

**UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III  
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année : 2012

Thèse n° 2012-TOU3-3065

**THESE**

pour le

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

présentée et soutenue publiquement

par

**Pauline PECQUEUR**

**Le 20 novembre 2012**

-----

**INSTRUMENTATION UNIQUE :  
UNE NOUVELLE ERE ENDODONTIQUE ?**

Directeur de thèse : Docteur Franck DIEMER

-----

**JURY**

**Président**

**Professeur Danièle DUFFAUT-LAGARRIGUE**

**1<sup>er</sup> Assesseur**

**Docteur Franck DIEMER**

**2<sup>ème</sup> Assesseur**

**Docteur Rémi ESCLASSAN**

**3<sup>ème</sup> Assesseur**

**Docteur Mélanie DEDIEU**





## FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

### ➔ DIRECTION

#### DOYEN

Mr SIXOU Michel

#### ASSESEURS DU DOYEN

##### • ENSEIGNANTS :

Mme GRÉGOIRE Geneviève  
Mr CHAMPION Jean  
Mr HAMEL Olivier  
Mr POMAR Philippe

##### • PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme GRIMOUD Anne-Marie

##### • ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

#### CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard  
Mr AUTHER Alain

#### RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme GRAPELOUP Claude

### ➔ HONORARIAT

#### DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean +  
Mr LODTER Jean-Philippe  
Mr PALOUDIER Gérard  
Mr SOULET Henri

### ➔ ÉMÉRITAT

Mr PALOUDIER Gérard

### ➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

#### **56.01** PÉDODONTIE

##### ***Chef de la sous-section :***

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargé d'Enseignement :

##### ***Mr VAYSSE***

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mlle BACQUÉ, Mr DOMINÉ

Mlle BACQUÉ, Mme PRINCE-AGBODJAN, Mr TOULOUSE

#### **56.02** ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

##### ***Chef de la sous-section :***

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

##### ***Mr BARON***

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

Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mr PUJOL

Mr GARNAULT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

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

##### ***Chef de la sous-section :***

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

##### ***Mr HAMEL***

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL

Mr MONSARRAT

Mr DURAND, Mr PARAYRE, Mr VERGNES

**57.01 PARODONTOLOGIE**

**Chef de la sous-section :** *Mr BARTHET*  
 Maîtres de Conférences : Mr BARTHET  
 Assistants : Mr MOURGUES, M  
 Chargés d'Enseignement : Mr. CALVO, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mr LAFFORGUE, Mr PIOTROWSKI,  
 Mr SANCIER

**57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION**

**Chef de la sous-section :** *Mr CAMPAN*  
 Professeur d'Université : Mr DURAN  
 Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY  
 Assistants : Mme BOULANGER, Mr FAUXPOINT, Mme FERNET-MAGNAVAL  
 Chargés d'Enseignement : Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

**57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)**

**Chef de la sous-section :** *Mr KÉMOUN*  
 Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT  
 Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET  
 Assistants : Mr BLASCO-BAQUE, Mme GAROBY-SALOM, Mme SOUBIELLE, Mme VALERA  
 Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, Mme DJOUADI-ARAMA, Mr SIGNAT

**58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE**

**Chef de la sous-section :** *Mr GUIGNES*  
 Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE  
 Assistants : Mr ARCAUTE, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mr ELBEZE, Mme FOURQUET, Mr MICHETTI  
 Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr BELAID, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS,  
 Mlle VALLAEYS

**58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)**

**Chef de la sous-section :** *Mr CHAMPION*  
 Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR  
 Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN  
 Assistants : Mr DESTRUHAUT, Mr GALIBOURG, Mr LUCAS, Mr RAYNALDY, Mme SOULES  
 Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr DEILHES, Mr FARRÉ, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA,  
 Mr KAHIL, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGEANT,  
 Mr RAYNALDY

**58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE**

**Chef de la sous-section :** *Mme GRÉGOIRE*  
 Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE  
 Maîtres de Conférences : Mme JONNIOT, Mr NASR  
 Assistants : Mr AHMED, Mr CANIVET, Mr DELANNÉE  
 Chargés d'Enseignement : Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr MOUNET, Mr TREIL, Mr VERGÉ

*Je dédie cette thèse...*

A mes parents, pour les valeurs que vous m'avez transmises, pour votre amour et votre patience

A ma sœur, à toute ma famille, et plus spécialement à Christine et Francis pour votre soutien très particulier

A Romain, pour tout le bonheur que tu m'apportes

A Cécile, pour ces années inégalables

A toute l'équipe du 56

Aux filles du centre dentaire de Joseph Ducuing

A mes proches, à mes amis

*A notre président de thèse,*

**Madame le Professeur Danièle DUFFAUT-LAGARRIGUE,**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Lauréat de la Faculté de Médecine,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- Habilité à Diriger des Recherches

*Nous vous remercions d'avoir  
accepté de présider ce jury.  
Veuillez trouver ici l'expression de  
ma gratitude et de mon respect.*

*A notre directeur de thèse,*

**Monsieur le Docteur Franck DIEMER,**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etudes Approfondies en Education, Formation et Insertion – Toulouse – Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*Nous vous remercions d'avoir dirigé ce travail.  
Nous avons pu apprécier votre gentillesse,  
votre disponibilité et votre pédagogie.  
Merci de nous avoir fait partager votre  
expérience clinique et votre curiosité scientifique.  
Veuillez trouver en ce travail un faible témoignage de  
notre reconnaissance et de notre profond respect.*

*A notre jury de thèse,*

**Monsieur le Docteur Rémi ESCLASSAN,**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université de Toulouse (Anthropobiologie),
- D.E.A. d'Anthropobiologie,
- Ancien Interne des Hôpitaux,
- Chargé de cours aux Facultés de Médecine de Toulouse-Purpan, Toulouse-Rangueil et Pharmacie (L1),
- Enseignant-chercheur au Laboratoire d'Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse (AMIS – UMR 5288 – CNRS),
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*Nous vous remercions d'avoir  
accepté de juger ce travail.  
Vous avez su nous communiquer  
l'envie de transmettre à notre tour.  
Soyez assuré de notre gratitude et  
de nos sincères remerciements.*

*A notre jury de thèse,*

**Mademoiselle le Docteur Mélanie DEDIEU,**

- Assistante hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Master 1 « Biosanté », mention Anthropologie, ethnologie et sociologie de la santé

*Nous vous remercions d'avoir  
accepté de siéger à ce jury de thèse.  
En travaillant à vos côtés, nous avons pu apprécier  
votre gentillesse et votre bonne humeur.  
Soyez assurée de notre reconnaissance  
et de notre sympathie.*



# Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>I. Self-Adjusting File® (ReDent Nova) .....</b>	<b>13</b>
<b>II. Les instruments en réciprocité.....</b>	<b>17</b>
1. Le WaveOne® (Dentsply Maillefer).....	17
2. Le Reciproc® (Dentsply-VDW).....	22
<b>III. Un instrument en rotation continue : le One Shape® (Micro-Mega) .....</b>	<b>26</b>
<b>Partie expérimentale.....</b>	<b>28</b>
<b>I. Etude 1 : Détournement d'instruments de « séquences » .....</b>	<b>29</b>
1. Matériel et Méthode .....	29
2. Résultats.....	33
3. Discussion .....	36
4. Conclusion.....	38
<b>II. Etude 2 : les instruments uniques .....</b>	<b>39</b>
1. Matériel et Méthode .....	39
2. Résultats.....	42
3. Discussion .....	46
4. Conclusion.....	48

**III. Questionnaires d'évaluation de travaux pratiques (congrès SFE Toulouse 2012) 49**

1. Matériel et Méthode .....	49
2. Résultats.....	51
3. Discussion .....	55
4. Conclusion.....	57

<b>Conclusion.....</b>	<b>58</b>
------------------------	-----------

<b>Bibliographie.....</b>	<b>60</b>
---------------------------	-----------

## Introduction

Un nettoyage et une mise en forme efficaces du système canalaire sont essentiels pour atteindre les objectifs biologiques et mécaniques du traitement endodontique.

Ces objectifs consistent en l'élimination aussi complète que possible du contenu organique du système canalaire : tissu pulpaire, débris nécrotiques, germes et produits de dégradation. Conjointement à cette élimination, la réalisation d'une mise en forme adéquate doit permettre de faciliter l'irrigation et la mise en place d'une médication ou d'un matériau d'obturation [8, 29].

Dans le même temps, il est nécessaire de prévenir d'éventuelles atteintes iatrogènes : fracture instrumentale, redressement de la courbure canalaire, surpréparation des parois internes ou « stripping », ovalisation du foramen ou « zipping », création de butée, de fausse route ou de perforation [8].

Ces atteintes, fréquentes lors des préparations des canaux courbes avec les limes acier de diamètre important, ont été réduites avec le développement des instruments en nickel-titane. De nombreuses études ont montré que l'instrumentation rotative nickel-titane permet d'obtenir aisément des préparations plus sûres, même dans les canaux présentant des courbures sévères [8, 29].

Les cliniciens se trouvent face à deux préoccupations majeures concernant l'utilisation des instruments rotatifs nickel-titane : le risque de fracture liée à la fatigue cyclique et le risque de contamination croisée associée à l'impossibilité de nettoyer et stériliser correctement ces instruments. Ces risques peuvent être diminués par l'utilisation d'instruments à usage unique, mais ceci entraîne un surcoût important pour les praticiens, surtout avec les séquences instrumentales comprenant plusieurs instruments. Les fabricants cherchent à répondre à tous ces objectifs, notamment en simplifiant les séquences instrumentales.

C'est ainsi que, ces dernières années, sont apparus sur le marché des instruments uniques qui permettraient, à eux seuls, de répondre aux objectifs du traitement endodontique [29].

La première partie présentera ces instruments uniques : le Self-Adjusting File®, le WaveOne®, le Reciproc® et le One Shape®.

Dans une seconde partie, expérimentale, une première étude évaluera la capacité d'instruments détournés de leur séquence initiale à mettre en forme des simulateurs en résine. Une deuxième étude comparera la mise en forme de simulateurs endodontiques par les instruments ProTaper®, WaveOne®, Reciproc® et One Shape®. Enfin, un questionnaire permettra d'évaluer le ressenti des participants sur la manipulation de ces mêmes instruments, lors des travaux pratiques du pré-congrès de la Société Française d'Endodontie de Toulouse en juin 2012.

## I. Self-Adjusting File® (ReDent Nova)

Le Self-Adjusting File® (SAF®) est l'un des premiers instruments uniques de préparation canalaire à voir le jour. Il est très différent des autres instruments de préparation canalaire, tant du point de vue de son concept que de sa mise en œuvre.

Son concept découle de la technique des stents de cardiologie. Il s'agit en effet d'une lime évidée qui est désignée comme étant compressible, flexible et déformable. L'instrument, compressé dans le canal, tend à regagner ses dimensions initiales et exerce donc une légère pression sur les parois canales. La lime s'adapte d'elle-même à la forme du canal, transversalement et longitudinalement. Cette caractéristique est particulièrement intéressante pour la préparation des canaux ovalaires ou aplatis [11, 12, 18, 26].

Le SAF peut se décrire comme un cylindre pointu dont les parois fines sont composées d'un treillage en nickel-titane de 120µm d'épaisseur. La surface de l'instrument est légèrement abrasive [11, 26].



Figures 1 et 2 : Self-Adjusting File® (SAF)

L'instrument est distribué sous trois longueurs différentes 21, 25 et 31mm et 2 diamètres différents [11]:

- Une lime de 1,5mm de diamètre prévue pour être facilement insérée dans des canaux préalablement cathétérisés par une lime K20
- Une lime de 2mm de diamètre prévue pour être facilement insérée dans des canaux préalablement cathétérisés par une lime K30.

Le SAF® s'utilise sur une pièce à main qui lui confère un mouvement oscillatoire vertical de 3000 à 5000 vibrations par minute de 0,4mm d'amplitude. Ce mouvement est associé à une rotation libre de l'instrument autour de son axe. Le mouvement combiné au contact intime sur toute la longueur et la circonférence du canal retire une couche de dentine dans un mouvement de « grincement » [11, 26].

Le design creux de l'instrument autorise une irrigation continue durant toute la procédure. Un dispositif d'irrigation spécial (VATEA, ReDent-Nova) est connecté par un tube en silicone au moyeu de la lime et permet d'obtenir un flux continu de 1 à 10mL/minute, de faible pression, de l'irrigant choisi [11].

Protocole opératoire [11]:

1. Réalisation de la cavité d'accès, cathétérisme canalaire avec des limes manuelles acier de diamètre apical 8, 10 et 15/100<sup>ème</sup>, détermination de la longueur de travail.
2. Le diamètre est progressivement élargi jusqu'à ce qu'une lime de 20/100<sup>ème</sup> puisse atteindre la longueur de travail
3. Le SAF est inséré dans le canal en vibration et est délicatement poussé jusqu'à atteindre la longueur de travail pré-déterminée. L'opérateur réalise des mouvements de va et vient, sous irrigation continue, pendant 2 cycles de 2 minutes chacun, soit un total de 4 minutes par canal.

Cette procédure permet de retirer une épaisseur de dentine uniforme de 60 à 75µm d'épaisseur sur la circonférence du canal.

La préparation résulterait en un diamètre apical équivalent à celui obtenu avec une lime de diamètre 40/100<sup>ème</sup> [12, 28].

Le SAF® est désigné comme à usage unique [11].

D'après Z. Metzger [11], l'analyse à l'aide d'un scanner de haute résolution montre que le SAF® affecte 83,2% des parois d'un canal (même ovale et aplati).

Le SAF® retirerait une couche uniforme de dentine des parois canalaires, ce qui résulterait en une épaisseur subsistante relativement uniforme et permettrait d'éviter les fractures radiculaire verticales provoquées par une préparation trop importante des parois mésiale et distale des canaux aplatis.

Dans les canaux courbes, au contraire des limes nickel-titane qui ont tendance à déplacer la partie apicale de la courbure vers l'extérieur, le SAF®, pour élargir le canal à des dimensions similaires, tendrait à conserver l'emplacement initial de la partie apicale du canal.

De même, le SAF® n'ovaliserait pas le foramen lors des dépassements accidentels, même maintenus plusieurs minutes.

Le SAF® serait plus efficace pour remplacer l'hypochlorite dans la partie apicale du canal grâce aux vibrations et ne provoquerait pas de dépassement d'irrigant dans la zone péri-apicale.

Dans une étude où il compare la qualité de la préparation et de l'obturation canalaire par le système ProTaper® et le SAF® à l'aide d'une analyse scanner, Z. Metzger constate un pourcentage de surface canalaire non préparé de 16,7% avec le SAF® et de 60,2% avec la séquence ProTaper® ainsi qu'un pourcentage de surface canalaire non touché par l'obturation (compaction latérale de gutta percha) de 17% avec le SAF® et 44,6% avec la séquence ProTaper® [12].

OA. Peters, grâce à l'analyse tomographique d'incisives maxillaires antérieures préparées à l'aide du SAF®, observe qu'après 5 minutes de préparation, le SAF® de diamètre 2mm n'a retiré une épaisseur de dentine supérieure à 100µm que sur 56,6% de la surface canalaire. La désinfection mécanique peut être assimilée au retrait de la couche de dentine infectée, du moins la pré-dentine incomplètement minéralisée. Les bactéries pouvant pénétrer dans les tubuli dentinaires jusqu'à une profondeur de 200µm, il remarque que la préparation avec le SAF® reste incomplète [18].

Dans le même type d'étude, OA. Peters sur des molaires maxillaires [19] et F. Paqué sur des molaires mandibulaires [14] constatent que la préparation à l'aide du SAF® n'aboutit pas à des erreurs opératoires manifestes, telles que des perforations ou des fausses-routes. Les valeurs de déplacement du canal sont inférieures à 100µm pour les parties médiane et apicale du canal. Ce déplacement est lié à l'effet cumulé de l'évasement coronaire, du cathétérisme et de l'action du SAF®. Ces valeurs seraient inférieures à celles obtenues par des instruments rotatifs dans le même type de canaux [9, 20, 21].

Auteurs	Année	Source	Instrument	Tiers coronaire	Tiers médian	Tiers apical
Peters OA	2011 Jan	IEJ 37 : 53-7	SAF	109	59	68
Paqué F	2011 Apr	IEJ 37 : 517-21	SAF	106	64	81
Peters OA	2001	IEJ 34 : 221-30	NiTi K-Files	124	104	120
			Lightspeed	120	80	84
			Profile.04	116	92	116
			GT rotary instrument	140	88	76
Peters OA	2003	IEJ 36 : 86-92	ProTaper	177	129	129
Hübscher W	2003	IEJ 36 : 740-7	Flexmaster	81	86	116

*Tableau 1 : Comparaison des déplacements canalaires en µm dans la littérature [9,14,19, 20,21]*



## II. Les instruments en réciprocité

En 2007, G. Yared propose une nouvelle dynamique de préparation canalaire endodontique. Ses principaux objectifs sont de réduire le nombre d'instruments utilisés lors de la préparation et par conséquent le coût opératoire ; mais aussi de diminuer la fatigue instrumentale et donc le risque de fracture ; ainsi que d'éliminer une possible contamination croisée par le prion. Cette technique consiste en l'utilisation du Finisher 2 (F2) du système ProTaper® (Dentsply Maillefer) associé à un mouvement de rotation alternée, dont les angles ne sont pas égaux, dénommé réciprocité. Ce mouvement se compose, dans l'étude de G. Yared, d'un mouvement de quatre dixièmes de tour dans le sens horaire (sens de coupe du Finisher2 du système ProTaper®) suivi d'un mouvement de désengagement de l'instrument de deux dixièmes de tour dans le sens anti-horaire [29].

C'est à la suite de ces travaux, que la société Dentsply met sur le marché deux instruments pouvant être utilisés avec le mouvement de réciprocité : le WaveOne® (Dentsply Maillefer) et le Reciproc® (Dentsply-VDW).

### 1. Le WaveOne® (Dentsply Maillefer)

L'instrument WaveOne® est commercialisé sous 3 longueurs différentes, 21, 25 ou 31mm et 3 tailles :

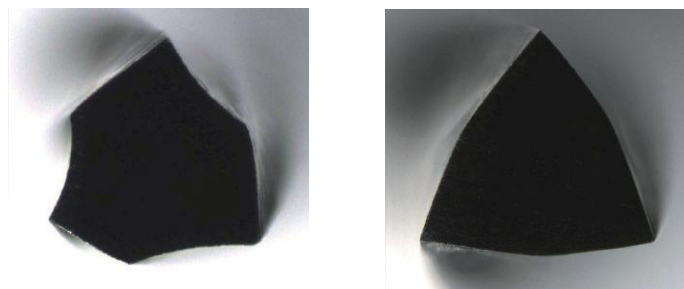
- Le WaveOne® « primaire » (bague rouge) possède un diamètre apical de 25/100<sup>ème</sup> et une conicité de 8% sur les 3mm apicaux
- Le WaveOne® fin (bague jaune) possède un diamètre apical de 21/100<sup>ème</sup> et une conicité constante de 6%
- Le WaveOne® large (bague noire) possède un diamètre apical de 40/100<sup>ème</sup> et une conicité de 8% sur les 3mm apicaux



*Figure 3 : De haut en bas, instruments WaveOne® large, primaire et fin*

Les instruments sont usinés dans un alliage nickel-titane dit MWire® : l'alliage est soumis sous tension à des variations thermiques, ce qui aboutit à l'augmentation de sa résistance à la fatigue cyclique.

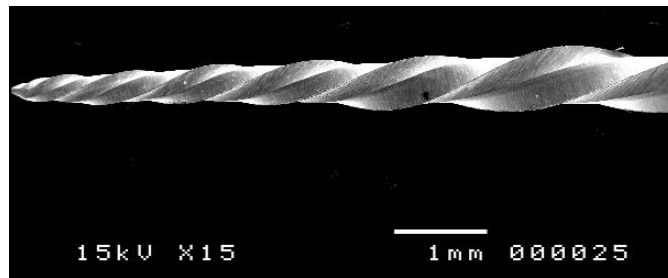
Ils présentent une section triangulaire concave à la pointe et une section triangulaire convexe au niveau coronaire qui rappelle celle du ProTaper® F2 [5].



*Figures 4 et 5 : A gauche, section de l'instrument WaveOne® primaire à 3mm ; à droite, section de l'instrument WaveOne® à 13mm*

Afin d'obtenir une conicité apicale importante et éviter une élimination trop grande de dentine au niveau coronaire, tout en maintenant une flexibilité suffisante, ces instruments présentent une conicité variable inversée, la conicité maximale se situant sur les trois derniers millimètres apicaux [5].

On leur décrit également une hélice à gauche et donc un sens de coupe anti-horaire. Le pas et l'angle d'hélice sont variables, permettant d'augmenter la flexibilité et de favoriser l'évacuation des débris (le phénomène de vissage étant par ailleurs éliminé par le mouvement de réciprocité). La pointe non active permet de guider l'instrument dans les trajectoires canalaire [21].



*Figure 6 : Image en MEB (au grossissement x15) d'un instrument WaveOne®*

Les instruments, à usage unique, sont présentés sous blisters stériles.

Leur utilisation est prévue sur un moteur dédié, le moteur WaveOne®, commercialisé par la société Dentsply, couplé à un contre-angle réducteur 6 : 1. Le programme pré-enregistré WAVEONE ALL consiste en des rotations anti-horaires (sens de la coupe) de l'ordre de 170° et des rotations horaires de l'ordre de 50° pour une vitesse de rotation de 300rpm [10].



*Figure 7 : Moteur WaveOne® (Dentsply-Maillefer)*

La sélection de l'instrument WaveOne® le plus approprié s'effectue de façon à ce que le diamètre et la conicité de l'instrument soient supérieurs à ceux du canal concerné.

Le WaveOne® primaire est recommandé dans la majorité des cas et de manière générale pour les canaux mésiaux des molaires, les canaux distaux des molaires maxillaires, les prémolaires à 2 canaux et les canaux du groupe incisivo-canin mandibulaire.

Le WaveOne® large est plus approprié si une lime K20 progresse facilement, notamment pour les canaux distaux des molaires mandibulaires, les prémolaires à un canal et les canaux du groupe incisivo-canin maxillaire.

Le WaveOne® fin doit être privilégié lorsqu'une lime K10 présente une résistance à la pénétration dans le canal.

Protocole opératoire [17]:

1. Réalisation du bilan radiologique pré-opératoire, de la cavité d'accès, exploration canalaire à l'aide d'une lime manuelle K8 ou K10 et sélection de l'instrument WaveOne® le plus adapté. La portion canalaire explorée est pré-élargie avec des limes manuelles ou des limes nickel-titane de cathétérisme en rotation continue. Si la lime est proche de la longueur de travail estimée, cette dernière peut être déterminée dès cette première étape.
2. Préparation canalaire de la portion explorée avec le WaveOne® sélectionné. L'instrument est introduit en réciprocité. La progression en direction de l'apex se fait en effectuant des mouvements de va et vient de faible amplitude sous une légère pression. L'instrument est retiré tous les 2 ou 3 mouvements ou s'il se bloque. Un cycle de progression, retrait, nettoyage de l'instrument et irrigation canalaire abondante est réalisé jusqu'à atteindre la longueur explorée préalablement.
3. Une nouvelle exploration avec des limes manuelles est effectuée et la longueur de travail est déterminée.
4. La préparation canalaire avec l'instrument WaveOne® reprend selon le même protocole jusqu'à atteindre la longueur de travail.
5. Un jaugeage apical est effectué pour déterminer la nécessité d'utiliser un instrument de diamètre et de conicité supérieurs.

S. Bürklein, dans son étude comparative de capacité de préparation et d'efficacité de nettoyage du Reciproc® et du WaveOne® face au Mtwo® et au ProTaper®, décrit une diminution significative du temps de préparation grâce à l'utilisation du WaveOne®. Ce système maintiendrait l'axe canalaire [29].

E. Berutti, dans son étude sur les altérations de la longueur de travail lors de l'utilisation du WaveOne®, décrit une diminution de la longueur de travail en présence de courbures canalaires, en raison de leur redressement par l'instrument. Cette perte de longueur est d'autant plus importante que la courbure est sévère. Il recommande de vérifier cette longueur avant la préparation du tiers apical [3].

Dans une autre étude où il affirme que le protocole opératoire du WaveOne® n'envisage pas d'étape de cathétérisme, E. Berutti décrit un meilleur maintien de l'anatomie canalaire, et des performances de l'instrument améliorées, par le cathétérisme préalable. Moins de mouvements seraient nécessaires pour atteindre la longueur de travail, ce qui réduirait le brossage inutile sur les parois et donc le déplacement canalaire [4].

HC. Kim, dans une étude évaluant la résistance à la torsion et à la fatigue cyclique, met en évidence une résistance à la torsion du WaveOne® primaire significativement supérieure à celle du Reciproc® 25 et du ProTaper® F2. HC. Kim met en corrélation cette résistance à la torsion avec l'aire de section transversale de chaque instrument, cette dernière étant supérieure pour le WaveOne®. La résistance à la torsion du ProTaper® F2 ; dont l'aire de section transversale est pourtant similaire à celle du WaveOne® primaire ; est inférieure à celle des deux autres instruments. Les instruments de réciprocité seraient avantagés par les qualités de l'alliage NiTi M-Wire dans lequel ils sont usinés, mais aussi par un espacement des lames plus important que pour le ProTaper®. Aux vues de ces résultats, HC. Kim privilégie le WaveOne® par rapport au Reciproc® dans la préparation des canaux étroits [10].

## 2. Le Reciproc® (Dentsply-VDW)

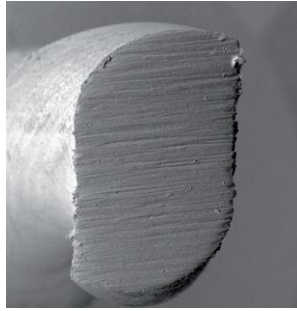
Le Reciproc® est lui aussi commercialisé sous 3 longueurs différentes : 21, 25 ou 31mm, le système comporte les 3 instruments suivants :

- Le Reciproc® 1 ou R25 (bague rouge) possède un diamètre apical de 25/100<sup>ème</sup> et une conicité de 8% sur les 3mm apicaux
- Le Reciproc® 2 ou R40 (bague noire) possède un diamètre apical de 40/100<sup>ème</sup> et une conicité de 6% sur les 3mm apicaux
- Le Reciproc® 3 ou R50 (bague jaune) possède un diamètre apical de 50/100<sup>ème</sup> et une conicité de 5% sur les 3mm apicaux.



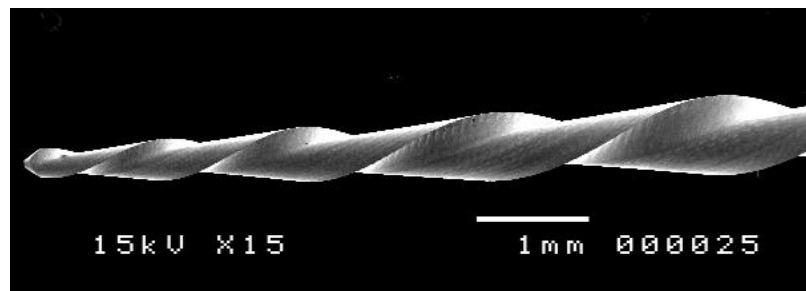
*Figure 8 : De haut en bas, instruments Reciproc® R25, R40 et R50*

Ces instruments possèdent une section asymétrique en forme de « S » avec 2 arêtes de coupe, rappelant le profil du Mtwo® [25]. A la différence du WaveOne® dont la conicité est décroissante de la pointe vers le manche, le Reciproc® possède une conicité constante sur les 3 premiers millimètres de la partie travaillante puis une conicité décroissante jusqu'au manche [5]. Cette conicité inversée est plus faible pour le Reciproc®, ce dernier présente donc un diamètre coronaire inférieur pour un diamètre de pointe comparable [17].



*Figure 9 : Image de la section d'un Reciproc® (au grossissement x240)*

A l'identique du WaveOne®, le système Reciproc® est réalisé dans un alliage nickel-titane MWire®. Les instruments présentent également un pas et un angle d'hélice variable, une hélice à gauche et une pointe non active. Ils sont également à usage unique.



*Figure 10 : Image en MEB (au grossissement x15) d'un Reciproc®*

Le moteur Reciproc® (Dentsply-VDW) qui leur est dédié, couplé à un contre-angle réducteur 6 : 1 est identique au moteur WaveOne®. Le programme pré-enregistré RECIPROC ALL consiste en des rotations anti-horaires (sens de la coupe) de l'ordre de 150° et des rotations horaires de l'ordre de 30° pour une vitesse de rotation de 350rpm. [10]

La sélection de l'instrument Reciproc® le plus adapté est, dans un premier lieu, fonction de la radiographie pré-opératoire.

Si le canal est partiellement ou totalement invisible, le canal est considéré comme étroit et le fabricant conseille l'utilisation du Reciproc® 1 (R25).

Si le canal est complètement visible à la radiographie, le choix s'effectue à la suite de l'exploration canalaire avec des limes manuelles :

- Si une lime 30 atteint « passivement » la longueur de travail, le canal est considéré comme large et l'instrument le plus approprié est le Reciproc® 3 (R50)
- Si une lime 25 n'atteint pas « passivement » la longueur de travail, le canal de taille moyenne sera instrumenté à l'aide du Reciproc® 2 (R40)
- Si une lime 20 n'atteint pas « passivement » la longueur de travail, le Reciproc® 1 (R25) sera privilégié.

Protocole opératoire [17] :

Il est globalement similaire à celui employé avec le WaveOne®.

1. Réalisation du bilan radiologique pré-opératoire, de la cavité d'accès et sélection de l'instrument Reciproc® le plus adapté.  
Le fabricant du Reciproc® ne recommande pas strictement la réalisation d'un cathétérisme [29].
2. Préparation canalaire avec le Reciproc® sélectionné. L'instrument est introduit en réciprocité. La progression en direction de l'apex se fait en effectuant des mouvements de va et vient, de faible amplitude, sous une légère pression. L'instrument est retiré tous les 2 ou 3 mouvements ou s'il se bloque. Un cycle de progression, retrait, nettoyage de l'instrument et irrigation canalaire abondante est réalisé jusqu'à atteindre les deux tiers de la longueur de travail estimée sur la radiographie pré-opératoire.
3. Exploration avec des limes manuelles et détermination de la longueur de travail.
4. La préparation canalaire avec l'instrument Reciproc® reprend selon le même protocole jusqu'à atteindre la longueur de travail.
5. Un jaugeage apical est effectué pour déterminer la nécessité d'utiliser un instrument de diamètre et de conicité supérieure.



Une étude menée par S. Bürklein [29] démontre une réduction significative du temps de préparation grâce à l'utilisation du Reciproc<sup>®</sup>, celui-ci serait diminué de 60% en comparaison à l'utilisation du Mtwo<sup>®</sup> ou du ProTaper<sup>®</sup>. D'après cette étude, l'instrument Reciproc<sup>®</sup> maintiendrait l'axe canalaire et son utilisation permettrait d'obtenir, au niveau apical, significativement moins de débris qu'avec le WaveOne<sup>®</sup> et le ProTaper<sup>®</sup>. HC. Kim, dans son étude évaluant la résistance à la torsion et à la fatigue cyclique du Reciproc<sup>®</sup> et du WaveOne<sup>®</sup>, met en évidence une résistance à la fatigue cyclique significativement plus importante pour le Reciproc<sup>®</sup> 25 que pour le WaveOne<sup>®</sup> primaire et le ProTaper<sup>®</sup> F2. HC. Kim fait le lien entre cette résistance à la fatigue cyclique et l'aire de section transversale de chaque instrument, cette dernière étant la plus petite pour le Reciproc<sup>®</sup>. Il émet également l'hypothèse que le mouvement de réciprocité relâcherait l'accumulation de stress au niveau du matériau, ce qui expliquerait la meilleure résistance de ces instruments en comparaison du ProTaper<sup>®</sup> utilisé en rotation continue. Aux vues de ces résultats, HC. Kim privilégie le Reciproc<sup>®</sup> par rapport au WaveOne<sup>®</sup> dans la préparation des canaux présentant une courbure marquée [10].

### III. Un instrument en rotation continue : le One Shape® (Micro-Mega)

En 2012, la société Micro-Mega met elle aussi un instrument unique sur le marché, le One Shape®. Celui-ci se démarque de ses concurrents par l'utilisation de la rotation continue et non du mouvement de réciprocité, ce qui permet de l'adapter sur un contre-angle endodontique traditionnel.

A défaut de parutions scientifiques sur cet instrument à ce jour, les informations suivantes sont issues des plaquettes commerciales de la société Micro-Mega.

L'instrument One Shape® est commercialisé sous 3 longueurs différentes 21, 25 ou 29mm, il posséderait un diamètre apical de  $25/100^{\text{ème}}$  et une conicité de 6%.



*Figure 11 : Instrument One Shape®*

Le fabricant met l'accent sur le design de cet instrument nickel-titane qui présente une section variable sur sa longueur :

- La zone apicale possède 3 arêtes de coupe
- La zone coronaire possède 2 arêtes de coupe
- Entre les deux, une zone de transition permet le passage de 3 à 2 arêtes de coupe.



*Figure 12 : Schéma d'évolution de la section du One Shape® de la zone apicale (à gauche) à la zone coronaire (à droite)*

L'instrument possède une pointe non travaillante qui facilite sa progression en évitant les blocages. Il possède également un pas variable pour limiter le phénomène de vissage.

Le fabricant décrit aussi ce qu'il nomme l'ABC (Anti Breakage Control) : l'instrument se dévillerait pour prévenir la fracture.

L'instrument est à usage unique, il est présenté sous blisters stériles.

Protocole opératoire :

1. Réalisation de la cavité d'accès, cathétérisme à l'aide de limes manuelles K10 ou K15 qui complète les renseignements anatomiques fournis par la radiographie pré-opératoire, détermination de la longueur de travail.  
En cas d'impossibilité de cathétérisme avec la lime K15, il est conseillé d'utiliser des limes de cathétérisme en rotation continue jusqu'à la longueur de travail estimée puis de déterminer la longueur de travail avec une lime K15.
2. La préparation à l'aide du One Shape® s'effectue par des mouvements de va et vient jusqu'à atteindre la longueur de travail. L'instrument doit être nettoyé dès qu'une résistance est rencontrée. Si cela est nécessaire, il est possible de réaliser des mouvements d'appui pariétal de remontée.  
Durant la préparation, il convient de vérifier la perméabilité apicale et d'irriguer abondamment à l'hypochlorite de sodium. Il est également recommandé d'utiliser de l'EDTA en crème.

## **Partie expérimentale**

# I. Etude 1 : Détournement d'instruments de « séquences »

L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité de mise en forme, de simulateurs endodontiques en résine, par différents instruments détournés de leurs séquences initiales : Hero 642<sup>®</sup>, HeroShaper<sup>®</sup>, Revo S<sup>®</sup> SC1 et Revo S<sup>®</sup> SU (Micro-Méga, Besançon – France) ; RaCe<sup>®</sup> (FKG, La Chaux de Fonds – Suisse), Protaper<sup>®</sup> F2 et Mtwo<sup>®</sup> (Dentsply-Maillefer, Ballaigues – Suisse).

## 1. Matériel et Méthode

- **Les simulateurs :**

Cette étude a été réalisée sur des simulateurs en résine Endo training-bloc.02 Taper<sup>®</sup> (Dentsply-Maillefer, Ballaigues - Suisse).

Les blocs mesurent 30 x 10 x 10mm. Ils comportent un canal de 19mm de longueur et de diamètre initial 10/100<sup>ème</sup> (norme ISO). La conicité des 4 premiers millimètres est fortement majorée. Les 12,5mm « coronaires » sont rectilignes et les 6,5mm « apicaux » sont courbes. L'angle de courbure est de 40° d'après la méthode de Schneider et son rayon mesure  $r = 4$  mm.

- **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 du 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 200g, relié au chariot supportant le simulateur, entraîne celui-ci vers la tête du contre-angle.

Le contre-angle est couplé au moteur Endo-Ace<sup>®</sup> (Micro-Méga, Besançon - France). Les préparations s'effectuent en rotation continue, à une vitesse de rotation de 400 tours/min, en mode autoreverse et en faisant varier le couple de 1 à 4.

- **Protocole de préparation :**

Les simulateurs sont préparés à l'aide d'un seul instrument, utilisé en dehors de sa séquence habituelle : Hero 642<sup>®</sup>, HeroShaper<sup>®</sup>, Revo S<sup>®</sup> SC1 et Revo S<sup>®</sup> SU (Micro-Méga, Besançon – France) ; RaCe<sup>®</sup> (FKG, La Chaux de Fonds – Suisse), Protaper<sup>®</sup> F2 et Mtwo<sup>®</sup> (Dentsply-Maillefer, Ballaigues – Suisse).

Tous les types d'instruments sont employés pour préparer 2 simulateurs à chaque valeur de couple : 1, 2, 3 et 4. Un instrument ne sert à la préparation que d'un seul simulateur.

Les blocs de simulation sont référencés à l'aide de 3 nombres :

- Le premier nombre désigne le nom de l'instrument :

1 : Hero 642<sup>®</sup>

2 : HeroShaper<sup>®</sup>

3 : Revo S<sup>®</sup> SU

8 : RaCe<sup>®</sup>

9 : Protaper<sup>®</sup>F2

10 : Mtwo<sup>®</sup>

11 : Revo S<sup>®</sup> SC1

- Le deuxième nombre désigne le réglage du torque

1 : couple 1

2 : couple 2

3 : couple 3

4 : couple 4

- Le troisième correspond au numéro d'échantillon

Ex : Le bloc simulateur identifié par la référence 8.3.2 correspond au deuxième bloc préparé à l'aide du RaCe<sup>®</sup> à un réglage de torque 3.

Pour chaque instrument, le protocole est le suivant :

1. Irrigation du simulateur à l'alcool à 70° puis cathétérisme à l'aide d'une lime K de diamètre 15/100<sup>ème</sup> puis vérification de la longueur de travail (19mm pour les simulateurs utilisés) à l'aide du stop placé sur la lime et d'une jauge endodontique
2. Réglage de l'instrument de préparation à la longueur de travail
3. Préparation canalaire du simulateur

4. L'instrument est retiré (en repoussant manuellement le simulateur) et nettoyé à l'aide d'une compresse avant le passage de la courbure et à mi-courbure mais également s'il se bloque, s'il accumule beaucoup de débris ou si le moteur débraye. A chaque retrait de l'instrument, le canal est irrigué à l'alcool à 70° et une récapitulation à l'aide de la lime K 15/100<sup>ème</sup> est réalisée
5. Lorsque l'instrument de préparation atteint la longueur de travail, un dernier rinçage et une dernière récapitulation sont effectués
6. Coloration à l'encre de chine noire pour faciliter la visualisation des contours canaux
7. Numérisation post-opératoire.

Un simulateur témoin est numérisé après cathétérisme à l'aide d'une lime K 15/100<sup>ème</sup> jusqu'à la longueur de travail et coloration du canal à l'encre de chine noire.

- **Acquisition informatique des données :**

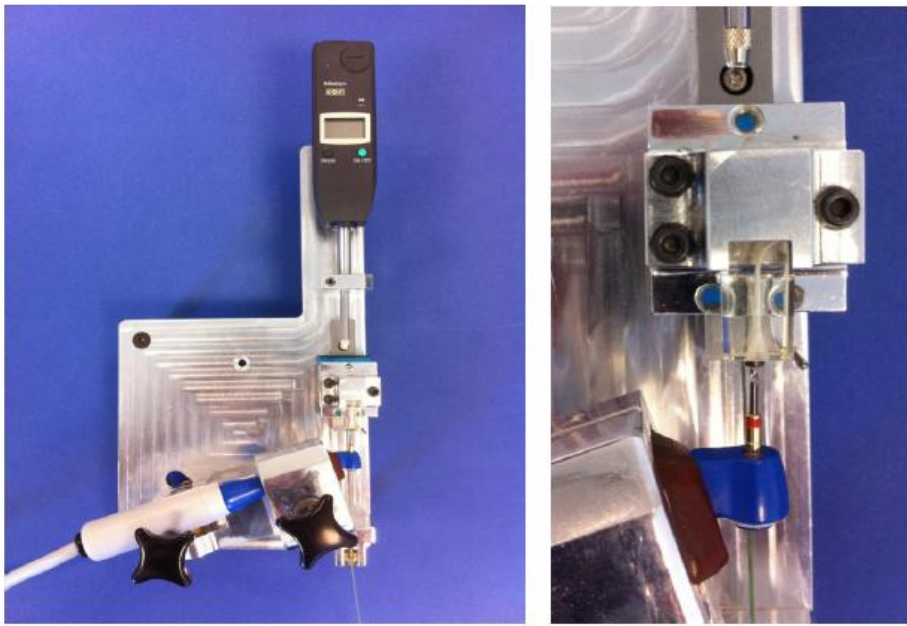
Les simulateurs sont numérisés à l'aide d'un scanner de type Epson Twain 1240<sup>®</sup> (Levallois-Perret, France). Un cache fixé sur la vitre d'exposition permet le maintien et le positionnement à l'identique de tous les simulateurs.

Le logiciel Epson Scan<sup>®</sup> (Levallois-Perret, France) en « mode professionnel » permet l'obtention des numérisations à une résolution de 2400dpi.

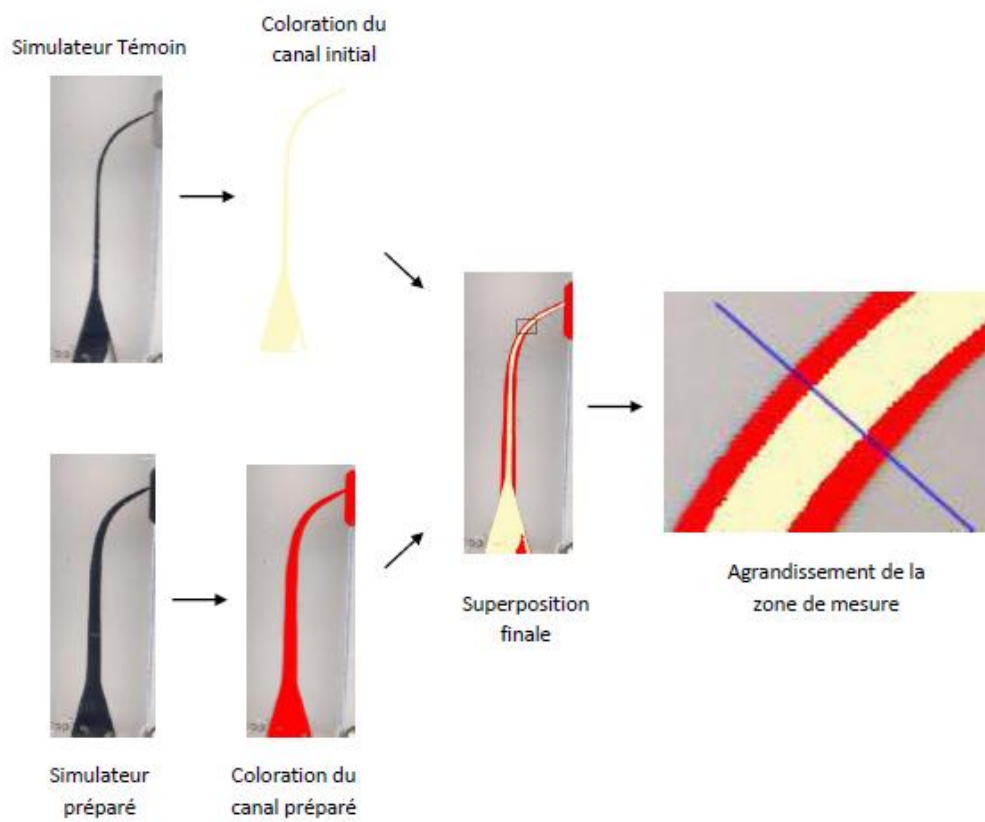
- **Traitement des images :**

Les images obtenues à l'aide du logiciel de numérisation sont ensuite traitées avec le logiciel Photoshop CS3<sup>®</sup> (Adobe Systems Inc., San Jose, CA).

Le logiciel permet la sélection et la coloration du canal pré-opératoire et du canal post-opératoire. L'application « Calques » du logiciel permet ensuite la superposition du canal pré-opératoire du bloc témoin sur les images des canaux préparés à l'aide des différents instruments. Une grille de repères est ajoutée pour permettre les mesures à la longueur de travail (LT) moins 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7mm.



*Figures 13 et 14 : Vue générale (à gauche) et vue rapprochée (à droite) du banc d'essai*



*Figure 15 : Schéma explicatif du traitement des images*



- **Réalisation des mesures :**

Les mesures s'effectuent à l'aide du logiciel Image J® 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®.

Les mesures s'effectuent à l'aide de l'outil « Set Scale » du logiciel.

La quantité de résine retirée par l'instrument est déterminée en mesurant la distance séparant le bord de l'image du canal pré-opératoire du bord de l'image du canal préparé par l'instrument. Pour plus de précisions, cette étape est réalisée sur des images zoomées à 1600%. Les mesures sont réalisées tous les millimètres de LT-1mm à LT-7mm sur les faces externe et interne de la courbure canalaire, soit 14 mesures par simulateur.

- **Analyse des données :**

Le nombre de descentes nécessaires pour atteindre la longueur de travail est enregistré. L'intégrité, le dévissage (après observation sous binoculaire Wild M3B (Leica, Heerbrugg - Suisse) à grossissement x8) ou la fracture de chaque instrument est noté. La présence de butées ou fausses routes est aussi relevée.

Une analyse descriptive est ensuite réalisée.

## **2. Résultats**

Contrairement à l'hypothèse émise lors de l'élaboration du protocole opératoire, les simulateurs résine Endo-training-bloc.02 Taper® ne sont pas parfaitement identiques. Les superpositions à l'aide du canal initial du simulateur témoin, lorsqu'elles sont réalisables, sont aléatoires et ne seront donc pas exploitées dans cette étude.

Le *tableau 2* regroupe les informations relatives aux 56 simulateurs préparés :

- Si l'instrument atteint la longueur de travail : le nombre de descentes pour y parvenir
- L'observation éventuelle d'un dévissage ou d'une fracture de l'instrument
- La création de butées ou de fausses routes.

La longueur de travail n'est pas atteinte sur 20 des 56 simulateurs. C'est le cas, de façon systématique, avec le HeroShaper® qui ne s'engage que sur quelques millimètres à l'intérieur du canal et dévissage invariablement lors de la première descente. Le Hero 642® associé à couple 1 ou 2 ne parvient pas à préparer le dernier millimètre du canal, chaque introduction de l'instrument entraînant le débrayage du moteur. Le ProTaper® F2 associé à un couple 3 ou 4, reste quand à lui en rotation à 2mm de l'apex sans réussir à progresser.

Des butées sont créées par le Hero 642® et le HeroShaper® dans 7 simulateurs.

Sur les 56 instruments, 23 dévissages sont observés. Ils concernent le HeroShaper® et le Revo S® SC1 de façon systématique, mais aussi le Mtwo® et le Revo S® SU.

Une seule fracture instrumentale est constatée avec un Revo S® SU. L'instrument atteint la longueur de travail en une seule descente mais se charge trop en débris, ce qui induit la fracture. Après cette observation, les instruments sont retirés et nettoyés dès qu'ils accumulent trop de débris.

Quatre types d'instruments progressent facilement dans les simulateurs résines : le ProTaper® F2 associé à un couple 1 ou 2, le Revo S® SU, le RaCe® et le Mtwo®. Pour ces instruments, seulement une à quatre descentes sont nécessaires pour atteindre la longueur de travail.

	400RPM Tq1 Autoreverse Alcool	400RPM Tq2 Autoreverse Alcool	400RPM Tq3 Autoreverse Alcool	400RPM Tq4 Autoreverse Alcool
Hero 642	1.1.1. amorce de butée au 13ème passage, n'arrive pas à LT	1.2.1. amorce de butée au 10ème passage	1.3.1. LT 20 passages	1.4.1. LT 40 passages
	1.1.2. amorce de butée au 12ème passage, n'arrive pas à la LT (17 passages)	1.2.2. n'arrive pas à LT au 19ème passage	1.3.2. LT 20 passages	1.4.2. LT 40 passages
Hero Shaper	2.1.1. dévissage de 2 instruments au premier passage dans le même bloc	2.2.1. 1er instrument dévissé au 1er passage. Dans le même bloc, dévissage et survissage d'un 2ème instrument au 5ème passage, n'atteint pas la LT	2.3.1. dévissage au premier passage, n'engage que de quelques mm	2.4.1. dévissage au premier passage et amorce de butée
	2.1.2. dévissage au premier passage et butée	2.2.2. dévissage au 1er passage, amorce de butée	2.3.2. dévissage au premier passage, n'engage que de quelques mm	2.4.2. dévissage au premier passage et amorce de butée
RevoS SU	3.1.1. LT en 2 passages	3.2.1. LT au premier passage (prise d'informations par l'instrument)	3.3.1. fracture au premier passage en arrivant à LT mais instrument se charge trop en débris.	3.4.1. LT en 3 passages (pour enlever les débris), dévissage
	3.1.2. dévissage lors du dépassement de la LT au 3ème passage	3.2.2. LT au premier passage (prise d'informations par l'instrument)	3.3.2. nettoyage à mi-courbure, LT en 2 passages, dévissage	3.4.2. LT en 2 passages (pour enlever les débris), dévissage
RaCe	8.1.1. LT en 3 descentes	8.2.1. LT en 2 descentes	8.3.1. LT en 2 descentes	8.4.1. LT en 2 descentes
	8.1.2. LT en 2 descentes	8.2.2. LT en 2 descentes	8.3.2. LT en 2 descentes	8.4.2. LT en 2 descentes
Protaper F2	9.1.1. LT en 4 descentes	9.2.1. LT en 3 descentes	9.3.1. Reste en rotation à LT-2mm	9.4.1. Reste en rotation à LT-2mm
	9.1.2. LT en 3 descentes	9.2.2. LT en 3 descentes	9.3.2. Reste en rotation à LT-2mm	9.4.2. Reste en rotation à LT-2mm
Mtwo	10.1.1. LT en 3 descentes	10.2.1. LT en 2 descentes	10.3.1. LT en 2 descentes	10.4.1. 2 descentes, dévissage, pas de respect de l'axe canalaire
	10.1.2. LT en 2 descentes	10.2.2. LT en 2 descentes	10.3.2. LT en 2 descentes	10.4.2. 2 descentes, dévissage
RevoS SC1	11.1.1. Dévissage première descente	11.2.1. Dévissage première descente	11.3.1. Dévissage première descente	11.4.1. Dévissage première descente
	11.1.2. Dévissage première descente	11.2.2. Dévissage première descente	11.3.2. Dévissage première descente	11.4.2. Dévissage première descente

*Tableau 2 : Récapitulatif des observations faites sur les 56 simulateurs en fonction de l'instrument et du couple moteur*

### 3. Discussion

- **Analyse des résultats :**

En 2007, G. Yared propose d'utiliser le ProTaper F2, seul, en réciprocity. Dans son étude, il conclut que l'instrument F2 est capable de couper la dentine dans les deux directions (horaire et anti-horaire) [29].

A la suite de cette étude, F. Paqué, compare les préparations obtenues à l'aide de la séquence ProTaper® en rotation continue et du ProTaper® F2 seul, en réciprocity. Il ne met en évidence, sur des acquisitions microCT, aucune différence statistiquement significative entre les deux techniques. Le déplacement canalaire dans les tiers médian et apical n'est pas statistiquement différent entre les deux techniques. En revanche, il observe un déplacement significativement plus important avec le ProTaper® en réciprocity dans le tiers coronaire. Pour F. Paqué, la différence essentielle entre ces deux techniques est le gain de temps obtenu avec la préparation par le ProTaper® en réciprocity [15].

Dans une autre étude, S. Stern aboutit aux mêmes conclusions concernant le déplacement canalaire dans les tiers médian et apical. En revanche, il n'observe pas de différence statistiquement significative entre ces deux techniques en ce qui concerne le temps de préparation. Il explique que la technique en réciprocity requiert du temps et plus de pression apicale en mouvements de picotage, pour que l'instrument atteigne la limite apicale de préparation [27].

Dans notre étude, quatre des 7 instruments testés atteignent relativement facilement la longueur de travail. Parmi ceux-ci, il est intéressant de noter que les profils du ProTaper® et du Mtwo® ont inspiré les deux instruments de réciprocity mis sur le marché par la société Dentsply, que sont respectivement le WaveOne® et le Reciproc®.

- **Choix du matériel et méthode :**

Deux modèles expérimentaux permettent d'étudier la mise en forme canalaire : le simulateur [1, 2, 4, 6, 7, 23, 24] ou les dents naturelles [3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 30].

L'utilisation de simulateurs résine autorise la standardisation du diamètre, de la longueur, de l'angle et du rayon de courbure. 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 36, celle de la dentine est comprise entre 40 et 72 selon Patterson.

Même si les simulateurs canaux 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, 6, 7, 8, 22, 23, 24].

Contrairement aux études sur des blocs résine, l'observation de la mise en forme sur les dents naturelles ne peut se faire directement. Plusieurs possibilités permettent d'obtenir les informations recherchées [13, 22] :

- La technique radiographique pour étudier les effets de l'instrument est reproductible et non invasive mais ne fournit que des informations sur deux dimensions

- 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.
- L'injection puis le retrait de vinyl polysiloxane de basse viscosité dans le canal permet une étude tridimensionnelle selon des critères prédéfinis
- La micro-tomography est une méthode non invasive. Elle permet l'obtention d'une énorme quantité d'informations. Les coupes peuvent être recréées et les données représentées sous forme d'image bi ou tridimensionnelles. Les anatomies interne et externe peuvent être observées séparément ou simultanément. Les images peuvent être évaluées quantitativement et qualitativement. Les inconvénients de cette dernière technique sont le coût de l'équipement et le temps nécessaire à l'acquisition et aux procédures de reconstruction.

#### **4. Conclusion**

La capacité des différents instruments détournés de leurs séquences initiales à atteindre la limite apicale de préparation est variable. Plusieurs instruments y parviennent facilement, comme le ProTaper® F2 associé à un couple 1 ou 2, le Revo S® SU, le RaCe® ou le Mtwo®, quand certains l'atteignent plus difficilement, comme le Hero 642®. D'autres instruments sont dans l'impossibilité d'y parvenir, c'est le cas du HeroShaper® et du Revo S® SC1.

Cette aptitude semble dépendante de plusieurs facteurs : géométrie instrumentale, section, pas, angle d'hélice...

## II. Etude 2 : les instruments uniques

L'objectif de cette étude est de comparer la mise en forme de simulateurs endodontiques en résine par l'observation, au niveau des 7 derniers millimètres, de la préparation des parois canalaires obtenue avec le ProTaper® F2, le WaveOne®, le Reciproc® et le One Shape®.

### 1. Matériel et Méthode

- **Les simulateurs :**

Cette étude a été réalisée sur des simulateurs en résine Endo training-bloc.02 Taper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues - Suisse) identiques à ceux utilisés lors de l'étude précédente.

- **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 450g, relié au chariot supportant le simulateur, entraîne celui-ci vers la tête du contre-angle.

Lors des préparations avec le One Shape® et le ProTaper® F2, le contre-angle est couplé au moteur Endo-Ace® (Micro-Mega, Besançon - France) avec une vitesse de rotation de 400 tours/min, un couple de 5,5 et en mode autoreverse.

Lors des préparations avec le WaveOne® et le Reciproc®, le contre-angle est couplé au moteur WaveOne (Dentsply-VDW, Munich - Allemagne) avec les pré-réglages des instruments concernés : WaveOne ALL et Reciproc ALL.

- **Le protocole de préparation :**

Six simulateurs sont préparés par chaque type d'instrument : ProTaper® F2, WaveOne®, Reciproc® et One Shape®. Un instrument ne sert à la préparation que d'un seul simulateur.

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

- PT pour ProTaper® F2
- WO pour WaveOne®
- R pour Reciproc®
- OS pour One Shape®.

Exemple : Le bloc simulateur identifié par la référence R4 correspond au 4<sup>ème</sup> simulateur préparé à l'aide du Reciproc®.

Des modifications sont apportées au protocole utilisé lors de l'étude précédente afin de pouvoir exploiter les superpositions canalaires :

1. Irrigation du simulateur à l'alcool à 70° puis cathétérisme à l'aide d'une lime K de diamètre 15/100<sup>ème</sup> puis vérification de la longueur de travail (19mm pour les simulateurs utilisés) à l'aide du stop placé sur la lime et d'une jauge endodontique
2. Coloration à l'encre de chine noire pour faciliter la visualisation des contours canalaires
3. Numérisation pré-opératoire
4. Réglage de l'instrument de préparation à la longueur de travail
5. Préparation canalair du simulateur
6. L'instrument est retiré (en repoussant le simulateur) et nettoyé à l'aide d'une compresse avant le passage de la courbure et à mi-courbure mais également s'il se bloque, s'il accumule beaucoup de débris ou si le moteur débraye. A chaque retrait de l'instrument, le canal est irrigué à l'alcool à 70° et une récapitulation à l'aide de la lime K 15/100<sup>ème</sup> est réalisée
7. Lorsque l'instrument de préparation atteint la longueur de travail, un dernier rinçage et une dernière récapitulation sont effectués



8. Coloration à l'encre de chine noire pour faciliter la visualisation des contours canaux
9. Numérisation post-opératoire.

- **Acquisition informatique des données :**

Les numérisations sont effectuées à l'aide du scanner Epson Twain 1240® (Levallois-Perret, France), à l'aide des réglages présentés lors de la précédente étude.

- **Traitement des images :**

De la même façon, les superpositions d'images sont effectuées à l'aide du logiciel Photoshop CS3® (Adobe Systems Inc., San Jose, CA).

- **Réalisation des mesures :**

Les mesures sont elles aussi réalisées, telles que décrites pour l'étude précédente, à l'aide du logiciel Image J® version 1.43U (National Institute of Health).

- **Analyse des données :**

Le nombre de descentes nécessaires pour atteindre la longueur de travail est enregistré. L'intégrité, le dévissage (après observation sous binoculaire Wild M3B (Leica, Heerbrugg - Suisse) à grossissement x8) ou la fracture de chaque instrument est noté. La présence de butée ou fausse route est aussi relevée.

Une analyse descriptive est ensuite réalisée.

Enfin, une analyse de la variance et un test a posteriori de Fisher avec un risque  $\alpha$  fixé à 5% sont réalisés.

## 2. Résultats

L'analyse de la variance ANOVA sur la totalité des résultats met en évidence des différences statistiquement significatives entre les 4 instruments, entre la préparation des parois interne et externe de la courbure et selon les différents niveaux de préparation.

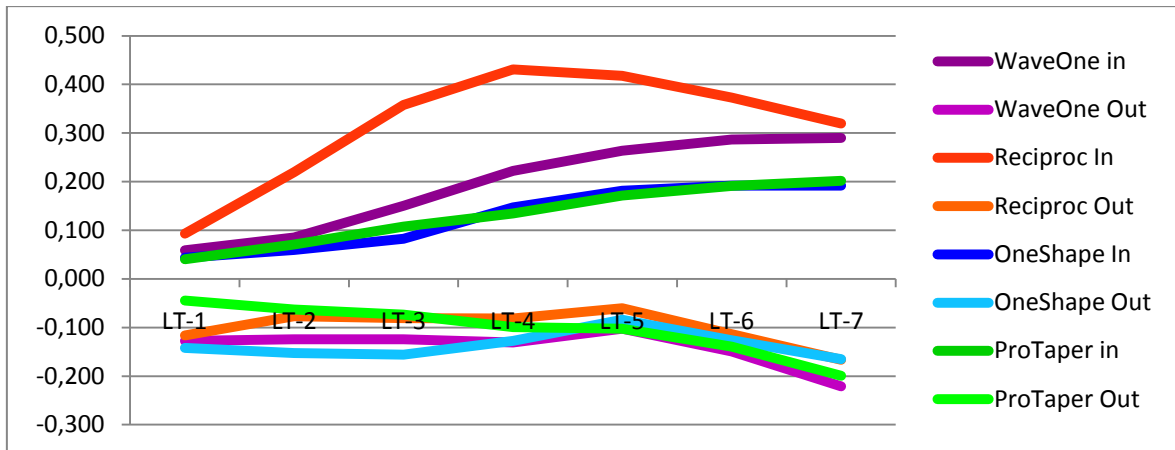
	Valeur de F	Valeur de p	Significativité
Instrument	42,504	<0,0001	S
In/Out	137,961	<0,0001	S
Niveau	35,193	<0,0001	S

*Tableau 3 : ANOVA pour les paramètres instrument, zone de mesure (intérieur/extérieur) et niveau de mesure (S = Significatif, NS = Non Significatif)*

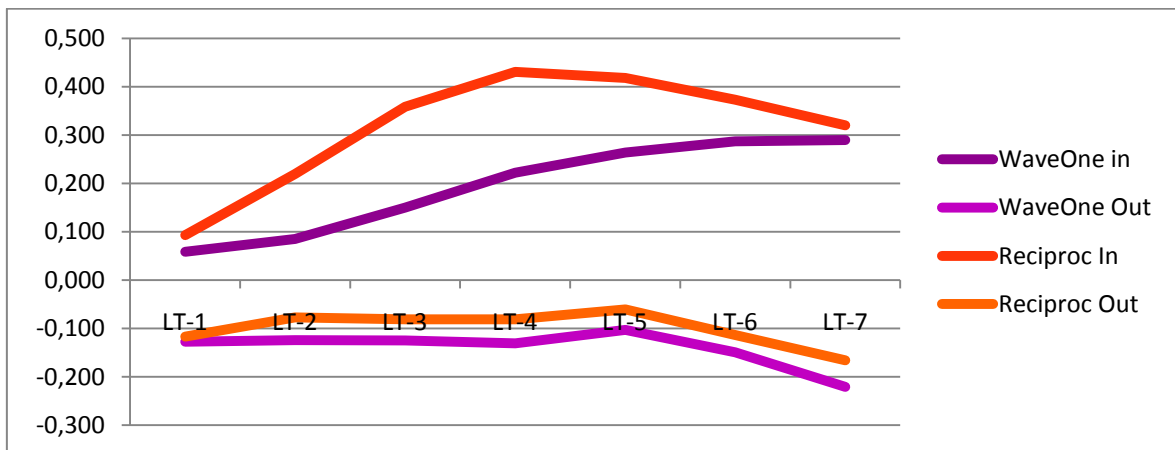
	LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7
WaveOne in	0,059	0,085	0,150	0,222	0,264	0,287	0,290
WaveOne Out	-0,128	-0,124	-0,125	-0,131	-0,103	-0,149	-0,221
Reciproc In	0,093	0,219	0,358	0,431	0,418	0,373	0,320
Reciproc Out	-0,117	-0,077	-0,081	-0,081	-0,060	-0,114	-0,166
OneShape In	0,043	0,060	0,082	0,147	0,181	0,192	0,192
OneShape Out	-0,142	-0,153	-0,156	-0,127	-0,084	-0,126	-0,165
ProTaper in	0,041	0,071	0,107	0,135	0,172	0,191	0,201
ProTaper Out	-0,044	-0,063	-0,074	-0,099	-0,102	-0,140	-0,199

*Tableau 4 : Moyenne des mesures pour le ProTaper® F2, le WaveOne®, le Reciproc® et le One Shape®*

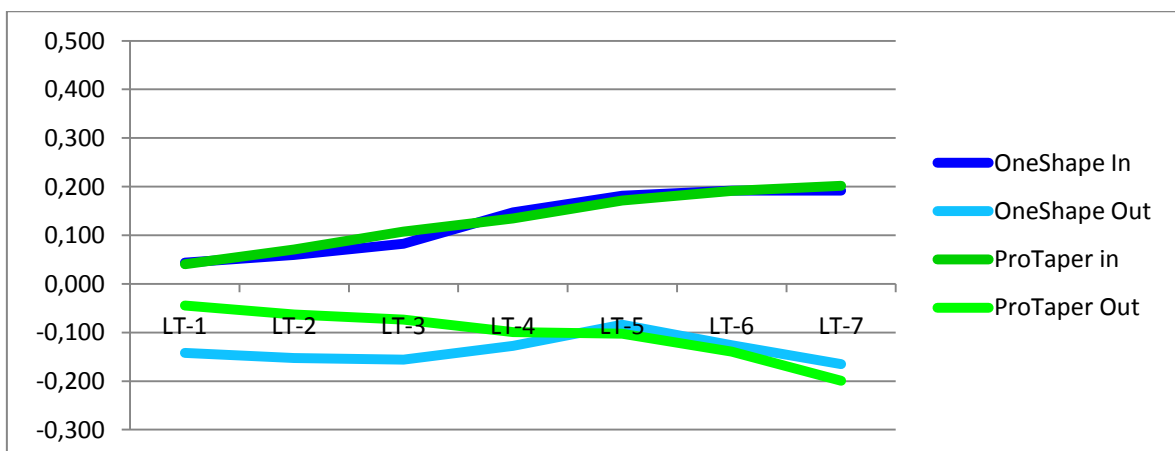
Les figures 16, 17 et 18 présentent la quantité de résine éliminée sur les 7 derniers millimètres par les 4 instruments, à partir des moyennes obtenues au tableau 4.



**Figure 16 :** Quantité de résine éliminée sur les 7 derniers millimètres des simulateurs par les instruments ProTaper® F2, WaveOne®, Reciproc® et One Shape®



**Figure 17 :** Quantité de résine éliminée sur les 7 derniers millimètres des simulateurs par les instruments WaveOne® et Reciproc®



**Figure 18 :** Quantité de résine éliminée sur les 7 derniers millimètres des simulateurs par les instruments ProTaper® F2 et One Shape®

Le test a posteriori de Fisher indique des différences significatives entre les préparations des différents instruments deux à deux, à l'exclusion des préparations du One Shape® et du ProTaper® pour lesquels cette différence n'est pas significative. Les deux instruments de rotation continue travailleraient donc de la même façon.

	Valeur de p	Significativité
WaveOne, Reciproc	<0,0001	S
WaveOne, One Shape	<0,0001	S
WaveOne, ProTaper	<0,0001	S
Reciproc, One Shape	<0,0001	S
Reciproc, ProTaper	<0,0001	S
One Shape, ProTaper	0,0865	NS

Tableau 5 : Test PLSD de Fisher pour le paramètre instrument (S = Significatif, NS = Non Significatif)

Les résultats sont ensuite analysés en individualisant chaque instrument.

Concernant le **WaveOne®**, l'analyse de la variance permet de mettre en évidence une différence statistiquement significative entre les préparations des parois interne et externe de la courbure. Le WaveOne® retire significativement plus de matière à l'intérieur qu'à l'extérieur de la courbure. Il tend à la redresser.

	Valeur de F	Valeur de p	Significativité
In/Out	10,447	0,0018	S

Tableau 6 : ANOVA pour les zones de mesure du WaveOne® (S = Significatif, NS = Non Significatif)

Concernant le **Reciproc**<sup>®</sup>, l'analyse de la variance permet également de mettre en évidence une différence statistiquement significative entre les préparations des parois interne et externe de la courbure. Le Reciproc<sup>®</sup> retire, lui aussi, significativement plus de matière à l'intérieur qu'à l'extérieur de la courbure et tend à la redresser.

	Valeur de F	Valeur de p	Significativité
In/Out	64,755	<0,0001	S

*Tableau 7 : ANOVA pour les zones de mesure du Reciproc<sup>®</sup> (S = Significatif, NS = Non Significatif)*

Statistiquement, le **ProTaper**<sup>®</sup> tend lui aussi à redresser la courbure en retirant significativement plus de matière à l'intérieur qu'à l'extérieur de la courbure.

	Valeur de F	Valeur de p	Significativité
In/Out	4,853	0,0304	S

*Tableau 8 : ANOVA pour les zones de mesure du ProTaper<sup>®</sup> (S = Significatif, NS = Non Significatif)*

L'analyse de la variance concernant le **One Shape**<sup>®</sup> ne met pas en évidence une différence statistiquement significative entre les préparations des parois interne et externe de la courbure. Le One Shape<sup>®</sup> entraîne une préparation similaire des parois interne et externe de la courbure. Il maintiendrait donc mieux l'axe canalaire que le WaveOne<sup>®</sup>, le Reciproc<sup>®</sup> ou le ProTaper<sup>®</sup>.

	Valeur de F	Valeur de p	Significativité
In/Out	0,410	0,5236	NS

*Tableau 9 : ANOVA pour les zones de mesure du One Shape<sup>®</sup> (S = Significatif, NS = Non Significatif)*

### 3. Discussion

- **Analyse des résultats :**

Cette étude conclut à une différence statistiquement significative entre les préparations des parois interne et externe de la courbure par le WaveOne® et le Reciproc®. Ces instruments retireraient significativement plus de matière à l'intérieur qu'à l'extérieur de la courbure.

Dans une étude sur l'effet de la longueur et de la courbure canalaire sur les altérations de la longueur de travail lors de préparation à l'aide du WaveOne® [3], E. Berutti aboutit à une conclusion similaire. Il constate une perte de la longueur de travail d'autant plus importante que la courbure canalaire est sévère. Selon E. Berutti, cette diminution de la longueur de travail est principalement liée à un redressement canalaire effectué par la préparation instrumentale [3].

Dans une autre étude [4], E. Berutti constate qu'un cathétérisme préalable à l'utilisation du WaveOne® produirait moins de modifications de la courbure canalaire. Le cathétérisme permettrait au WaveOne® d'atteindre la longueur de travail en effectuant moins de mouvements. Cela réduirait le brossage inutile sur les parois et donc le déplacement canalaire. Dans cette étude, E. Berutti conclut donc à un bon maintien de l'anatomie canalaire par le WaveOne® [4].

S. Bürklein conclut également à un bon maintien de l'anatomie canalaire par le WaveOne® et le Reciproc® dans une étude où il compare leurs capacités de préparation à celles du Mtwo® et du ProTaper® [5].

Selon SY. You [30], il n'est pas prouvé que le mouvement de réciprocité avec les limes nickel-titane, qui imite la technique des forces balancées de Roane avec les instruments acier, aboutisse au maintien de la courbure. Il postule que le mouvement de réciprocité autorise un relâchement continu de la lime. Les changements de direction de rotation permanents pourraient causer des mouvements incontrôlés, aboutissant à une quantité de déplacement canalaire plus importante. Comme F. Paqué [15], il ne constate pas de

différence de déplacement apical en comparant la préparation canalaire à l'aide du système ProTaper® en rotation continue puis en réciprocité.

- **Choix du matériel et méthode :**

L'utilisation de simulateurs résine est critiquable, de la même manière que pour l'étude évaluant la capacité de mise en forme d'instruments détournés de leur séquence initiale.

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.

La majorité des études nécessitant l'obtention d'images de simulateurs fait appel à une acquisition photographique [1, 6, 7, 23]. Une alternative à cette technique est utilisée dans cette étude, il s'agit de la numérisation à l'aide d'un scanner [16]. Dans les deux types d'acquisition, il est nécessaire d'utiliser des systèmes de maintien et de repositionnement du simulateur. Il faut également utiliser des paramètres de prise de vue (zoom, vitesse d'obturation, diaphragme etc.) ou de numérisation constants durant toute l'expérimentation. Pour l'acquisition photographique, la position de l'appareil photo doit aussi être fixe.

Le respect de l'anatomie canalaire est évalué en mesurant la quantité de résine retirée par l'instrument. Cette quantité est déterminée en calculant la distance séparant le bord de l'image du canal pré-opératoire du bord de l'image préparé par l'instrument.

Des études suggèrent que l'analyse des modifications de la courbure canalaire est également une méthode fiable pour évaluer la tendance au maintien de l'anatomie canalaire ou au redressement de la courbure par un système de préparation [4].

## 4. Conclusion

L'analyse statistique indique des différences globalement significatives entre les préparations canalaires du WaveOne<sup>®</sup>, du Reciproc<sup>®</sup>, du One Shape<sup>®</sup> et du ProTaper<sup>®</sup>.

Le test a posteriori de Fisher ne met pas en évidence de différence statistiquement significative entre le One Shape<sup>®</sup> et le ProTaper<sup>®</sup> uniquement. Ces deux instruments de rotation continue travailleraient donc de la même façon.

Le WaveOne<sup>®</sup>, le Reciproc<sup>®</sup> et le ProTaper<sup>®</sup> entraînent une préparation significativement plus importante de la paroi interne que de la paroi externe de la courbure. Cette différence de préparation n'est pas significative pour le One Shape<sup>®</sup>. Ce dernier est donc plus respectueux de l'anatomie canalaire initiale.



### **III. Questionnaires d'évaluation de travaux pratiques (congrès SFE Toulouse 2012)**

#### **1. Matériel et Méthode**

Des travaux pratiques sur l'instrumentation unique sont organisés à l'occasion du pré-congrès de la Société Française d'Endodontie, à Toulouse, en juin 2012. Lors de la journée de pré-cours, les participants sont invités à manipuler le WaveOne®, le Reciproc® et le One Shape®, sur des dents humaines extraites. A cette occasion, un questionnaire d'évaluation est remis aux 20 participants afin d'évaluer leur ressenti sur les instruments testés.

Une analyse descriptive des résultats est réalisée.

Etes vous : Omnipraticien  Endodontiste  Enseignant  Etudiant  ?

Quelle est votre année de diplôme ? .....

Quel système avez vous déjà utilisé pour vos traitements endodontiques ? :

.....  
 .....  
 .....

Quel système utilisez vous habituellement pour vos traitements endodontiques ? :

.....  
 .....  
 .....

En quelle proportion utilisez vous les instruments suivants pour vos traitements ? :

Manuel ..... Alterné ..... Rotation continue ..... Réciprocité ..... Ultra-sons .....

Parmi les systèmes testés aujourd'hui, lequel avez-vous le plus apprécié ? Pourquoi ? :

.....  
 .....  
 .....

Que pensez vous du système WaveOne ? Précisez ses points forts et points faibles SVP .

.....  
 .....  
 .....

Que pensez vous du système Reciproc ? Précisez ses points forts et points faibles SVP .

.....  
 .....  
 .....

Que pensez vous du système OneShape ? Précisez ses points forts et points faibles SVP.

.....  
 .....  
 .....

Précisions et remarques :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

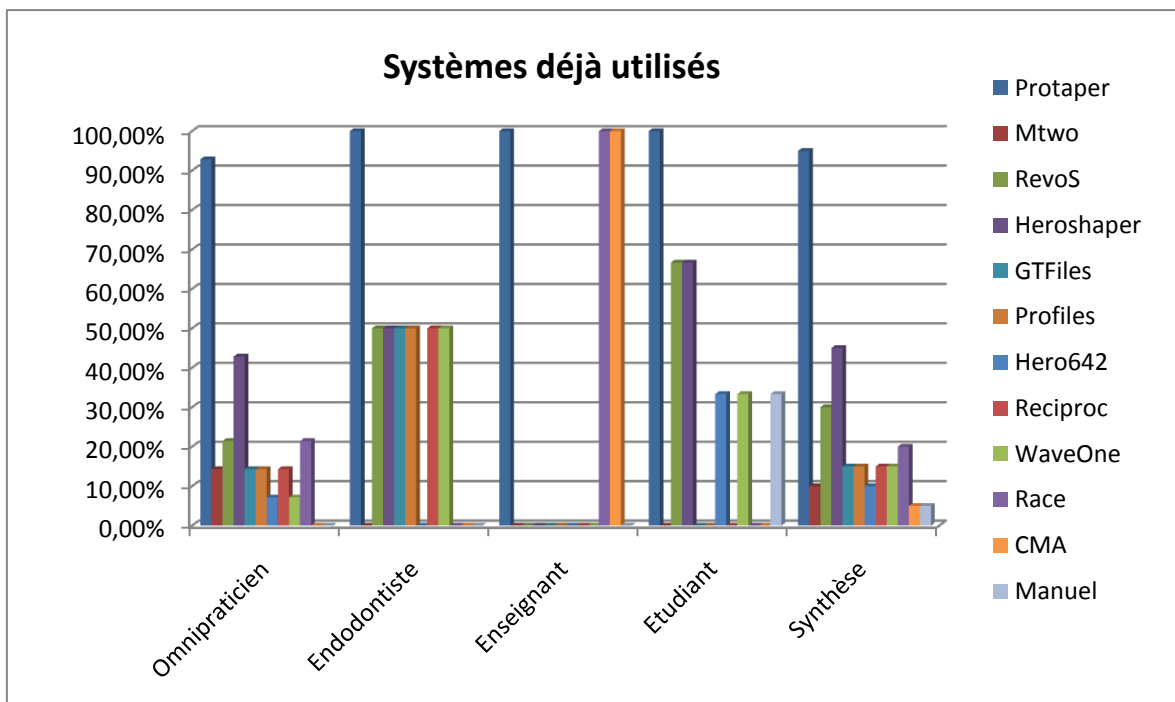
Avec tous nos remerciements.

*Figure 19 : Questionnaire d'évaluation des instruments utilisés lors des travaux pratiques du pré-congrès de la Société Française d'Endodontie, à Toulouse, en juin 2012*

## 2. Résultats

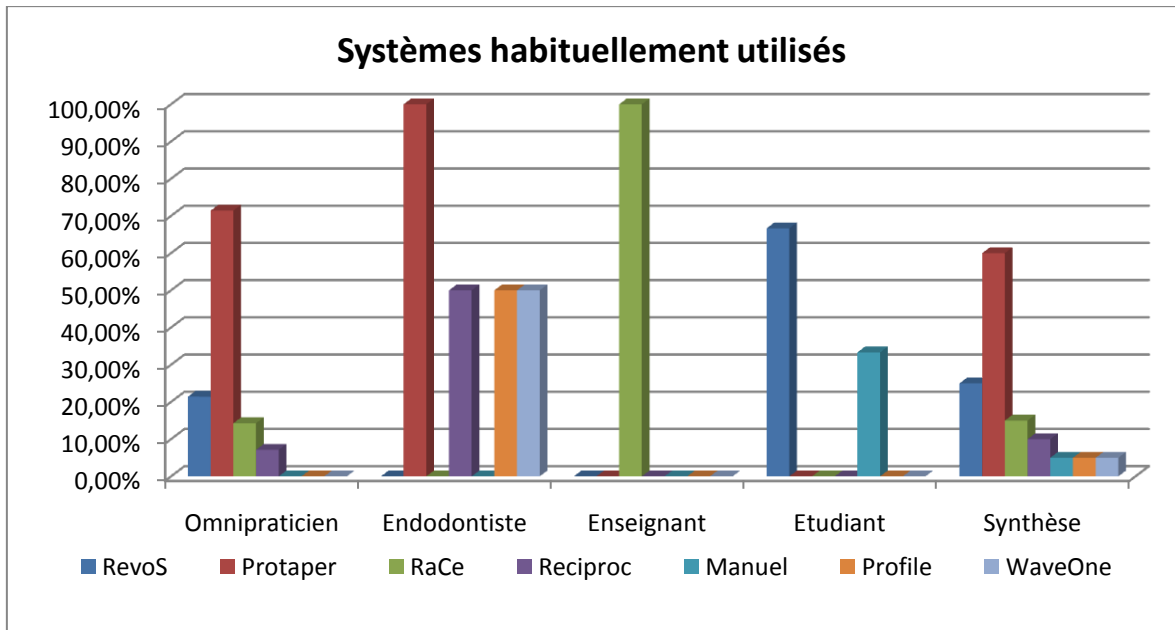
Les 20 participants comprennent 14 omnipraticiens, 2 endodontistes, 3 étudiants et 1 enseignant/omnipraticien. A l'exception des 3 étudiants, les participants ont obtenu leur diplôme entre 1975 et 2008.

Dans un premier temps, les participants sont invités à indiquer les systèmes endodontiques qu'ils ont eut l'occasion d'utiliser dans leur exercice puis ceux qu'ils utilisent au quotidien. 95% des participants ont déjà utilisés le système ProTaper®, 45% le système HeroShaper® et 30% le système RevoS®.



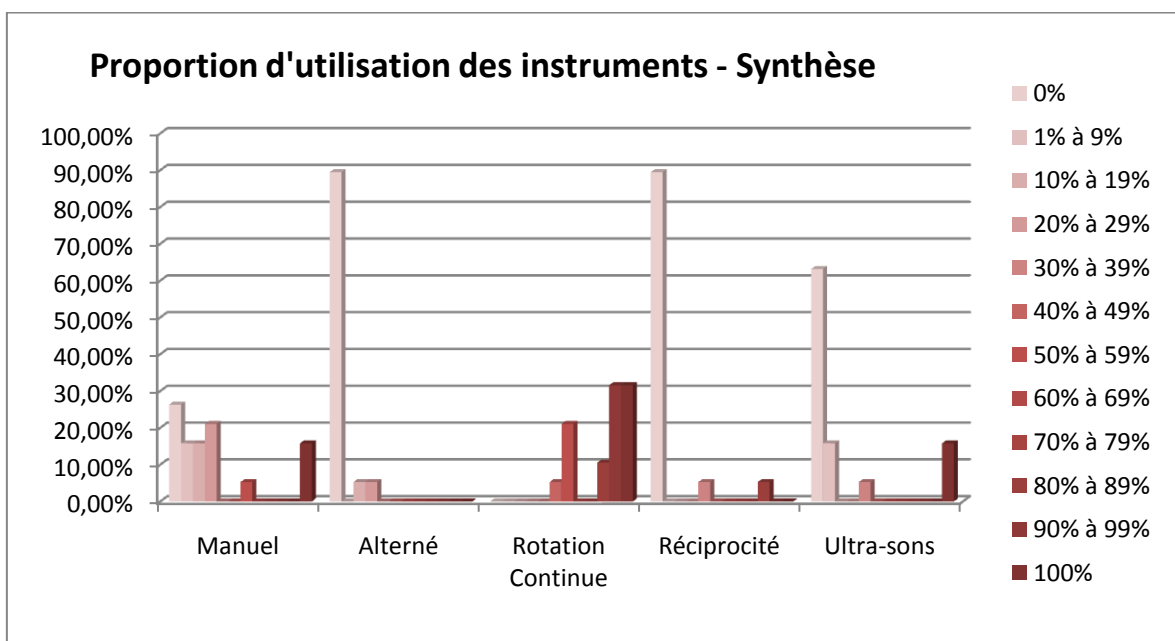
*Figure 20 : Systèmes instrumentaux déjà utilisés par les participants au cours de leur exercice, en fonction des catégories de praticiens*

Deux de ces systèmes sont toujours majoritairement utilisés quotidiennement : 60% des participants déclarent utiliser le système ProTaper® et 25% le système RevoS®.



*Figure 21 : Systèmes instrumentaux utilisés par les participants dans leur exercice, en fonction des catégories de praticiens*

Dans un deuxième temps, les participants sont invités à exprimer dans quelles proportions ils utilisent l'instrumentation manuelle, alternée, de rotation continue, en réciprocité ou ultra-sonore lors de leurs traitements endodontiques.



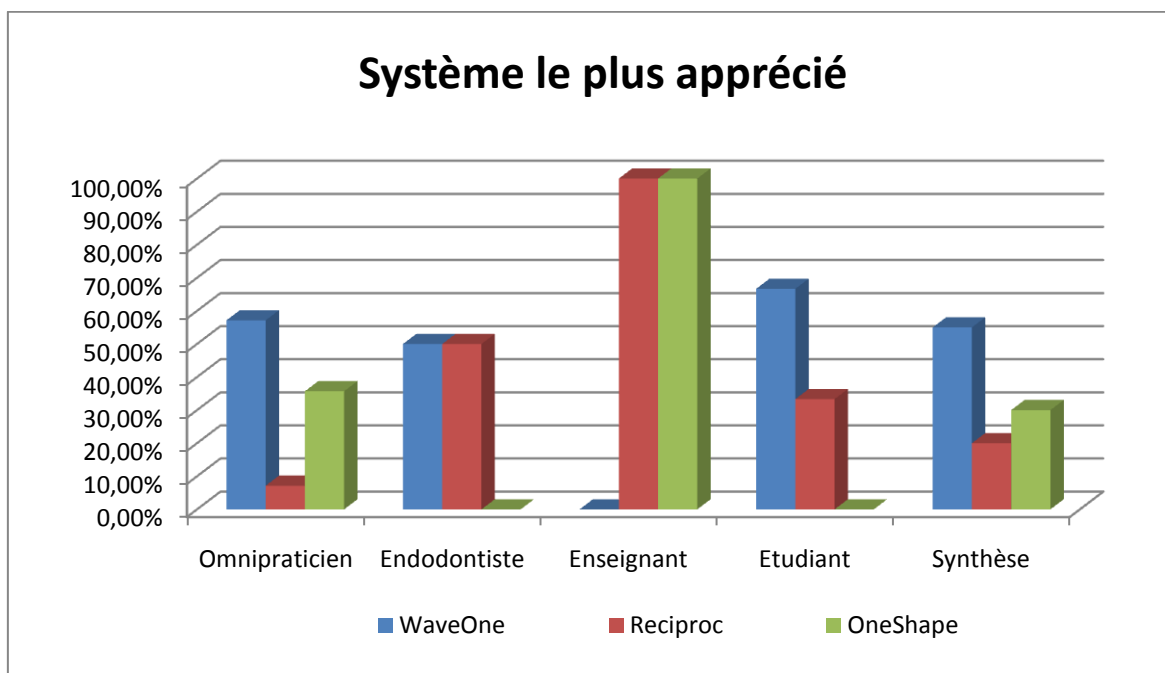
*Figure 22 : Proportion d'utilisation des différentes instrumentations pour l'ensemble des participants*

89% des participants n'utilisent jamais la rotation alternée et la réciprocité lors de leurs traitements endodontiques. 63% des participants n'utilisent pas non plus les ultra-sons.

La proportion d'utilisation de l'instrumentation ultra-sonore ou de réciprocité est plus importante dans la catégorie des endodontistes.

Dans un troisième temps, les participants sont conviés à indiquer l'instrument qu'ils ont le plus apprécié parmi les 3 instruments manipulés, puis à stipuler les points forts et faibles de chacun des instruments.

55% des participants déclarent préférer manipuler le WaveOne® et 30% des participants le One Shape®. Ces proportions sont différentes en ce qui concerne les catégories endodontistes et étudiants qui apprécient plutôt le WaveOne® puis le Reciproc®.



*Figure 23 : Instrument unique le plus apprécié lors de ce pré-congrès*

Le *tableau 10* regroupe les qualités et défauts exprimés par l'ensemble des participants.

Participants	WaveOne	Reciproc	One Shape			
Points forts	<b>Efficacité</b>	6	<b>Efficacité</b>	7	<b>Efficacité</b>	2
	<b>Simplicité</b>	3	<b>Simplicité</b>	3	<b>Simplicité</b>	4
	<b>Douceur</b>	6	<b>Douceur</b>	4	<b>Douceur</b>	2
	<b>Flexibilité</b>	1	<b>Flexibilité supérieure à celle du WaveOne</b>	1	Moteur non spécifique	1
	Absence de vissage	2	Instrument 50/100ème	1	Fiabilité	1
	Sensation plus sécurisante qu'avec le Reciproc	2			Rotation continue	5
	Conicité apicale majorée	1				
	Respect de la trajectoire	1				
Bonne ampliation	1					
Points faibles	<b>Moteur spécifique</b>	2	<b>Moteur spécifique</b>	1	Création de butée	1
	<b>Progression difficile</b>	2	<b>Progression difficile</b>	5	Impression que l'instrument travaille peu	2
	<b>Sensation du mouvement de réciprocité</b>	4	<b>Sensation du mouvement de réciprocité</b>	1	Fracture instrumentale	1
	Bruit	1	<b>Agressivité</b>	3	<b>Agressivité</b>	1
	<b>Coût</b>	2	<b>Coût</b>	1	Sensation de vissage	9
	Efficacité inférieure à celle du Reciproc	1	Sensation d'aspiration	2	Crainte de dépassements fréquents	
			Nécessite une habitude de manipulation	1	Méfiance	1

*Tableau 10 : Synthèse des points forts et faibles exprimés sur chacun des instruments par l'ensemble des participants*

Le WaveOne® et le Reciproc sont majoritairement décrits comme des instruments efficaces et doux.

Le principal point négatif évoqué pour le WaveOne® concerne la sensation liée au mouvement de réciprocité. Ce critère est également mentionné, dans une moindre mesure, pour le Reciproc. Les principaux points négatifs pour ce dernier concernent sa progression difficile et son agressivité.

Les principaux points positifs évoqués pour le One Shape® concernent son utilisation en rotation continue et sa simplicité. Le critère « rotation continue » englobe la sensation plus habituelle et rassurante de ce mouvement et l'idée que l'utilisation de cet instrument ne nécessite pas une période d'adaptation importante. Ce critère intègre également la possibilité d'utiliser cet instrument sur le moteur de l'unit.

Le point négatif le plus évoqué pour le OneShape® est la sensation de vissage induite par l'instrument.

### **3. Discussion**

Le nombre de participants aux travaux pratiques et donc le nombre de questionnaires récoltés est faible. Les résultats sont donc difficilement transposables à plus grande échelle. Cela complique également leur interprétation, ceci d'autant plus si l'on s'intéresse aux catégories les moins représentées : enseignants, endodontistes et étudiants.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des participants reflètent souvent ceux obtenus pour la catégorie des omnipraticiens, largement représentée lors de ces travaux pratiques. Il s'agit d'un biais de représentation.

Le questionnaire est formulé sous forme de questions ouvertes. Ceci rend plus compliqué le traitement des réponses données. La difficulté consiste à regrouper les réponses obtenues sous des items plus généraux, sans déformer l'idée initiale de la personne interrogée.

Les réponses à ces questions pourraient néanmoins servir à établir des questions fermées à choix multiples. L'évaluation sur un échantillon plus important permettrait l'obtention de résultats plus significatifs.

Les réponses obtenues pour les points forts et les points faibles de chaque instrument peuvent parfois paraître contradictoires. L'appréciation de chaque individu est très variable selon leur expérience et leur sensibilité.

L'interprétation des résultats obtenus à la question concernant la proportion d'utilisation des différentes instrumentations lors du traitement endodontique ne peut se faire que de façon partielle. Cette question a été interprétée de deux manières différentes. Une partie des participants a effectivement évalué la part de chaque instrumentation dans le traitement sur un total de 100%. La seconde partie des participants a évalué le taux d'utilisation des instrumentations sur l'ensemble de leurs traitements, une proportion d'utilisation de 100% indiquant l'utilisation systématique d'une instrumentation lors de chaque traitement endodontique.

Des incohérences sont observées dans les réponses : deux omnipraticiens ont indiqué utiliser la rotation alternée dans des proportions de 10 et 20%, or l'utilisation de ce type d'instrumentation ne se retrouve pas dans leurs réponses aux questions concernant les systèmes utilisés ou ayant été utilisés.

Deux participants ont nommé un des systèmes qu'ils utilisent en se servant de la marque « FKG », ces réponses ont été assimilées à l'utilisation du système RaCe® commercialisé par la société FKG Dentaire.



## 4. Conclusion

L'instrument le plus apprécié par les participants aux travaux pratiques du congrès de la Société Française d'Endodontie, à Toulouse, en juin 2012, est le WaveOne®. Il séduit par son efficacité et sa douceur, malgré la sensation inhabituelle liée au mouvement de réciprocité.

Le One Shape®, quant à lui, intéresse les praticiens par la simplification des protocoles opératoires, tout en conservant l'habitude d'un mouvement de préparation : la rotation continue et sans nécessiter l'acquisition de matériel supplémentaire.

## Conclusion

L'instrumentation unique pourrait constituer une nouvelle étape dans l'évolution du nickel-titane en endodontie. Tout en cherchant à satisfaire aux objectifs mécaniques et biologiques du traitement endodontique, le Self-Adjusting File®, le WaveOne®, le Reciproc® et le One Shape® répondent au besoin de simplification des séquences opératoires.

La première étude évalue la mise en forme de simulateurs endodontiques par différents instruments détournés de leurs séquences initiales.

La capacité des différents instruments testés à atteindre la limite apicale de préparation est variable. Plusieurs instruments y parviennent facilement, comme le ProTaper® F2 associé à un couple 1 ou 2, le Revo S® SU, le RaCe® ou le Mtwo®, quand certains l'atteignent plus difficilement, comme le Hero 642®. D'autres instruments sont dans l'impossibilité d'y parvenir, c'est le cas du HeroShaper® et du Revo S® SC1.

Cette aptitude semble dépendante de plusieurs facteurs : géométrie instrumentale, section, pas, angle d'hélice...

La deuxième étude compare la mise en forme de simulateurs résines, obtenue à l'aide du WaveOne®, du Reciproc®, du One Shape® et du ProTaper® F2.

D'après le test a posteriori de Fisher, les deux instruments de rotation continue (le One Shape® et le ProTaper®F2) travailleraient statistiquement de la même façon.

Selon plusieurs études, souvent sur dents naturelles, le WaveOne® et le Reciproc® respecteraient l'anatomie initiale du canal. Il n'existe à ce jour aucune parution sur la capacité de mise en forme du One Shape®.

Dans cette expérimentation, le WaveOne® et le Reciproc® prépareraient de manière plus importante la paroi interne de la courbure et aboutiraient donc à son redressement. Le One Shape travaillerait de façon plus homogène sur les deux parois canalaires.

La dernière étude de cette partie expérimentale évalue le ressenti des participants sur la manipulation de ces mêmes instruments, lors des travaux pratiques du pré-congrès de la Société Française d'Endodontie de Toulouse en juin 2012.

L'instrument le plus apprécié, pour son efficacité et sa douceur, est le WaveOne®. Le One Shape®, quant à lui, intéresse les participants par la conservation du mouvement de rotation continue.

Le directeur de thèse

Le président du jury

## 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. BERRUTI E, CHIANDUSSI G, SALVATORE D, SCOTTI N, CANTATORE G, CASTELLUCCI A, PASQUALINI D, Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating file, Journal of Endodontics, 2011 Dec, 37(12) : 1687-90
4. BERRUTI E, PAOLINO DS, CHIANDUSSI G, ALOVISI M, CANTATORE G, CASTELLUCCI A, PASQUALINI D, Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path, Journal of Endodontics, 2012 Jan, 38(1) : 101-4
5. BURKLEIN S, HINTSCHITZA K, DAMMASCHKE T, SCHAFFER E, Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper, International Endodontic Journal, 2012 May, 45(5) : 449-61
6. BURKLEIN S, SCHAFFER 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

7. CALBERSON FL, DEROOSE CA, HOMMEZ GM, DE MOOR RJ, Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals, *International Endodontic Journal*, 2004 Sep, 37(9) : 613-23
8. GONZALEZ SANCHEZ JA, DURAN-SINDREU F, DE NOE S, MERCADE 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
9. HUBSCHER W, BARBAKOW F, PETERS OA, Root canal preparation with FlexMaster : canal shapes analysed by micro-computed tomography, *International Endodontic Journal*, 2003 Nov, 36(11) : 740-7
10. KIM HC, KWAK SW, CHEUNG GSP, KO DH, CHUNG SM, LEE W, Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion : Reciproc versus WaveOne, *Journal of Endodontics*, 2012 Apr, 38(4) : 541-4
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) : 679-90
12. METZGER Z, ZARY R, COHEN R, TEPEROVICH E, PAQUE F, The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus Self-adjusting Files : A three-dimensional micro-computed tomographic study, *Journal of Endodontics*, 2010 Sep, 36(9) : 1569-73
13. OZER SY, Comparison of root canal transportation induced by three rotary systems with noncutting tips using computed tomography, *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontics*, 2011 Feb, 111(2) : 244-50

14. PAQUE F, PETERS OA, Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the Self-adjusting File, *Journal of Endodontics*, 2011 Apr, 37(4) : 517-21
15. PAQUE F, ZEHNDER M, DE-DEUS G, Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence, *Journal of Endodontics*, 2011 Oct, 37(10) : 1394-7
16. 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
17. PERTOT W-J, WEBBER J, MACHTOU P, KUTTLER S, Mise en forme canalaire mono-instrumentale en mouvement réciproque WaveOne® et Reciproc®, *L'information dentaire*, 2011 Nov, 38 : 1-10
18. PETERS OA, BOESSLER C, PAQUE F, Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography : canal surface preparation over time, *Journal of Endodontics*, 2010 June, 36(6) : 1068-72
19. PETERS OA, PAQUE F, Root canal preparation of maxillary molars with the Self-adjusting file : a micro-computed tomography study, *Journal of Endodontics*, 2011 Jan, 37(1) : 53-7
20. PETERS OA, PETERS CI, SCHONENBERGER 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
21. PETERS OA, SCHONENBERGER 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

22. RHODES JS, PITT FORD TR, LYNCH JA, LIEPINS PJ, CURTIS RV, Micro-computed tomography : a new tool for experimental endodontology, *International Endodontic Journal*, 1999 May, 32(3) : 165-70
23. SCHAFER 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, *International Endodontic Journal*, 2006 Mar, 39(3) : 196-202
24. SCHAFER E, VLASSIS M, Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments : ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals, *International Endodontic Journal*, 2004 Apr, 37(4) : 229-38
25. SIMON S, La revolution de l'instrument unique en endodontie, *Clinic*, 2011 Sep, 32 : 413-9
26. SIQUEIRA JF, ALVES FRF, ALMEIDA BM, MACHADO DE OLIVEIRA JC, ROCAS IN, Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or Self-adjusting File to disinfect oval-shaped root canals, *Journal of Endodontics*, 2010 Nov, 36(11) : 1860-5
27. STERN S, PATEL S, FOSCHI F, SHERRIFF M, MANNOCCI F, Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography ( $\mu$ CT), *International Endodontic Journal*, 2012 Jun, 45(6) : 514-23
28. VERSIANI MA, DJALMA PECORA J, DAMIAO DE SOUSA SANTO M, Flat-oval root canal preparation with Self-Adjusting File instrument : a micro-computed tomography study, *Journal of Endodontics*, 2011 July, 37(7) : 1002-7
29. YARED G, Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument : preliminary observations, *International Endodontic Journal*, 2008 Apr, 41(4) : 339-44

30. YOU SY, KIM HC, BAE KS, BAEK SH, KUM KY, LEE W, Shaping ability of reciprocating motion in curved canals: a comparative study with micro-computed tomography, *Journal of Endodontics*, 2011 Sept, 37(9) : 1296-1300





---

**INSTRUMENTATION UNIQUE : UNE NOUVELLE ÈRE ENDODONTIQUE ?**

---

**RESUME EN FRANÇAIS :**

L'instrumentation unique pourrait constituer une nouvelle étape dans l'évolution du nickel-titane en endodontie. La première partie présente les instruments uniques existants : Self-Adjusting File®, WaveOne®, Reciproc® et One Shape®.

Dans la partie expérimentale, une première étude évalue la capacité d'instruments détournés de leur séquence pour mettre en forme des simulateurs. Une deuxième étude compare la capacité du WaveOne®, du Reciproc®, du One Shape® et du ProTaper® F2 à maintenir l'axe canalaire de simulateurs. Une troisième étude évalue le ressenti des participants sur la manipulation de trois instruments uniques, lors des travaux pratiques du congrès de la Société Française d'Endodontie de Toulouse en juin 2012.

---

**TITRE ET RESUME EN ANGLAIS :****Single-file technique: a new endodontic era ?**

The single-file technique could constitute a new stage in the evolution of the nickel-titanium in endodontic. The first part presents the existing single-files: Self-Adjusting File®, WaveOne®, Reciproc® and One Shape®.

In the experimental part, a first study assesses the ability of instruments turn aside from their sequence to shape simulators. The second study compares the ability of WaveOne®, Reciproc®, One Shape® and of ProTaper® F2 to maintain the original curvature of simulators. The third study evaluates the feeling of participants with the manipulation of three single-files, during the hands-on courses of the French Society of Endodontic congress in Toulouse, on June 2012.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** CHIRURGIE DENTAIRE

---

**MOTS-CLES :** INSTRUMENTATION UNIQUE, MISE EN FORME, MAINTIEN DE L'AXE CANALAIRE, SIMULATEUR, SELF-ADJUSTING FILE®, WAVEONE®, RECIPROC®, ONE SHAPE®

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :**

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE  
3 CHEMIN DES MARAICHERS  
31062 TOULOUSE CEDEX 9

---

**DIRECTEUR DE THESE :** Docteur Franck DIEMER