de l'instrument unique à un mouvement de réciprocité, procuré par un moteur et un contre-angle spécifique. Enfin le système OneShape® (Micro-Mega, Besançon, France) propose des limes pouvant être utilisées en rotation continue. C'est à ce troisième et dernier système, ne nécessitant aucun matériel spécifique mis à part les limes dédiées, que nous nous sommes intéressés dans cette étude.

2. Revue de la littérature

2.1. Rappels : les principes du traitement endodontique

Malgré la multiplicité des configurations canalaires rencontrées, le traitement canalair est régi par des codes précis.

Les critères de réussite du traitement endodontique ont été énoncés par Schilder en 1974 :

- L'élimination des micro-organismes et du matériel organique susceptible d'être un substrat à une prolifération bactérienne.
- L'obturation tridimensionnelle et étanche du système canalair.

Les clés pour atteindre ces objectifs sont les étapes de nettoyage et de mise en forme du canal, obéissant à des impératifs stricts, à la fois mécaniques et biologiques.

Dans les études *in vitro*, où par définition on s'affranchit des paramètres biologiques, seuls sont évalués les impératifs mécaniques, à savoir (Machtou, 1993) :

- Conicité.

Le canal doit s'évaser régulièrement de l'orifice apical à l'orifice coronaire et venir se confondre avec les murs de la cavité d'accès. Le respect de cet objectif favorise :

- Le débridement canalair par un meilleur contact de la partie active des instruments endodontiques avec les parois ainsi que l'action contrôlée de ces derniers dans la région apicale.
- L'irrigation par une meilleure pénétration de l'aiguille de la seringue à l'intérieur du canal et son renouvellement par la création d'un espace de reflux entre celle-ci et les parois canalaires.

- Une obturation dense et tridimensionnelle par la possibilité d'ajuster avec précision le maître-cône dans les derniers millimètres apicaux et de faire pénétrer les instruments de compactage dans la région apicale.
- Calque.

Sauf dans la région apicale, l'anatomie canalaire reproduit le contour externe de la racine. Pour des raisons d'ordre mécanique concernant essentiellement la résistance de la racine, le canal nettoyé et mis en forme doit se calquer mais en plus large sur son anatomie originelle.

- Position du foramen (maintien de la courbure apicale).

Le foramen apical doit être maintenu dans sa position spatiale d'origine sur la surface radiculaire. Il ne doit donc pas être déplacé, déchiré ou perdu lors des manoeuvres instrumentales pendant le nettoyage et la mise en forme.

- Diamètre du foramen.

Le diamètre du foramen doit être maintenu le plus petit possible. Il n'est pas nécessaire et même biologiquement inutile, d'aléser inconsidérément la région apicale pour y obtenir un excellent nettoyage. De plus, maintenir le foramen étroit confère au canal la forme de résistance nécessaire pour y confiner, sans risque de dépassement, le matériau d'obturation compacté.

2.2. Historique : évolution des méthodes de préparation canalaire

« Il est impossible de nettoyer un canal qui n'est pas mis en forme. » (Schilder, 1974)

L'objectif principal de toute préparation est d'obtenir une forme conique, ce qui permet un meilleur nettoyage et une répartition des forces de condensation plus horizontale lors de l'obturation.

La mise en forme des canaux a longtemps été réalisée à l'aide d'instruments manuels aux diamètres et conicités normalisés, suivant une technique sérielle (Schilder, 1974) permettant d'élargir progressivement le canal avec des instruments aux diamètres croissants.

Le protocole est amélioré en 1979 avec la technique rétrograde ou « step-back » présentée par Mullaney, permettant un élargissement progressif du canal à partir de la limite apicale choisie. Les instruments sont ainsi amenés moins loin au fur et à mesure que leur diamètre et donc leur rigidité augmentent (Mullaney, 1979).

Les limites de la technique viennent de la conception même des instruments, en acier, qui leur confère une mémoire élastique à l'origine des phénomènes de butée, faux-canal, stripping, transport interne ou externe.

Il est évident aussi que la technique, rigoureusement exécutée, est longue et fastidieuse.

En 1980, Marshall et Papin établissent le principe du « crown-down » ou préparation corono-apicale. La mise en forme préalable des tiers coronaire et moyen permettant d'éliminer les interférences et l'effet de gaine, la courbure apicale peut être négociée plus facilement.

La technique de Roane, proposée par ce dernier en 1985, utilise un mouvement de rotation-contre rotation à l'aide d'instruments acier à pointe modifiée, visant à annuler les forces de redressement néfastes par la résistance des parois générée par la rotation : c'est la technique des forces équilibrées (Roane, 1985).

Dans les années 90, l'application à l'art dentaire des découvertes sur le Nickel-Titane (NiTi) offre de nouvelles perspectives : l'alliage présente des propriétés intéressantes de superélasticité et de mémoire de forme. Si les instruments manuels faits de ce nouvel alliage sont peu utilisés car onéreux, l'apparition des systèmes mécanisés en rotation continue va permettre d'exploiter pleinement le Nickel-Titane.

Ben Johnson et Mac Spadden sont les premiers à allier alors rotation continue en vitesse lente, conicité majorée et instruments en Nickel-Titane en technique crown-down (Mac Spadden, 1993).

Le parage canalaire est véritablement révolutionné car les avantages sont de taille : facilité d'emploi, rapidité des préparations, efficacité de coupe, respect du trajet canalaire, résistance à la fracture. Trois principaux concepts sont développés : Quantec 2000® (Tycom Inc, USA), HERO 642™ (Micro-Mega, Besançon, France) et Profile™ (Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

La rotation continue s'impose rapidement comme la solution de choix pour la préparation canalaire et ne cessera d'être développée. Les progrès sont indéniables mais persistent des problèmes communs à tous ces systèmes mécanisés : les instruments en Nickel-Titane présentent une faible résistance à la rupture lors d'un usage répété, et cela malgré des appareils permettant un réglage du torque et une utilisation optimale. Enfin les séquences instrumentales restent contraignantes.

En 2010 apparaît le concept d'instrument unique : un instrument réalisant entièrement la mise en forme canalaire. Trois systèmes sont commercialisés : WaveOne™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) et Reciproc® (VDW, Munich, Germany). Ils utilisent des limes à usage unique, avec un moteur fournissant un mouvement de réciprocité (rotation anti-horaire et horaire alternativement).

Utilisant le mouvement de rotation continue, One Shape® (Micro-Mega, Besançon, France) est une autre alternative et a l'avantage de ne nécessiter que les limes spécifiques.

2.3. Etudes et protocoles existants

Nous avons sélectionné neuf études tirées de la littérature scientifique récente, qui mettent en œuvre des systèmes de préparation canalaire manuels et/ou mécanisés utilisés *in vitro* avec des canaux simulés en résine, dont les caractéristiques varient.

2.3.1. Systèmes étudiés

<u>Systèmes manuels :</u>	
K-Flexofiles®	Schäfer, 2001 ; Schäfer & Lohmann, 2002 Schäfer & Florek, 2003
<u>Systèmes mécanisés :</u>	
FlexMaster®	Schäfer & Lohmann, 2002
GT Rotary Files®	Calberson et coll, 2002
HERO 642®	Schäfer, 2001 ; Thompson & Dummer, 2000
Hero Shaper®	Aydin et coll, 2008
K3®	Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006
MTwo®	Schäfer et coll, 2006
Profile®	Bryant et coll, 1999
ProTaper®	Aydin et coll, 2012
Revo-S®	Aydin et coll, 2012
RaCe®	Aydin et coll, 2008 ; Schäfer et coll, 2006
Twisted Files®	Aydin et coll, 2012

2.3.2. Types de blocs

Tous les blocs sont faits de résine transparente, ce qui permet une observation directe du trajet canalaire avant ou après préparation ou d'éventuelles aberrations, et facilite les mesures.

Ces études emploient exclusivement des blocs avec canal à simple courbure.

Plusieurs types de blocs sont utilisés. Certains sont standardisés :

- Viapal uP 004/64, Vianova Resins, Hamburg, Germany : canal de 13 mm de long, section rectiligne de 5 mm, section courbée de 8 mm, diamètre apical de 0,15 mm, conicité de 2% (ISO 15).
→ Schäfer, 2001 ; Schäfer & Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006.
- Endo Training Block®-.02 Taper, Dentsply Maillefer : canal de 13 mm de long, diamètre apical de 0,15 mm, conicité de 2% (ISO 15).
→ Aydin et coll, 2008 ; Aydin et coll, 2012.

D'autres utilisent des blocs personnalisés, réalisés selon la méthode conçue par Dummer (Dummer et coll, 1991). On recense ici des sections rectilignes de 8 mm ou 12 mm, une courbure de 20°, 40° ou 60°.

→ Bryant et coll, 1999 ; Calberson et coll, 2002 ; Thompson & Dummer, 2000.

2.3.3. Paramètres étudiés

- Forme de préparation canalaire :
→ Toutes les études examinent la forme de préparation canalaire, et par là même analysent la capacité de centrage des instruments.
- Perte de longueur de travail :
→ Bryant et coll, 1999 ; Schäfer, 2001 ; Schäfer & Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006.
- Temps de préparation :
→ Schäfer, 2001 ; Schäfer & Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006.

- Fractures / déformations instrumentales :
 - Bryant et coll, 1999 ; Calberson et coll, 2002 ; Schäfer, 2001 ; Schäfer & D. Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006.

- Aberrations :
 - Aydin et coll, 2008 ; Bryant et coll, 1999 ; Calberson et coll, 2002 ; Schäfer & Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003 ; Schäfer et coll, 2006 ; Thompson & Dummer, 2000.

2.3.4. Principaux résultats

2.3.4.1. Résultats tous systèmes confondus

- Lors de la préparation, le canal est globalement déporté vers l'extérieur. On retrouve dans la plupart des études sélectionnées un « profil » type obtenu après instrumentation.

- De manière générale, on obtient :
 - un déplacement du trajet canalaire centripète au niveau « coronaire » ou dans la section rectiligne
 - un déplacement centripète en début de courbure
 - un déplacement centrifuge en fin de courbure
 - un déplacement centrifuge au niveau apical

Certaines études obtiennent une préparation différente dans certaines sections :

- déplacement centrifuge en coronaire (Bryant et coll, 1999 ; Thompson & Dummer, 2000).
- déplacement centripète en apical (Calberson et coll, 2002).

Il est à noter que ces dernières études utilisent des blocs « personnalisés » avec des valeurs de N et X différentes de celles mesurées sur les blocs standards (Viapal uP 004/64, Vianova Resins, Hamburg, Germany ; Endo Training Block®-.02 Taper, Dentsply Maillefer).

- Le déplacement centrifuge du trajet canalaire au niveau apical augmente avec l'angle de la courbure (Bryant et coll, 1999 ; Schäfer, 2001 ; Thompson & Dummer, 2000).
- La perte de longueur de travail augmente avec l'angle de la courbure (Schäfer et coll, 2006)
- La longueur de la partie rectiligne influence la direction du déplacement (au niveau de la courbure et apical) : déplacement plus centripète quand N augmente, déplacement plus centrifuge quand N diminue (Calberson et coll, 2002).
- Le nombre d'incidents (butée, coude, faux-canal) augmente avec l'angle de la courbure (Bryant et coll, 1999).

2.3.4.2. Résultats systèmes manuels versus systèmes mécanisés

Les études mettant en œuvre à la fois un système manuel et un système mécanisé (rotation continue) montrent (Schäfer, 2001 ; Schäfer & Lohmann, 2002 ; Schäfer & Florek, 2003) :

- Un meilleur centrage obtenu avec un système mécanisé.
- Des déplacements plus importants (centripètes ou centrifuges) avec un système manuel, surtout en apical.
- Les différences entre les systèmes manuels et mécanisés augmentent avec l'angle de la courbure.

2.3.4.3. Résultats obtenus avec le système Revo-S®

Cette étude présente un intérêt particulier, utilisant le Revo-S® dans des conditions très proches de celles établies dans notre protocole.

L'étude de C. Aydin et coll, 2012, mettant à l'épreuve entre autres le Revo-S® montre des résultats similaires aux autres systèmes. Sont notés, à partir de l'apex :

- un déplacement vers l'extérieur au niveau des 4 premiers millimètres, (partie apicale et fin de courbure)
- un déplacement vers l'intérieur au niveau des 3 millimètres suivants (début de courbure)
- un déplacement vers l'extérieur au niveau des 3 derniers millimètres (section rectiligne).

3. Matériels et méthodes

3.1. Matériels

3.1.1. Systèmes instrumentaux utilisés (annexe)

Notre étude emploie deux systèmes d'instruments mécanisés destinés à la préparation canalaire commercialisés par Micro-Mega® et s'utilisant en rotation continue :

- Revo-S®, système pluri-instrumental dont la séquence de base comprend 3 instruments.
- One Shape®, système dit à « instrument unique ».

Revo-S® et One Shape® utilisent un instrument terminal (respectivement SU et One Shape®) avec un diamètre apical de 0,25 mm et une conicité de 6%, ce qui permet une comparaison des résultats obtenus. Il est en effet préférable que les instruments aient un diamètre apical de même taille pour être confrontés.

3.1.2. Echantillons

Les blocs d'apprentissage sont fabriqués en utilisant des pointes d'argent précourbées de taille prédéterminée. Ces pointes sont placées dans un gabarit correspondant à la courbure désirée, puis placées dans un four préchauffé à 300°C durant 2 heures.

Elles sont ensuite placées sur un support qui les maintient dans un même plan, puis incluse dans de la résine transparente. Après refroidissement et séchage complet, les pointes d'argent sont retirées, et leurs empreintes forment le « canal » des blocs d'apprentissage.

Les blocs de résine sont ensuite découpés de manière à ce que le canal s'ouvre sur une de ses bases, et sur une face latérale (Schäfer et coll, 1995).

Les canaux radiculaires simulés ont une courbure de X° et une partie rectiligne de N mm avant la courbe (cf figure 1).

Pour notre étude, 50 blocs ont été utilisés, à raison de 25 blocs par système.

La longueur de la section rectiligne est de 10 mm, l'angle de la courbure s'élevant à 30° .

Pour l'identifier et faciliter le repositionnement des images, chaque bloc a préalablement été marqué par des perforations sur une ou deux faces latérales.

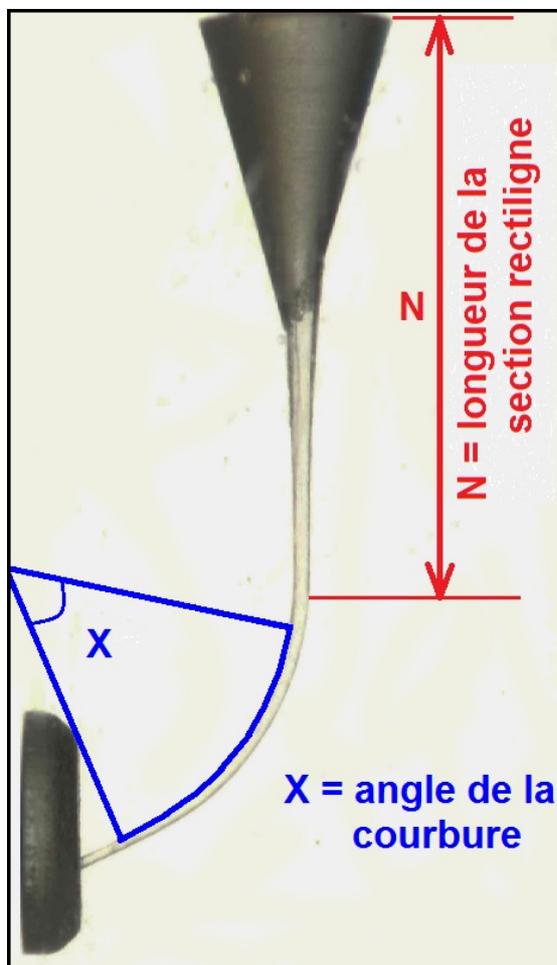


Figure 1 : Caractéristiques des blocs d'apprentissage

3.1.3. Protocole expérimental pour la préparation des blocs

Nous avons utilisé le protocole de Delage, 2013 :

- Les blocs sont calibrés afin de laisser passer une lime de 15/100^{ème} de mm, ce qui évitera une pré-instrumentation manuelle comme il est préconisé par les fabricants, pouvant fausser les résultats.
 - L'utilisation de chélatant tel que l'acide éthylène diamine tétraacétique (ex : Glyde®) ou de solvant comme l'hypochlorite de sodium ne sera pas nécessaire en l'absence de matière minérale et organique.
 - Après l'utilisation de chaque instrument, nous avons utilisé une solution d'irrigation (solution d'alcool modifié) et nous avons vérifié la perméabilité apicale à l'aide d'une lime n°8.
 - Chaque instrument a servi à préparer un seul canal, avant d'être jeté.
- Moteur :

Nous avons utilisé un moteur réglé sur une vitesse d'environ 400 tours/min conformément aux recommandations du fabricant, avec un torque maximum (moteur non débrayable).

- Séquence instrumentale Revo-S® (Micro-Mega) :
 - Passage de l'instrument G1 jusqu'à la LT (longueur de travail), avec un mouvement de descente lent et sans pression.
 - Passage de l'instrument G2 jusqu'à la LT, de la même manière.

- Passage de SC1 jusqu'à 2/3 LT : pratiquer un mouvement lent de descente en un passage, sans pression.
 - Passage de SC2 jusqu'à LT : appliquer un mouvement de descente progressif en trois passages (trois mouvements de va-et-vient).
 - Passage de SU jusqu'à LT : pratiquer un mouvement lent de descente en un passage, sans pression. Puis si nécessaire, réaliser un appui pariétal de remontée après perméabilité apicale contrôlée.
- Séquence instrumentale One Shape® (Micro- Mega) :
 - Passage de l'instrument G1 jusqu'à la LT, avec un mouvement de descente lent et sans pression.
 - Passage de l'instrument G2 jusqu'à la LT, de la même manière.
 - Descente progressive du One Shape® jusqu'aux 2/3 de la LT par un mouvement de va et vient sans pression. Pratiquer un appui pariétal de remontée afin de pré-élargir le canal.
 - Retirer One Shape® du canal et le nettoyer. Irriguer et vérifier la perméabilité du canal à l'aide d'une lime K n°10.
 - Réintroduire One Shape® dans le canal et descendre progressivement à la LT selon le mouvement préconisé. L'atteinte de la LT se fera en un ou plusieurs passages (retrait, nettoyage de la lime, irrigation et reperméabilisation).

3.2. Paramètres étudiés et méthodologie

Les paramètres suivants ont été étudiés :

- Modification de la longueur de travail.
- Symétrie de la préparation.
- Modification de la surface de préparation.
- Aberrations canalaires.
- Fractures / déformations instrumentales.

3.2.1. Méthode de traitement des images

Chaque bloc a été scanné avant et après préparation à l'aide d'un scanner Epson® Expression 1640XL avec une définition de 6400 dpi.

Chaque image a ensuite été traitée à l'aide du logiciel Mesurim Pro © version 3.2 de Jean-Francois Madre.

Toutes les mesures sont faites perpendiculairement à l'axe du canal.

Enfin les couples de photographies ont été superposés à l'aide du même logiciel par l'intermédiaire des points de repère fraisés dans chaque bloc (Delage, 2013).

3.2.2. Méthodologie d'étude des différents paramètres

3.2.2.1. Points de mesure

Nous avons utilisé la méthode de Calberson et coll. (2002).

Pour effectuer les différentes mesures, des tracés ont été réalisés sur les images obtenues par numérisation, afin de déterminer des points de repère. Ils sont surtout destinés à étudier la symétrie de préparation, de façon reproductible.

- Le point le plus coronaire, O (Orifice), est situé à l'origine de l'orifice canalaire, à la jonction entre le cône et le canal proprement dit. Il est placé à 5mm du bord du bloc en résine.
- Le point HC (Half-way to Curve) est situé à mi-chemin entre le début de la courbe (BC) et l'orifice (O).
- BC (Beginning of the Curve) est placé à l'endroit où la portion rectiligne s'infléchit.
- AC (Apex of the Curve) est au centre de la courbure et obtenu à partir de l'intersection entre le grand axe de la portion coronaire et le grand axe de la portion apicale.
- EP (End Point) est le point, apical, où la préparation s'achève.

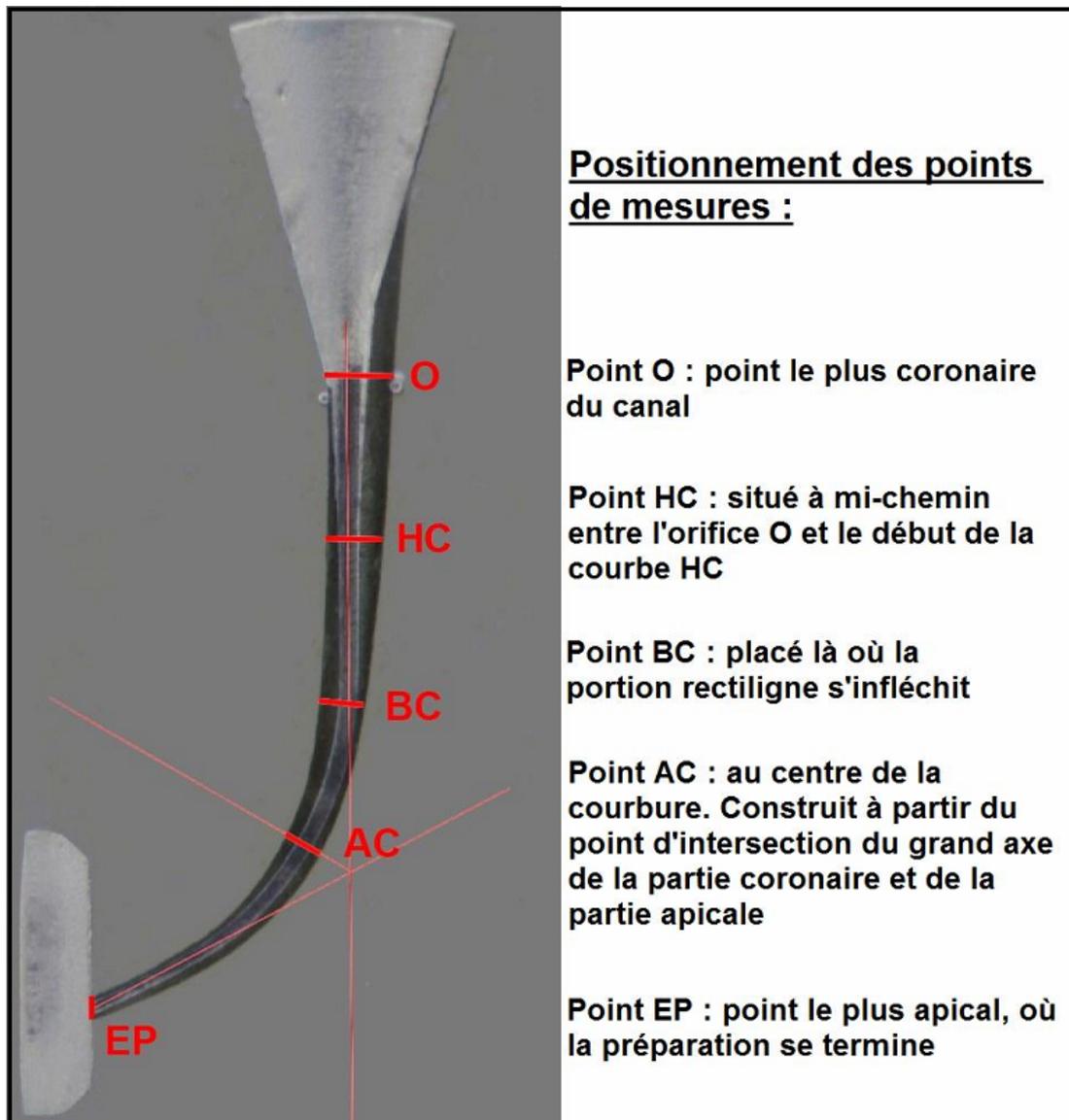


Figure 2 : Positionnement des points de mesure

3.2.2.2. Méthodologie d'étude de la longueur de travail

Le changement de longueur de travail est déterminé en soustrayant la longueur finale de chaque canal après préparation à la longueur initiale du canal. Cette longueur est mesurée en faisant la moyenne de la longueur de la courbe la plus externe au canal et de la longueur de la courbe la plus interne.

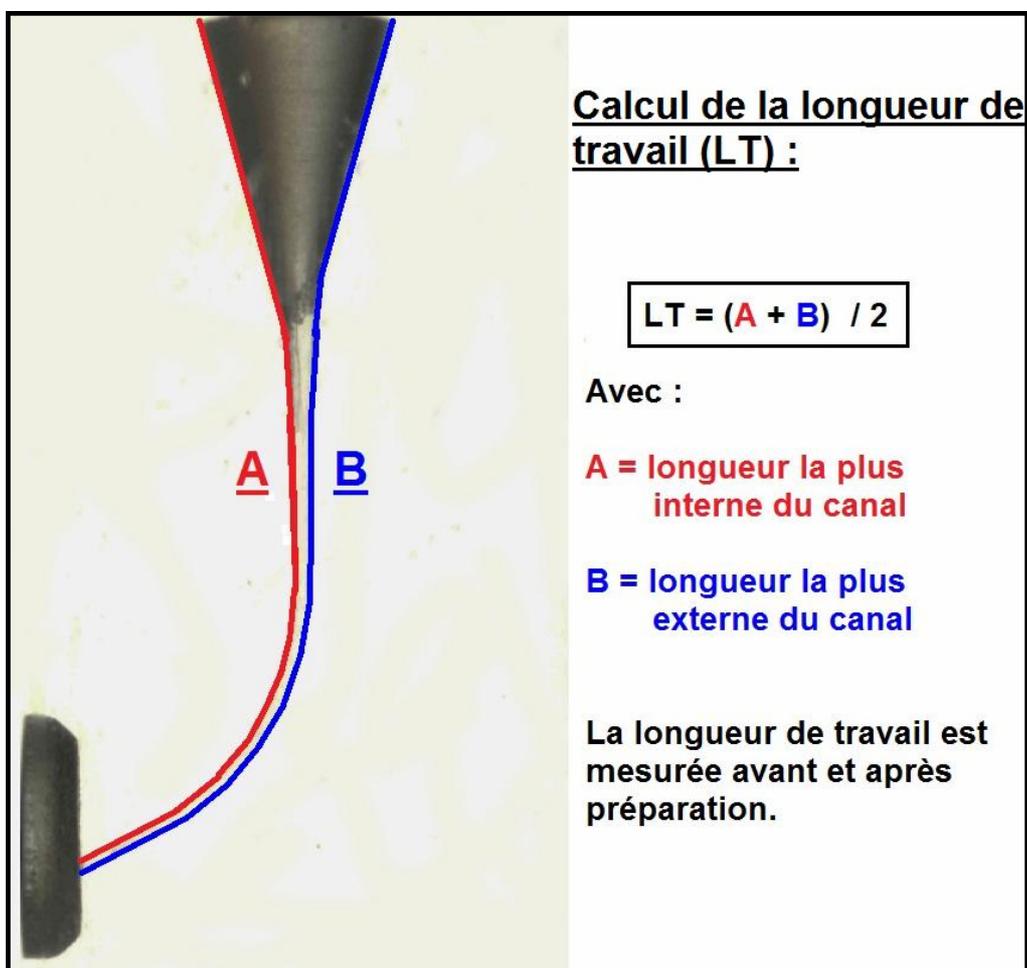


Figure 3 : Mesure de la longueur de travail

3.2.2.3. Méthodologie d'étude de la symétrie de préparation

Pour évaluer le changement de configuration canalaire lors de la préparation, une image composée a été produite par la superposition des images pré et post-instrumentation à l'aide du logiciel Mesurim Pro®. De plus, des mesures sont prises en chacun des cinq points prédéfinis tant sur l'intérieur que l'extérieur du canal.

La symétrie de la préparation est évaluée en soustrayant la largeur de matériau enlevée à l'intérieur de la courbe à la largeur de matériau enlevée à l'extérieur de la courbe.

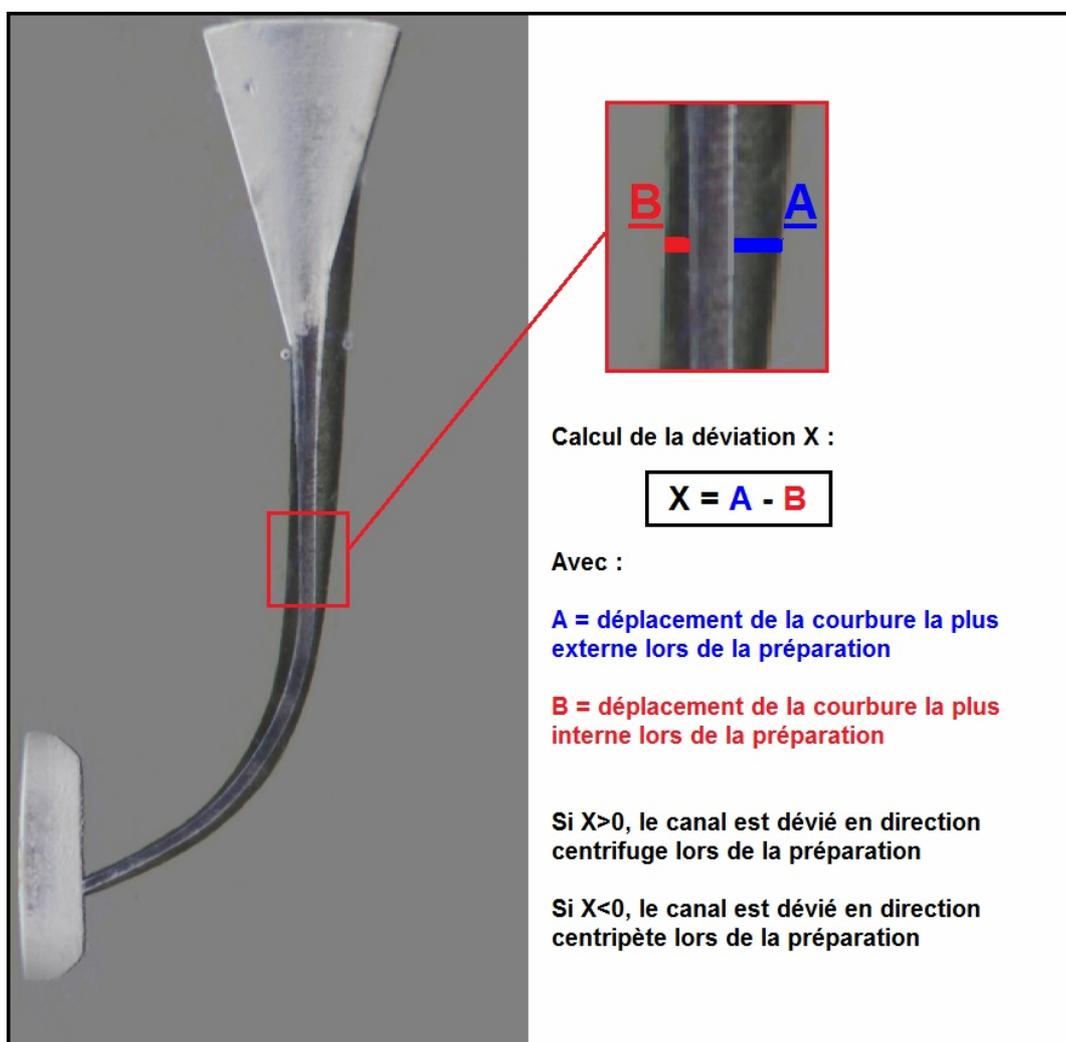


Figure 4 : Calcul de la symétrie canalaire

3.2.2.4. Méthodologie d'étude de la surface de préparation

La surface totale de préparation est étudiée après traitement d'image (figure 5).

Le cône d'accès (5 premiers millimètres) étant normalement peu ou pas instrumenté il n'a pas été pris en compte dans l'aire étudiée, comme expliqué dans la figure 6.

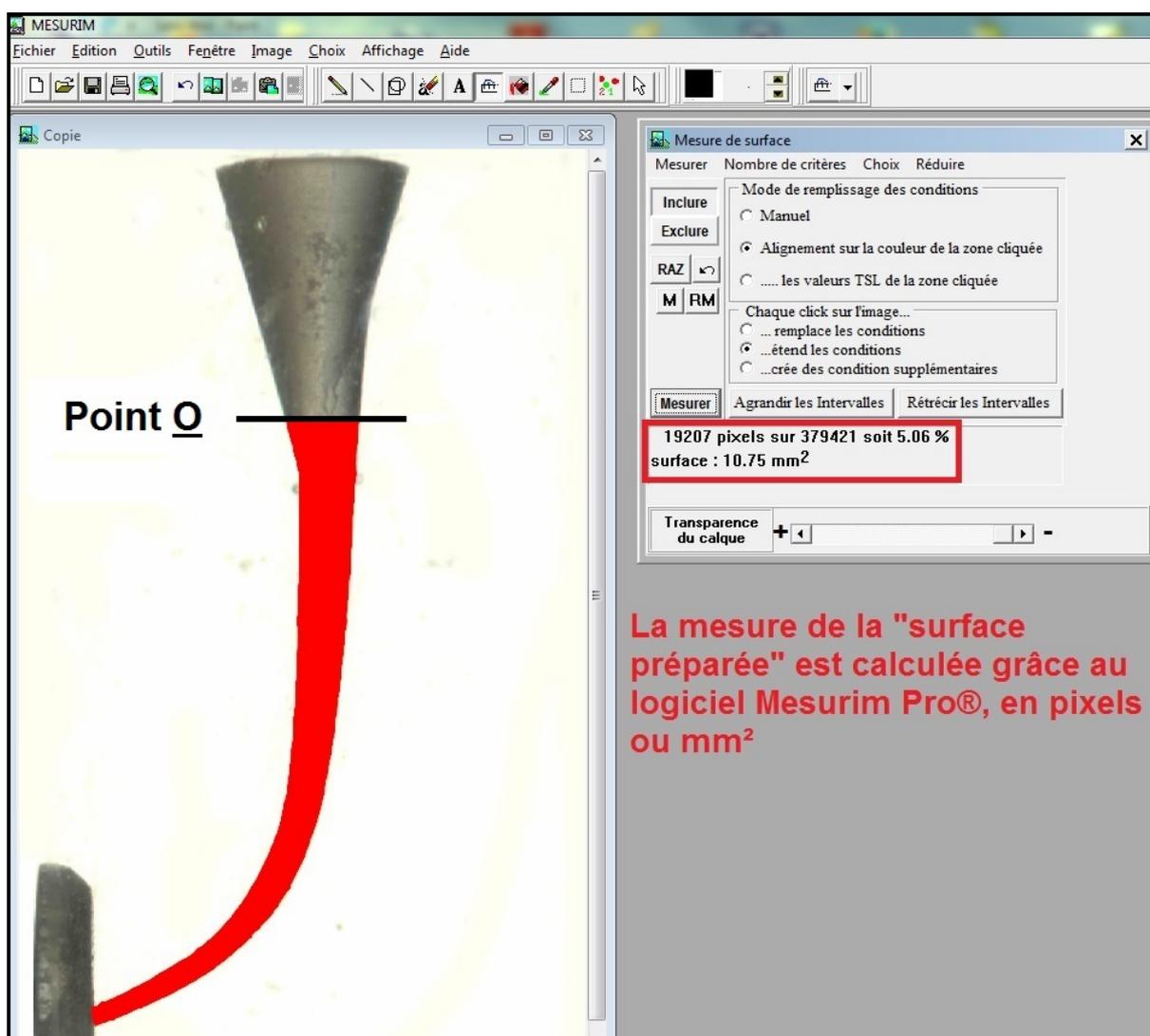


Figure 5 : Calcul de la surface préparée

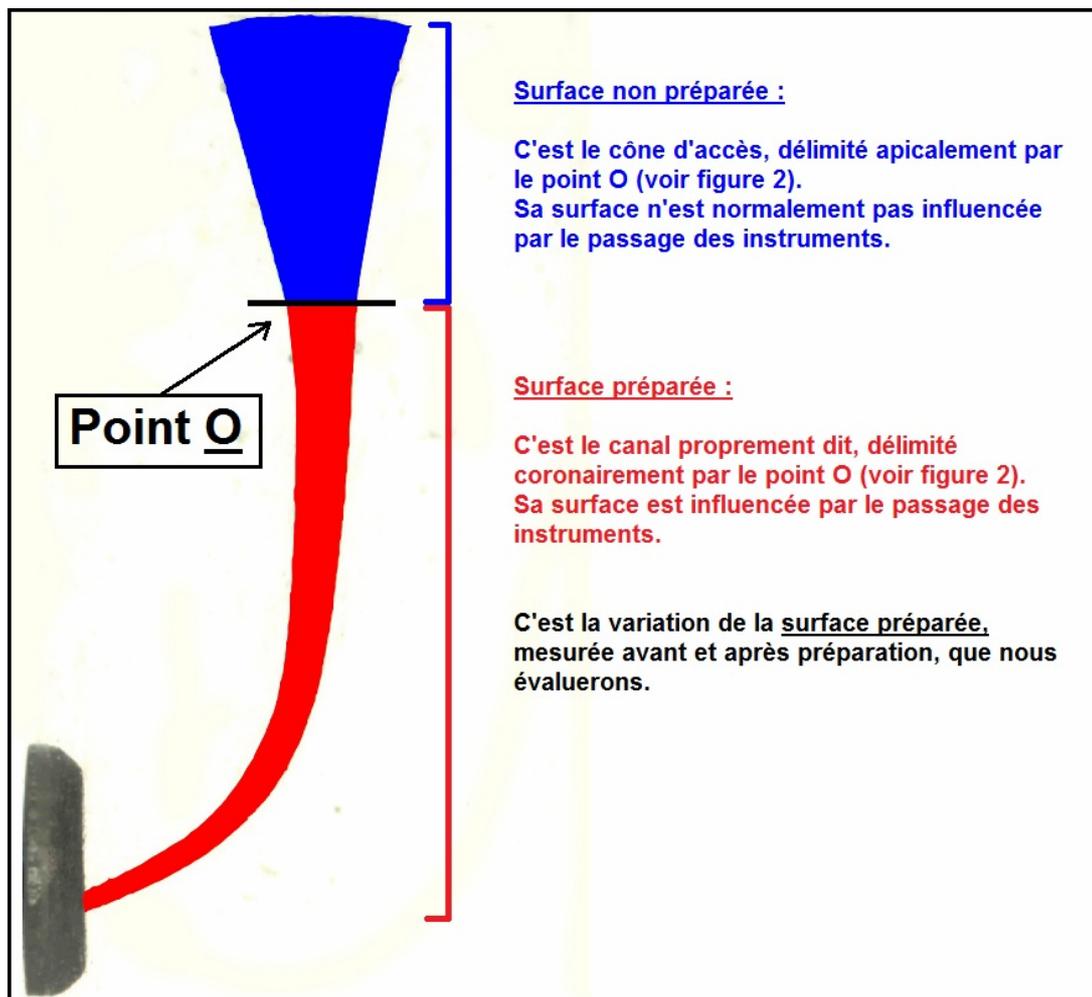


Figure 6 : Définition de la surface préparée

3.2.2.5. Evaluation des aberrations canalaires

Les aberrations canalaires (perforations, butées, zips, ...) ont été recensées.

3.2.2.6. Fractures / déformations instrumentales

Les différents incidents mécaniques observés au niveau des limes après utilisation ont été inventoriés.

3.2.3. Analyse statistique

Pour chaque paramètre, une analyse statistique de type Anova (Fisher's PLSD) a été réalisée.

Nous avons considéré le résultat :

- significatif lorsque $p < 0,05$.
- hautement significatif lorsque $p < 0,001$.

4. Résultats

4.1. Etude du trajet canalaire obtenu après préparation par système multi-instrumental : Revo-S®

4.1.1. Longueur de travail

Nous sommes passés d'une longueur moyenne de 16,528 mm avant préparation à une longueur de 16,530 mm après préparation, soit une augmentation de 0,002 mm.

Il en résulte qu'aucune modification significative de la longueur de travail n'est observée ($p=0,8901$).

4.1.2. Symétrie

Il apparaît une tendance du système à préparer majoritairement la paroi externe en O, HC, AC et EP, mais une tendance à préparer plutôt la paroi interne en BC (figure 7).

Point de mesure	Longueur moyenne de A (en mm)	Longueur moyenne de B (en mm)	Différence longueur A - longueur B	Direction du déplacement
O	0,47	0	0,47	centrifuge
HC	0,35	0,07	0,28	centrifuge
BC	0,05	0,29	-0,24	centripète
AC	0,14	0,13	0,01	centrifuge
EP	0,08	0,02	0,06	centrifuge

Figure 7 : Résultats de l'étude de la symétrie canalaire avec Revo-S®

4.2. Etude du trajet canalaire obtenu après préparation par système mono-instrumental : One Shape®

4.2.1. Longueur de travail

Nous sommes passés d'une longueur de 16,348 mm avant préparation à une longueur de 16,344 mm après préparation, soit une différence moyenne de 0,004 mm.

Il en résulte qu'aucune modification significative de la longueur de travail n'est observée ($p=0.6917$).

4.2.2. Symétrie

Il apparaît une tendance du système à préparer majoritairement la paroi externe en O, HC, AC et EP, mais une tendance à préparer plutôt la paroi interne en BC (figure 8).

Point de mesure	Longueur moyenne de A (en mm)	Longueur moyenne de B (en mm)	Différence longueur A - longueur B	Direction du déplacement
O	0,51	0	0,51	centrifuge
HC	0,41	0,11	0,3	centrifuge
BC	0,08	0,27	-0,19	centripète
AC	0,15	0,14	0,01	centrifuge
EP	0,1	0,03	0,07	centrifuge

Figure 8 : Résultats de l'étude de la symétrie canalaire avec One Shape®

4.3. Comparaison des résultats des différents systèmes

4.3.1. Longueur de travail

Que ce soit avec le système Revo-S® ou le système One Shape®, on n'observe pas de changement significatif de longueur de travail. Les résultats ne montrent pas non plus de différence significative entre les deux systèmes lorsqu'on compare la longueur de travail terminale ($p=0.0507$).

On note une augmentation de la longueur de travail de 0.002 mm pour le groupe Revo-S® et une diminution de la longueur de travail de 0.004 mm pour le groupe One Shape®.

On observe en général au cours de la mise en forme d'un canal une diminution de la longueur de travail due un redressement de la courbure canalaire, les instruments travaillant souvent au détriment de la paroi interne lorsqu'une courbure apparaît (figures 9 et 10).

Cette augmentation de longueur pourrait s'expliquer par une préparation faite avec des mouvements en « appui pariétal », travaillant plutôt au détriment de la paroi externe, et tendant à augmenter la longueur de travail.

Longueur mesurée	Longueur de travail moyenne et écart-type du groupe Revo-S® (en mm)	Longueur de travail moyenne et écart type du groupe One Shape® (en mm)	Statistique
Longueur de travail pré-opératoire	16,528 ± 0,266	16,348 ± 0,369	0,06
Longueur de travail post-opératoire	16,530 ± 0,289	16,344 ± 0,348	0,0507

Figure 9 : Tableau statistique comparant la longueur de travail avec Revo-S® et One Shape®

Evolution de la longueur de travail lors de la préparation

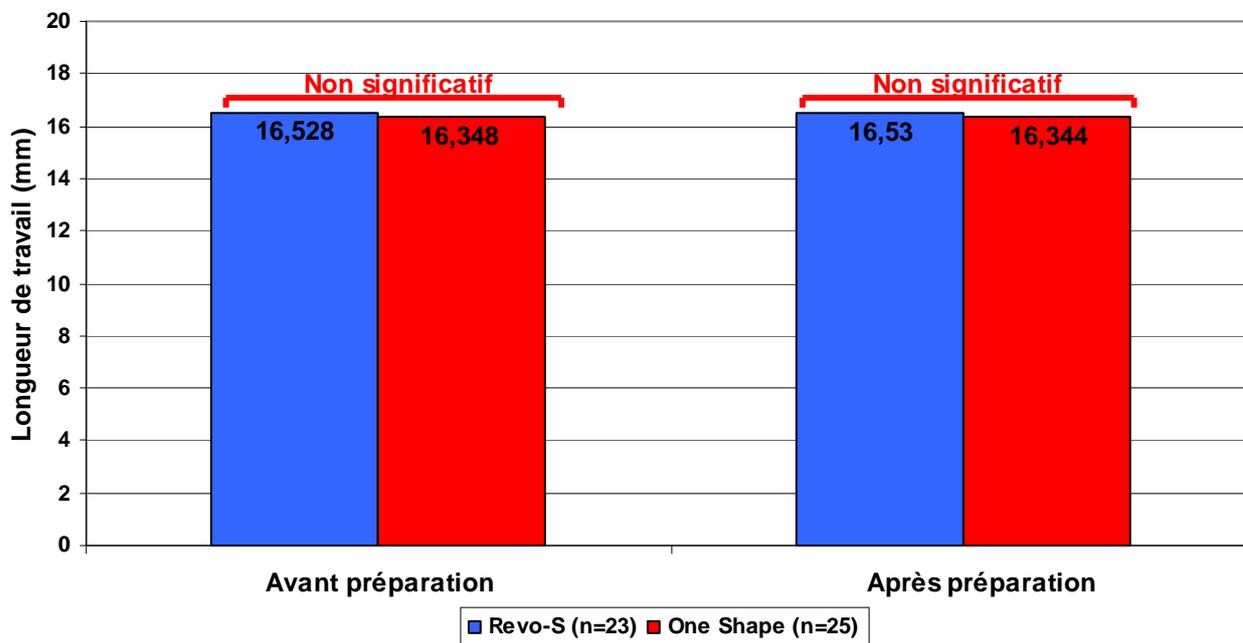


Figure 10 : Evolution de la longueur de travail lors de la préparation.

4.3.2. Symétrie

Si les valeurs obtenues sont globalement proches, on observe une différence hautement significative ($p < 0.0001$) entre les deux groupes au niveau du point BC, c'est-à-dire au début de la courbe (figure 11).

Les deux systèmes créent un déplacement canalaire centripète à ce niveau ($X = -0.263$ mm avec Revo-S®, $X = -0.188$ mm avec One Shape®), plus prononcé avec le système Revo-S® (figures 11 et 12).

Ce dernier système aurait donc tendance à préparer plus la paroi interne à l'entrée de la courbure que One Shape®.

On note en revanche un déplacement centrifuge plus important au niveau apical avec One Shape® ($X = 0.078$) qu'avec Revo-S® ($X = 0.066$).

Point de mesure	Valeur moyenne et écart-type de X du groupe Revo-S®	Valeur moyenne et écart-type de X du groupe One Shape®	Statistique
O	0,517 ± 0,09	0,514 ± 0,106	0,8948
HC	0,305 ± 0,103	0,296 ± 0,078	0,7427
BC	- 0,263 ± 0,066	- 0,188 ± 0,046	< 0,0001
AC	0,019 ± 0,053	0,007 ± 0,048	0,4361
EP	0,066 ± 0,026	0,078 ± 0,042	0,2462

Figure 11 : Tableau statistique comparant la symétrie avec Revo-S® et One Shape®.

Quantité et sens de déplacement du trajet canalaire au niveau des différents points de mesure

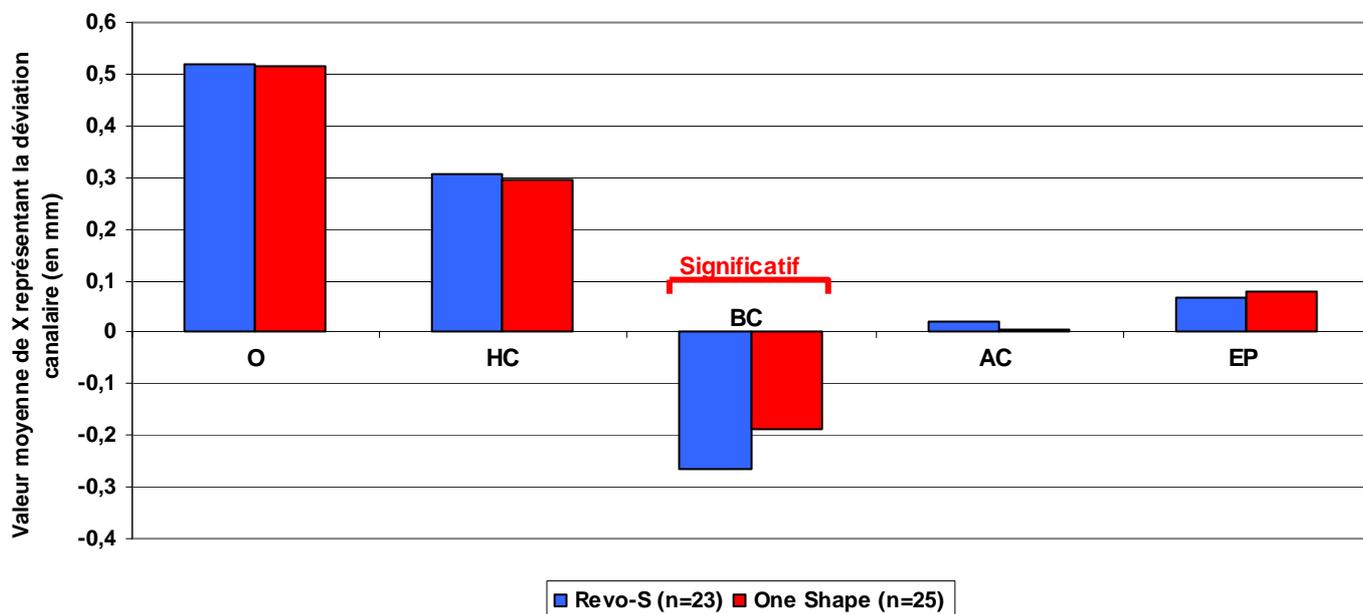


Figure 12 : Déplacement du trajet canalaire au niveau des différents points de mesure.

4.3.3. Surface de préparation

L'étude des surfaces de préparations dénote une relative homogénéité dans les échantillons avant instrumentation ($p=0.0608$) mais une différence hautement significative entre les deux groupes après préparation ($p<0.001$).

Lors de la mesure des surfaces finales, on trouve pour le groupe Revo-S® une surface moyenne de 8,37 mm², et pour le groupe One Shape® une surface moyenne de 7,86 mm² (figure 13 et 14).

Le passage de trois instruments successifs au lieu d'un (donc plus de passages) pourrait expliquer une préparation plus « délabrante » et les résultats obtenus.

Surface mesurée	Valeur moyenne et écart-type de la surface du groupe Revo-S® (en mm ²)	Valeur moyenne et écart-type de la surface du groupe One Shape® (en mm ²)	Statistique
Surface avant préparation	3,656 ± 0,353	3,456 ± 0,369	0,0608
Surface après préparation	8,370 ± 0,457	7,860 ± 0,481	< 0,001

Figure 13 : Tableau statistique comparant les surfaces de préparation avec Revo-S® et One Shape®.

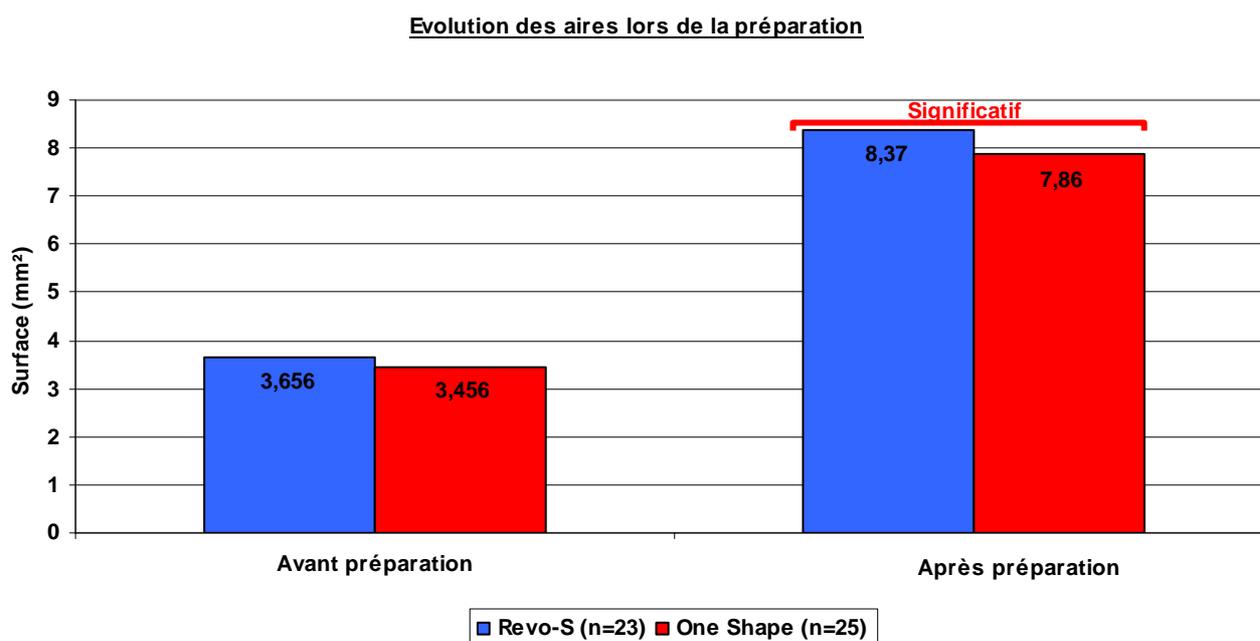


Figure 14 : Comparaison des surfaces de préparation avec Revo-S® et One Shape®.

4.3.4. Aberrations canalaires

Deux faux canaux ont été créés dans la série de préparations du groupe Revo-S®. Aucun blocage/bouchon apical n'est survenu.

4.3.5. Fractures / déformations instrumentales.

Durant les préparations, aucun instrument n'a été cassé.

En revanche, un nombre important d'instruments One Shape® ont subi des déformations structurelles permanentes au niveau de leur portion terminale, dans les 7 derniers millimètres, c'est-à-dire autour d'une zone de la lime étant le lieu d'un changement de design. (figure 15). A 6 mm de la pointe se trouve en effet une zone de "transition", permettant de passer d'une section à 3 arêtes à une section à 2 arêtes (annexe 1).

On recense 18 limes parmi les 25 utilisées (soit 68% des instruments) montrant des déformations conséquentes (dévrillages, flexions,...).

Il semble que cette zone de transition pourrait constituer un point de faiblesse dans la structure de l'instrument, quand bien même destiné à ne servir qu'une seule fois.

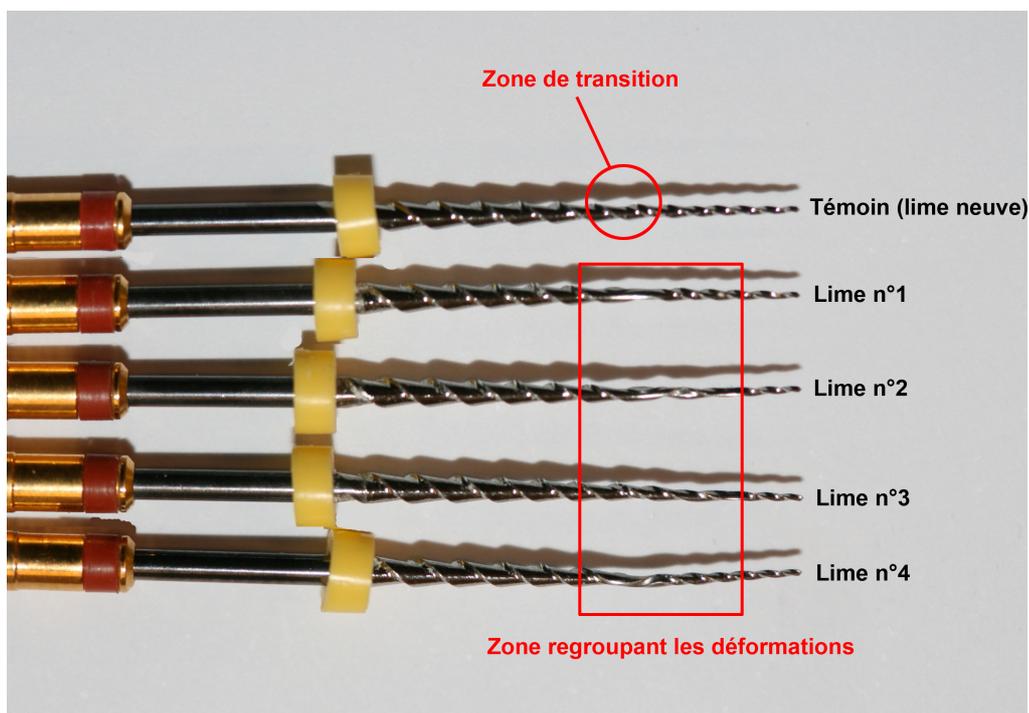


Figure 15 : Déformations observées sur les limes One Shape®

5. Discussion

5.1. Apport de l'essai présenté

Cette étude montre des résultats comparables, et des préparations aux profils similaires avec Revo-S® et One Shape® (figures 11 et 12).

Cependant, point par point, des différences significatives sont observées entre les deux groupes.

L'étude des surfaces de préparation indique une préparation des canaux simulés globalement plus importante avec Revo-S® (figure 13 et 14).

En terme de symétrie, Revo-S® semble préparer de façon plus centripète que One Shape® en entrée de courbure, la paroi interne étant une zone « critique » à épargner autant que possible en clinique, l'épaisseur de dentine y étant plus fine.

5.2. Interprétation des résultats

La littérature comporte de nombreuses études *in vitro* mettant en œuvre des systèmes mécanisés utilisant la rotation continue, mais peu utilisant le Revo-S® (une seule a été trouvée dans les publications récentes : Aydin et coll, 2012). One Shape® n'a à ce jour pas fait l'objet d'étude.

La longueur de travail, dans les études sélectionnées, est soit maintenue, soit diminuée légèrement à cause du redressement de courbure occasionné par les instruments.

Nous avons également mesuré une perte de longueur de travail minime avec le groupe One Shape®, et plus étonnamment une augmentation de cette longueur avec le groupe Revo-S®. Ce résultat peut sans doute être mis en lien avec la préparation importante de la paroi externe, ayant pour conséquence un léger déplacement centrifuge du trajet canalaire et donc une augmentation de sa longueur finale.

Les résultats obtenus concernant l'étude de la symétrie canalaire (entre autres avec Revo-S®) sur canaux simulés, détaillés plus haut, montrent un profil-type après préparation, avec un déplacement centripète en coronaire à l'entrée de la courbure, puis centrifuge en milieu de courbure et au niveau apical.

Nos résultats montrent, pour les deux groupes, un déplacement centrifuge important dans la partie rectiligne (points O et HC), centripète au départ de la courbure (point BC) puis centrifuge en milieu de courbure et en apical (points AC et EP).

La préparation des canaux, évidemment opérateur-dépendante, a manifestement été faite avec un appui pariétal externe marqué, expliquant ce travail de la résine presque exclusivement au détriment de la paroi externe dans la première partie rectiligne des canaux, et en apparence contradiction avec les résultats observés dans la littérature.

On note un déplacement apical en direction centrifuge plus important avec One Shape® qu'avec Revo-S®. La région apicale est une zone critique lors de la préparation canalaire, et elle est fréquemment le lieu d'incidents (zipping, déplacement interne ou externe) dus aux instruments et à leur utilisation, la mise en forme avec ce type d'instrument unique doit donc être réalisée avec précaution.

La lime One Shape®, dont la structure est plus globalement plus massive, a logiquement une rigidité plus importante. On peut supposer que l'effet de redressement de l'instrument est augmenté, et est sans doute responsable de cet excès de préparation externe dans la portion apicale.

Les études sélectionnées utilisent presque toutes un produit lubrifiant dont sont enduits les instruments avant préparation : de la glycérine (Aydin et coll, 2008 ; E. Schäfer, 2001 ; E. Schäfer & D. Lohmann, 2002 ; E. Schäfer & H. Florek, 2003 ; E. Schäfer et coll, 2006), Glyde® (Aydin et coll, 2012) ou Hibiscrub® (Bryant et coll, 1999 ; S. A. Thompson & P. M. H. Dummer, 2000).

Nous avons pour notre part utilisé une solution d'alcool modifié.

On peut penser qu'un produit plus lubrifiant comme la glycérine pourrait diminuer les contraintes exercées tant sur l'instrument que sur les parois, y compris dans le cadre de canaux simulés.

5.3. Intérêts et limites de l'étude

5.3.1. Intérêts et limites des études *in vitro*

L'utilisation de canaux simulés sur bloc de résine permet de s'affranchir des variables rencontrées lors d'expérimentations sur dents naturelles (Dummer et coll, 1991).

Cela rend possible des conditions standardisées concernant la taille, la forme et la conicité du canal mais aussi la localisation et le rayon de courbure.

L'anatomie canalaire présente en effet des variations parfois très importantes, tant au niveau de la longueur ou de la section du canal, qu'au niveau du trajet canalaire qui peut présenter un ou plusieurs courbures, plus ou moins prononcées (Cunningham & Senia, 1992 ; Kartal & Cimili, 1997).

Les blocs en résine sont des modèles expérimentaux simples standardisés rendant possible l'obtention de résultats reproductibles, et permettant de comparer directement la capacité de mise en forme de différents instruments (Hülsmann et coll, 2005 ; Schäfer et coll, 1995).

En revanche, l'utilisation de résine soulève la question de l'abrasivité et de la dureté du matériau, dont les propriétés diffèrent de celles de la dentine. La micro-dureté de la dentine a été mesurée entre 35 et 40 kg/mm² près de la pulpe, alors que la dureté de la résine utilisée pour les canaux simulés est estimée entre 20 et 22 kg/mm² selon le matériau utilisé (Lim & Webber, 1985).

Il a été remarqué que la taille des débris de résine et de dentine n'était pas la même, expliquant de nombreux blocages dans la portion apicale et des difficultés à enlever ces débris de résine (Lim & Webber, 1985).

Des auteurs supposent aussi que la chaleur générée lors de la préparation de canaux simulés en résine pourrait ramollir le matériau et changer sa consistance (Kum et coll, 2000).

L'action des instruments ne serait alors pas transposable à celle obtenue *in vivo*, tout comme les résultats obtenus.

5.3.2. Expérience de l'utilisateur

Un seul opérateur a réalisé l'ensemble des préparations : la série Revo-S® puis la série One Shape®, afin d'être le plus reproductible dans la façon d'utiliser les instruments et de réaliser la mise en forme des canaux simulés.

Il est évident que l'utilisation des systèmes, même en respectant les recommandations pratiques du fabricant, est très opérateur-dépendante. La préparation et les résultats obtenus sont directement liés à la technique utilisée par ce dernier.

Malgré un entraînement préalable réalisé avec plusieurs Endo Training Blocks® pour une "prise en main" des instruments, aucun des deux systèmes n'ayant été utilisé auparavant par l'opérateur, on peut estimer que les particularités propres à chaque système n'étaient pas totalement acquises lors des préparations, une courbe d'apprentissage étant propre à l'utilisation de ce type de matériel.

Cependant, on peut y voir une réelle objectivité devant ces systèmes, tous les deux nouveaux pour l'opérateur et manipulés de la même manière.

6. Conclusion et perspectives

Les systèmes à instrument unique, qui ont récemment complété le panel d'instruments endodontiques, séduisent forcément par leur concept, promettant un protocole plus simple, sûr et rapide lors des traitements endodontiques.

Nous avons dans cette étude comparé *in vitro* l'aptitude à préparer les canaux de deux systèmes du fabricant Micro-Mega®, aux design apicaux similaires, l'un pluri-instrumental, l'autre mono-instrumental.

Il s'avère que One Shape® offre avec une séquence instrumentale simplifiée des résultats comparables à ceux du Revo-S®. Plus intéressant, la lime One Shape® semble plus centrée en entrée de courbure, ce qui lui permet d'épargner la paroi interne, et rendrait le système plus "sécuritaire". Cette supériorité est toutefois relative puisqu'on observe pour ce même système une tendance accrue à déporter vers l'extérieur le trajet canalaire en apical.

Les études *in vitro* n'étant pas suffisantes pour juger de la qualité d'un système destiné à un usage clinique, il faudrait compléter ces résultats grâce à des études sur dents naturelles, afin d'observer le comportement des instruments utilisés sur des tissus dentaires minéralisés, et leur incidence sur la qualité du nettoyage canalaire.

Toutefois, si notre étude, n'employant que des canaux simulés standardisés a permis de comparer ces deux systèmes, qui permettent l'obtention d'une préparation de conicité 6% et avec un diamètre apical de 25/100^{ème} de mm, on peut conjecturer déjà des limites de One Shape® dans un exercice clinique, puisque ce dernier ne propose aucun instrument « complémentaire » pour la finition apicale. En effet, il n'est pas rare pour un praticien de se trouver confronté à un cas d'apex résorbé ou immature, ou tout simplement large, dont l'anatomie canalaire nécessite une préparation au diamètre plus important, ce que le système ne permet pas.

D'autre part, la résistance mécanique de cet instrument unique, et plus particulièrement de la « zone de transition » nécessiterait d'être étudiée.

ANNEXE : Systèmes instrumentaux

Le système Revo-S® :

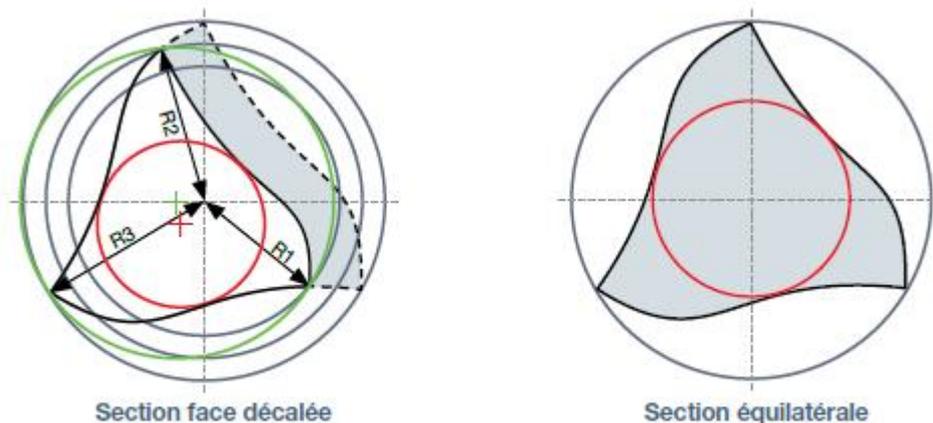
- Présentation du système :

Le système Revo-S® regroupe une séquence de base de 3 instruments : SC1, SC2 et SU qui permettent de réaliser une préparation canalaire complète.

3 autres instruments complémentaires : AS30, AS35 et AS40 permettent de travailler la finition apicale si besoin est.

La particularité du système est de présenter une section avec une face décalée, asymétrique, qui procure aux instruments un mouvement de reptation dans le canal.

Seul l'instrument SC2 possède une section équilatérale pour un meilleur centrage de l'instrument.



Les instruments possèdent une section grossièrement triangulaire, avec 3 angles de coupe positifs.

On note une pointe inactive et un pas progressif qui limite l'effet de vissage.

- SC1 : Shaper et Cleaner 1 : manche blanc ; diamètre de la pointe : 25/100 ; conicité de 6% ; longueur : 21mm; une face décalée ; actions : coupe + dégagement.

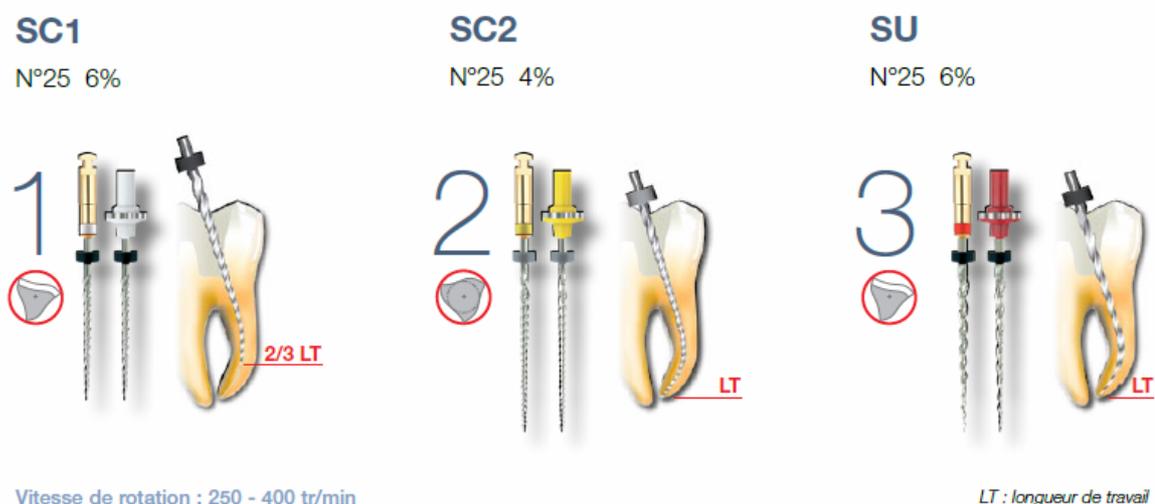
- SC2 : Shaper et Cleaner 2 : manche jaune ; diamètre de la pointe : 25/100 ; conicité de 4% ; longueur : 25mm; sans face décalée (section équilatère) ; action : nettoyage.
 - SU : Shaper Universal : manche rouge ; diamètre de la pointe : 25/100 ; conicité de 6% ; longueur : 25mm; une face décalée ; actions : coupe + dégagement.
 - AS30 : Apical Shaper 30 : manche bleu ; diamètre de la pointe : 30/100 ; conicité de 6% ; longueur : 25 mm ; une face décalée ; actions : coupe + dégagement.
 - AS35 : Apical Shaper 35 : manche vert ; diamètre de la pointe : 35/100 ; conicité de 6% ; longueur : 25 mm ; une face décalée ; actions : coupe + dégagement.
 - AS40 : Apical Shaper 40 : manche noir ; diamètre de la pointe : 40/100 ; conicité de 6% ; longueur : 25 mm ; une face décalée ; actions : coupe + dégagement.
- Protocole standard :

Pénétration initiale :

- Pénétration dans le canal avec un instrument conventionnel en acier (habituellement une lime K n°10 - MMC n°10/21 mm).
- L'utilisation d'Endoflare® est recommandée.
- L'utilisation des G-Files™ peut s'avérer être utile pour faciliter le passage des instruments suivants.
- Les instruments doivent fréquemment être retirés du canal et nettoyés à l'aide d'une compresse pour éliminer les débris dentinaires présents entre les spires.

Passage des instruments (Les instruments Revo-S® doivent être utilisés à une vitesse de rotation comprise entre 250 et 400 tr/min) :

- SC1 jusqu'à 2/3 LT : pratiquer un mouvement lent de descente en un passage, sans pression.
- SC2 jusqu'à LT : appliquer un mouvement de descente progressif en trois passages (trois mouvements de va-et-vient).
- SU jusqu'à LT : pratiquer un mouvement lent de descente en un passage, sans pression. Puis si nécessaire, réaliser un appui pariétal de remontée après contrôle de la perméabilité apicale.



- Le canal doit être abondamment irrigué à l'hypochlorite de sodium (de 2,5% à 5%) entre chaque passage d'instrument. L'utilisation d'un gel chélatant (MM-EDTA Cream® par exemple) est conseillée pour la lubrification des instruments et l'élimination de la boue dentinaire.

Le système OneShape® :

- Présentation du système :

OneShape® est un instrument à section variable, tout au long de sa lame.

On identifie 3 zones de sections différentes :

- La première présente une section à 3 arêtes de coupe à pas variable.
- La seconde, dite de transition, a une section qui passe progressivement de 3 à 2 lèbres de coupe.
- La dernière (coronaire) est pourvue de 2 arêtes de coupe.



- Protocole standard :

Cavité d'accès :

- Prendre une radiographie préopératoire avec angulateur qui permettra d'apprécier les difficultés et de déterminer une Longueur de Travail estimée (LTe).
- Réaliser la cavité d'accès avec un accès direct aux orifices canaux.
- Éliminer les contraintes corono-radiculaires et les surplombs dentinaires grâce à l'utilisation d'Endoflare® (ou autre évaseur). La pénétration d'Endoflare® est limitée à 3 mm en dessous du plancher pulpaire.
- Irriguer à l'hypochlorite de sodium.

Cathétérisme :

- Explorer le canal à l'aide d'une lime manuelle K n°10 (MMC 10 par exemple).
- Si la lime K n°10 atteint très facilement la LTe et qu'il est possible de passer une lime K n°15 jusqu'à cette LTe : déterminer la Longueur de Travail (LT), irriguer et utiliser directement One Shape® selon le protocole établi.
- Si la lime K n°10 n'atteint pas la LTe : irriguer, utiliser les G-Files™, limes NiTi de cathétérisme en rotation continue. Amener G1 puis G2 à la LTe selon le protocole opératoire préconisé en irrigant entre chaque passage instrumental.
- Déterminer la longueur de travail (LT) à l'aide d'une lime K n°15.

Mise en forme canalaire avec One Shape® :

Irriguer abondamment à l'hypochlorite de sodium.

Un gel chélatant (MM-EDTA Cream® par exemple) peut être utilisé pendant la mise en forme canalaire.

- Descendre progressivement One Shape® jusqu'aux 2/3 de la LT par un mouvement de va et vient sans pression. Pratiquer un appui pariétal de remontée afin de pré-élargir le canal. Retirer One Shape® du canal et le nettoyer. Irriguer et vérifier la perméabilité du canal à l'aide d'une lime K n°10.
- Réintroduire One Shape® dans le canal et descendre progressivement à LT-3 mm par un mouvement de va et vient sans pression. Retirer One Shape® du canal et le nettoyer. Irriguer et reperméabiliser le canal à l'aide d'une lime K n°10.
- Réintroduire One Shape® dans le canal et descendre progressivement à la LT selon le mouvement préconisé. L'atteinte de la LT peut se faire en un ou plusieurs passages (retrait, nettoyage de la lime, irrigation et reperméabilisation) selon la complexité du canal. Un appui pariétal de remontée peut ensuite être réalisé si nécessaire et en fonction de l'anatomie canalaire.

BIBLIOGRAPHIE :

- Aydin C, Inan U, Yasar S, Bulucu B, Tunca YM.
Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 : Mar;105(3):e92-7.
- Aydin C, Inan U, Gultekin M. Comparison of the shaping ability of Twisted Files with ProTaper and RevoS nickel-titanium instruments in simulated canals. Journal of Dental Sciences, Volume 7, Issue 3, September 2012 : 283-8.
- Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Int Endod J. 1999 May;32(3):155-64.
- Calberson FL, Deroose CA, Hommez GM, Raes H, De Moor RJ.
Shaping ability of GT Rotary Files in simulated resin root canals. Int Endod J. 2002 Jul;35(7):607-14.
- Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. J Endod. 1992 Jun;18(6):294-300.
- Delage, S. Préparation endodontique par instrument unique – Etude comparative *in vitro* de la mise en forme canalaire du Protaper®/Wave One®. Thèse d'exercice en Odontologie : Lyon : 2013 : 10366.
- Dummer PM, Alodeh MH, Al-Omari MA. A method for the construction of simulated canals in clear resin blocks. International Endodontic Journal 1991;24: 63–6.
- Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals : shaping goals, techniques and means. Endodontics Topics 2005:1601-1538.

- Kartal N, Cimilli HK. The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. *J Endod.* 1997 Jun;23(6):358-62.
- Kum KY, Spångberg L, Cha BY, IL-Young J, Seung-Jang L, Chan-Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 2000;26:719-23.
- Lim KC, Webber J. The validity of simulated canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 1985;18:240–246.
- Machtou P. Nettoyage et mise en forme du système canalaire. *Endodontie – guide clinique.* Paris : CdP, 1993:37-57;143-152.
- Mac Spadden J.T. Une nouvelle approche pour la préparation et l’obturation canalaire. Les instruments mécanisés en nickel-titane et la gutta-percha multiphase. *Endo.*, 1993;12(1):9-19.
- Mullaney T.P. Instrumentation of finally curved canals. *Dent. Clin. North. Am.*, 1979, Oct;23(4):575-592.
- Roane J.B., Sabala C., Duncanson M. The « balanced force » concept for instrumentation of curved canals. *J. Endod.*, 1985 May;11(5):203-211.
- Schäfer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod* 1995;21:493-7.
- Schäfer E. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Aug;92(2):215-20.

- Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J. 2002 Jun;35(6):505-13.
- Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J. 2003 Mar;36(3):199-207.
- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J. 2006 Mar;39(3):196-202.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent. Clin. North. Am., 1974;18: 269-296.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. Int Endod J. 2000 May;33(3):255-61.

REFERENCES INTERNET :

- Micro-Mega France. Documentation :
<http://www.micromega.com/francais/espaceclients/documentation/index.php>.

BRUNIER (Pierre-Jean) – La préparation endodontique par instrument unique – Etude comparative *in vitro* de la mise en forme canalaire du Revo-S® / One Shape®
 (Thèse : Chir. Dent. : Lyon : 2013.068)
 N°2013 LYO 1D 068

Le matériel spécifique à l'endodontie n'a cessé d'évoluer ces dernières années, tant et si bien qu'on dispose aujourd'hui de systèmes « mono-instrumentaux » permettant une préparation canalaire rapide, avec un protocole simplifié. Y figure le système One Shape®, dont le design et les caractéristiques sont proches de ceux du Revo-S®, système pluri-instrumental du même fabricant (Micro-Mega, Besançon, France).

Nous avons évalué ces deux systèmes *in vitro* grâce à des Endo Training Blocks® afin de comparer leur capacité à préparer un canal simulé et à respecter les impératifs mécaniques nécessaires à un traitement endodontique de qualité.

Après une revue synthétique des principaux résultats trouvés dans la littérature scientifique récente, nous avons mis en place un protocole permettant la comparaison des deux systèmes par une série de mesures réalisées sur des images pré et post-opératoires des canaux simulés, obtenues par numérisations.

Le premier paramètre évalué, la longueur de travail, ne montre pas de différence significative. L'étude de la symétrie canalaire montre une préparation moins centripète à l'entrée de courbure avec One Shape®, ce qui rendrait le système plus « sécuritaire ».

Toutefois, il apparaît que la majorité des instruments One Shape® présente une déformation structurelle souvent importante, ce qui semble contre-indiquer leur utilisation répétée dans le cadre de traitements de dents pluri-radiculées.

Néanmoins, ces observations nécessitent d'être complétées par une étude sur dents naturelles.

Rubrique de classement : ENDODONTIE

Mots clés :

- Mise en forme
- Revo-S®
- One Shape®
- Endo Training Blocks®

Mots clés en anglais :

- Shaping ability
- Revo-S®
- One Shape®
- Endo Training Blocks®

Jury : **Président :** Monsieur le Professeur Pierre FARGE
Assesseurs : Madame le Docteur Béatrice THIVICHON
 Monsieur le Docteur Cyril VILLAT
 Madame le Docteur Alexandra DAVID

Adresse de l'auteur : Pierre-Jean BRUNIER
 310 chemin des Parisiens 74540 CUSY