

**Mise en forme canalaire : rotation
continue versus réciprocité**

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

Présentée et soutenue publiquement par

Marie BON

Née le 16/03/1990

Le 23/02/2016 devant le jury ci-dessous :

Président : Mme. le Professeur Fabienne PEREZ
Assesseur : Mme. le Docteur Bénédicte ENKEL
Assesseur : Mr. le Docteur Dominique MARION

Directrice de thèse : Mme. le Docteur Valérie ARMENGOL

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr AMOURIQ Yves
Asseseurs	Dr BADRAN Zahi Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs Emérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens Hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE GALIERE Hélène
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Madame CLOITRE Alexandra Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Monsieur DRUGEAU Kévin Madame GOUGEON Béatrice Monsieur LANOISELEE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MERAMETDJIAN Laure Madame MOREIGNE MELIN Fanny Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan
Enseignants Associés	A.T.E.R.
Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (MC Associé)	Monsieur LAPERINE Olivier

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leur auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Remerciements

A Madame le Professeur **Fabienne PEREZ,**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Toulouse 3

Habilitation à diriger des recherches

Chef du département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

Chef du service d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique

– NANTES –

Pour m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse.

Pour l'attention que vous avez portée à sa réalisation et à sa correction et pour l'enseignement que vous nous avez apporté.

Veillez recevoir le témoignage de ma gratitude et de mon plus profond respect.

A Madame le Docteur **Valérie ARMENGOL**,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

– NANTES –

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse, pour vos précieux conseils, votre réactivité et votre disponibilité.

Pour la qualité de vos enseignements et votre investissement pour l'obtention de matériels nécessaires à notre formation.

Pour votre écoute et votre franchise qui m'ont permis de m'améliorer tout au long de mon cursus.

Veillez trouver ici l'expression de mon entière gratitude et de mon plus profond respect.

A Madame le Docteur **Bénédicte ENKEL**,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

– NANTES –

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury.

Pour vos enseignements, votre disponibilité, votre douceur et gentillesse.

Veillez trouver ici le témoignage de mes remerciements sincères et de mon plus profond respect.

A Monsieur le Docteur **Dominique MARION**,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires

– NANTES –

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury.

Pour vos enseignements et votre disponibilité.

Veillez trouver ici le témoignage de mes remerciements sincères et de mon plus profond respect.

Table des matières :

I. Introduction :	11
II. Généralités :	12
A. Rappels sur l'endodonte :.....	12
B. Le traitement endodontique :.....	13
1. Indications :.....	13
2. Les impératifs de la préparation canalaire :.....	14
a) Les impératifs biologiques :.....	14
(1) Elimination du contenu canalaire :	14
(2) Désinfection de l'endodonte :	15
b) Les impératifs mécaniques :.....	16
(1) La conicité :.....	16
(2) Le respect de la trajectoire canalaire :.....	17
(3) Préservation des structures apicales et péri-apicales :.....	17
C. Les instruments Ni-Ti :.....	17
1. Les propriétés :.....	18
a) Super-élasticité :.....	18
b) Flexibilité :.....	19
c) Efficacité de coupe :.....	19
d) Résistance à la fracture :.....	19
(1) Fracture par torsion :	20
(2) Fracture par fatigue cyclique :.....	20
e) Particularité de l'alliage M-Wire :.....	22
f) La rotation :.....	22
(1) La rotation continue :.....	22
(2) La réciprocité :.....	23
2. Les différents systèmes de préparation :.....	23
a) Le système ProTaper® :.....	23
b) Le système Mtwo® :.....	25
c) Le système One Shape® :	26
d) Le système WaveOne® :.....	26
e) Le système Reciproc® :.....	28

III. Analyse de la littérature :	29
A. Sélection d'articles et classement :	29
B. La rotation continue versus la réciprocité :	30
1. Temps de préparation :	31
2. Efficacité de coupe :	33
3. Respect de l'anatomie canalaire :	34
4. Projection des débris en direction apicale :	36
5. Résistance à la fatigue/fracture :	38
IV. Conclusion :	40
V. Annexes :	42
VI. Table des illustrations :	50
VII. Bibliographie :	51

I. Introduction :

La réussite du traitement endodontique passe par une préparation canalaire de qualité. C'est pourquoi les techniques de mise en forme canalaire ont fait l'objet de nombreuses évolutions notamment avec l'arrivée dans les années 1990 des instruments en Nickel-Titane (Ni-Ti) associés à la rotation continue. Cette technique a permis une véritable révolution et a apporté de nombreux avantages par rapport à la préparation manuelle avec des instruments aciers comme une conicité majorée, un meilleur respect de l'anatomie canalaire, un gain de temps, etc...

Puis une nouvelle dynamique instrumentale a été proposée par Yared en 2008 (1) qui utilisa uniquement le F2 ProTaper avec des mouvements horaire et antihoraire non égaux : c'est le mouvement de réciprocité ou mouvement alternatif transversal asymétrique (MATA). Yared s'est basé sur le concept de Roane (2) sur les « forces équilibrées » qui maniait des limes manuelles avec des mouvements horaire et antihoraire.

Depuis, plusieurs systèmes à instrument unique et usage unique sont arrivés sur le marché afin de simplifier le protocole :

- le One Shape[®] utilisé en rotation continue
- le Reciproc[®] et le WaveOne[®] utilisés en réciprocité.

Ce travail a pour but de comparer les deux types de dynamique instrumentale (la rotation continue et la réciprocité) lors de la préparation canalaire.

Nous débuterons par des rappels sur l'endodonte et sur les principes de mise en forme canalaire. Puis, nous poursuivrons par une description de quelques systèmes d'instruments de mise en forme et enfin, nous terminerons par une analyse critique de la littérature.

II. Généralités :

A. Rappels sur l'endodonte :

Chaque organe dentaire est composé de plusieurs tissus dont un tissu conjonctif : la pulpe. Elle est constituée de vaisseaux sanguins, de fibres nerveuses reliées au nerf trijumeau ainsi que de différents types cellulaires (3) :

- des odontoblastes, cellules différenciées se trouvant à la périphérie de la pulpe, disposées en palissade qui synthétisent les composants de la pré-dentine et sont responsables de sa minéralisation.
- des fibroblastes qui permettent la formation et le renouvellement de la matrice extracellulaire.
- des cellules immunitaires comme des macrophages qui permettent une réponse rapide en cas d'invasion bactérienne.
- des cellules souches pouvant offrir des possibilités intéressantes dans le cadre de l'ingénierie tissulaire et de la dentisterie régénératrice.

On distingue :

- la pulpe camérale qui se situe dans la chambre pulpaire.
- La pulpe canalaire qui forme un véritable réseau avec ses nombreuses ramifications.

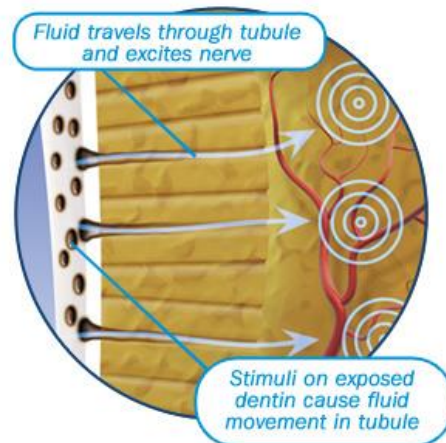


Mise en évidence du réseau endodontique (4)

La pulpe est entourée et protégée par de la dentine. La dentine est un tissu minéralisé qui se compose principalement de cristaux d'hydroxyapatite et d'une matrice organique.

Au sein de la dentine se trouve des tubuli dentinaires, de répartition inégale, qui contiennent un fluide dentinaire ainsi que des prolongements odontoblastiques. D'après la théorie hydrodynamique de Brannström (1963), le fluide dentinaire permet de transmettre des signaux grâce à des

mouvements brefs et rapides au sein du canalicule dentinaire ce qui peut engendrer une réponse pulpaire (douleur).



Théorie hydrodynamique de Brannström (1963) (5)

Une agression, comme une lésion carieuse, engendre une réponse pulpaire de type inflammatoire. Si la cause de l'agression est supprimée, cette réponse inflammatoire s'atténue jusqu'à disparaître.

A l'inverse, elle peut s'amplifier aboutissant à une inflammation irréversible appelée pulpite de catégorie III de Baume. Si aucun traitement n'est réalisé à ce stade, la nécrose pulpaire s'installe aboutissant par la suite à des complications péri-apicales.

B. Le traitement endodontique :

1. Indications :

Le traitement endodontique a pour objectifs de traiter les maladies de la pulpe et du péri-apex et ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade (6).

D'après le rapport de la HAS de 2008, il est indiqué dans les situations suivantes :

- Pulpite irréversible ou pulpe nécrosée avec ou sans signes cliniques et/ou radiographiques de parodontite apicale
- Pulpe vivante dans les situations suivantes :
 - o Pronostic défavorable de la vitalité pulpaire,
 - o Probabilité élevée d'exposition pulpaire au cours de la restauration coronaire n'autorisant pas le coiffage pulpaire
 - o Amputation radiculaire ou hémisection

2. **Les impératifs de la préparation canalaire :**

La préparation canalaire ou ampliation canalaire a pour but d'éliminer le contenu canalaire (débris organiques, micro-organismes...). Cette préparation se réalise par l'élargissement des canaux tout en préservant l'anatomie radulaire et la position initiale du foramen apical. Elle permet également la création d'un espace suffisant pour l'irrigation ou la mise en place de médicaments intra-canaux tels que l'hydroxyde de calcium.

D'après Peters (7), la préparation canalaire est l'une des étapes la plus importante du traitement endodontique. La désinfection et l'obturation canalaire sont dépendantes de sa qualité.

Les principaux défis de la préparation canalaire sont (8) :

- **Les facteurs anatomiques :**

Le système canalaire est très complexe avec des variations dans le nombre, la longueur, la courbure et le diamètre des canaux radulaires.

De plus, l'anatomie apicale avec ses ramifications, la présence de canaux accessoires et la communication avec le péri-apex rendent cette zone particulièrement complexe à traiter.

- **Les facteurs biologiques :**

Le tissu pulpaire ainsi que la dentine radulaire abritent des micro-organismes ainsi que des toxines qui doivent être au maximum éliminés.

a) Les impératifs biologiques :

(1) Élimination du contenu canalaire :

Après une inflammation pulpaire irréversible, il est important d'éliminer tout le contenu canalaire (pulpe, bactéries et leurs toxines) car ces éléments servent de nutriments aux bactéries favorisant leur prolifération.

Le système canalaire étant isolé, il est impossible au système immunitaire d'éliminer l'accumulation de bactéries provoquant des foyers infectieux.

(2) Désinfection de l'endodonte :

Le système canalaire ayant une anatomie très complexe, il est impossible pour les instruments mécaniques de nettoyer et d'éliminer complètement les débris et les bactéries du système canalaire (9).

Grâce à l'utilisation de la tomographie, il a été montré qu'une partie du réseau canalaire reste non préparée mais ce taux varie suivant les études :

- Peters et coll. estiment que 35 à 53% de la surface canalaire reste non préparée (7)
- Paqué et coll. ont trouvé que la surface non préparée sur toute la longueur du canal varie entre 9,6% et 47,6% (10)

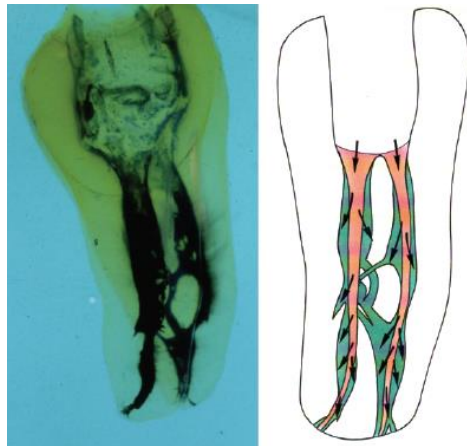


Image montrant la complexité du système canalaire avec la surface préparée (en rouge) et la surface non préparée (en bleue) (6)

Les solutions d'irrigation ont donc pour objectifs (9) :

- L'évacuation des débris canaux (organiques et inorganiques) générés par la préparation,
- L'évacuation des débris au niveau des zones non instrumentées,
- L'élimination des bactéries grâce à leur propriété antiseptique,
- La lubrification des instruments mécaniques pour faciliter leur progression.

Afin de remplir correctement tous ces objectifs, deux types de solutions sont nécessaires.

Dans un premier temps, un agent antiseptique, l'hypochlorite de sodium (NaOCl) est utilisé en raison de son large spectre antibactérien, de son action solvante sur les tissus organiques et de son faible coût (11).

Afin d'éviter une toxicité importante, sa concentration utilisée pour le traitement endodontique est de 2,5%.

Pour conserver l'efficacité du NaOCl, il est indispensable de le renouveler très régulièrement au cours de la préparation (après chaque passage d'instrument) et d'assurer un contact avec les surfaces canalaires pendant un minimum de vingt minutes.

De plus, l'activation de la solution, soit mécanique, sonique ou ultrasonique permet une meilleure circulation et renouvellement du liquide amplifiant son efficacité.

Pour compléter l'action du NaOCl, un agent chélateur est utilisé dans un second temps : l'acide éthylène diamine tétra-acétique ou EDTA. Sa concentration se situe entre 8 et 15%. Il permet d'enlever la boue dentinaire que le NaOCl ne peut éliminer totalement.

Un temps d'une minute est nécessaire et suffisant pour que l'EDTA agisse sur la boue dentinaire sans déminéraliser les parois dentinaires (12).

La désinfection de l'endodonte se déroule donc en deux temps :

- La désinfection per-opératoire à l'aide de l'hypochlorite de sodium utilisé après chaque passage d'instrument
- Le rinçage final (flush-flow) avec du NaOCl et de l'EDTA.

b) Les impératifs mécaniques :

Tout traitement endodontique commence par la réalisation d'une cavité d'accès optimale permettant de trouver facilement et sans contrainte les entrées canalaires.

Puis, il est nécessaire de réaliser l'exploration initiale des canaux à l'aide du lime 10/100 afin d'apprécier la trajectoire canalaire avant d'entreprendre la mise en forme canalaire à l'aide d'instruments mécaniques, manuels ou rotatifs.

(1) La conicité :

Une notion importante de la préparation canalaire est la conicité. Elle correspond à l'augmentation progressive du diamètre de l'entrée canalaire au foramen apical.

Un élargissement plus important dans le 1/3 coronaire est réalisé pour éliminer les contraintes et accéder plus facilement à la zone apicale.

Cette conicité permet à l'agent d'irrigation de pénétrer plus en profondeur dans le canal et optimise ainsi la désinfection.

Pour la mise en forme des 2/3 coronaires, les premiers instruments Ni-Ti de la séquence sont en général de plus forte conicité. Une fois les 2/3 coronaires préparés, les instruments de plus faible conicité peuvent être amenés jusqu'à la longueur de travail déterminée. C'est la technique du « crown-down ».

(2) Le respect de la trajectoire canalaire :

La préparation canalaire doit permettre un élargissement tout en préservant l'anatomie originale du canal. Elle doit ainsi éviter toute déviation ou redressement trop important du canal.

(3) Préservation des structures apicales et péri-apicales :

La préparation canalaire doit respecter la position initiale et le diamètre du foramen apical qui doit être le plus petit possible. Il faut éviter toute ovalisation ou déplacement du foramen. La préparation doit se limiter au canal afin de ne pas léser les structures apicales intervenant dans le processus cicatriciel. Une détermination précise de la longueur de travail et son respect tout au long de la procédure sont essentiels.

C. Les instruments Ni-Ti :

Les instruments en Nickel-Titane mécanisés ont fait leur apparition en France à la fin de l'année 1996 avec le lancement du Profile® de Maillefer. Depuis, de nombreux systèmes ont été créés. Ils se différencient par leur section, leur angle et leur pas d'hélice modifiant leur comportement intra-canalair (3).

L'instrumentation Ni-Ti a apporté :

- Un meilleur confort opératoire pour le praticien
- Un gain de temps dans la préparation canalaire
- Une meilleure reproductibilité des traitements

Les instruments en Ni-Ti sont composés en général de 56% de nickel et de 44% de titane. Le terme générique pour ces alliages est le 55-nitinol (13).

1. Les propriétés :

a) Super-élasticité (14)(15) :

Les alliages en Ni-Ti font partie de la famille des alliages à mémoire de forme (AMF).

En effet, la super-élasticité de ces alliages permet aux instruments de se déformer sous l'action d'une contrainte mais de retrouver leur forme initiale une fois cette contrainte arrêtée.

Sous l'action de cette même contrainte, les instruments en acier subissent une déformation permanente.

D'un point de vue microstructural, sous l'action d'une contrainte (vitesse de rotation adaptée provoquant une augmentation de la température), l'alliage passe d'une forme solide appelée phase austénique à une forme super-élastique appelée phase martensique (il y a un changement de sa structure cristalline). Ce changement d'état est appelé transformation martensitique thermoélastique. Cette transformation est fonction de la température et du stress engendrés sur l'instrument.

Cependant, si la contrainte dépasse la zone de super-élasticité de l'alliage, l'instrument passe dans sa phase plastique, ce qui aboutit à une déformation permanente de l'instrument, voire à sa fracture (16).

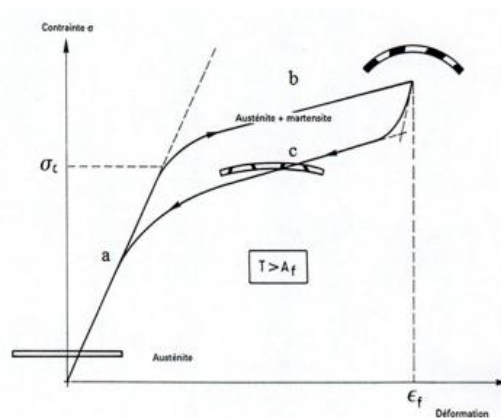


Schéma montrant la transformation thermoélastique des alliages Ni-Ti (15)

b) Flexibilité (14)(15):

La flexibilité importante du Ni-Ti évite à l'instrument de retourner vers sa position d'origine, permettant aux instruments de respecter la trajectoire canalaire et d'éviter des redressements de la trajectoire canalaire.

La flexibilité du Ni-Ti est jusqu'à six fois supérieure à celle de l'acier (les instruments aciers doivent être précourbés pour respecter au mieux la trajectoire canalaire).

De plus, cette flexibilité est maintenue malgré l'augmentation de diamètre des instruments Ni-Ti contrairement à ceux en acier.

c) Efficacité de coupe :

L'efficacité de coupe des instruments en Ni-Ti dépend principalement de leur section. Cependant, une force moins importante est nécessaire par rapport à un instrument acier une fois l'instrument mis en rotation (3).

d) Résistance à la fracture :

Il existe de nombreux facteurs responsables de la fracture d'instrument comme (17)(18) :

- L'instrument en lui-même : type, design, sa qualité et son alliage
- La vitesse de rotation et le torque
- La pression appliquée lors de la préparation
- L'angle de courbure et le diamètre du canal
- Le nombre d'utilisation
- L'expérience de l'opérateur

Il existe deux types de fracture :

- La fracture par torsion
- La fracture par fatigue cyclique

Parashos et col. ont relevé un taux de fracture des instruments Ni-Ti de 5% dont 70% de fracture par fatigue cyclique et 30% de fracture par torsion (19).

(1) Fracture par torsion (20)(21):

Lorsque l'on applique une torsion à un instrument en Ni-Ti, celui-ci se déforme puis reprend sa forme initiale grâce à sa propriété élastique. Cependant, si la torsion est prolongée, l'instrument peut subir une déformation permanente indiquant que la limite élastique de l'instrument a été atteinte. Cette déformation permanente constitue une zone de fragilité aboutissant, à terme, à la fracture. Ce type de fracture est appelée « fracture ductile ». Ces déformations peuvent être repérées à l'œil nu. Ainsi, ces fractures peuvent être anticipées en examinant au préalable chaque instrument avant de l'utiliser.

Ces fractures surviennent principalement lorsque la pointe de l'instrument se coince dans le canal pendant que le contre-angle continue de tourner. Elles sont souvent associées à une pression apicale trop forte.

La résistance à la torsion varie suivant le diamètre et la conicité de l'instrument. Plus ce dernier a un diamètre et une conicité importante, plus il est résistant à la torsion.

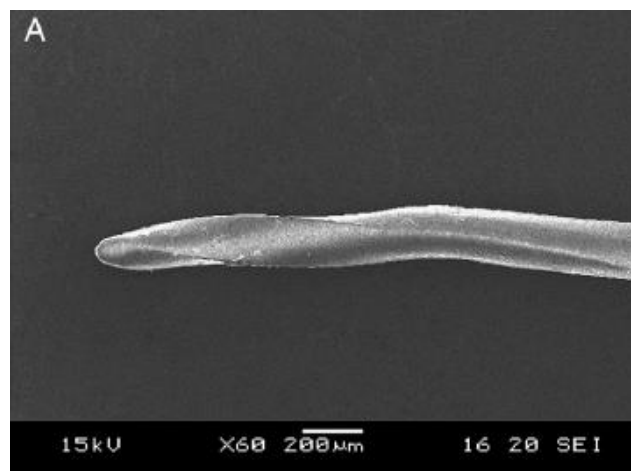


Photo au microscope électronique montrant une déformation sur un instrument ProTaper® (22)

(2) Fracture par fatigue cyclique (21):

La fracture par fatigue cyclique survient lorsque l'instrument est utilisé dans un canal courbe et subit des tensions et compressions trop importantes. Des micro-cracks ou microfissures apparaissent, ce qui fragilise l'instrument. L'expansion de ces micro-fissures engendre la fracture de l'instrument.

Dans son étude, De-Deus décrit les forces que subit l'instrument et la formation de ces micro-fissures (23).

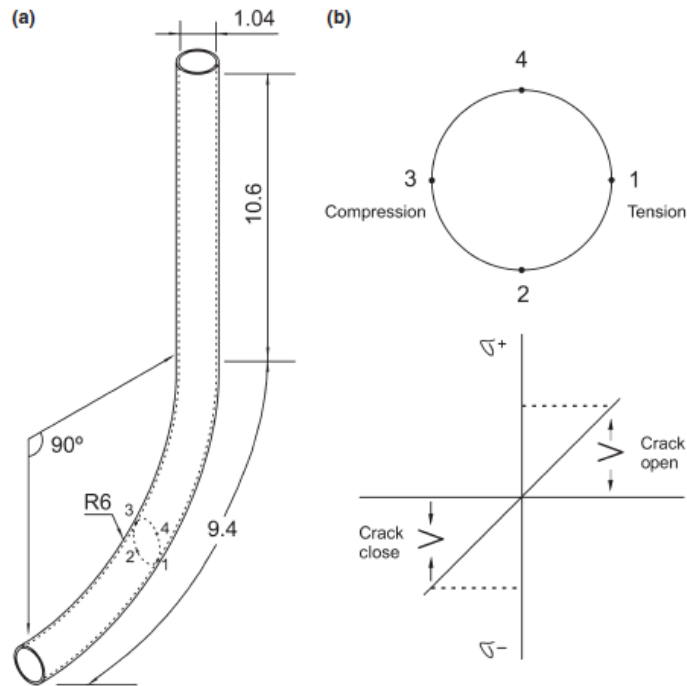


Schéma expliquant la formation des fissures (23)

La partie concave de l'instrument (point 1) subit une force de tension ce qui produit l'ouverture de la fissure tandis que la partie convexe (point 3) subit une force de compression fermant la fissure. Lors de la rotation à 180°, les positions s'inversent. A chaque cycle de rotation, il y a une ouverture/fermeture des fissures qui s'agrandissent progressivement jusqu'à la fracture.

Ces fractures par fatigue cyclique surviennent sans déformation permanente préalable.

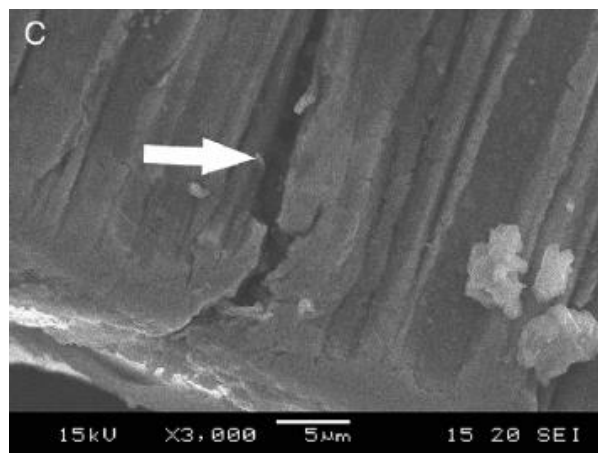


Photo au microscope électronique montrant une microfissure sur un instrument ProTaper® (22)

La résistance à la fatigue cyclique indique le nombre de rotations qu'un instrument peut effectuer sous une contrainte. C'est pourquoi il est préférable de ne pas utiliser un instrument au-delà d'un certain nombre d'utilisations.

Par ailleurs, plus un instrument est soumis à un stress important (courbure importante), plus le risque de fracture est important. Ainsi, lors de courbure importante, il est souhaitable dans un premier temps de préparer manuellement le canal pour ensuite passer l'instrument en rotation afin de limiter les contraintes.

e) Particularité de l'alliage M-Wire :

Avec l'apparition du mouvement de réciprocité et des instruments uniques en endodontie, les constructeurs ont créé un nouvel alliage Ni-Ti : le M-WIRE.

Cet alliage, fabriqué grâce à un nouveau traitement thermique (24), offre une flexibilité et une résistance à la fatigue cyclique plus grande que les autres alliages en Ni-Ti. Ces instruments en M-WIRE permettraient donc un meilleur respect de la trajectoire canalaire et une meilleure sécurité (24)(25).

f) La rotation :

Il existe deux types de rotation possible lors de la préparation canalaire :

- La rotation continue
- La réciprocité

(1) La rotation continue :

Comme son nom l'indique, dans la rotation continue, l'instrument tourne dans le sens horaire en permanence à vitesse constante entre 250 et 800 tours par minute en fonction des systèmes pour couper la dentine.

La préparation canalaire, réalisée avec les systèmes de rotation continue, se base sur la technique du « crown-down » ou préparation corono-apicale. Elle consiste en la préparation de la portion coronaire du canal dans un premier temps afin de supprimer les interférences coronaires. Une fois la partie initiale du canal élargie, nous pouvons accéder progressivement au tiers apical.

L'utilisation des instruments en rotation continue est contre-indiquée pour les canaux très courbes.

(2) La réciprocité :

Le concept du mouvement réciproque, basé sur la technique des forces équilibrées (2), a été introduit par Yared en 2008 qui utilisa le F2 ProTaper.

Dans le mouvement réciproque, aussi appelé mouvement alternatif transversal asymétrique (MATA), l'instrument effectue un mouvement horaire/antihoraire d'amplitude variable (1).

Il ne faut pas confondre ce mouvement avec le mouvement alternatif qui possède des amplitudes horaire et antihoraire identiques.

L'instrument réalise d'abord un mouvement antihoraire pour couper la dentine puis un mouvement horaire pour se désengager du canal et éviter l'effet de vissage.

Le mouvement antihoraire a une amplitude plus importante que le mouvement horaire afin d'améliorer l'efficacité de coupe de l'instrument alors que le sens horaire facilite la progression au sein du canal. Ainsi, il faut plusieurs cycles à l'instrument pour réaliser une rotation à 360° ce qui diminue les forces exercées sur l'instrument.

Lors de la préparation, les instruments sont maniés avec un mouvement de picotage.

2. Les différents systèmes de préparation :

Il existe de très nombreux systèmes actuellement sur le marché : des systèmes multi-séquences ou à instrument unique, utilisés en rotation continue ou en réciprocité.

Nous ne citerons que les quelques systèmes les plus fréquemment rencontrés dans la littérature.

a) Le système ProTaper® :

Le système ProTaper® est commercialisé par la société Dentsply-Maillefer.

Les instruments ProTaper® sont fabriqués avec l'alliage nickel-titane conventionnel et sont associés à un mouvement de rotation continue (entre 150 et 350 tours/min).

C'est un système multi-séquence composé de huit instruments : shaping file SX, shaping file S1, shaping file S2, finishing files F1/F2/F3/F4/F5.



Shaping files (26)

Les shaping files S1 et S2, en forme de tour Eiffel, sont destinés à l'ouverture de la trajectoire canalaire pour faciliter la mise en place de la finishing file F1. Ces shaping files sont de conicité variable pour permettre à chaque instrument de travailler dans une région spécifique (27).



Finishing files (26)

Les finishing files sont destinés à obtenir une mise en forme adéquate du tiers apical et présente également une conicité variable.

Dans la plupart des cas cliniques, la séquence la plus fréquemment utilisée est SX-S1-S2-F1.

Les instruments ProTaper® ont une section triangulaire convexe (shaping file) ou concave (finishing files) avec un haut pouvoir coupant et un contact dentine-instrument réduit pour minimiser l'effet de vissage.

Ils possèdent également un angle d'hélice variable pour une meilleure élimination des débris et une pointe non coupante arrondie comme tous les autres systèmes de préparation.



Section triangulaire



Pointe arrondie

(26)

b) Le système Mtwo® :

Le système Mtwo® est commercialisé par la société Dentsply-Maillefer.

Les instruments Mtwo® sont fabriqués à partir de l'alliage nickel-titane conventionnel et sont associés à un mouvement de rotation continue.

C'est un système multi-séquence composé de quatre instruments :

- 10/100, conicité 4%
- 15/100, conicité 6%
- 20/100, conicité 6%
- 25/100, conicité 6%

Ces 4 instruments vont d'emblée à la longueur de travail (LT) contrairement aux autres systèmes où la LT est atteinte progressivement suivant la technique du « crown-down »



Séquence de base (28)

Le Mtwo® a une section asymétrique avec deux angles de coupes et un pas d'hélice variable et progressif.



Section du Mtwo® (28)

c) Le système One Shape® :

Le système One Shape®, commercialisé par la société Micro-Méga, est un système à instrument unique et à usage unique fabriqué en alliage nickel-titane classique et utilisé en rotation continue (400 tours/minute).

Son diamètre est de 25/100 à la pointe avec une conicité constante de 6%.

Il existe également les One Shape® pour les finitions apicales :

- Le One Shape® apical 1 : 30/100
- Le One Shape® apical 2 : 35/100

Sur toute sa longueur, l'instrument présente des sections variables :

- Une zone à trois arêtes de coupe (partie apicale)
- Une zone de transition (partie centrale)
- Une zone à deux arêtes de coupe (partie coronaire)

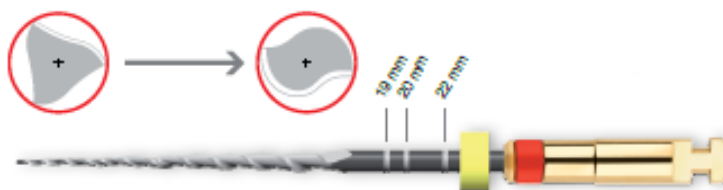


Schéma montrant les différentes sections de l'instrument (29)

Son angle d'hélice ainsi que l'allongement de son pas facilite sa progression au sein du canal, la remontée des débris et évite les effets de vissage.

d) Le système WaveOne® :

Le système WaveOne®, commercialisé par la société Dentsply-Maillefer, est également un système à instrument unique et à usage unique, composé de l'alliage M-Wire et disponible en trois tailles différentes en fonction du diamètre canalaire :

- small : diamètre 21/100, conicité constante de 6%
- primary : diamètre 25/100, conicité 8% à la pointe puis régressive (le plus utilisé)
- large : diamètre 40/100, conicité 8% à la pointe puis régressive



Systeme WaveOne® (30)

Il est utilisé avec un mouvement de réciprocité d'amplitude variable :

- rotation antihoraire : 170°
- rotation horaire : 50°

Les instruments WaveOne® présente un hélicoïde inversé pour engager en rotation anti-horaire et possède une section variable (sauf le WaveOne small) avec trois angles de coupe :

- section triangulaire concave au niveau de la pointe
- section triangulaire convexe au niveau coronaire



Section du WaveOne® (30)

e) **Le système Reciproc® :**

Le système Reciproc®, commercialisé par la société Dentsply-VDM, est un système à instrument unique et à usage unique, fabriqué avec l'alliage M-Wire et disponible en trois tailles différentes :

- R25 : diamètre 25/100, conicité 8% à la pointe puis régressive (le plus utilisé)
- R40 : diamètre 40/100, conicité 6% à la pointe puis régressive
- R50 : diamètre 50/100, conicité 5% à la pointe puis régressive

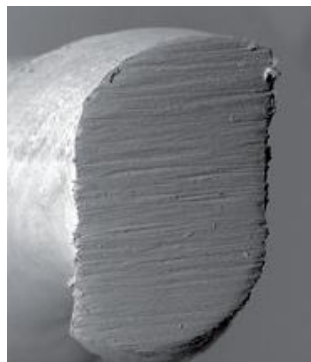


Système Reciproc® (31)

Comme le WaveOne®, il est utilisé avec un mouvement de réciprocity mais avec des amplitudes différentes :

- rotation antihoraire : 150°
- rotation horaire : 30°

Comme le WaveOne®, il présente un hélicoïde inversé et possède une section asymétrique avec deux angles de coupe.



Section du Reciproc® (31)

III. Analyse de la littérature :

A. Sélection d'articles et classement :

Les concepts de réciprocité et d'instrument unique pour la mise en forme canalaire sont récents et sont encore peu répandus dans les cabinets.

Afin de comparer le système de réciprocité et de rotation continue concernant la mise en forme canalaire, une recherche documentaire a été réalisée sur différentes bases de données scientifiques :

- Pubmed
- Google scholar
- Wiley
- Science direct
- Sudoc

Dans un premier temps, la recherche s'est effectuée grâce à l'utilisation de mots clés tels que « shaping ability », « reciprocating motion », « WaveOne[®] », « Reciproc[®] », « alternating motion », « continuous rotation ».

Puis, dans un second temps, nous avons trouvé d'autres articles tirés de la bibliographie des articles sélectionnés.

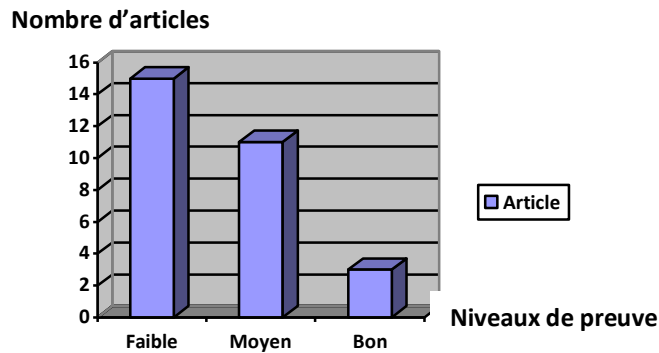
Pour cette analyse de la littérature, nous n'avons conservé que les articles récents c'est-à-dire sur les cinq dernières années. Au total, 29 articles ont été retenus pour cette revue de littérature.

Les articles n'étant pas *in vivo*, nous avons analysé et classé ces articles en s'inspirant de la méthode de l'ANAES.

Nous avons classé les articles en trois catégories en fonction de leur niveau de qualité :

- Bonne : preuve scientifique établie
- Moyenne : présomption scientifique
- Faible : faible niveau de preuve scientifique

De ce classement en découle le diagramme suivant permettant de voir la répartition des articles en fonction de leur niveau de qualité.



B. La rotation continue versus la réciprocité :

Afin de comparer les systèmes de préparation entre eux, les auteurs ont à leur disposition deux types de supports :

- Les blocs de résine
- Les dents humaines extraites

Les blocs de résine :

La simulation des canaux dans des blocs de résine permet une standardisation concernant le degré de courbure, le diamètre du canal dans les trois dimensions de l'espace ainsi que la dureté des « tissus ».

De plus, les techniques se servant de la superposition des images en pré et post-préparation canalaire pour comparer la déviation canalaire en tout point du canal peuvent facilement être utilisées avec ces blocs.

Ainsi, l'utilisation de blocs en résine permet un haut degré de reproductibilité et d'homogénéité.

Cependant, il existe des différences avec les dents humaines, ce qui peut entraîner des variations de résultats entre les études *in vitro* et la réalité clinique.

La première différence que nous pouvons relever est celle de la dureté entre la résine et la dentine. En effet, la dureté de la dentine proche de la pulpe a été mesurée à 35-40 kg/mm² tandis que la dureté de la résine est de 20-22 kg/mm². Ainsi pour couper la dentine naturelle, il faudrait appliquer une force deux fois plus importante que dans la résine.

Par ailleurs, l'autre différence notable réside dans la formation des copeaux de résine, et, de dentine. En effet, les copeaux ne sont pas identiques. Dans la résine, ils provoquent de plus fréquents blocages et ils sont plus difficiles à enlever.

Ceci entraîne donc des différences concernant le temps de préparation et la formation de débris entre les études et la réalité clinique (8).

Les dents humaines extraites :

Avec des dents extraites, il est plus facile de reproduire une situation clinique surtout lorsqu'elles sont positionnées sur un mannequin.

Aujourd'hui, il est beaucoup plus difficile d'avoir une standardisation à cause des nombreuses variables telles que le degré de courbure, le diamètre canalaire, la présence de calcification, la dureté dentinaire, la taille et la localisation du foramen apical, la longueur canalaire, etc...

De nombreuses études ont tout d'abord utilisé la technique de Schneider (32) qui consiste à mesurer le degré de courbure des canaux et de les ranger par catégorie :

- Droit : inférieur ou égal à 5°
- Courbure modérée : entre 10 et 20°
- Courbure sévère : plus de 20°

Puis, pour l'observation au microscope électronique à balayage (MEB), les dents devaient être sectionnées par endroit afin de pouvoir étudier la préparation réalisée. Cette méthode engendrait des biais dans les études à cause des modifications possibles provoquées par les traits de section d'une part et des fragments ou copeaux de dentine suite à la section d'autre part.

Aujourd'hui, grâce à l'arrivée de la tomographie, il est désormais possible de classer les dents, d'étudier et de comparer de façon plus précise les préparations : respect de la trajectoire, pourcentage des surfaces canalaires non préparées, etc... (8).

1. Temps de préparation :

Les études comparant le WaveOne[®], le Reciproc[®] avec les systèmes multi-séquence en rotation continue montrent que les instruments utilisés en réciprocité permettent une préparation plus rapide (33)(34)(35)(36).

Ces études présentent un biais non négligeable concernant le temps de préparation, car elles comparent des instruments uniques à toute une séquence d'instruments comprenant quatre à cinq instruments. Il est donc difficile de savoir si le gain de temps obtenu est lié au système de rotation ou simplement au nombre d'instrument réduit.

Ces mêmes études ont permis de comparer le Reciproc® et le WaveOne®, tous les deux utilisés en réciprocité et elles révèlent que le Reciproc® est l'instrument de préparation le plus rapide.

Afin d'éliminer le biais du nombre d'instrument, une étude a comparé le Reciproc® et le WaveOne® avec un système à un instrument utilisé en rotation continue : le One Shape® (37). Cette étude montre également que le Reciproc® est plus rapide que le WaveOne®. Cependant, c'est le One Shape® qui possède le temps de préparation le plus rapide parmi ces trois instruments. Les auteurs expliquent ces différences d'une part par le design de chaque instrument et d'autre part par le fait que le One Shape® réalise plus de cycles de rotation que les deux autres instruments.

D'autres études ont comparé le F2 ProTaper® utilisé en réciprocité avec la séquence complète du ProTaper® utilisée en rotation continue (10)(38). Les résultats révèlent que la préparation canalair est plus rapide en utilisant juste le F2 ProTaper® en réciprocité que toute la séquence du ProTaper® en rotation continue. De même, nous pouvons modérer ces résultats, car les auteurs comparent la préparation avec un instrument unique contre toute une séquence.

Enfin, une étude réalisée *in vitro* compare le temps de préparation réalisée avec le même instrument (le FlexMaster®) en réciprocité et en rotation continue (39). Les résultats démontrent que le temps de préparation est plus long quand l'instrument est utilisé en réciprocité.

En conclusion, il apparait que la préparation canalair est plus rapide avec l'utilisation d'instrument unique que ce soit en réciprocité ou en rotation continue par rapport à toute une séquence d'instruments.

Cependant, l'utilisation de la réciprocité ne semble pas plus rapide que la rotation continue lors de la préparation avec un seul instrument.

2. Efficacité de coupe :

L'efficacité de coupe de chaque instrument est très dépendante de sa section. En effet, dans leur étude, Bürklein et coll. (34) ont observé que la section triangulaire du ProTaper® et du WaveOne® est moins efficace que la section asymétrique du Reciproc®.

Plotino et coll. confirment cette observation dans leur étude et ajoute que la section triangulaire du WaveOne® est moins favorable à la remontée des débris ce qui diminue son efficacité de coupe (40).

De-Deus et coll. ont comparé la qualité de la préparation canalaire réalisée par le F2 ProTaper en réciprocité et avec la séquence complète du ProTaper® utilisée en rotation continue dans des canaux ovales et circulaires (41). Pour les deux techniques, la préparation est meilleure dans les canaux circulaires. Cependant, la séquence complète du ProTaper® en rotation continue présente une efficacité de coupe plus importante car elle retire plus de tissu pulpaire que le F2 ProTaper utilisé en réciprocité même si la préparation canalaire est équivalente.

De plus, dans leur étude, Franco et coll. ont observé qu'au niveau du 1/3 apical, la préparation réalisée par le FlexMaster® en rotation continue est plus large que lorsqu'il est utilisé en réciprocité. Ceci s'explique par une efficacité de coupe meilleure grâce à un nombre plus important de cycles de rotation (39).

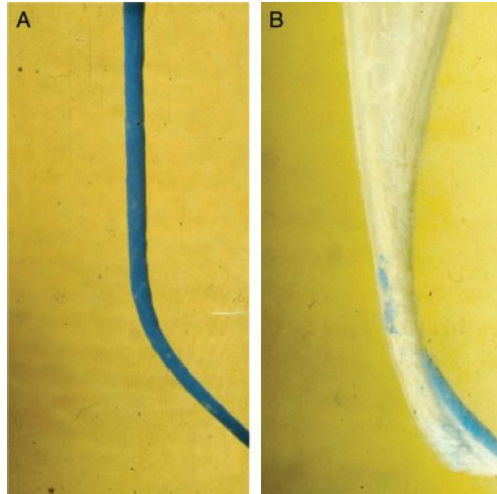
Saber et coll. ont comparé l'efficacité de coupe du One Shape®, WaveOne® et Reciproc® sur des dents extraites et ont remarqué que le One Shape® présente une efficacité de coupe plus importante que les deux autres systèmes provoquant un redressement canalaire plus important en contrepartie (37).

En conclusion, l'efficacité de coupe est meilleure si l'instrument présente une section asymétrique. De plus, la rotation continue permet un nombre plus important de cycles de rotation ce qui augmente l'efficacité de coupe.

3. Respect de l'anatomie canalaire :

Le respect de la trajectoire canalaire est primordial. En effet, si l'instrument a tendance à redresser la courbure canalaire cela peut engendrer un « zipping ».

Le zipping est le résultat d'un sur-élargissement sur la paroi externe et d'une sous-préparation sur la paroi interne de la courbure au niveau apical. L'axe principal du canal est alors dévié au niveau apical.



Bloc en résine simulant un canal avant (A) et pendant (B) une préparation montrant la création d'un zipping (8).

Autre conséquence du non-respect de la trajectoire canalaire est le « stripping ». Il résulte d'une sur-préparation de la paroi interne de la courbure pouvant aller jusqu'à la perforation.



Stripping avec perforation au niveau de la paroi interne de la courbure (8)

Toute préparation provoque un redressement canalaire que ce soit en manuel, avec un mouvement de réciprocité ou en rotation continue (35)(38).

Par ailleurs, le respect de l'anatomie canalaire comprend également le respect du foramen apical. En effet, une sur ou sous-préparation risque de diminuer l'efficacité du scellement lors de la phase d'obturation canalaire.

Une étude, réalisée *ex vivo* par Saber et coll., a comparé le respect de l'anatomie canalaire des systèmes à instrument unique. Le One Shape[®] provoque un redressement canalaire plus important et un léger décalage du foramen apical comparé au système Reciproc[®] et WaveOne[®]. Cette différence s'explique non seulement par l'efficacité de coupe plus importante du One Shape[®], mais également par la composition des instruments. En effet, le Reciproc[®] et le WaveOne[®] sont fabriqués avec l'alliage M-WIRE qui présente une flexibilité plus importante que l'alliage Ni-Ti conventionnel du One Shape[®] permettant un meilleur respect de l'anatomie canalaire (37).

Dans leur étude de 2014, Nabavizadeh et coll. ont comparé les préparations canalaires réalisées par le BioRace[®] et le Reciproc[®]. Les deux systèmes provoquent une légère modification de la trajectoire canalaire. Cependant, le Reciproc[®] entraîne une déportation apicale légèrement supérieure par rapport au BioRace[®] (42).

En comparant le WaveOne[®] avec le système ProTaper[®] (deux systèmes de section triangulaire), Berutti et coll. ont constaté que le WaveOne[®] respecte mieux la trajectoire canalaire ainsi que la position initiale du foramen apical. Cependant, les auteurs estiment que d'autres investigations sont nécessaires pour savoir si cette différence est due au mouvement de réciprocité, à l'alliage de l'instrument ou bien la combinaison de ces variables (43)(44).

Par ailleurs, les auteurs ont également remarqué que l'utilisation de Pathfile pour pré-élargir le canal avant l'utilisation du WaveOne[®] permet de diminuer les modifications de courbures.

Par ailleurs, d'autres auteurs (10), comparant le F2 ProTaper[®] en réciprocité avec la séquence complète du ProTaper[®] en rotation continue, ont observé que l'instrument utilisé en réciprocité entraîne une déviation de la trajectoire canalaire dans la partie coronaire et en direction de la

furcation. Ceci s'explique par l'effet de brossage réalisé par le S1 et S2 le long de la paroi opposée à la furcation lors de son utilisation en rotation continue.

Dans leur étude de 2012, Yoo et coll. ont comparé la préparation canalaire réalisée par des instruments aciers, des instruments Ni-Ti utilisés en rotation continue (ProTaper® et Profile®) et des instruments Ni-Ti utilisés en réciprocité (WaveOne® et Reciproc®). Ils ont constaté que les instruments Ni-Ti, quel que soit le système de rotation, respectent mieux la trajectoire canalaire que les instruments aciers. Cependant, les systèmes utilisés en réciprocité sont supérieurs par rapport à ceux utilisés en rotation continue (45).

Afin de vérifier si le respect de l'anatomie canalaire est dû au mouvement de réciprocité ou à l'alliage, une étude a comparé le Reciproc® et le Mtwo®, de morphologie similaire, en réciprocité et en rotation continue (46). En réciprocité, il n'y a pas de différence concernant la déviation de la trajectoire canalaire entre les deux instruments. Cependant, lorsque le Mtwo® est utilisé en rotation continue, on observe une modification de l'anatomie canalaire.

D'autres auteurs expliquent que c'est l'effet de vissage rencontré dans le mouvement de rotation continue qui peut être à l'origine de dépassement apical. Le mouvement de réciprocité permet d'éviter cet effet de vissage diminuant ainsi les risques de dépassement (38).

En conclusion, le mouvement de réciprocité associé à l'alliage M-WIRE des instruments semble permettre un meilleur respect de l'anatomie canalaire dans les parties centrale et apicale du canal. Une déviation est néanmoins observée dans la partie coronaire qui peut cependant être diminuée par l'utilisation préalable de Pathfile (instrument de pré-élargissement).

4. Projection des débris en direction apicale :

Lors de la préparation canalaire, des débris tels que des copeaux dentinaires, du tissu pulpaire, des micro-organismes ou encore de la solution d'irrigation, risquent d'être projetés dans le péri-apex.

Ces débris projetés peuvent occasionner en post-opératoire des complications appelées flare-up. Ces complications se traduisent par des douleurs et/ou des tuméfactions. Ces projections engendreraient également un retard de cicatrisation (47).

Cependant, il est difficile d'avoir une réelle idée concernant la projection des débris dans le péri-apex dans les études *ex vivo* car nous n'avons pas la résistance provoquée par les tissus péri-apicaux lors de la préparation sur dents extraites (34)(48).

Les résultats des études concernant la quantité de débris expulsés sont variables. Plusieurs études montrent que les instruments utilisés en réciprocité expulsent plus de débris que ceux utilisés en rotation continue (34)(49)(50). En effet, le mouvement de picotage réalisé avec les instruments de réciprocité agit comme un effet piston éjectant plus de débris.

Cependant, d'autres études ne trouvent pas de différence significative entre les deux systèmes de rotation (33)(48)(51)(52).

Dans leur étude relevant la quantité de bactéries expulsées au-delà du foramen apical, Tinoco et coll. ont conclu que les systèmes en réciprocité envoyaient moins de bactéries que le système multi-séquence en rotation continue (53).

De même concernant l'expulsion de dentine dans le péri-apex, De-Deus et coll. ont conclu que les systèmes WaveOne® et Reciproc® expulsent moins de débris que le ProTaper (54).

Par ailleurs, des études (48) (52) ont permis de démontrer que l'augmentation du diamètre apical de préparation apporte un réel avantage concernant :

- la diminution de l'expulsion de débris,
- l'optimisation du retrait de la dentine infectée par les bactéries,
- la réduction de la zone non instrumentée,
- l'amélioration de l'irrigation d'un point de vue biologique (bactéricide) mais aussi mécanique (chasse des débris plus aisée),
- l'amélioration de l'obturation.

Cependant, de nombreux facteurs entrent en cause pour l'expulsion des débris comme (49) :

- la taille de l'instrument
- la section de l'instrument : une section triangulaire est moins favorable à la remontée des débris comparés à une section asymétrique (33)
- le nombre d'instruments : plus il y en a dans la séquence plus la quantité de débris augmente (48)
- le type de préparation (manuelle ou mécanique)
- le diamètre apical
- le type de solution d'irrigation
- le type d'aiguille de la seringue d'irrigation

En conclusion, le mouvement de réciprocité semble projeter autant voire plus de débris dans le péri-apex que la rotation continue à cause de son effet piston par son mouvement de picotage. L'expulsion de débris est néanmoins multifactorielle.

5. Résistance à la fatigue/fracture :

De nombreuses études montrent que le mouvement de réciprocité permet une meilleure résistance à la fracture.

En effet, le ProTaper® présente une meilleure résistance à la fracture par fatigue cyclique lorsqu'il est utilisé en réciprocité (23)(55).

Par ailleurs, l'alliage M-WIRE augmente la flexibilité des instruments et leur confère une meilleure résistance grâce à sa micro-structure cristalline martensitique (25). Ainsi le Reciproc® et le WaveOne® sont plus résistants que le ProTaper® utilisé en réciprocité (56)(57).

Pour éliminer le facteur « alliage », Gavini et coll. (17) ont comparé la résistance du Reciproc® utilisé en rotation continue et en réciprocité. L'instrument peut réaliser deux fois plus de cycles de rotation lorsqu'il est utilisé en réciprocité. En effet, le mouvement antihoraire engage le canal et il se produit un effet de vissage mais le mouvement horaire désengage l'instrument réduisant ainsi les forces de compression.

D'autres auteurs ont comparé les deux instruments utilisant la réciprocité : le WaveOne® et le Reciproc® (56). De par leur design différent, ces deux instruments possèdent des résistances à la fracture différentes. En effet, le WaveOne® avec sa section triangulaire concave présente une meilleure flexibilité et une meilleure résistance à la torsion. Le Reciproc®, avec sa section asymétrique, présente une meilleure résistance à la fracture par fatigue cyclique, ce qui est confirmé par Plotino et coll. (58) et Arias et coll. (59).

Les auteurs conseillent donc d'utiliser le WaveOne® dans des canaux fins et le Reciproc® dans des canaux courbes.

Dans leur étude comparant également le Reciproc® et le WaveOne® mais avec des instruments larges, De-Deus et coll. (60) ont constaté les mêmes résultats. De plus, ils ont remarqué que la résistance à la fatigue cyclique augmente pour les deux systèmes lorsque l'opérateur réalise des

mouvements de brossage ou de picotage. Ainsi, tout instrument ne doit pas être utilisé de manière statique dans un canal.

En conclusion, le mouvement de réciprocité confère aux instruments une meilleure résistance à la fracture grâce au mouvement de désengagement qui réduit considérablement les forces de compression. De plus, l'alliage M-WIRE dont sont composés les instruments de réciprocité apporte un réel avantage grâce à sa grande flexibilité.

IV. Conclusion :

L'utilisation des instruments uniques, que ce soit en rotation continue ou en réciprocité, simplifie le protocole opératoire et permet une meilleure ergonomie en évitant les changements d'instruments sur le contre-angle.

Les préparations canalaires réalisées avec un instrument unique sont équivalentes à celles réalisées avec une séquence d'instruments. Ainsi, l'utilisation d'un seul instrument n'altère pas la qualité de la préparation et donc la qualité de l'obturation par la suite. Ces instruments étant à usage unique, tout risque d'infection croisée est donc évité.

De plus, le mouvement de réciprocité permet une nette diminution du risque de fracture instrumentale lors du traitement endodontique grâce au mouvement de désengagement qui réduit de façon importante les forces sur l'instrument. Cette résistance à la fracture est également due à l'alliage M-WIRE qui présente une meilleure flexibilité que l'alliage Ni-Ti conventionnel. Cependant, le taux de fracture dépend également de l'opérateur et de sa façon de manier l'instrument. En effet, tout instrument ne doit jamais être statique dans un canal mais doit toujours avoir un mouvement de brossage ou de picotage.

L'anatomie canalair est bien respectée par les instruments de réciprocité notamment grâce à l'alliage M-WIRE qui présente une grande flexibilité.

Tout instrument endodontique manuel ou mécanique, qu'il soit associé à un mouvement de rotation continue ou de réciprocité, expulse des débris dans le péri-apex. Il n'y a pas de différence significative entre les deux types de système de rotation. L'expulsion de débris dans le péri-apex reste néanmoins plurifactorielle.

Cependant, le gain de temps observé durant la préparation avec un instrument unique utilisé en réciprocité s'explique par la réduction du nombre d'instrument et non pas par la différence du mouvement de rotation. L'utilisation du mouvement de réciprocité ne permet donc pas un gain de temps comparé à la rotation continue avec un instrument unique.

L'efficacité de coupe est dépendante de la section des instruments. Cependant, les instruments en réciprocité ont une efficacité de coupe inférieure à celle des instruments utilisés en rotation continue à cause du nombre de cycles de rotation moins important.

Enfin, le principal inconvénient des instruments uniques à usage unique est le coût de revient instrumental qui reste relativement élevé.

V. Annexes :

Tableau n°1 : Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve faible :

<u>Auteurs, années, ref</u>	<u>Objectifs</u>	<u>Support utilisé</u>	<u>Nb de groupe</u>	<u>Effectif/gpe</u>	<u>Randomisation</u>	<u>Analyse stat</u>	<u>Biais</u>	<u>Résultats</u>	<u>Niveau de qualité</u>
Al-Hadlaq et coll. 2010, (57)	Comparer la résistance à la fracture par fatigue cyclique d'un instrument fabriqué en M-Wire par rapport à l'alliage Ni-Ti conventionnel	Plateforme de test	3	15	non	oui		L'instrument fabriqué en M-Wire présente une meilleure résistance à la fracture par fatigue cyclique	Faible
De-Deus et coll. 2010, (41)	Comparer la qualité du débridement réalisé par le F2 Protaper® en réciprocity et la séquence du Protaper® en rotation continue sur des canaux circulaires et sur des canaux ovales	Dents extraites	4	12	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - Pour les 2 techniques, la qualité du débridement est meilleure dans les canaux circulaires qu'ovales. - Pas de différence entre les 2 techniques pour les canaux circulaires. - Mais la séquence complète du ProTaper® en rotation continue retire plus de tissu pulpaire que le F2 ProTaper® en réciprocity sur les canaux ovales. 	Faible
De-Deus et coll. 2010, (23)	Comparer la résistance à la fracture par fatigue cyclique du F2 Protaper® utilisé en rotation continue et en réciprocity et observer l'influence de la vitesse sur le taux de fracture en rotation continue	Plateforme de test	3	10	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - La réciprocity permet de faire un nombre de cycles plus important qu'en rotation continue. - De plus la vitesse de rotation a un effet significatif sur la résistance à la fracture : plus la vitesse augmente, plus la résistance diminue 	Faible

Franco et coll. 2011, (39)	Comparaison de la préparation canalaire réalisée par le FlexMaster® en réciprocité et en rotation continue.	Blocs résine	2	16	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - Dans le 1/3 apical : préparation plus large en rotation continue qu'en réciprocité - Pas de différence dans les parties coronaire et médiane - Globalement : préparation plus centrée en réciprocité - Temps de préparation plus long en réciprocité <p>Concernant le respect de la courbure :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>1/3 apical</u> : <ul style="list-style-type: none"> o RC : élargissement plus important dans la portion externe o Réciprocité : élargissement plus important dans la portion interne - <u>1/3 moyen</u> : <ul style="list-style-type: none"> o RC : élargissement plus important dans la portion interne o Réciprocité : élargissement plus important dans la portion externe - <u>1/3 coronaire</u> : élargissement identique 	Faible
Plotino et coll. 2012, (58)	Comparer la résistance à la fracture par fatigue cyclique du Reciproc® et WaveOne®	Plateforme de test	2	15	non	oui		Le Reciproc® présente une meilleure résistance que le WaveOne® à la fatigue cyclique	Faible

Ye et coll. 2012, (25)	Etudier les changements micro-structuraux d'un instrument M-Wire durant différents moments de son cycle de fatigue	Plateforme de test	2	10	non	oui	Les différents moments du cycle de fatigue sont basés sur une moyenne de durée de vie de l'alliage M-Wire	Les instruments en M-Wire présente une meilleure force et une meilleure résistance grâce à leur structure micro-cristalline martensitique par rapport à l'alliage Ni-Ti conventionnel	Faible
Kim et coll. 2012, (56)	Comparer le WaveOne® et le Reciproc® concernant leur résistance à la fracture	Blocs résine	3	10 instruments	Non	Oui	nb insuffisant d'effectif/gpe	- Résistance fatigue cyclique: R > WO > PT - Résistance torsion : WO > R > PT	Faible
Yoo et coll. 2012, (45)	Comparer la préparation canalaire du WaveOne®, Reciproc® versus Protaper®, Profile® et instruments manuels	Blocs résine	5	10	Non	Oui	nb insuffisant d'effectif/gpe	- Instruments Ni-Ti > instruments acier; - RR et WO > PT et Pf concernant le respect de l'anatomie canalaire	Faible
Berutti et coll. 2012, (44)	Etudier l'influence du passage des Pathfile sur les modifications d'axe et de courbes des canaux après préparation au WaveOne®	Blocs résine	2	15	Non	Oui		Pré-élargir le canal avec des Pathfiles avant tout passage d'instrument de préparation permet de mieux respecter l'anatomie canalaire et de sécuriser la préparation	Faible
Berutti et coll. 2012, (43)	Comparer le ProTaper® et le WaveOne® primary concernant le respect de la trajectoire canalaire	Blocs résine	2	15	non	oui		Le WO respecte mieux l'anatomie canalaire que le ProTaper®	Faible
Gavini et coll. 2012, (17)	Evaluer la résistance à la fracture par fatigue cyclique du Reciproc® R25 utilisé en rotation continue et en réciprocité	Plateforme de test	2	18	Non	oui		Le Reciproc® peut faire presque 2 fois plus de cycles de rotation en réciprocité par rapport à son utilisation en rotation continue	Faible

Plotino et coll. 2014, (40)	Comparer l'efficacité de coupe du WaveOne® avec celle du Reciproc®	Blocs résine	4	12	non	oui		Le Reciproc® présente une efficacité de coupe meilleure que celle du WaveOne® grâce à sa section asymétrique	Faible
De-Deus et coll. 2014, (60)	Evaluer la résistance à la flexion et la résistance à la fatigue cyclique en statique dans le canal ou avec un mouvement dynamique du Reciproc® et WaveOne® larges	Plateforme de test	4	10 et 12	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - Le WaveOne® présente une meilleure résistance à la torsion que le Reciproc®. - Mais le Reciproc® présente une meilleure résistance à la fatigue cyclique que le WaveOne®. 	Faible
Silva et coll. 2015, (48)	Comparer la quantité de débris produits par le ProTaper®, le ProTaper Next®, le WaveOne®, le Reciproc® avec des préparations larges de 40/100	Dents extraites	4	15	non	oui	Les instruments ProTaper® sont réutilisés 3 fois alors que les instruments de réciprocité 1 seule fois	<ul style="list-style-type: none"> - Le ProTaper® universel est celui qui expulse le plus de débris. - Pas de différence entre les 3 autres systèmes 	Faible
De-Deus et coll. 2015, (52)	Comparer la quantité de débris expulsés par le WaveOne®, le Reciproc® et Biorace® et les conséquences d'une préparation apicale plus large	Dents extraites	3	10	non	oui	Nombre insuffisant/gp	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de ≠ entre les 3 instruments concernant la quantité de débris expulsés. - Mais pour les 3 instruments, l'expulsion de débris est moindre sur des diamètres apicaux plus larges 	Faible

Tableau n°2 : Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve moyen :

<u>Auteurs, années, ref</u>	<u>Objectifs</u>	<u>Support utilisé</u>	<u>Nb de groupe</u>	<u>Effectif/gpe</u>	<u>Randomisation</u>	<u>Analyse stat</u>	<u>Biais</u>	<u>Résultats</u>	<u>Niveau de qualité</u>
De-Deus et coll. 2010, (51)	Comparer la quantité de débris expulsés en utilisant la séquence Protaper® en rotation continue versus le F2 Protaper® en réciprocity	Dents extraites	3	10	Non	Oui	nb insuffisant d'effectif/gpe	- Pas de ≠ entre les 2 PT - Mais la préparation manuelle expulse plus de débris que préparation avec les 2 PT	Moyen
Paqué et coll. 2011, (10)	Comparer la préparation canalaire réalisée par le F2 ProTaper® en réciprocity par rapport à la séquence complète du ProTaper® en rotation continue	Dents extraites	2	25	Non	oui		Pas de ≠ entre les 2 concernant : - le pourcentage de dentine péripulpaire enlevée - le pourcentage de surface canalaire non préparée, - la déviation canalaire dans les parties centrale et apicale. Mais la réciprocity provoque plus de déviation canalaire dans la partie coronaire (en direction de la furcation). Le ProTaper® atteint plus rapidement la LT en réciprocity qu'en rotation continue	Moyen
You et coll. 2011, (38)	Comparer la préparation canalaire du ProTaper® en rotation continue et en réciprocity sur des canaux courbes	Dents extraites	2	20	Non	Oui		Pas de ≠ concernant la modification de la forme canalaire (les 2 ont tendance à arrondir le canal) ni pour la modification de trajectoire canalaire (les 2 ont tendance à dévier vers l'extérieur de la courbure au niveau de l'apex)	Moyen

Wu, 2011, (22)	Evaluer l'incidence de la réutilisation des Protaper® sur le taux de fracture et observer les facteurs influençant la fracture	Dents non extraites		2654 dents (1362 M, 726 PM, 566 dents antérieures)	Non	Oui	opérateurs nombreux	Le taux de fracture est plus important : - au 1/3 apical, - dans les canaux courbes, - avec un diamètre d'instrument plus important. Présence de modifications des spires sur les instruments réutilisés	Moyen
Bürklein et coll. 2012, (34)	Comparer les systèmes Reciproc® et WaveOne® contre Mtwo® et ProTaper® concernant le temps de préparation et l'expulsion de débris sur des canaux droits	Dents extraites	4	20	non	oui	étude in vitro => absence de la pression péri-apicale diminuant l'expulsion de débris	<u>Temps de préparation</u> : - RE>WO>PT/Mt - pas de ≠ entre PT et Mt <u>Expulsion des débris</u> : - RE/WO expulsent plus de débris que PT et Mt - pas de ≠ entre PT et Mt	Moyen
Bürklein et coll. 2012, (33)	Comparer les capacités de préparation et de nettoyage du Reciproc® et WaveOne® par rapport au Mtwo® et ProTaper®	Dents extraites	4	20	Non	Oui	Pour le temps de préparation : on compare 1 unique instrument contre plusieurs	<u>Temps de prépa</u> : - RE>WO>PT/Mt - Pas de ≠ entre PT et Mt <u>Redressement canalair</u> : pas de ≠ entre tous les instruments <u>Expulsion de débris</u> : - Mt et RE expulsent le moins de débris - PT envoie le plus <u>Foramen apical</u> : LT et foramen apical respectés par tous L'instrumentation unique prépare aussi bien qu'une séquence complète	Moyen

Arias et coll. 2012, (59)	Comparer la résistance à la fatigue cyclique du Reciproc® et WaveOne® au 1/3 coronaire et au 1/3 apical	dispositif permettant de tester la résistance à la fatigue cyclique	2	60	Non	Oui		<ul style="list-style-type: none"> - RE-13mm de l'apex > WO-13mm - RE-5mm > RE-13mm - WO-5mm > WO-13mm - pas de ≠ entre RE-5mm et WO-5mm 	Moyen
Hwang et coll. 2014, (46)	Comparer la préparation canalaire réalisée par le Reciproc® et le Mtwo® (en rotation continue et en réciprocity)	Dents extraites	3	15	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - Déviation canalaire : pas de ≠ entre Reciproc® et Mtwo® en réciprocity. - Mais différence avec le Mtwo® en rotation continue (déviation en zone coronaire et apicale) - Il y a plus d'instruments déformés en rotation continue qu'en réciprocity 	Moyen
Nabavizadeh et coll. 2014, (42)	Comparer la délocalisation apicale engendrée par le Reciproc® et le Biorace®	Dents extraites	2	30	non	oui		Les 2 systèmes provoquent une délocalisation apicale mais le Reciproc® engendre une délocalisation plus importante que le Biorace®	Moyen
Tinoco et coll. 2014, (53)	Evaluer la quantité de bactéries expulsées dans le péri-apex par le Reciproc® et WaveOne® par rapport à une séquence complète en rotation continue	Dents extraites	3	15	non	oui	L'irrigation utilisée est du sérum physiologique et non du NaOCl	Le système multi-séquence expulse plus de débris que les systèmes en réciprocity	Moyen
De-Deus et coll. 2014, (54)	Evaluer la quantité de dentine expulsée lors de la préparation avec le Reciproc®, le WaveOne®, le ProTaper® et en préparation manuelle	Dents extraites	4	20	non	oui		<ul style="list-style-type: none"> - La préparation manuelle est celle qui envoie le plus de débris suivi du ProTaper® lui-même suivi du WaveOne® et du Reciproc®. - Pas de différence entre le WaveOne® et le Reciproc® 	Moyen

Tableau n°3 : Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve bon :

Varela-Patino et coll, 2010, (55)	Comparer le taux de déformation/fracture d'un instrument ProTaper® utilisé en rotation continue et en réciprocité	Dents extraites	2	60	non	oui		Le taux de déformation et de fracture est plus important en rotation continue qu'en réciprocité	Bon
You et coll. 2012, (36)	Etudier l'espérance de vie des instruments Ni-Ti lorsqu'ils sont utilisés en réciprocité et comparer le temps de préparation/rotation continue	Dents extraites	2	30	non	oui	Séquence Protaper avec plusieurs instruments comparés à un instrument unique	Le ProTaper® F2 unique est plus rapide que la séquence complète du Protaper® en rotation continue	Bon
			1	120				Le F2 PT peut être utilisé de façon sûre jusqu'à 6 fois en réciprocité sans l'utilisation de Pathfile	
Bane et coll. 2015, (35)	Comparer la préparation canalairé réalisée par le WaveOne®, le Reciproc® et la séquence complète du ProTaper® avec comme critère de comparaison : le temps de préparation, la fracture d'instrument, le respect de l'anatomie canalairé.	Dents extraites	3	40	non	oui	Séquence instrumentale (ProTaper®) comparée à instrumentation unique (WaveOne®, Reciproc®)	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de préparation plus court avec les instruments uniques. - Pas de fracture avec le Reciproc® et WaveOne® alors que deux F2 du ProTaper® ont fracturé. - Tous les systèmes provoquent un redressement canalairé. 	Bon

VI. Table des illustrations :

<u>Figure</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
1	Mise en évidence du réseau endodontique	4
2	Théorie hydrodynamique de Brannström	5
3	Complexité du système canalaire montrant les surfaces non préparées et préparées	7
4	Schéma montrant la transformation thermoélastique des alliages Ni-Ti	10
5	Photo au microscope électronique montrant une déformation sur un instrument ProTaper®	12
6	Schéma expliquant la formation des fissures	13
7	Photo au microscope électronique montrant une microfissure sur un instrument ProTaper®	13
8	Instruments Shaping files du ProTaper®	16
9	Instruments Finishning files du ProTaper®	16
10	Photos au microscope électronique montrant la section et la pointe du ProTaper®	16
11	Instruments Mtwo®	17
12	Schéma de section du Mtwo®	17
13	Schéma montrant les différentes sections du One Shape®	18
14	Système WaveOne®	19
15	Schéma de section du WaveOne®	19
16	Instruments Reciproc®	20
17	Photo au microscope électronique de la section du Reciproc®	20
18	Diagramme de répartition du niveau de qualité des articles	22
19	Bloc résine simulant un canal avant et pendant une préparation montrant la création d'un zipping	26
20	Radiographie d'un stripping avec perforation de la paroi interne de la courbure	26

<u>Tableaux</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
1	Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve faible	42
2	Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve moyen	46
3	Analyse de la littérature : articles de niveau de preuve bon	49

VII. Bibliographie :

1. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J.* 2008;41(4):339–44.
2. Roane J, Sabala C, Duncansonjr M. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1985;11(5):203–11.
3. Simon S, Pertot WJ, Machtou P. *Endodontie - Editions CdP Rueil Malmaison, Initiatives Sante, 2015.*
4. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top.* 2005;10(1):3–29.
5. Walters PA. : dentinal hypersensitivity : a review. 2014 : <http://www.dentalcare.com>;
6. Rapport de la HAS sur le traitement endodontique. 2008 : <http://www.has-sante.fr>
7. Peters OA. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J Endod.* 2004;30(8):559–67.
8. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005;10(1):30–76.
9. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng Y-L. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Top.* 2005;10(1):103–22.
10. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based Comparison of Reciprocating Single-File F2 ProTaper Technique versus Rotary Full Sequence. *J Endod.* 2011;37(10):1394–7.
11. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Top.* 2005 Mar 1;10(1):77–102.
12. Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(3):383–7.
13. Mohammadi Z, Soltani MK, Shalavi S, Asgary S. A Review of the Various Surface Treatments of NiTi Instruments. *Iran Endod J.* 2014;9(4):235–40.
14. Patoor E, Berveiller M. *Les alliages à mémoire de forme.* Hermès; 1990.
15. JORDAN L, ROCHER P. Société Francophone de Biomateriaux Dentaires : Les alliages Nickel-Titane (Ni-Ti). 2009 2010 : <http://www.cfbid.asso.fr>
16. FA Auricchio, RP Pietrabissa, LP Petrini, VC Cacciafesta. On the mechanics of superelastic orthodontic appliances. In: *Dental Biomechanics* [Internet]. CRC Press; 2003 : <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9780203514849.ch8>
17. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GT de M, Kawakami DAS. Resistance to Flexural Fatigue of Reciproc R25 Files under Continuous Rotation and Reciprocating Movement. *J Endod.* 2012;38(5):684–7.

18. Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2003;36(4):262–6.
19. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors Influencing Defects of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments After Clinical Use. *J Endod.* 2004;30(10):722–5.
20. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000;26(3):161–5.
21. Sattapan B, Palamara JE, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod.* 2000;26(3):156–60.
22. Jintao Wu GL. Instrument Separation Analysis of Multi-used ProTaper Universal Rotary System during Root Canal Therapy. *J Endod.* 2011;37(6):758–63.
23. De-Deus G, Moreira EJJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J.* 2010;43(12):1063–8.
24. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod.* 2008;34(8):1003–5.
25. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod.* 2012;38(1):105–7.
26. Laboratoire Dentsply Maillefer : ProTaper Universal (Ballaignes, Suisse). 2007, <http://www.dentsplymaillefer.com>
27. Martin D, Amor J, Machtou P. Endodontie mécanisée par le système ProTaper, principes et guide d'utilisation. *Rev OdontolStomatol.* 2002;(31):33–42.
28. Laboratoire Dentsply : Mtwo, efficacité et confiance (Montigny le Bretonneux). 2013, <http://www.dentsply.fr>
29. Laboratoire Micro Méga : One Shape new generation : one single file in continuous rotation (Besançon). 2014, <http://www.micro-mega.com>
30. Laboratoire Dentsply Maillefer : WaveOne, alliez maîtrise et réciprocité (Montigny le Bretonneux). 2013, <http://www.dentsply.fr>
31. Laboratoire VDM : Reciproc, one file endo (Munich). 2013, <http://www.vdw-dental.com>
32. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271–5.
33. Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer 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. *Int Endod J.* 2012;45(5):449–61.
34. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38(6):850–2.

35. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root canal shaping by single-file systems and rotary instruments: a laboratory study. *Iran Endod J.* 2015;10(2):135–9.
36. You S-Y, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Shon W-J, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod.* 2010;36(12):1991–4.
37. Saber SEDM, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2015;48(1):109–14.
38. You S-Y, Kim H-C, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod.* 2011;37(9):1296–300.
39. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabbro M. Investigation on the Shaping Ability of Nickel-Titanium Files When Used with a Reciprocating Motion. *J Endod.* 2011;37(10):1398–401.
40. Plotino G, Giansiracusa Rubini A, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cutting Efficiency of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *J Endod.* 2014;40(8):1228–30.
41. De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Fonseca A, Fidel S, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. *J Endod.* 2010;36(11):1897–900.
42. Nabavizadeh M, Abbaszadegan A, Khojastepour L, Amirhosseini M, Kiani E. A Comparison of Apical Transportation in Severely Curved Canals Induced by Reciproc and BioRaCe Systems. *Iran Endod J.* 2014;9(2):117–22.
43. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod.* 2012;38(4):505–9.
44. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod.* 2012;38(1):101–4.
45. Yoo Y-S, Cho Y-B. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod.* 2012;37(4):220–7.
46. Hwang Y-H, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Lee W, Shon W-J, et al. Shaping Ability of the Conventional Nickel-Titanium and Reciprocating Nickel-Titanium File Systems: A Comparative Study Using Micro-Computed Tomography. *J Endod.* 2014;40(8):1186–9.
47. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. 1985. *J Endod.* 2004;30(7):476–81; discussion 475.
48. Silva EJNL, Carapiá MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J.* 2015

49. Hartmann MSM, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal Transportation after Root Canal Instrumentation: A Comparative Study with Computed Tomography. *J Endod.* 2007;33(8):962–5.
50. Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S. Evaluation of Apical Extrusion of Debris and Irrigant Using Two New Reciprocating and One Continuous Rotation Single File Systems. *J Dent Tehran Iran.* 2014;11(3):302–9.
51. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(3):390–4.
52. De-Deus G, Marins J, Silva EJNL, Souza E, Belladonna FG, Reis C, et al. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod.* 2015;41(5):676–81.
53. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EMB, Saavedra F, Fidel R a. S, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J.* 2014;47(6):560–6.
54. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2014;21;19(2):357–61.
55. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martin-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod.* 2010;36(1):157–9.
56. Kim H-C, Kwak S-W, Cheung GS-P, Ko D-H, Chung S-M, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod.* 2012;38(4):541–4.
57. Al-Hadlaq SMS, AlJarbou FA, AlThumairy RI. Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod.* 2010;36(2):305–7.
58. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J.* 2012;45(7):614–8.
59. Arias A, Perez-Higueras JJ, de la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. *J Endod.* 2012;38(9):1244–8.
60. De-Deus G, Leal Vieira VT, Nogueira da Silva EJ, Lopes H, Elias CN, Moreira EJ. Bending Resistance and Dynamic and Static Cyclic Fatigue Life of Reciproc and WaveOne Large Instruments. *J Endod.* 2014;40(4):575–9.

BON (Marie). – Mise en forme canalaire : rotation continue versus réciprocité. – 54 f. ; ill. ; tabl. ; 60 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2016)

RESUME

La rotation continue a permis une véritable révolution par rapport à la préparation manuelle avec des instruments aciers et a apporté de nombreux avantages comme une conicité majorée, un meilleur respect de l'anatomie canalaire, un gain de temps, etc...

A partir de 2008, une nouvelle dynamique instrumentale a été proposée par Yared : le mouvement de réciprocité ou mouvement alternatif transversal asymétrique (MATA).

Le mouvement de réciprocité permet un gain de temps par la réduction du nombre d'instrument, une meilleure résistance à la fracture et un meilleur respect de l'anatomie canalaire. L'expulsion des débris dans le péri-apex n'est pas significativement différente par rapport à la rotation continue. Cependant, l'efficacité de coupe est diminuée par un nombre de cycle de rotation moins important.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie – Endodontie

MOTS CLES MESH

Préparation de canal radiculaire – root canal preparation

Désinfection – disinfection

Instruments dentaires – dental instruments

Alliage dentaire – dental alloy

JURY

Président : Professeur PEREZ F.

Assesseur : Docteur ENKEL B.

Assesseur : Docteur MARION D.

Directeur : Docteur ARMENGOL V.

ADRESSE DE L'AUTEUR

8, avenue de la calypso – 44 000 NANTES

ming16@hotmail.fr