

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2018

Thèse n° 2018-TOU3-3028

THESE

**POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

par

Manon SAUCOURT

Le 15 juin 2018

**RESPECT DE L'ANATOMIE CANALAIRE
SUR SIMULATEUR :
PROTAPER NEXT® VERSUS 2SHAPE®**

Directeur de thèse : Docteur Pauline PECQUEUR

JURY

Président :	Professeur Franck DIEMER
1 ^{er} Assesseur :	Docteur Marie GURGEL- GEORGELIN
2 ^{ème} Assesseur :	Docteur Florent DESTRUHAUT
3 ^{ème} Assesseur :	Docteur Loïc MOURLAN
4 ^{ème} Assesseur :	Docteur Pauline PECQUEUR



UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2018

Thèse n° 2018-TOU3-3028

THESE

POUR LE DIPLÔME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Manon SAUCOURT

Le 15 juin 2018

**RESPECT DE L'ANATOMIE CANALAIRE
SUR SIMULATEUR :
PROTAPER NEXT® VERSUS 2SHAPE®**

Directrice de thèse : Docteur Pauline PECQUEUR

JURY

Président :	Professeur Franck DIEMER
1 ^{er} Assesseur :	Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN
2 ^{ème} Assesseur :	Docteur Florent DESTRUHAUT
3 ^{ème} Assesseur :	Docteur Pauline PECQUEUR
Invité :	Docteur Loïc MOURLAN



...

Faculté de Chirurgie Dentaire

→ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRI-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, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme DARIES, Mme BROUTIN

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme YAN-VERGNES, Mme ARAGON

Adjoint d'Enseignement : Mme DIVOL,

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

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES,

Assistant: Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

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

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Maître de Conférences Associée : Mme VINEL

Assistants: Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER

Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT
 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

PROTHESES

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. POGÉANT, Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD,
 Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mme DE BATAILLE,

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONQOT, 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

Je dédie cette thèse

À toute ma famille, vous êtes ma richesse. À mon papy Pierre.

À mes parents, vous avez été mes piliers. Votre soutien m'a portée jusqu'ici. Merci d'avoir cru en moi lorsque je doutais, d'avoir séché mes larmes lorsque je pleurais, d'avoir célébré mes réussites, et d'avoir joué les taxis lorsque je n'étais plus capable de rentrer de soirée. Papa, je peux trouver toute ta douceur et ton amour en regardant dans tes yeux. Maman, rien ne me rend plus heureuse aujourd'hui que la fierté dans ton regard, tout cela c'est en grande partie pour toi, et surtout avec toi.

À Léa, à nos fous rires et nos disputes. Je suis très fière de toi, de la femme que tu es devenue, et de celle que tu deviendras. À Pierre, je souhaite de tout cœur te voir trouver ta voie et t'épanouir. Je veillerai toujours sur vous. Je vous aime.

À mamie Colette, qui me surestime toujours, ton amour sans limite m'est si précieux, tu nous as offert des souvenirs d'enfance merveilleux.

À Caroline, toujours débordante de compliments et d'amour, Arnaud, tata Monique et tonton René, votre soutien m'a tellement apporté.

À Christine, tu as été la première à me faire découvrir la dentisterie, avant même que je sache que j'en ferai mon avenir. Merci pour ta bienveillance, ta générosité et ton savoir.

À Pierre, tu es comme la famille, je sais que nous vivrons la suite toujours près l'un de l'autre.

À Mélanie, je n'imaginai pas qu'une si grande amitié soit possible.

À Anthony, merci d'être toi, pourvu que tu restes encore longtemps à mes côtés. Et je propose qu'on oublie enfin ce devoir commun de maths...

À Hortense, tant de chemin parcouru... et encore tant à parcourir, côte à côte.

Juliette pour tous ces moments de joie et de rire, pourvu qu'ils soient encore nombreux ! Ces 5 années auraient été tellement plus tristes sans toi à mes côtés.

Clotilde, si gentille et généreuse, nous avons vécu tant de choses ensemble !

Maëlle, j'ai trouvé en toi une amie précieuse, une confidente, une alliée. Merci pour toutes les Margarita au Bar et Vous en compagnie de **Romain** (la force tranquille), **Paulo** (et nos chamailleries), **Alex** et **Emi**. Merci à **Harmo** pour sa petite touche aveyronnaise qu'on aime tant, à **Laure** pour être toujours une si bonne partenaire de soirée, à **Paule** pour les teq-paf, à **Mathieu** pour sa bonne humeur et à **Pierrot** qui a toujours le bon mot.

Merci à ma super binôme **Morgane**, sur qui je peux toujours compter, à **Karen**, **Sarah C** et **Sarah B** pour les bons moments partagés.

Merci à la team Hôtel Dieu pour les kilos et la bonne humeur !

À Franck et Jenny, merci pour votre gentillesse, votre confiance et votre bienveillance à mon égard.

A notre président de thèse,

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.

C'est un honneur d'être sous votre présidence pour cette thèse.
Nous vous remercions pour votre disponibilité et votre implication dans ce travail.

Votre enseignement clinique et vos conseils ont grandement enrichi notre apprentissage. Votre bienveillance ainsi que vos qualités humaines nous sont précieuses. Nous vous remercions chaleureusement pour votre écoute, votre patience et votre confiance. Nous vous remercions également d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Veuillez trouver en celle-ci le témoignage de notre grande reconnaissance et de notre profond respect.

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 accepté de faire partie de ce jury de thèse. Nous vous remercions également pour votre enseignement, toujours avec pédagogie, gentillesse et bonne humeur. Nous avons pu apprécier votre prévenance et votre investissement auprès de vos patients, qualités que nous admirons.

À notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Florent DESTRUHAUT

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Expert près la Cour d'Appel de Toulouse,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe,
- Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- Responsable du diplôme universitaire d'occlusodontologie et de réhabilitation de l'appareil manducateur,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous remercions d'avoir accepté de prendre part à ce jury de thèse. Nous vous remercions sincèrement pour votre disponibilité et votre générosité en tant qu'enseignant et en tant que praticien. Travailler sous votre direction pendant une année de clinique a été très enrichissant, professionnellement et humainement.

A notre directrice de thèse,

Madame le Docteur Pauline PECQUEUR

- Assistant Hospitalo-Universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 d'Anthropologie,
- Lauréate de l'université Paul Sabatier.

Nous vous remercions pour votre disponibilité, votre enthousiasme et votre rigueur. Bénéficier de vos conseils a été très enrichissant, vos encouragements et votre gentillesse ont été moteur dans l'accomplissement de cette thèse.

Votre implication et votre soutien sont inestimables.
Veuillez trouver en ce travail notre gratitude et notre respect.

À 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 de siéger dans ce jury.

Nous vous remercions particulièrement pour votre grande bienveillance,
pour votre aide et vos conseils, toujours donnés avec humilité.

Vos qualités humaines et vos compétences cliniques nous ont beaucoup apporté
durant notre stage actif. Nous vous en sommes très reconnaissants.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	12
I. MATERIEL ET METHODE	16
1. Simulateurs.....	16
2. Le banc d'essai.....	16
3. Protocole.....	17
4. Photographies des simulateurs.....	18
5. Traitement des photographies.....	19
6. Mesures.....	21
7. Analyses statistiques.....	21
II. RESULTATS	22
III. DISCUSSION	29
1. Analyse des résultats.....	29
2. Choix du matériel et méthode.....	31
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	34

INTRODUCTION

La mise en forme canalaire est indispensable à la désinfection et à la préparation pour l'obturation du canal, lors du traitement endodontique. Le passage des instruments dans le canal a pour but l'obtention d'une mise en forme canalaire et apicale suffisante pour permettre aux solutions d'irrigation d'atteindre toutes les zones de l'espace canalaire. Une mise en forme optimale permet le nettoyage tridimensionnel du canal par élimination de la pulpe, des débris pulpaire et de la dentine infectée, et permet également la réalisation d'une obturation tridimensionnelle étanche du canal. En effet, l'obturation du canal doit combler la totalité de l'espace canalaire, de façon homogène et dense. [7]

La mise en forme canalaire est donc une étape clé du traitement endodontique puisqu'elle va conditionner le nettoyage et l'obturation canalaire. [22]

De nombreuses difficultés peuvent être rencontrées par le praticien lors de la mise en forme canalaire : déviations de la trajectoire canalaire, butées, perforations, fractures de l'instrument, bouchons.... [15] Ces accidents de mise en forme sont d'autant plus fréquents que les instruments utilisés sont rigides, telles que les limes manuelles en acier, tandis que les limes en Nickel-Titane ont tendance à réduire le risque d'accidents, plus encore si elles sont utilisées en rotation continue. [15] En effet, l'instrumentation en nickel-titane, caractérisée par une grande flexibilité due à la super-élasticité, peut « appréhender » les courbures en se déformant élastiquement de façon importante [21] et ceci avec des conicités plus importantes de 2% à 4 et 6%.

Face à ces avantages, les instruments rotatifs en Nickel-Titane ont notamment un défaut : ils entraînent un redressement de la trajectoire canalaire. [8, 13, 16]

Aujourd'hui, de nombreux systèmes d'instruments rotatifs en nickel titane existent. Certains sont présentés comme limitant ce redressement canalaire.

Les instruments du système Protaper Next® (Dentsply Maillefer, Ballaigues – Suisse) présentent une section rectangulaire décentrée créant un effet d'ondulation. La rotation de la section décentrée crée un espace élargi pour l'évacuation des débris. Cet effet d'ondulation permettrait également le respect de

l'anatomie du canal. Ils sont constitués d'un alliage Nickel-Titane M-Wire qui leur confère une grande souplesse tout en maintenant l'efficacité de coupe. La séquence est constituée des limes X1 (appelée dans cette étude PTN1) de conicité 4% et de diamètre 20/100^{ème}, et X2 (appelée dans cette étude PTN2) de conicité 6% et de diamètre 25/100^{ème}. Ils s'utilisent sans appui pariétal. Leur conicité régulière optimise la technique du crown-down. (ProTaper Next – Flexible performance – Données du fabricant).

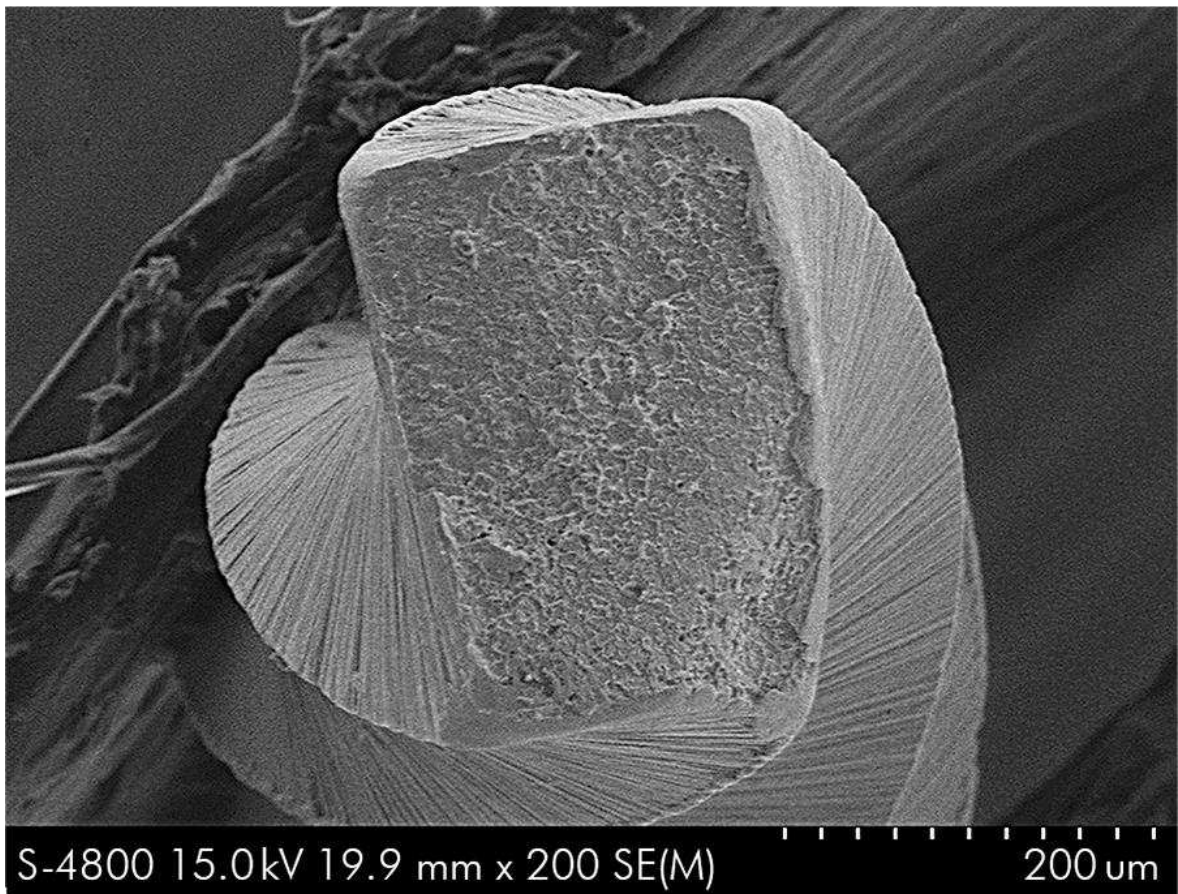


Figure 1 : vue de la section transversale d'un instrument PTN fracturé au microscope électronique à balayage X200.



Figure 2 : limes PTN1 (bague jaune) et PTN2 (bague rouge).

Les instruments du système 2Shape® (MicroMega, Besançon - France) présentent une section en triple hélice, avec deux arêtes principales qui favorisent l'efficacité de coupe, et une arête secondaire qui améliore la remontée des débris et diminue les contraintes sur la lime. L'arête secondaire est taillée en retrait d'environ $6/100^{\text{ème}}$ de mm par rapport aux deux autres. La section est donc dissymétrique. Ces limes s'utilisent par des mouvements de descentes progressif avec appui pariétal de remontée. Elles sont constituées d'un alliage Nickel-Titane ayant subi un traitement thermique T-Wire, leur conférant une grande flexibilité et une augmentation de la résistance à la fatigue cyclique. La séquence est composée des limes TS1 de conicité 4% et de diamètre $25/100^{\text{ème}}$, et TS2 de conicité 6% et de diamètre $25/100^{\text{ème}}$. [5, 19]

Le système 2Shape®, de par sa constitution en Nickel-Titane, son traitement thermique et son anatomie en triple hélice, limiterait le redressement canalaire provoqué par la mise en forme rotative

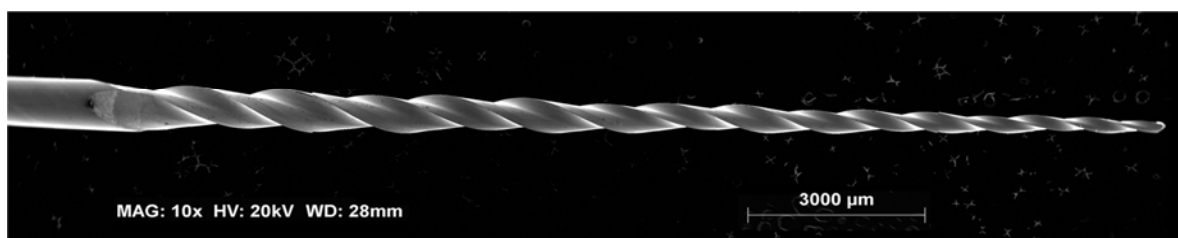


Figure 3 : vue de la partie active du TS1 au microscope électronique à balayage x10.

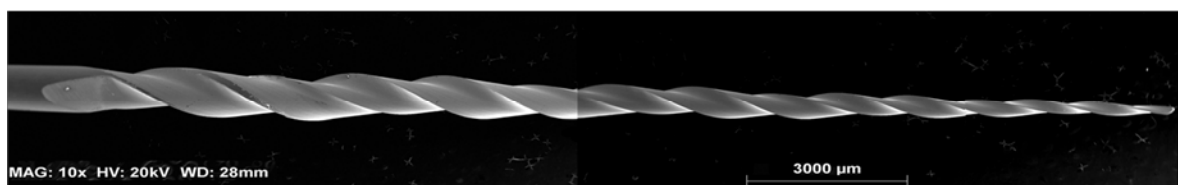


Figure 4 : vue de la partie active du TS2 au microscope électronique à balayage x10.

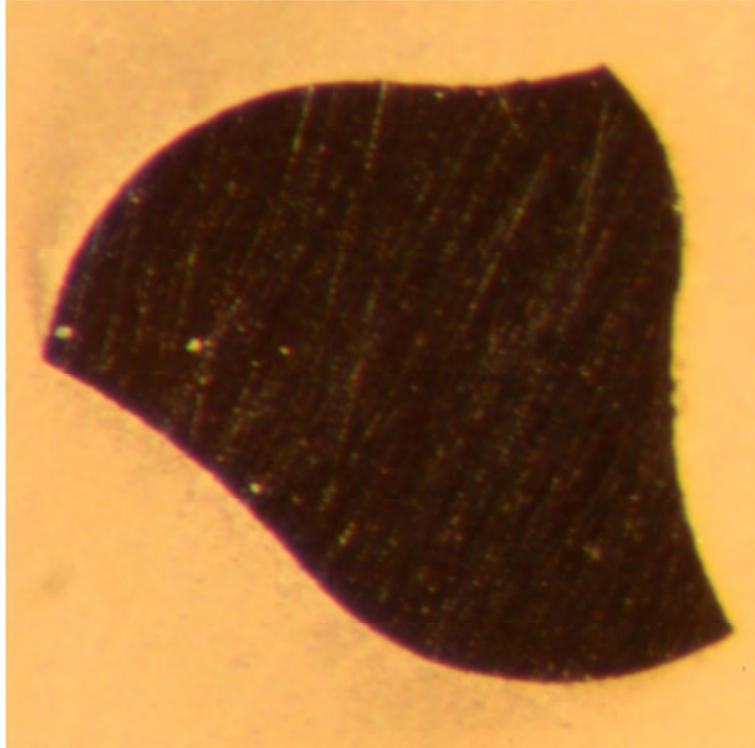


Figure 5 : section transversale d'un instrument TS dans de la résine.



Figure 6 : limes TS1 (bague jaune) et TS2 (bague rouge).

Ces deux systèmes présentent donc une séquence de deux instruments et une géométrie instrumentale asymétrique.

L'objectif de cette étude est de comparer le respect de l'anatomie canalaire sur simulateur entre le système Protaper Next® et le système 2Shape®.

I. MATERIEL ET METHODE

1. Simulateurs

Cette étude a été réalisée sur des simulateurs Endo training-bloc.02 Taper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues – Suisse) en résine. Les blocs mesurent 30 x 10 x 10 mm. Ils comportent un canal de 18mm de longueur et de diamètre initial 10/100^{ème} (norme ISO). La conicité des 4 premiers millimètres est fortement majorée. Les 12,5 mm « coronaires » sont rectilignes et les 6,5 mm « apicaux » sont courbes. L'angle de courbure est de 40° d'après la méthode de Schneider et son rayon mesure $r = 4$ mm.

Les simulateurs sont identifiés par l'abréviation de l'instrument suivie du numéro d'échantillon pour le même instrument :

- PT pour le ProTaper Next®
- S pour le 2Shape®

Exemple : le 5^{ème} simulateur préparé avec le 2Shape® sera nommé le S5.

2. Le banc d'essai

Les simulateurs sont insérés dans un support qui permet un positionnement à l'identique de tous les blocs et qui coulisse sur un rail à l'extrémité duquel se situe la tête d'un contre-angle. Le contre-angle est fixe et sa position est réglée de façon à ce que l'instrument soit centré sur l'entrée du canal des simulateurs. Un poids de 450 g, relié au chariot supportant le simulateur, entraîne celui-ci vers la tête du contre-angle.

Le contre-angle est couplé avec un moteur X-Smart® (Dentsply, Ballaigues - Suisse) réglé à une vitesse de 300 tours.min⁻¹, un torque de 5,2 Ncm, en mode autoreverse.

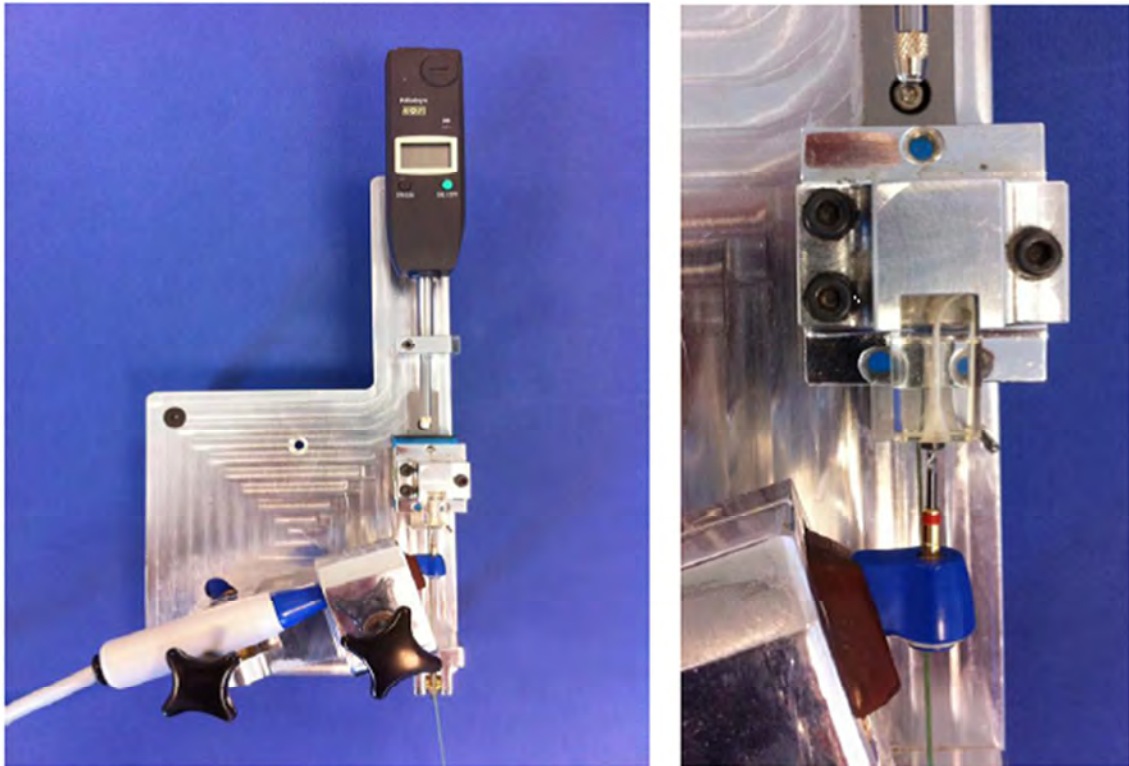


Figure 7 : Banc d'essai

3. Protocole

Quinze simulateurs ont été préparés avec le Protaper Next® et quinze avec le 2Shape®. Pour les deux systèmes, le protocole est le même, seules les limes changent. Chaque lime n'a été utilisée qu'une seule fois.

- Irrigation du canal à l'alcool et cathétérisme avec une lime K de diamètre 15/100^{ème} conicité 2 % avec une longueur de travail de 18 mm réglée à l'aide du stop et d'une jauge endodontique.
- Coloration du canal à l'encre de Chine injectée à l'aide d'une seringue d'irrigation.
- Photographie pré-opératoire du simulateur.
- Montage de l'instrument de préparation (PTN1 ou TS1) sur le contre-angle et réglage à la longueur de travail (LT) de 18 mm.
- Préparation du canal en trois descentes : 1 mm avant la courbure, une au milieu de la courbure, une à la LT avec irrigation et passage de la lime K 15/100^{ème} entre les descentes.
- Coloration du canal à l'encre de Chine.

- Photographie per-opératoire du simulateur.
- Montage de l'instrument de préparation (PTN2 ou TS2) sur le contre-angle et réglage à la longueur de travail de 18 mm.
- Préparation du canal en trois descentes avec irrigation et passage de la lime K 15/100^{ème} entre les descentes.
- Coloration du canal à l'encre de Chine.
- Photographie post-opératoire du simulateur.
- Observation au microscope (Leica, WILD M3D, Wetzlar - Allemagne), des instruments (vérification de l'intégrité, présence de dévissage, rupture) au grossissement x16.

4. Photographies des simulateurs

Un dispositif de prise de photographies standardisées a été utilisé de manière à placer le simulateur et l'appareil photo à l'identique pour chaque photographie. Une plaque de verre est placée dans la boîte sur laquelle est positionné le simulateur, et l'appareil photo est fixé au-dessus (il n'est pas tenu par l'opérateur). L'éclairage du système est composé de deux lampes orientées vers le simulateur. Une photographie du simulateur coloré à l'encre de Chine est prise après chaque passage d'instrument. Il y a donc trois photographies par simulateur, et trente simulateurs soit quatre-vingt-dix photographies.



Figure 8 : Dispositif de prise de photographies standardisées.

5. Traitement des photos

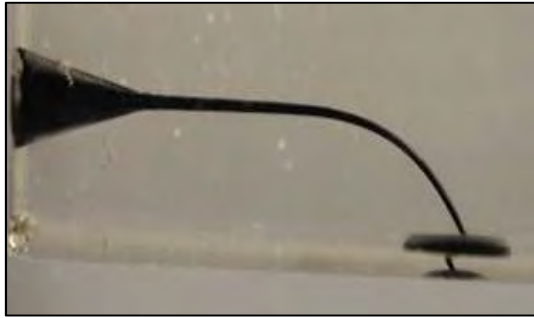
Le traitement des photos s'est fait sur le logiciel Photoshop® (Adobe Systems Inc., San Jose - CA), de la même façon pour chaque simulateur, qu'il soit préparé avec le système Protaper Next® ou le système 2Shape®.

Un simulateur est donc associé à trois photos, une après cathétérisme à l'aide de la lime K15, une après le passage de l'instrument PTN1 ou TS1 et une après le passage de l'instrument PTN2 ou TS2.

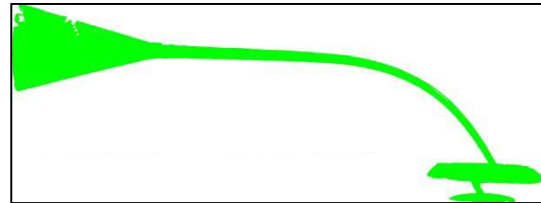
Sur Photoshop®, le canal dans le simulateur après passage de la lime K15 est sélectionné, « calqué » et coloré en vert. Le canal après passage de PTN1 ou TS1 est sélectionné et calqué de la même façon, puis coloré en jaune. Enfin le canal après passage de PTN2 ou TS2 est coloré en rouge.

Le calque jaune est alors superposé sur le canal rouge et le calque vert sur le jaune, le tout avec pour repère l'apex.

Puis une grille de repères est ajoutée pour permettre les mesures à la longueur de travail moins 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et 10 mm.



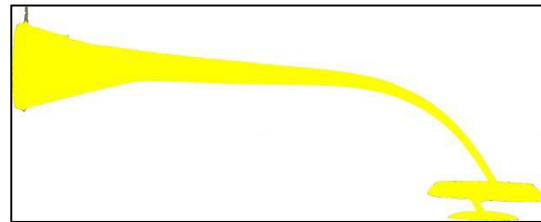
a.



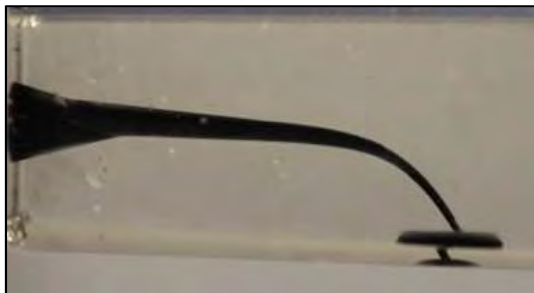
b.



c.



d.



e.



f.

Figure 9 : a. P8 après passage de K15 - b. Calque de P8 après passage de K15 - c. P8 après passage de PTN1 - d. Calque de P8 après passage de PTN1 - e. P8 après passage de PTN2 - f. Superposition des trois calques après passage de K15, de PTN1 et de PTN2, et du calque des repères

6. Mesures

Chaque image obtenue après traitement Photoshop® fait ensuite l'objet de mesures dans le logiciel Image J64® version 1.43U (National Institute of Health) De façon à réaliser les mesures en millimètres, un repère aux dimensions connues, numérisé avec les mêmes caractéristiques que les simulateurs, permet d'étalonner l'outil « Analyse » d'Image J®.

Le respect de l'anatomie canalaire est évalué en mesurant la quantité de résine retirée par l'instrument. La quantité de résine retirée par l'instrument PTN1 ou TS1 est déterminée en mesurant la distance séparant le bord de l'image du canal pré-opératoire (vert) du bord de l'image du canal préparé avec PTN1 ou TS1 (jaune). La quantité de résine retirée par l'instrument PTN2 ou TS2 est déterminée en mesurant la distance séparant le bord de l'image du canal pré-opératoire (vert) du bord de l'image du canal préparé par PTN2 ou TS2 (rouge).

Pour plus de précisions, les mesures sont réalisées sur des images zoomées à 600 %.

Les mesures sont réalisées tous les millimètres de LT – 1 mm à LT – 10 mm sur les faces externe (OUT) et interne (IN) de la courbure canalaire, soit quarante mesures par simulateur.

Les mesures sont effectuées en mm.

7. Analyses statistiques

Une analyse de la variance et un test a posteriori de Fisher avec un risque α fixé à 5 % sont réalisés.

II. RESULTATS

Quinze endotraining blocs ont été préparés avec chaque système de mise en forme. Aucun instrument n'a montré au grossissement x16 de zone de dévissage ni de rupture. Quarante mesures ont été réalisées par bloc (4 x 10 niveaux) soit mille deux cents mesures au total.

Tableau des moyennes des mesures pour le ProTaper Next® en pixel :

MESURES (en pixel)	IN		OUT	
	Vert-Jaune	Vert-Rouge	Vert-Jaune	Vert-Rouge
	Moyenne PT			
1 mm	2,57	6,61	4,84	10,79
2 mm	2,86	7,42	6,84	12,96
3 mm	3,24	8,93	6,79	13,03
4 mm	5,17	11,69	8,00	14,31
5 mm	7,15	15,75	8,84	15,96
6 mm	10,25	20,31	9,12	18,11
7 mm	12,37	25,04	10,49	17,44
8 mm	15,46	31,18	11,20	15,96
9 mm	18,38	34,10	11,92	16,85
10 mm	20,02	33,94	14,17	20,48

Tableau des moyennes des mesures pour le 2Shape® en pixel :

MESURES (en pixel)	IN		OUT	
	Vert-Jaune	Vert-Rouge	Vert-Jaune	Vert-Rouge
	Moyenne TS			
1 mm	5,42	8,74	9,02	13,22
2 mm	5,34	9,08	8,87	14,41
3 mm	7,77	12,40	7,79	13,98
4 mm	9,91	15,78	8,01	13,80
5 mm	12,32	20,44	9,20	15,65
6 mm	15,42	23,94	11,22	16,62
7 mm	16,44	26,79	12,34	16,68
8 mm	18,78	32,08	12,06	15,09
9 mm	20,08	35,92	12,67	15,81
10 mm	19,99	36,59	14,85	18,89

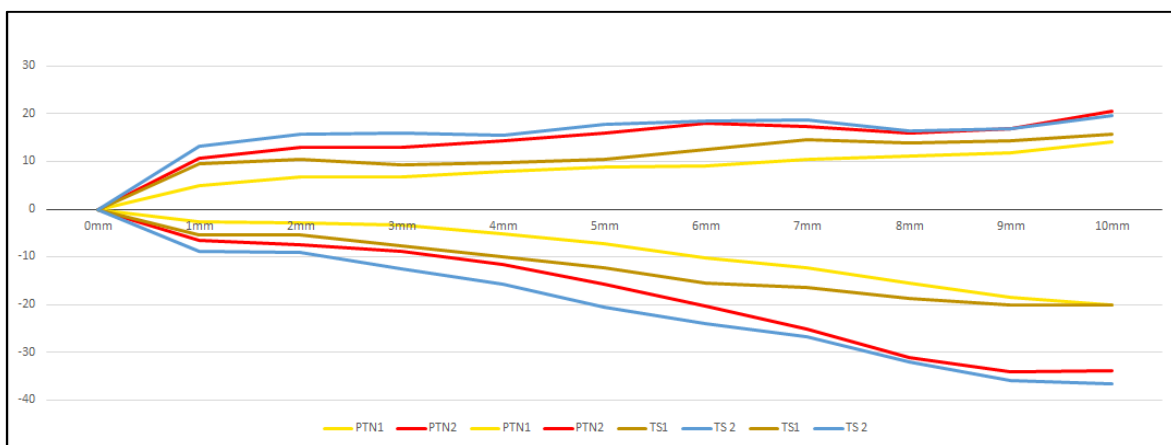


Figure 10 : Moyenne de préparation du ProTaper Next® et du 2Shape®.

Statistiques générales : toutes les mesures ont été prises en compte.

Tableau ANOVA pour la globalité des mesures :

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Niveau	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Niveau	0,0003	1,000	S
Instruments*Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Niveau*Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Niveau* Int/Ext	< 0,0001	1,000	S

Tableau du test PLSD de Fisher pour toutes ces mesures :

(paramètre évalué : résine éliminée pour chaque instrument)

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-2,390	< 0,0001	S
PTN2, TS2	-1,254	0,0015	S

1mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	0,4604	0,228	NS

2mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	0,6257	0,165	NS

3mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	0,0017	0,909	S
Instruments*Int/Ext	0,1729	0,422	NS

4mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	0,6329	0,75	NS
Instruments*Int/Ext	0,0474	0,644	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-2,373	0,0416	S
PTN2, TS2	-1,790	0,1228	NS

Il existe donc une différence significative entre TS1 et PTN1, le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence une différence significative entre TS2 et PTN2.

5mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	0,0931	0,372	NS
Instruments*Int/Ext	0,0425	0,660	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-2,768	0,0292	S
PTN2, TS2	-2,192	0,0830	NS

Il existe donc une différence significative entre TS1 et PTN1, le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence une différence significative entre TS2 et PTN2.

6mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	0,998	S
Instruments*Int/Ext	0,0504	0,635	NS

7mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	0,0203	0,756	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-2,960	0,0369	S
PTN2, TS2	-0,498	0,7231	NS

Il existe donc une différence significative entre TS1 et PTN1, le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence une différence significative entre TS2 et PTN2.

8mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	< 0,0001	0,998	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-2,085	0,1526	NS
PTN2, TS2	-0,018	0,9901	NS

L'analyse de la variance (ANOVA) apparaît significative pour Instrument*Int/Ext à cause de différences entre les premiers et deuxièmes instruments des deux séquences. Le test a posteriori de Fisher présente une valeur de p < 0,0001 dans les quatre cas mais sans différences significatives entre PTN1/TS1 et PTN2/TS2. Cette particularité est aussi retrouvée à 9 et 10mm.

9mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	< 0,0001	0,999	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-1,224	0,4268	NS
PTN2, TS2	-0,392	0,7988	NS

Le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence de différence significative entre TS1/PTN1 ni entre TS2/PTN2.

10mm**Tableau ANOVA :**

	Valeur de p	Puissance	Significativité
Instruments	< 0,0001	1,000	S
Int/Ext	< 0,0001	1,000	S
Instruments*Int/Ext	< 0,0001	0,992	S

Tableau PLSD de Fisher :

	Différence Moyenne	Valeur de p	Significativité
PTN1, TS1	-0,319	0,8361	NS
PTN2, TS2	-0,°535	0,7291	NS

Le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence de différence significative entre TS1/PTN1 ni entre TS2/PTN2.

Finaleme nt une différence significative de quantité de résine retirée est observée entre les instruments TS1 et PTN1 à la sortie de courbe, c'est à dire entre 4 et 7 mm. Le TS1 retire donc significativement plus de résine à l'intérieur de la courbe que PTN1.

Mais aucune différence significative de quantité de résine retirée n'est observée entre TS2 et PTN2.

III. DISCUSSION

1. Analyse des résultats :

Cette étude conclut donc à une différence significative de quantité de résine retirée entre les instruments TS1 et PTN1. En effet, une préparation plus importante et donc un transport canalaire plus important sont observés lors de l'utilisation de TS1 par rapport à PTN1. Cette différence se localise au niveau de la courbure interne entre 4 et 7 mm.

Ce résultat était attendu du fait de la différence de diamètre entre ces deux instruments : TS1 possède un diamètre de 25/100^{ème} alors que PTN1 possède un diamètre inférieur, de 20/100^{ème} (en ayant la même conicité).

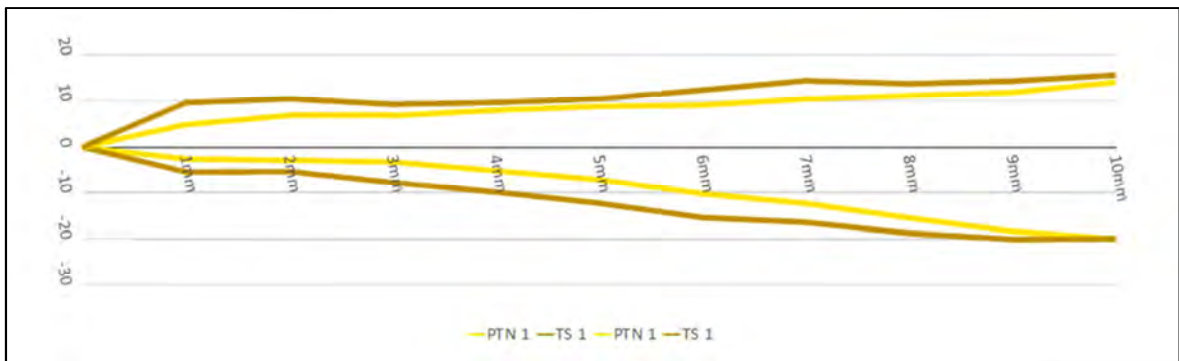


Figure 11 : Moyenne de préparation du premier instrument.

Néanmoins aucune différence significative de quantité de résine retirée entre les instruments TS2 et PTN2 n'est observée. Il semblerait donc que TS2 n'accentue pas le transport canalaire créé par TS1 et que PTN2 vienne compenser la différence de quantité de résine retirée entre TS1 et PTN1.

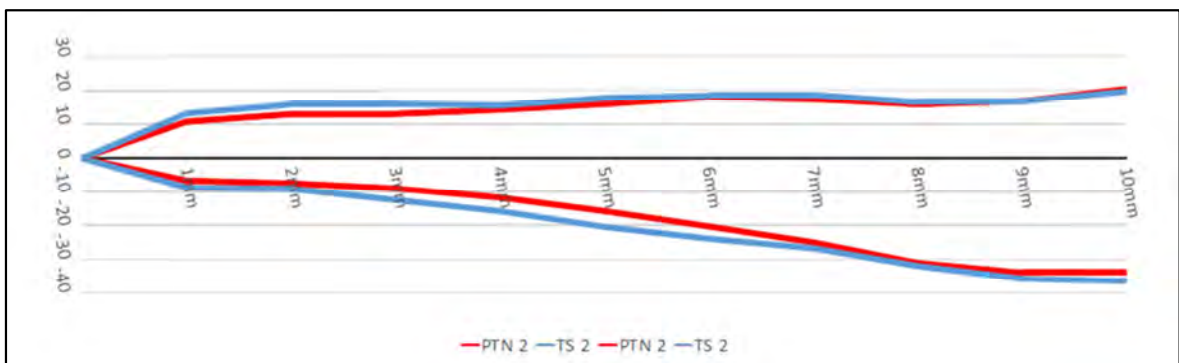


Figure 12: Moyenne de préparation du deuxième instrument.

Ces deux séquences ont donc un premier instrument de géométrie bien différente, qui amène à une préparation (ici une élimination de résine) différente. Mais le deuxième instrument, de géométrie plus semblable, amène à une préparation finale comparable.

La plupart des instruments de mise en forme utilisés en rotation continue ont une tendance au redressement canalaire à l'extérieur de la courbure. [11]

Ici le redressement se fait à l'intérieur de la courbure. Ce phénomène peut s'expliquer par l'efficacité du guidage de pointe du 2Shape®. Ce système présente une pointe non travaillante qui permet de guider la lime dans le canal tout en évitant le risque de perforation [19].

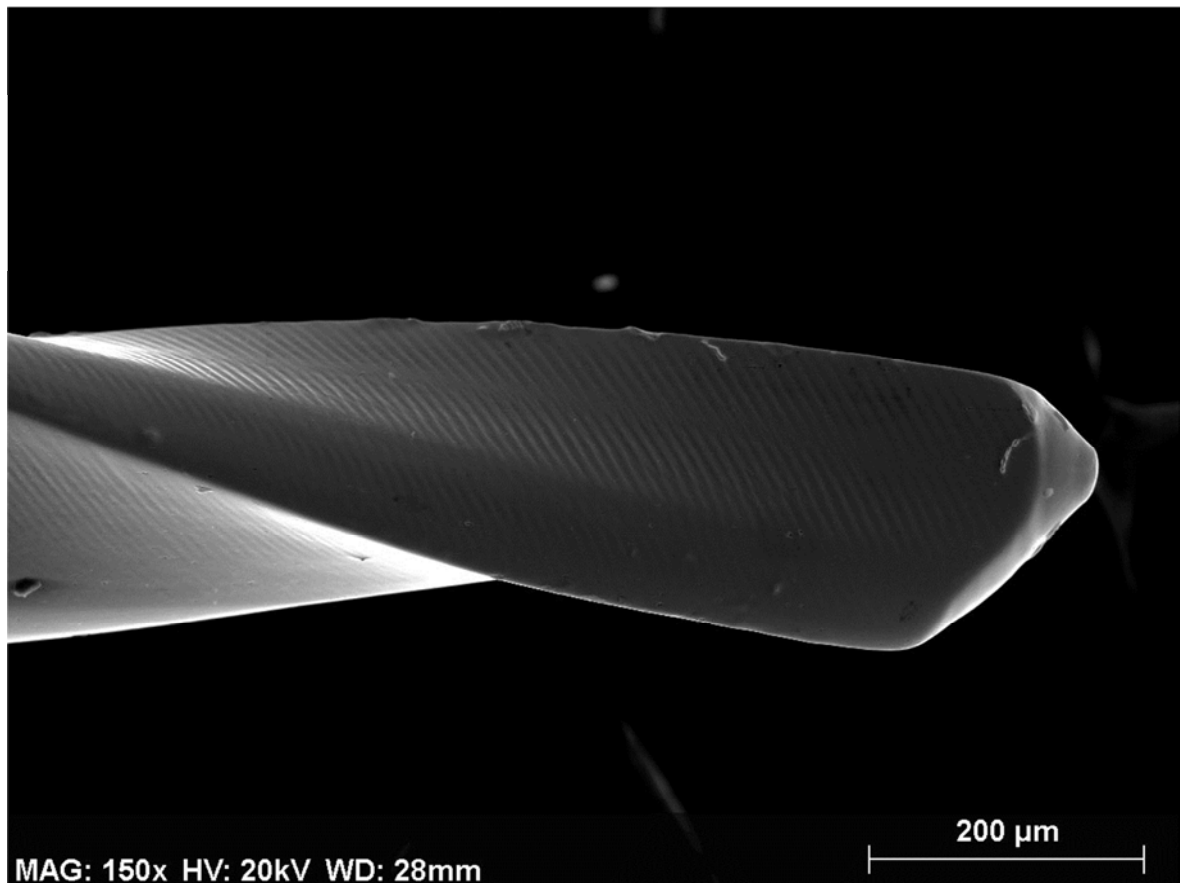


Figure 13 : vue de la pointe de TS2 au microscope électronique à balayage x150.

2. Choix du matériel et méthode :

- Dans cette étude le 2Shape® est comparé au ProTaper Next® car ils sont tous les deux composés d'une séquence de deux instruments de mise en forme et parce qu'ils possèdent tous deux une géométrie dissymétrique. Le Protaper Next® par sa section rectangulaire décentrée et le 2Shape® par sa section en triple hélice asymétrique avec deux arêtes principales et une arête secondaire décalée.

Le Protaper Next® a pu être comparé au Protaper Universal® dans de précédentes études qui ont conclu à une diminution du transport canalaire par rapport au Protaper Universal® [6]

- L'utilisation de simulateurs en résine permet de standardiser la longueur de travail et la courbure des canaux. Les techniques utilisant les superpositions pré et post-opératoires peuvent s'appliquer facilement à ces modèles expérimentaux et facilitent les mesures de déviation canalaire en tout point du canal. Toutefois, la résine ne peut pas représenter les conditions cliniques en raison des différences de texture de surface, de dureté et de section de la dentine. La valeur de dureté de Knoop pour les blocs résine est 22, celle de la dentine est 40 [9]. Même si les simulateurs canalaires en résine ne reflètent pas l'action des instruments dans les canaux de dents naturelles, ils permettent une comparaison directe de la capacité de préparation de différents instruments. Les variations rencontrées dans les canaux des dents naturelles peuvent être éliminées en utilisant les simulateurs résine. Un des principaux inconvénients des simulateurs est la génération de chaleur causée par la friction des instruments de préparation qui peut entraîner un ramollissement de la résine. Celle-ci peut se fixer aux lames des instruments et provoquer leur déformation ou leur fracture. Aux vues des limitations de ce modèle expérimental, les résultats obtenus doivent être extrapolés aux dents naturelles avec prudence. [1, 2, 3]

- Cette étude fait appel à une étape de superposition des images canalaires pré et post- opératoires. Dans ce but, la technique d'acquisition des images doit être parfaitement reproductible, comme c'est le cas avec l'acquisition photographique. Une alternative à cette technique existe, il s'agit de la numérisation à l'aide d'un scanner. [12]

- Il est impossible d'observer directement la mise en forme sur dents naturelles. Il existe donc des moyens d'observation indirects :
 - La technique radiographique pour étudier les effets de l'instrument est reproductible et non invasive mais ne fournit que des informations sur deux dimensions, elle nécessite l'injection d'un produit de contraste. [18]
 - Bramante a développé une méthode de section de la dent qui est ensuite réassemblée en moufle pour être préparée. Cette technique autorise des comparaisons pré et post-opératoires mais seulement aux niveaux pré-déterminés par les coupes. [20]
 - Le canal peut être scanné par micro tomographie avant préparation (permettant également d'avoir un aperçu de l'anatomie canalaire) puis scanné après préparation. Cette méthode non invasive permet une vision tridimensionnelle des canaux par reconstruction des différentes coupes. Mais cette technique est coûteuse, financièrement et en temps (de procédure et de reconstruction). [4, 10, 14, 16, 17]
- Dans cette étude, les simulateurs sont insérés dans un support qui permet un positionnement à l'identique de tous les blocs et qui coulisse sur un rail à l'extrémité duquel se situe la tête d'un contre-angle. Le contre-angle est fixe et sa position est réglée de façon à ce que l'instrument soit centré sur l'entrée du canal des simulateurs (voir matériel et méthode). Le comportement de coupe des instruments est donc observé dans un milieu artificiel et reproductible. Mais ces deux instruments sont proposés avec des gestuelles et une finition différentes. En effet, le ProTaper Next® s'utilise sans appui pariétal (ce qui est bien le cas dans cette étude), alors que le 2Shape® s'utilise en appui pariétal, il est ici utilisé de la même façon que le Protaper Next®.
Dans cette étude, il n'y a donc pas d'impact de l'opérateur sur la préparation canalaire mais la mise en forme serait peut être différente avec le 2Shape® dans les conditions d'utilisation préconisées par le fabricant.

CONCLUSION

Les fabricants de matériel endodontique travaillent sur la recherche d'instruments de mise en forme, qui limiteraient au maximum la tendance des limes à provoquer une déviation de la trajectoire canalaire. Dans ce but, de nouveaux instruments apparaissent régulièrement sur le marché. Depuis 2008 et le système Revo-S® (MicroMega, Besançon - France), plusieurs systèmes de mise en forme sont proposés avec des profils asymétriques. Selon leurs fabricants, ce type d'instrument serait particulièrement performant pour le nettoyage et le centrage canalaire. Le but de cette étude était de comparer le respect de l'anatomie canalaire sur simulateur entre le ProTaper Next® et le 2Shape®.

Les résultats montrent que l'instrument TS1 retire significativement plus de résine sur l'intérieur de la courbe du simulateur que l'instrument PTN1, TS1 provoque donc plus de déplacement canalaire que PTN1. Mais après passage de TS2 et PTN2, le déplacement canalaire obtenu est équivalent, sans différence significative de quantité de résine retirée. Les systèmes ProTaper Next® et 2Shape® respectent donc de façon similaire l'anatomie canalaire sur simulateur. Pour aller plus loin, une nouvelle étude sur dents humaines pourrait être menée.

La directrice de thèse
Docteur Pauline PECQUEUR



Le président du jury
Professeur Franck DIEMER



BIBLIOGRAPHIE

1. 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, 2008 Mar, 105(3) : e92 - 7
2. BAUMANN MA, ROTH A, Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files, Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, 1999 Dec, 88(6) : 714 - 18
3. BURKLEIN S, SCHAFER E, The influence of various automated devices on the shaping ability of Mtwo rotary nickel-titanium instrument, International Endodontic Journal, 2006 Dec, 39(12) : 945 - 951
4. CAPAR ID, ERTAS H, OK E, ARSLAN H, ERTAS ET, Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals, Journal of Endodontics, 2014 Jun, 40(6) : 852 - 6
5. DIEMER F, MALLET JP, NEHME W, La séquence 2Shape de Micro-Mega, Endo Tribune Édition Française, 2017 Oct, 9 (10) : 25 - 6
6. GAGLIARDI J, VERSIANI MA, DE SOUSA-NETO MD, PLAZAS-GARZON A, BASRANI B, Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals, Journal of Endodontics, 2015 Oct, 41 (10) : 1718 - 24
7. GONZÁLEZ SÁNCHEZ JA, DURAN-SINDREU F, DE NOÉ S, MERCADÉ M, ROIG M, Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments, International Endodontic Journal, 2012 Jun, 45 (6) : 542 - 51
8. JAVAHERI HH, JAVAHERI GH, A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation, Journal of Endodontics, 2007 Mar, 33 (3) : 284 - 6
9. KHALILAK Z, FALLAHDOOST A, DADRESANFAR B, REZVANI G, Comparison of extracted teeth and simulated resin blocks on apical canal transportation, Iran Endodontic Journal, 2008 Fall, 3(4) : 109 - 112
10. LOIZIDES AL, KAKAVETSOS VD, TZANETAKIS GN, KONTAKIOTIS EG, ELIADES G, A Comparative Study of the Effects of Two Nickel–Titanium Preparation Techniques on Root Canal Geometry Assessed by Microcomputed Tomography, Journal Of Endodontics, 2007 Dec, 33 (12) : 1455 - 9
11. METZGER Z, TEPEROVICH E, ZARY R, COHEN R, HOF R, The Self-adjusting File (SAF). Part 1: Respecting the Root Canal Anatomy—A New Concept of Endodontic Files and Its Implementation, Journal of Endodontics, 2010 Apr, 36 (4) : 679 - 89

12. PEREZ F, SCHOUMACHER M, PELI JF, Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals : stainless steel ENDOflash and nickel-titanium HERO Shaper, *International Endodontic Journal*, 2005 Sep, 38(9) : 637 – 44
13. PETERS OA, Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review, *Journal of Endodontics*, 2004 Aug, 30 (8) : 559 – 67
14. PETERS OA, LAIB A, RÜEGSEGG P, BARBAKOW F, Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography, *Journal of Dental Research*, 2000 Jun, 79 (6) : 1405 - 9
15. PETERS OA, PETERS CI, Cleaning and Shaping of the root canal system, In: Cohen S, Hargreaves MK, eds. *Pathways of the Pulp*. Ed 9. St Louis: Mosby Inc ; 2006 : 290 – 357
16. PETERS OA, PETERS CI, SCHÖNENBERGER K, BARBAKOW F, ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT, *International Endodontic Journal*, 2003 Feb, 36 (2) : 86 – 92
17. PETERS OA, SCHÖNENBERGER K, LAIB A, Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography, *International Endodontic Journal*, 2001 Apr, 34(3) : 221 - 30
18. RUCKMAN JE, WHITTEN B, SEDGLEY CM, SVEC T, Comparison of the Self-Adjusting File with Rotary and Hand Instrumentation in Long-oval–shaped Root Canals, *Journal of Endodontics*, 2003 Jan, 39(1) : 92 - 5
19. SIQUET JP, DIEMER F, Quelles innovations pour la mise en forme canalaire ?, *L'Information Dentaire*, 2018 Feb, n°5-6 : 2 - 6
20. VAUDT J, BITTER K, NEUMANN K, KIELBASSA AM, Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel–titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments, *International Endodontic Journal*, 2009 Jan, 42(1) : 22 - 33
21. WALIA H, BRANTLEY WA, GERSTEIN H, An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files, *Journal of Endodontics*, 1988 Jul, 14(7) : 346 – 51
22. YARED G, Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations, *International Endodontic Journal*, 2008 Apr, 41 (4) : 339 – 44

RESPECT DE L'ANATOMIE CANALAIRE SUR SIMULATEUR : PROTAPER NEXT® VERSUS 2SHAPE®

RESUMÉ EN FRANÇAIS :

Il a été démontré que l'instrumentation en Nickel-Titane limite les accidents de mise en forme par rapport aux limes plus rigides, telles que les limes en acier inoxydable, mais elle aurait tendance à redresser la trajectoire canalaire initiale. Le 2Shape® et le Protaper Next® sont des systèmes de mise en forme en rotation continue, possédant une séquence de 2 instruments et présentant une géométrie asymétrique. Cette étude a pour but de comparer la capacité de ces deux systèmes à respecter l'anatomie initiale du canal sur simulateur.

TITTLE : RESPECT OF CANAL ANATOMY ON SIMULATORS : PROTAPER® NEXT VERSUS 2SHAPE®

SUMMARY :

It has been demonstrated that Nickel-Titanium instrumentation limits shaping events compared to more rigid files, as stainless steel files, but it could tend to canal transportation. 2Shape® and Protaper Next® are continuous rotation shaping systems with a sequence of two instruments and an asymmetric geometry. The aim of this study is to compare those systems ability to respect the initial canal's anatomy on simulators.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Odontologie conservatrice, endodontie (58.01)

Mots-clés : mise en forme, rotation continue, respect de l'anatomie canalaire, simulateurs, 2Shape®, ProtTaper Next ®

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III-Paul Sabatier - Faculté de chirurgie dentaire
3, Chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

DIRECTEUR DE THÈSE : Docteur Pauline PECQUEUR