



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

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



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

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

Année 2016

THESE N° 2016 LYO 1D 042

T H E S E

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 8 Décembre 2016

par

BENMARRAZE Sami

Né le 29 janvier 1990, à Echirolles (38)

**Mouvement de réciprocité et ses conséquences en termes de micro-
fractures dentinaires**

JURY

Monsieur le Professeur MAURIN Jean-Christophe

Président

Monsieur le Docteur DUPREZ Jean-Pierre

Assesseur

Monsieur le Docteur COMTE Bruno

Assesseur

Madame le Docteur GASQUI DE SAINT-JOACHIM Marie-Agnès

Assesseur

A notre président du jury et directeur de thèse,

Monsieur le Professeur Jean-Christophe MAURIN,

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

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise en Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Etudes Approfondies

Docteur de l'Université Claude Bernard Lyon 1

Habilité à Diriger des Recherches

Responsable de la sous-section Odontologie Conservatrice - Endodontie

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury de thèse, et nous vous en remercions.

Vous avez accepté de diriger notre thèse, et nous vous en sommes profondément reconnaissant.

Vous nous avez permis de mener à terme ce travail dans la plus grande sérénité, indéniablement grâce à votre savoir, votre grande disponibilité, votre écoute et votre extrême gentillesse.

Vous nous avez épaulé tout au long de nos études avec un sens clinique et une pédagogie qui nous ont permis de beaucoup apprécier l'endodontie.

Nous vous prions de trouver en ces quelques mots l'expression de notre profond respect et de nos remerciements les plus sincères.

A notre jury,

Monsieur le Docteur Jean-Pierre DUPREZ,

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

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Habilité à Diriger des Recherches

Nous vous sommes très reconnaissant d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Nous avons eu la chance de vous côtoyer au cours des vacances dans le service de Pédodontie.

Votre sens clinique, ainsi que votre humour, nous ont beaucoup apporté et nous vous en remercions.

Par cette thèse, veuillez recevoir l'expression de notre plus grand respect.

A notre jury,

Monsieur le Docteur Bruno COMTE,

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

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Responsable de la sous-section Prévention

Nous vous sommes très reconnaissant d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Nous vous avons connu au cours de notre dernière année et votre pédagogie empreint de bon sens et de conseils nous ont permis de commencer la vie professionnelle sereinement.

Votre humour et vos connaissances pratiques font de vous un excellent enseignant.

Par cet ouvrage, veuillez recevoir l'expression de mon estime la plus sincère.

A notre jury,

Madame le Docteur Marie-Agnès GASQUI DE SAINT-JOACHIM

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon
Docteur en Chirurgie Dentaire

Nous vous sommes très reconnaissant d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Nous vous avons la chance de vous connaître au cours de nos vacances dans le service d'Odontologie Conservatrice.

Votre écoute et votre disponibilité nous ont permis de beaucoup apprendre en odontologie conservatrice dans la sérénité et nous vous en remercions.

Voyez ici l'expression de ma plus grande reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
I. Principes de mise en forme canalaire	2
II. Réponses techniques apportées pour la mise en forme canalaire	3
II.1. Caractéristiques des instruments endodontiques.....	3
II.2. Evolution des concepts instrumentaux.....	4
II.2.1. Instruments manuels en acier inoxydable.....	4
II.2.2. Instruments en nickel-titane	5
II.2.2.1. Propriétés du Nickel-Titane.....	5
II.2.2.2. Concepts d'utilisation des instruments en nickel-titane	7
II.2.2.3. Fracture instrumentale.....	8
II.3. Mouvement de réciprocité.....	10
II.3.1. Description du mouvement	10
II.3.1.1. Systèmes utilisés	11
II.3.1.1.1. Reciproc®	11
II.3.1.1.1.1. Présentation générale	11
II.3.1.1.1.2. Protocole opératoire	13
II.3.1.1.1.2.1. Choix du diamètre du Reciproc®.....	14
II.3.1.1.1.2.2. Protocole	14
II.3.1.1.2. WaveOne®.....	16
II.3.1.1.2.1. Présentation générale	16
II.3.1.1.2.2. Protocole opératoire	17
II.3.1.1.2.2.1. Choix du WaveOne®.....	17
II.3.1.1.2.2.2. Protocole opératoire	17
II.3.1.3. Twisted-File Adaptative®.....	19
II.3.1.3.1. Présentation générale	19
II.3.1.3.2. Protocole opératoire	21
II.3.1.3.2.1. Taille du canal et choix du set approprié.....	21
II.3.1.3.2.2. Technique opératoire.....	21

III. Les micro-fracture dentinaires.....	22
III.1. Mise en évidence des micro fractures par vision directe : études par microscopie optique	22
III.1.1. Présentation de la méthodologie générale.....	23
III.1.2. Présentation des résultats	23
III.1.2.1. Effets des différents instruments en nickel titane sur les micro fractures dentinaires générées lors de la préparation canalaire	23
III.1.2.2. Évaluation comparative du mouvement manuel, de la rotation continue et de la réciprocité sur la génération de micro fractures dentinaires après préparation canalaire.....	24
III.1.2.3. Evaluation des défauts dentinaires générés lors de la préparation canalaire en utilisant le mouvement de réciprocité ou de rotation continue.....	26
III.1.2.4. Incidence des micro fractures dentinaires provoquées par 3 systèmes mono-instrumentaux	27
III.1.2.5. Mise en évidence de défauts dentinaires lors de la comparaison du mouvement de réciprocité et du mouvement de rotation continue	28
III.1.3. Discussion	32
III.2. Etudes réalisées par vision indirecte : évaluation par micro-tomodensitométrie (scanner)	34
III.2.1. Présentation de la technique utilisée	34
III.2.2. Evaluation par micro tomodensitométrie de la formation de micro fractures dentinaires en mouvement de réciprocité et en rotation continue	36
III.2.3. Discussion	38
 CONCLUSION.....	 40
 BIBLIOGRAPHIE.....	 41

INTRODUCTION

Les pathologies pulpairees representent l'un des principaux motifs de consultations au cabinet dentaire. Le pronostic favorable de leur traitement constitue donc un enjeu majeur pour la réussite du traitement global du patient.

Depuis longtemps, le traitement endodontique a été considéré comme étant une étape délicate pour le praticien. Les instruments utilisés ne permettaient pas toujours de satisfaire aux conditions nécessaires de succès du traitement endodontique. Ces dernières années, les techniques de préparation canalaire ont grandement évolué, avec l'apparition d'instruments de mise en forme canalaire mécanisés, usinés dans de nouveaux alliages en Nickel-Titane, et utilisés selon un mouvement de rotation continue. Désormais, la réalisation d'un traitement de qualité et reproductible, même lors de situations cliniques complexes, peut être à la portée de tous les praticiens.

Dernièrement ont été développés de nouveaux instruments de mise en forme canalaire, animés d'un mouvement alternatif qualifié de mouvement de réciprocité. Ce mouvement a été associé au concept de " l'Instrument Unique " de mise en forme. Ce concept vise à simplifier les procédures opératoires, et à répondre à certaines limites du mouvement de rotation continue en essayant de limiter les risques de fracture en torsion. Les risques de fracture dus à la fatigue cyclique ont été également minimisés en commercialisant ces instruments sous forme d'instruments à usage unique.

Face à l'engouement des praticiens pour ces procédures opératoires, séduisantes en termes de temps gagné et de sécurité opératoire, il est apparu nécessaire d'évaluer les effets du mouvement de réciprocité lors de la mise en forme canalaire, et notamment les effets potentiels sur les parois canalaires. En effet, ce mouvement alternatif pourrait engendrer la création de micro fractures dentinaires, ou cracks, lesquels peuvent à terme, compromettre le pronostic de la dent en induisant des fractures verticales de la racine.

L'objectif de ce travail a été d'évaluer, à travers une revue de la littérature, les conséquences du mouvement de réciprocité et l'impact de l'utilisation de ces instruments sur la formation de cracks pouvant survenir au sein des parois dentinaires lors de la mise en forme canalaire. Les résultats seront également analysés et discutés afin de comprendre leurs implications en terme clinique.

I. Principes de mise en forme canalaire

Le nettoyage et la mise en forme canalaire sont les étapes les plus importantes du traitement endodontique. Au cours de cette étape, la préparation mécanique à l'aide d'instruments endodontiques et l'utilisation de solutions d'irrigation permettent le nettoyage et la désinfection de façon à rendre possible l'obturation.

La préparation canalaire a deux objectifs : elle permet le nettoyage des débris dentinaires et la désinfection du système endodontique. Deux situations cliniques peuvent se présenter : la biopulpectomie effectuée sur pulpes vitales et le traitement des dents nécrosées.

Dans la première situation, une biopulpectomie est réalisée lorsque l'inflammation pulpaire est irréversible. La totalité des tissus pulpaires doit donc être retirée. En effet, ces derniers sont altérés par la présence et/ou l'action de bactéries et de leurs toxines, ayant pour conséquence la mise en place d'une réaction inflammatoire.

Très souvent, ce processus inflammatoire aiguë est irréversible malgré l'élimination des agents causals. Un traumatisme peut aussi générer une pulpite irréversible en occasionnant une déficience du flux sanguin pulpaire (1).

Au cours du processus de nécrose pulpaire, la destruction cellulaire laisse progressivement place à la colonisation de l'espace endodontique par de nombreux micro-organismes. Ces derniers peuvent se développer au sein des tubuli dentinaires et disséminer dans les tissus péri-apicaux. Ainsi, il est nécessaire d'éliminer les micro-organismes responsables de cette infection.

Cependant, le challenge est complexe. Cette complexité a pour origine l'anatomie du système canalaire et l'architecture histologique de la dentine, lesquels génèrent des zones inaccessibles lors des processus de mise en forme canalaire (cf. figure 1).

C'est pourquoi, la mise en forme canalaire (étape importante du traitement endodontique) doit répondre à différents objectifs (2).

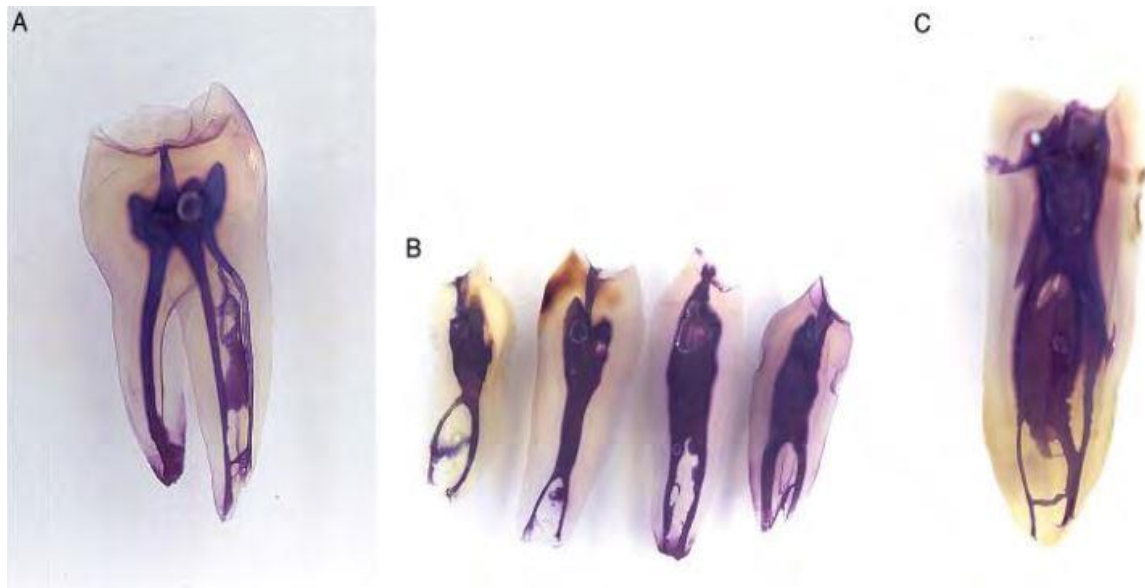


Figure 1 : Exemples de variations anatomiques : (A) Deuxième molaire mandibulaire avec trois canaux mésiaux. (B) Prémolaires mandibulaires de type V dans la classification de Vertucci. (C) Prémolaire mandibulaire avec trois canaux et des anastomoses inter-canales.(2)

Les objectifs mécaniques ont pour but :

- De maintenir la trajectoire canalaire
- De donner une conicité régulière au canal préparé
- De conserver le foramen dans sa position initiale

Les objectifs biologiques ont pour but :

- L'élimination des débris dentinaires
- La désinfection complète du système canalaire

II. Réponses techniques apportées pour la mise en forme canalaire

II.1. Caractéristiques des instruments endodontiques

Les caractéristiques communes à tous les instruments endodontiques sont les suivantes :

- La partie active est la portion de l'instrument qui contient les spirales : elle mesure normalement 16 mm.
- La tige est la portion métallique unissant la partie active avec le manche de l'instrument.

- Le manche est la portion en plastique servant à maintenir l'instrument dans lequel se fixe la tige.
- La pointe de l'instrument : elle constitue la portion finale de la partie active.
- L'angle d'hélice est l'angle situé entre l'axe de l'instrument et les spires : plus l'angle est fermé, plus l'instrument travaille en rotation ; plus il est ouvert, plus il travaille en traction.
- Le pas d'hélice est la distance entre deux spires. Il influence la flexibilité de l'instrument et son effet de vissage en rotation.
- Le diamètre et la conicité : le diamètre constitue la dimension de la section transversale à un point donné (en 100° de mm) ; la conicité représente l'augmentation du diamètre par mm.

II.2. Evolution des concepts instrumentaux

II.2.1. Instruments manuels en acier inoxydable

Les instruments manuels ont constitué la première réponse pour un traitement reproductible des pathologies canalaire et ont été standardisés par John Ingle en 1950 (3).

Ils sont principalement composés de deux types d'instruments : les racleurs et les limes K (cf. figure 2). Les limes K sont constituées d'une tige en acier inoxydable de section carrée et torsadée sur 16mm en partant de la pointe. Elles sont caractérisées par leur diamètre de pointe et leur conicité régulière de 2% : le diamètre augmente de 2/100° de mm tous les mm.

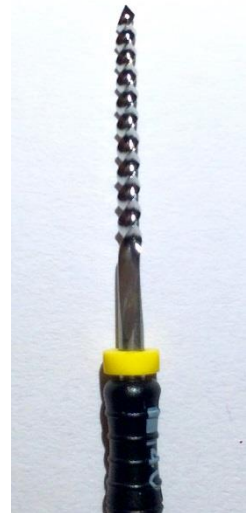


Figure 2 : exemple de lime K

Le diamètre de ces instruments a été standardisé par John Ingle en 1950 : 08 (gris), 10 (violet), 15 (blanc), 20 (jaune), 25 (rouge), 30 (bleu), 35 (vert), 40 (noir) (cf. Fig.3).



Figure 3 : Classement ISO des limes manuelles

John Ingle proposa d'utiliser ces limes avec un diamètre croissant. Elles seront toutes conduites à la longueur de travail afin de créer une boîte apicale permettant l'obturation avec un cône calibré à la largeur du dernier instrument utilisé. Cependant, si cette technique permettait une bonne reproductibilité, elle avait comme désavantage d'engendrer des modifications anatomiques de l'apex. En effet, la rigidité importante de la lime apicale maîtresse peut provoquer une déchirure apicale ou des butées.(3).

Weine et coll. ont alors proposé d'utiliser une technique en « step back ». Le canal est préparé à la longueur de travail jusqu'à la lime 25. Des instruments de diamètre supérieurs sont utilisés en léger retrait par rapport à la longueur de travail. Cette technique a permis de diminuer les erreurs iatrogènes de la technique d'Ingle (3).

II.2.2. Instruments en nickel-titane

II.2.2.1. Propriétés du Nickel-Titane

Le nickel titane a été développé pour la technologie militaire maritime. En odontologie, elle a été introduite en orthodontie puis ensuite en endodontie.

Les avantages de cet alliage résident dans son comportement mécanique.

En effet, il possède une mémoire de forme lui conférant la propriété, sous conditions normales d'utilisation, de revenir à sa forme originelle sans souffrir de déformation permanente (4) .

Ceci peut être expliqué par le comportement de l'alliage au niveau de sa microstructure.

Le nickel titane est un alliage super-élastique :

Lors de l'application de la contrainte, la tension exercée est proportionnelle à la contrainte. Cependant, à partir d'un certain niveau, la tension reste identique malgré l'augmentation de la

contrainte subie.

Ainsi, l'application d'une contrainte plus importante occasionne une tension plus importante jusqu'à la rupture de la lime.

Cette propriété est la conséquence d'une transformation de la phase cristalline de l'alliage. Le stress externe transforme la structure cristalline austénitique du nickel titane en une structure cristalline martensitique pouvant supporter un stress plus important, sans observer une augmentation de la tension. La déformation se poursuit comme s'il s'agissait d'un allongement plastique. Lorsque la contrainte cesse, la phase martensitique formée disparaît et l'alliage revient à sa forme austénique en reprenant sa dimension première.

Cette structure cristalline unique confère aux les limes en nickel titane une super élasticité. Elles possèdent donc la capacité de retourner à leur forme initiale après avoir reçu une déformation. Ainsi, le nickel titane est aujourd'hui le seul matériau disponible offrant à la fois la flexibilité et la dureté requise pour une utilisation en rotation dans les canaux courbes.(6)

De plus, le moment (force avec laquelle l'instrument tend à revenir à sa forme originelle) du Ni-Ti est moins élevé que celui de l'acier inoxydable. Par conséquent, l'effet de redressement du canal radiculaire devient substantiellement plus réduit.

Les alliages à base d'acier possèdent une phase de déformation élastique courte et une phase de déformation plastique importante. A l'inverse, le nickel titane possède une phase de déformation élastique très importante et une phase de déformation plastique plus réduite que l'acier inoxydable.

Cela signifie que lors de l'application d'une contrainte sur l'acier, celui-ci se déforme rapidement de manière irréversible. Cependant, la déformation peut être de grande ampleur avant la fracture instrumentale. Cette grande amplitude de déformation permet au praticien de repérer les limes approchant de leur point de rupture.

Le nickel titane se déforme de manière élastique beaucoup plus longtemps grâce à sa propriété de transformation de phase. Cependant, lorsque le stade de déformation plastique est atteint, le point de rupture de la lime est très proche.

Dans ces conditions, et quel que soit l'alliage, la fatigue cyclique est un paramètre important à évaluer, lors de l'utilisation des instruments rotatifs.

Les instruments subissent des contraintes plus ou moins élevées en fonction de l'anatomie endodontique. Ces contraintes sont dépendantes du profil instrumental et de la morphologie du canal radiculaire.

II.2.2.2. Concepts d'utilisation des instruments en nickel-titane

La rigidité de l'acier inoxydable étant à l'origine d'altérations iatrogènes du canal, Walia et coll. ont utilisé le nickel-titane pour fabriquer des limes manuelles en pensant que sa plus grande flexibilité permettrait de réduire fortement ces erreurs (7).

Or, leurs résultats ont été inattendus et décevants car l'efficacité de coupe de ces limes s'est révélée moins grande par rapport aux limes conçues en acier inoxydable. Ces dernières tendaient à se fracturer plus fréquemment et brutalement.

Alors que les instruments manuels sont utilisés avec un mouvement de reptation horaire et anti-horaire, les premières limes en Ni-Ti ont été utilisées selon ce même mouvement. Cependant, leur grande flexibilité réduisait considérablement l'effet de coupe. Ces limes, directement conduites à la longueur de travail, subissaient des contraintes en torsion très élevées car la portion active de l'instrument était trop étendue. Les fractures observées étaient donc très importantes car la faible déformation plastique de la lime ne permet pas au praticien de l'anticiper.

Suite à ces observations, deux principes fondamentaux ont été posés quant à l'utilisation des limes en Ni-Ti :

- Les instruments en Ni-Ti devaient être utilisés en rotation pour améliorer leur efficacité de coupe.
- Les instruments en Ni-Ti devaient être utilisés avec une technique corono-apicale (ou crown-down) pour diminuer l'étendue de la portion active de l'instrument.

En 1994, deux systèmes fonctionnant sur ces principes ont été commercialisés : les systèmes ProFile® et GT Files® (Dentsply). Le premier système proposait différentes limes en NiTi de conicité constante mais de diamètre croissant. Le second système proposait des limes avec une conicité décroissante (8).

En 2001, le système ProTaper® (Dentsply) a proposé des limes à conicité variable. Cette propriété réduit les risques de vissage car seule une petite partie de la portion active de l'instrument entre en contact avec les parois dentinaires.

L'avantage des systèmes en Ni-Ti réside dans le nombre réduit d'instruments à utiliser lors de la préparation canalaire. La simplification des procédures opératoire a permis un gain de temps. Ainsi, le praticien doit optimiser ce temps gagné au profit d'une meilleure irrigation.

II.2.2.3. Fracture instrumentale

La fracture des instruments due à la perte des sensations tactiles peut être considérée comme un inconvénient pour les systèmes rotatifs. Une phase d'apprentissage est nécessaire à l'opérateur de façon à retrouver la sensation tactile permettant l'utilisation des systèmes en Ni-Ti en toute sécurité.

La fracture des instruments rotatifs s'effectue à tout moment. Deux causes en sont à l'origine : la fracture en torsion et la fracture par fatigue cyclique.

La fracture en torsion a lieu lorsque la lime est engagée dans la paroi du canal radiculaire tout en continuant sa rotation. Dans cette situation, la limite élastique du métal est dépassée, induisant une déformation plastique (9).

La fracture par fatigue cyclique se produit lorsque l'instrument tourne librement dans un canal excessivement courbe. Au niveau de la partie courbée de l'instrument, l'alliage est comprimé et dans la partie opposée, il est étiré. Les processus de tension-compression s'enchaînent de manière répétée jusqu'à la fracture (cf. figure 4).

La fatigue cyclique est cumulative et non régressive. Pour cette raison, il est recommandé de ne plus utiliser les instruments lorsque les contraintes subies ont été importantes.

Dans le cas de canaux avec doubles courbures ou courbure très fortement prononcées, la fatigue cyclique subie par les limes mécanisées est très importante. Dans ce cas, il est conseillé d'utiliser des limes manuelles en NiTi améliorée qui permettent d'éviter la fracture instrumentale et également d'éviter les risques de déportation de la trajectoire canalaire fréquemment retrouvée lors de l'utilisation des limes manuelles en acier.

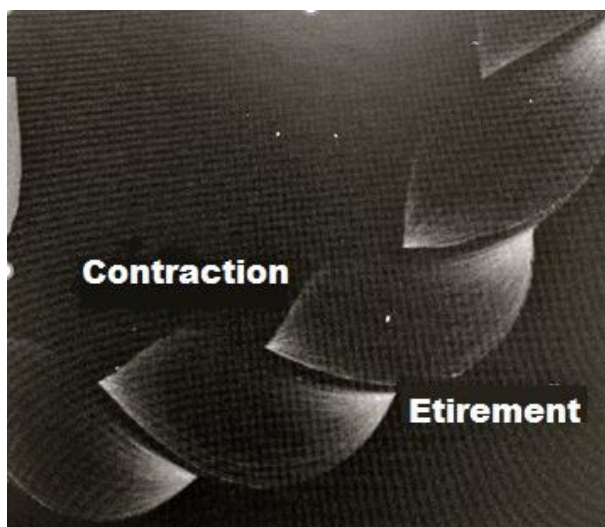


Figure 4 : Contraintes subies en flexion par une lime (6)

Le risque de fracture instrumentale peut être minimiser en inspectant les spires de l'instrument après chaque utilisation. Si la lime présente une longueur de spire anormale, celle-ci est à jeter immédiatement (cf. figure 5).

Cette inspection visuelle des instruments n'est cependant pas une méthode d'évaluation fiable. La fracture peut survenir sans défaut visible à l'œil nu. La réutilisation des instruments rotatifs dépend de l'évaluation de la fatigue de l'instrument et de la possibilité de nettoyer correctement les spires.

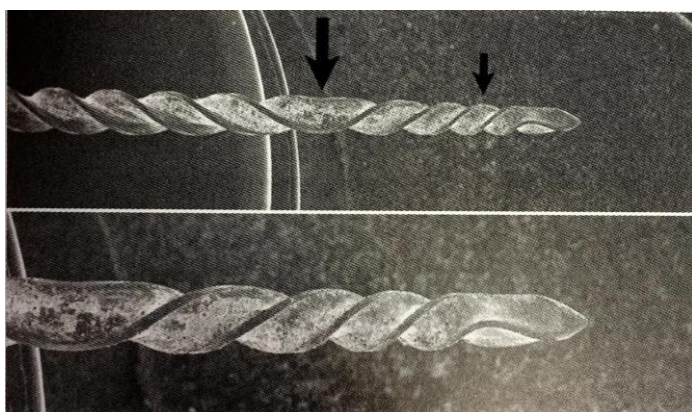


Figure 5 : Usage excessif d'une lime rotative montrant un enroulement des torsades sur elles-mêmes (petite flèche) et un déroulement des torsades (grande flèche) (1)

Le torque, quoique controversé, est un autre élément important à prendre en compte pour réduire les fractures en torsion.

Le torque peut se définir comme la résistance de l'instrument qui est transmise de la paroi canalaire à la rotation du moteur.

Si le moteur est paramétré avec un torque élevé, dépassant la limite de résistance de l'instrument, la probabilité que survienne un accident opératoire est élevée.

La solution possible à ce problème pourrait être d'utiliser des moteurs à faible torque.

Travailler avec un instrument ayant un torque élevé réduit la résistance à la fatigue cyclique. Pour éviter le vissage de l'instrument conduisant à la fracture par torsion, il est recommandé d'exercer un mouvement lent et doux avec tous les instruments actuels en NiTi.

Le torque généré lors de la préparation canalaire dépend notamment de la surface de contact. La taille de la surface de contact est influencée par le nombre d'instruments utilisés dans la séquence et par l'utilisation d'instruments de différentes conicités.

Au-delà du contrôle du torque, il est important que la rotation de l'instrument soit uniforme et constante, conformément aux préconisations du fabricant.

La résistance à la fatigue cyclique est moins importante pour les instruments possédant une conicité et un diamètre important. Cependant, leur résistance à la torsion est plus importante.

II.3. Mouvement de réciprocity

II.3.1. Description du mouvement

La réciprocity est un mouvement inspiré du concept des forces équilibrées développé par Roane en 1985 (10).

La réciprocity en endodontie consiste en des mouvements horaires et antihoraires alternés. Ce concept utilise des mouvements asymétriques dont les angles de rotations sont différents, contrairement aux premiers systèmes développés comme l'EndoExpress® (Dexter) ou le Giromatic® (Micro-Mega). Ce nouveau concept associe une rotation antihoraire de 150° et une rotation horaire de 30°, faisant ainsi un tour complet en 3 cycles (cf. figure 6).

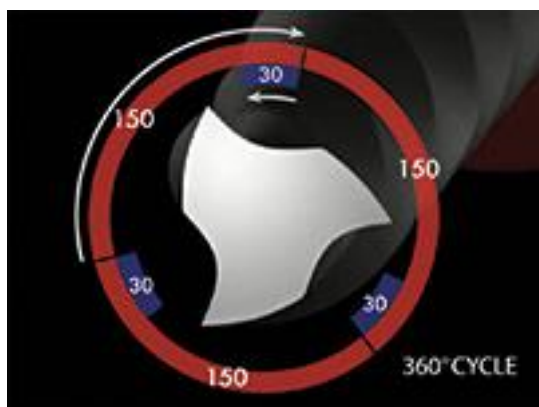


Figure 6: Mouvement de réciprocity sur une lime WaveOne®, utilisant des angles différents dans le sens travaillant (150°) et dans le sens de dégagement (30°)

Les instruments utilisant ce mouvement de réciprocity (Reciproc®, VDW et WaveOne®, Denstply), présentent un pas dirigé vers la gauche. Par conséquent, ces instruments coupent en

progressant dans la dentine dans le sens antihoraire et se désengagent de la dentine dans le sens horaire.

II.3.1.1. Systèmes utilisés

II.3.1.1.1. Reciproc®

II.3.1.1.1.1. Présentation générale

Le Reciproc® est l'un des deux principaux systèmes utilisant le mouvement de réciprocité. Il est commercialisé depuis 2009 par la société VDW.

C'est un instrument usiné dans un alliage en NiTi amélioré par traitement thermique : le M-Wire. Ce traitement augmente sa résistance à la fatigue cyclique et sa flexibilité.

Il existe 3 instruments commercialisés. Ils diffèrent par leur diamètre de pointe et leur conicité, de façon à répondre à toutes les situations cliniques :

- La lime R25 possède un diamètre de pointe de 0,025mm et une conicité de 8% dans les trois premiers millimètres (cf. figure 7).



Figure 7 : lime Reciproc® R25(11)

- La lime R40 possède un diamètre de pointe de 0,04mm et une conicité de 6% dans les trois premiers millimètres (cf. figure 8).



Figure 8 : lime Reciproc® R40(11)

- La lime R50 possède un diamètre de pointe de 0,05mm et une conicité de 5% dans les trois premiers millimètres (cf. figure 9).



Figure 9 : lime Reciproc® R50(11)

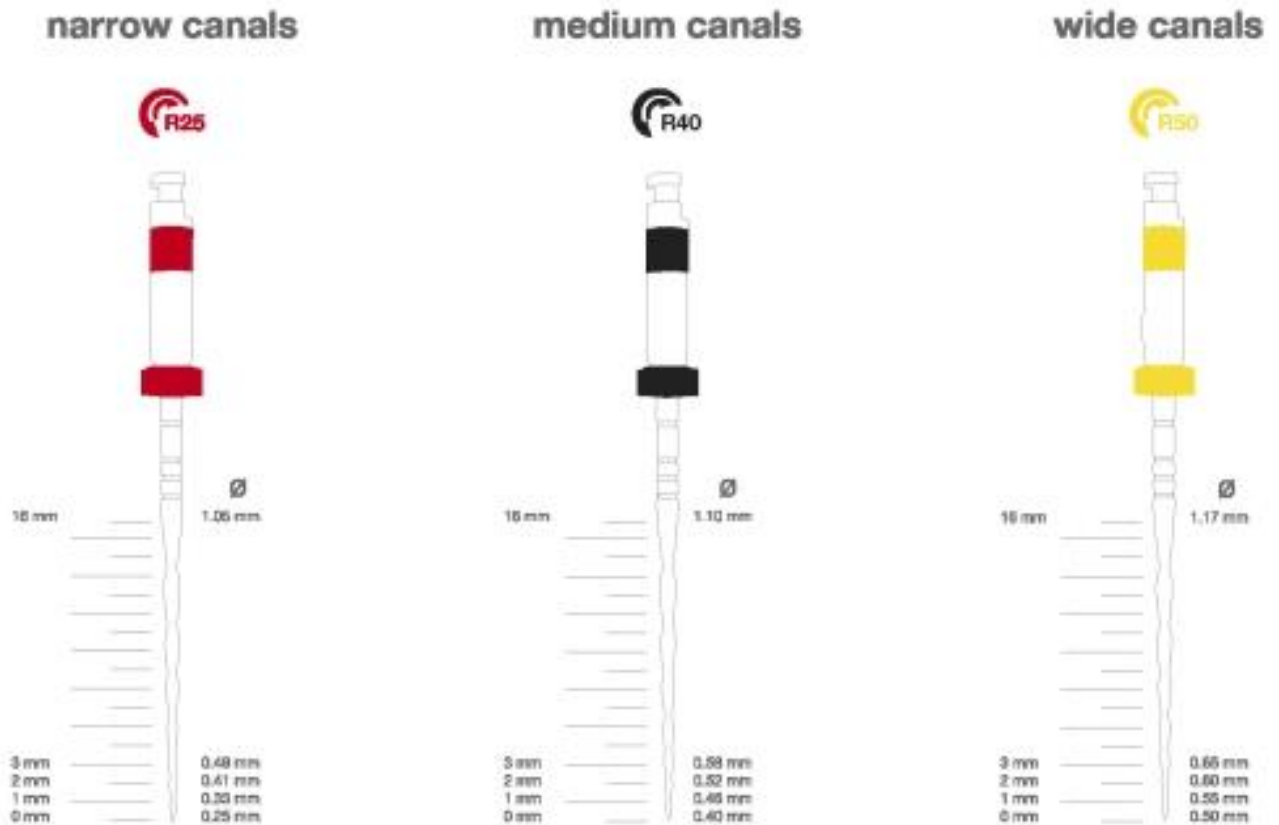


Figure 10. : Diamètres transversaux des différents types de Reciproc®

Les limes Reciproc® possèdent une pointe non active permettant d'éviter les déviations. Sa section triangulaire est en forme de S inversé (12) (cf. figure 11).

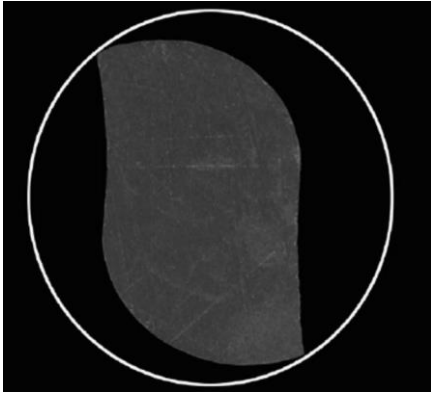


Figure 11 : Section transversale d'une lime Reciproc® (13)

C'est un instrument à usage unique qui ne se stérilise pas. Il s'utilise au maximum pour une molaire.

Cet instrument doit fonctionner avec un moteur respectant les recommandations du fabricant dont les pré réglages concernant le torque, le cycle et la vitesse ont été programmés.

Enfin, pour plus de facilité d'utilisation, il est possible d'utiliser des pointes de papier (cf. figure 13) et des cônes de gutta calibrés (cf. figure 12) pour chaque lime Reciproc®.



Figure 12. : Cônes de gutta calibrés



Figure 13. : Pointes de papiers calibrées

II.3.1.1.1.2. Protocole opératoire

II.3.1.1.1.2.1. Choix du diamètre du Reciproc®

La lime R25 est indiquée dans la plupart des cas cliniques.

Le choix du diamètre se fait en analysant la radiographie pré-opératoire :

- Si le canal est partiellement ou totalement invisible sur le cliché : le canal est étroit, il faut utiliser la lime Reciproc® R25 (cf. figure 14).
- Si le canal est complètement visible sur le cliché :
Prendre une lime manuelle 30. Si elle atteint la longueur de travail, le canal est large : il faut utiliser la lime Reciproc® R50.
- Si la lime manuelle 30 n'atteint pas passivement la longueur de travail, il faut refaire le geste avec une lime 20. Si elle atteint la longueur de travail, le canal est considéré comme étant de diamètre moyen : il faut utiliser la lime Reciproc® R40.
- Si la lime 20 n'atteint pas passivement la longueur de travail, utiliser le Reciproc® R25.



Figure 14 : Arbre décisionnel dans la détermination du diamètre du Reciproc®

II.3.1.1.1.2.2. Protocole

Avant de commencer la préparation, la longueur de travail doit être évaluée à l'aide d'une radiographie préopératoire. Le stop en silicone est mis en place sur la lime Reciproc® au deux tiers de la longueur.

La procédure opératoire se déroule comme suit :

- 1) Placer l'irrigant dans la cavité d'accès.
- 2) Sélectionner le mode *Reciprocation* sur le moteur.
- 3) Vérifier que le réglage *Reciprocation* a bien été sélectionné.
- 4) Introduire la lime Reciproc® dans le canal. Mettre en marche le moteur quand l'instrument est situé à l'entrée de l'orifice canalair.
- 5) Faire bouger l'instrument avec un léger mouvement de va-et-vient. Laisser l'instrument avancer dans le canal sans pression durant approximativement une à deux secondes et ensuite retirer sur 2 mm jusqu'à ce qu'il soit libéré sans le sortir du canal. Ceci constitue un cycle (cf. figure 15).

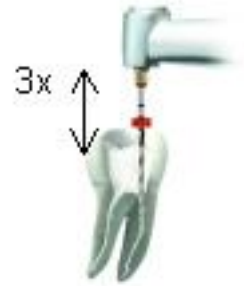


Figure 15: Cycle d'utilisation de l'instrument Reciproc

(11)

- 6) Après trois cycles de mouvement, retirer l'instrument du canal. Nettoyer les débris de l'instrument avec une compresse imbibée d'alcool.
- 7) Irriguer le canal avec de l'hypochlorite. Avec une lime 10, s'assurer que les deux tiers de la longueur de travail sont libérés. Utiliser une lime 10 pour déterminer la longueur de travail.
- 8) Continuer avec la lime Reciproc® jusqu'à ce que la longueur de travail soit atteinte.

Quelques recommandations sont nécessaires pour améliorer leur utilisation :

- La lime Reciproc® est très efficace quand elle est utilisée avec un mouvement latéral de brosse. Elle peut être utilisée pour élargir l'entrée canalair.
- Nettoyer la lime Reciproc® après trois cycles.
- Irriguer abondamment le canal.
- Ne jamais appliquer de pression si l'on rencontre une résistance.
- Si l'instrument Reciproc® ne peut plus avancer ou lorsqu'il avance avec difficulté :
 - Ne pas appliquer de pression sur l'instrument : le retirer du canal et nettoyer les débris présents sur l'instrument. Puis irriguer le canal.
 - Continuer avec la lime Reciproc®. S'il n'avance toujours pas, nettoyer les débris

de l'instrument et irriguer le canal.

- Utiliser une lime 10 pour créer un chemin jusqu'à la longueur de travail.

II.3.1.2. WaveOne®

II.3.1.2.1. Présentation générale

Les instruments Wave One® constituent l'autre système utilisant le mouvement de réciprocité. Ils sont commercialisés depuis 2010 par la société Dentsply.

Le système Wave One® est un instrument à usage unique fabriqué en alliage M-Wire (14).

Il existe trois limes différentes par leur diamètre ; chacune étant déclinée en trois longueurs : 21,25 et 31 mm :

- Le Wave One® Small de diamètre 21/100^e et de conicité 6 % (cf. figure 16 A).
- Le Wave One® Primary de diamètre 25/100^e et de conicité 8 %, conicité qui diminue ensuite (cf. figure 16 B).
- Le Wave One® Large de diamètre 40/100^e et de conicité 8 %, conicité qui diminue ensuite (cf. figure 16 C).



Figure 16: Wave One® Small (A), Primary (B) et Large (C).

Les limes Wave One® possèdent une pointe inactive et un design double :

- ➔ Au niveau apical, il possède une section triangulaire convexe modifiée (cf. figure 17 A)
- ➔ Au niveau coronaire, il possède une section triangulaire convexe (cf. figure 17 B)

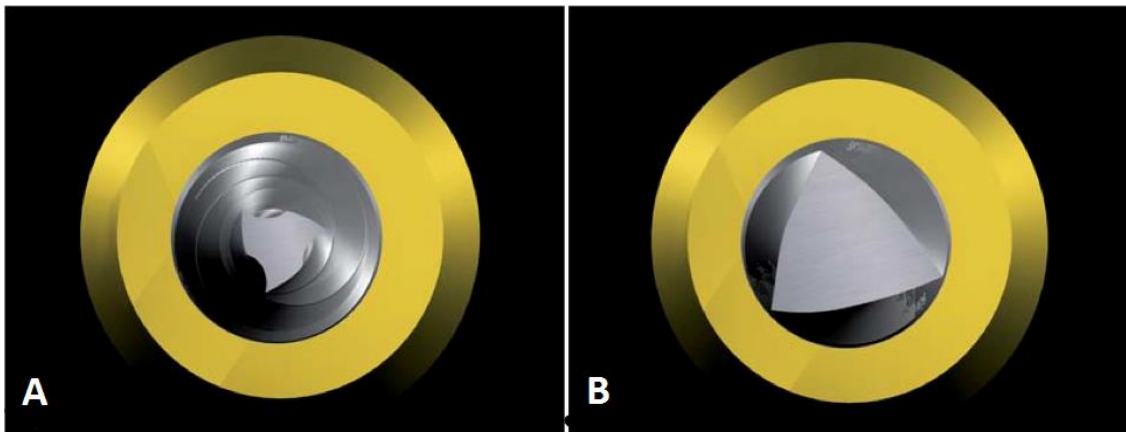


Figure 17. : Sections transversales du Wave One® : en apical (A) et en coronaire (A) (15)

Le code couleur de l'instrument est conçu pour gonfler en cas de stérilisation, ce qui empêche sa réutilisation.

La lime Wave One® doit être utilisée sur un moteur possédant le réglage approprié (Wave one All)

II.3.1.2.2. Protocole opératoire

II.3.1.2.2.1.Choix du WaveOne®

Le choix s'effectue à l'aide d'une lime 10 :

- Si la lime 10 n'atteint pas la longueur de travail, la lime WaveOne® Small est choisie (cf. figure 18).
- Si la lime 10 n'atteint la longueur de travail mais pas plus loin ou difficilement, on choisit la lime WaveOne® Primary (cf. figure 19).
- Si la lime 20 atteint la longueur de travail, on choisit la lime WaveOne® Large (cf. figure 20).

II.3.1.2.2.2.Protocole opératoire

Le protocole opératoire se déroule comme suit :

- 1) Utiliser le WaveOne® approprié aux 2/3 de la longueur de travail.
- 2) Irriguer abondamment.
- 3) Prendre une radiographie à la longueur de travail avec une lime manuelle.

- 4) Utiliser le Wave One® jusqu'à la longueur de travail. Confirmer le diamètre du foramen avec la lime manuelle correspondant au WaveOne® utilisé.
- 5) Si le foramen est plus large que le WaveOne® utilisé, utiliser le WaveOne® de diamètre supérieur.

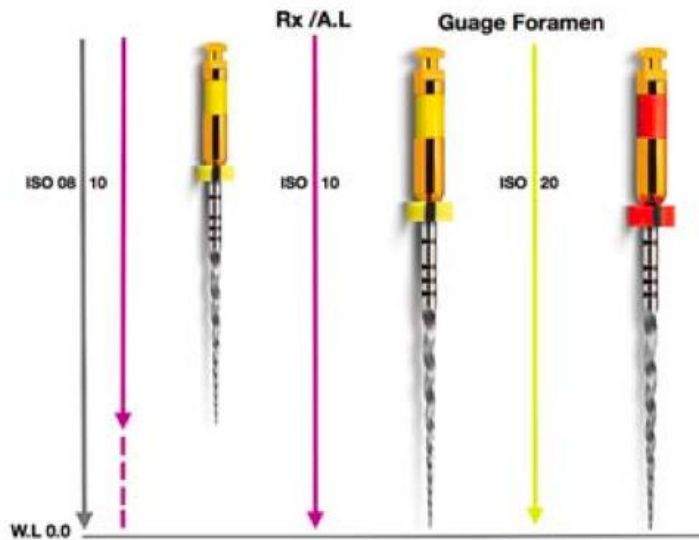


Figure 18 : Sélection du WaveOne® Small et utilisation clinique (15)

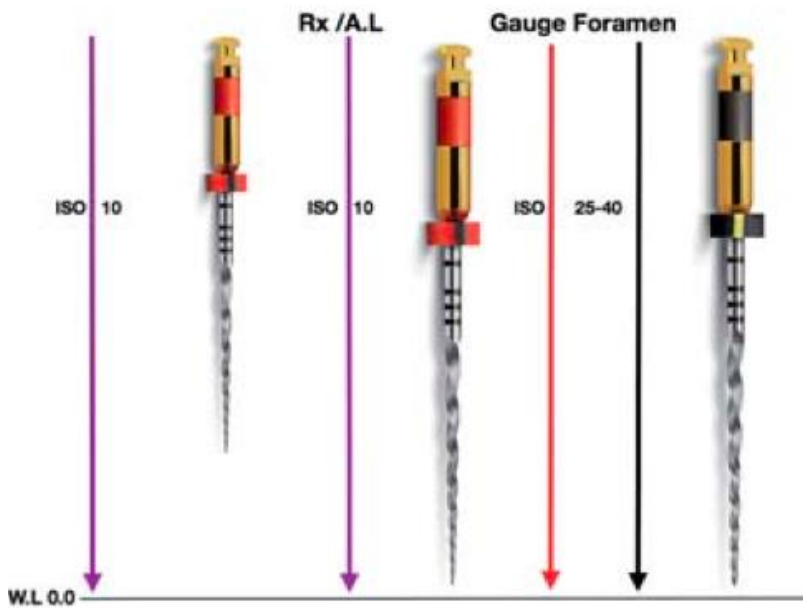


Figure 19 : Sélection du WaveOne® Primary et utilisation (15)

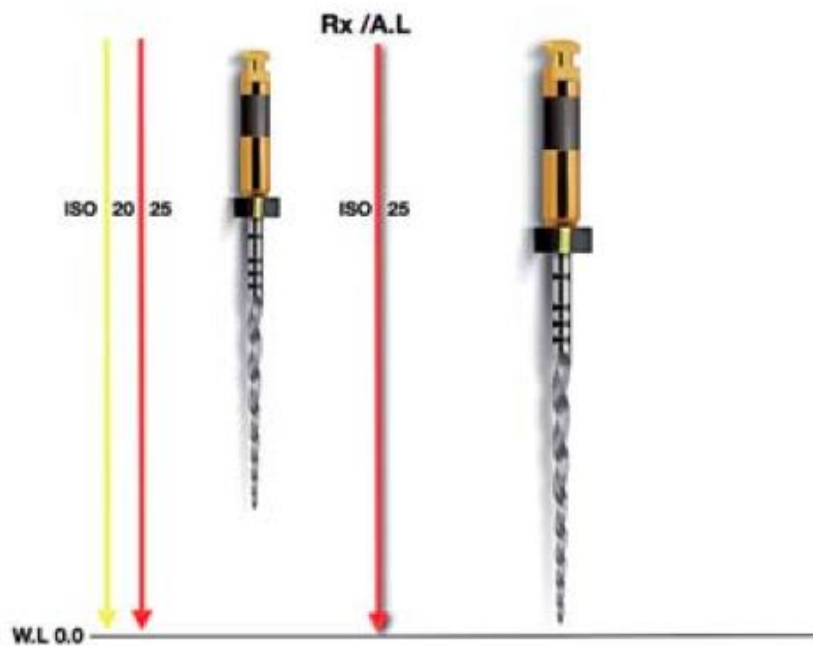


Figure 20 : Sélection du WaveOne® Large et utilisation (15).

Recommandations nécessaires lors de la procédure opératoire :

- Utiliser la lime WaveOne® avec un léger mouvement de va et vient trois fois de suite et sans forcer.
- Nettoyer les spires de l'instrument régulièrement avec de la gaze imbibée d'alcool.

II.3.1.3. Twisted-File Adaptive®

II.3.1.3.1. Présentation générale

Le système Twisted File Adaptive® (TFA) (cf. figure 21) présente une conception différente du Reciproc® et du WaveOne®, dans la cinématique du mouvement et dans la séquence instrumentale.



Figure 21 : Lime ML1 du système Twisted-File Adaptive®

Il est composé d'une séquence multi-instrumentale à usage multiple le rapprochant des systèmes classiques tel que le système ProTaper®.

Il diffère toutefois dans la cinématique du mouvement. Lorsque le TFA ne subit pas (ou très peu) de contraintes dans le canal, la lime effectue un mouvement de 600° dans le sens travaillant et de 0° dans le sens de dégagement : ce qui se traduit par un mouvement de rotation continue (16).

Lorsque la lime subit des contraintes fortes, la lime passe en mode réciprocity avec un angle travaillant de 370° et un angle non travaillant de 50°. Le système TFA possède donc un angle de travail beaucoup plus important que WaveOne® et Reciproc® (16).

Le système TFA est conçu en alliage de NiTi amélioré par traitement thermique de surface, le « Twisted File technique » (AXXIS/Synbron).

C'est une technique reposant sur l'utilisation de trois instruments. Deux sets de trois instruments existent selon le diamètre apical du canal. Chacun de ces deux sets existe en version 23mm et 27mm :

- Un set pour canaux étroits (S) :
 - S1 : diamètre 20/100° mm et de conicité 4%
 - S2 : diamètre 25/100° mm et de conicité 6%
 - S3 : diamètre 35/100° mm et de conicité 4%

- Un set pour canaux moyens ou larges (ML) :
 - ML1 : diamètre 25/100° mm et de conicité 8%
 - ML2 : diamètre 35/100° mm et de conicité 6%
 - ML3 : diamètre 50/100° mm et de conicité 4%

Le set possède un code couleur : vert pour le S1 ou ML1, orange pour S2 ou ML2 et rouge pour S3 ou ML3 (cf. fig.22).

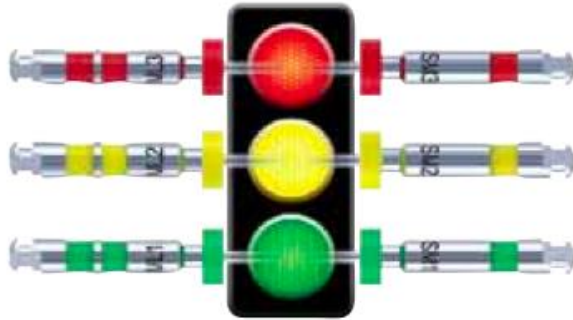


Figure 22: Code couleur d'un set TFA (17)

II.3.1.3.2. Protocole opératoire

II.3.1.3.2.1. Taille du canal et choix du set approprié

- Canaux étroits :

Selon les sensations tactiles, si la lime 15 présente des difficultés d'accès à la longueur de travail, il faut utiliser la séquence "Small".

- Canaux Moyens/Larges :

Si la lime 15 arrive aisément à la longueur de travail, la séquence "Medium/Large" sera utilisée.

II.3.1.3.2.2. Technique opératoire

La technique opératoire se déroule comme suit :

- 1) Mettre en place le TFA sur le contre-angle et choisir le réglage approprié sur le moteur.
- 2) Remplir la cavité d'accès avec de l'hypochlorite de sodium à 2%.
- 3) Faire avancer lentement l'instrument vert (S1 ou ML1) jusqu'à ce que la lime s'engage dans la dentine ; puis la retirer complètement du canal sans forcer ni faire de va et vient.
- 4) Nettoyer les spires de l'instrument.
- 5) Irriguer abondamment et confirmer la perméabilité canalaire avec une lime 15. Répéter les étapes 3 et 4 jusqu'à ce que la lime parvienne à la longueur de travail.
- 6) Avec la lime orange (S2 ou ML2), répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à la longueur de travail.
- 7) Pour obtenir un diamètre apical plus large, répéter les étapes 2 et 3 avec la lime rouge.

III. Les micro-fracture dentinaires

III.1. Mise en évidence des micro fractures par vision directe : études par microscopie optique

Les micro fractures dentinaires sont induites par la concentration temporaire et répétée de contraintes provoquées par le contact des instruments endodontiques avec les parois canalaires. Ces contacts interviennent lors de la préparation biomécanique (14).

Ces micro fractures ont été associées à l'augmentation de la probabilité de fractures verticales de la racine. En effet, les forces appliquées lors de l'obturation, du retraitement, ou encore des forces masticatoires pourraient se propager et aggraver ces failles, à l'origine d'une fracture verticale de la racine (14).

Ces fractures verticales constituent l'une des complications majeures des traitements endodontiques, conduisant souvent à l'extraction (14).

Étudier et comprendre l'étiologie des micro fractures est donc indispensable pour limiter ces complications.

Le mouvement de réciprocité n'étant pas un mouvement continu, le stress engendré sur les parois dentinaires par les instruments agissant selon ce mode, pourrait être plus important que celui engendré par un mouvement de rotation continue.

Les premières expérimentations ont cherché à évaluer la présence de micro fractures dentinaires par une observation directe des dents en microscopie optique via des coupes de la racine réalisées à distance de l'apex.

Très vite, des résultats contradictoires sont apparus entre les études faisant émettre un doute sur l'effet néfaste du mouvement de réciprocité et sur la présence de micro fractures dentinaires associées.

L'unique consensus ayant émergé porte sur le fait que l'utilisation d'instruments motorisés provoque significativement plus de micro fractures par rapport aux limes manuelles (14,18–22). Cela implique que les forces appliquées par le moteur sont bien plus fortes que celles engendrées par les limes manuelles. Ces forces peuvent ainsi excéder la limite de tension de la matrice collagénique du mur dentinaire (22).

Il est apparu que les études utilisant la vision directe divergent par leur méthodologie peuvent aussi expliquer les différences de résultats.

III.1.1. Présentation de la méthodologie générale

Six études utilisant la méthode par observation directe ont été analysées (14,18–22).

Les principaux critères employés pour cette méthodologie sont :

- Un nombre défini de dents de même type a été sélectionné.
- Une étude a été réalisée en microscopie optique ayant permis d'écarter immédiatement les dents présentant des défauts à la surface de la racine.
- Les dents ont été divisées en groupes en fonction du nombre de systèmes endodontiques utilisés.
- La couronne a été sectionnée avec une scie basse vitesse refroidie par de l'eau.
- Utilisation de silicone pour simuler le ligament parodontal.
- Préparation de la racine : détermination de la longueur de travail, perméabilité, alésage avec l'instrument considéré
- Trois sections ont été réalisées à une distance précisée de l'apex.
- L'observation des tranches obtenues est effectuée au stereomicroscope à un grossissement précisé.

III.1.2. Présentation des résultats

III.1.2.1. Effets des différents instruments en nickel titane sur les micro fractures dentinaires générées lors de la préparation canalair

Ustun et coll. ont analysé 120 incisives mandibulaires. Ces dernières ont été sélectionnées afin d'écarter celles présentant des défauts visibles au microscope (grossissement x 10) (22).

Le ligament parodontal a été simulé.

100 dents ont été initialement explorées avec une lime 10. Entre chaque lime, 2 millilitres d'hypochlorite concentrée à 2,5 % ont été utilisés.

Les 120 incisives ont été divisées en six groupes de 20 dents en fonction du système de mise en forme canalair utilisé :

- Groupe 1 : préparation canalair à l'aide de limes manuelles jusqu'à la lime 25/100°.
- Groupe 2 : ProTaper Universal ® lime F2 (diamètre 25/100°, conicité 6%) utilisée en réciprocity.

- Groupe 3 : Reciproc® 25/100° (mouvement de réciprocity).
- Groupe 4 : ProTaper Universal® de la lime SX à la lime F2 utilisées en rotation continue.
- Groupe 5 : ProTaper Next® de la lime X1 à la lime X2 utilisées en rotation continue.
- Groupe contrôle : dents non préparées

L'évaluation a été effectuée sur des coupes obtenues à 3,6, et 9 mm de l'apex en évitant la déshydratation.

Les auteurs n'ont pas observé de différence significative entre les différents groupes (cf. figure 23). De plus, le groupe contrôle et le groupe utilisant les limes manuelles n'ont pas présenté de défauts visibles au microscope.

Table 1: The quantity of each microcrack type for each group at each root thirds

Groups (n=20)	Root thirds								
	Coronal section			Middle section			Apical section		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
ProTaper	17	2	2	17	3	-	19	1	-
F2 - only	17	3	-	17	3	-	20	-	-
Reciproc	19	1	-	19	1	-	20	-	-
ProTaper next	16	4	-	17	2	1	20	-	-
Hand instrumentation	20	-	-	20	-	-	20	-	-
Control	20	-	-	20	-	-	20	-	-

T1, T2, T3 are the acronyms for microcrack types: Type 1, Type 2, Type 3 as respectively. T1 represents no defect, T2 represents incomplete defects; craze line or microcrack that not extend from root canal surface to the outer surface of the root and T3 means fracture

Figure 23: Résultats de l'étude de Ustun (22)

III.1.2.2. Évaluation comparative du mouvement manuel, de la rotation continue et de la réciprocity sur la génération de micro fractures dentinaires après préparation canalaire

Priya et coll. ont analysé 100 incisives centrales mandibulaires.

Chaque dent a subi le même traitement périphérique :

- Une exploration canalaire avec une lime 10/100° puis 15/100°.
- Irrigation à l'hypochlorite à 1 %.
- Un rinçage final à l'eau distillée.

Le ligament parodontal a été stimulé.

Les 100 dents ont été divisées en 10 groupes en fonction du système et du mouvement utilisé. Quatre systèmes ont été évalués : ProTaper Universal®, ProTaper Next®, OneShape® et Reciproc®. Chaque système a été évalué en rotation puis en réciprocity.

Pour les systèmes ProTaper Next® et ProTaper Universal®, les dents ont été préparées respectivement jusqu'au X3 et F3 (diamètre de pointe 30/100°). Chaque dent a été sectionnée à 3,6 et 9 mm de l'apex puis observée sous microscope.

Dans le groupe contrôle et le groupe dont les dents ont été préparées à l'aide de limes manuelles, les résultats n'ont pas montré de fracture (cf. figure 24).

Des micro fractures ont été observées dans tous les autres groupes. Les groupes présentant le moins de micro fractures sont les deux groupes ProTaper Next® (utilisés en rotation continue et en réciprocity). Les deux groupes ayant présenté le plus de micro fractures ont été ceux utilisant le ProTaper Universal®. Concernant les groupes OneShape® et Reciproc®, un nombre moins important de micro fractures a été retrouvé en réciprocity. Le nombre de cracks est cependant équivalent au groupe ProTaper Next® animé du mouvement de réciprocity.

Dans chaque système évalué, les résultats ont cependant montré que le nombre de micro fractures est moins important lorsque le mouvement de réciprocity est utilisé.

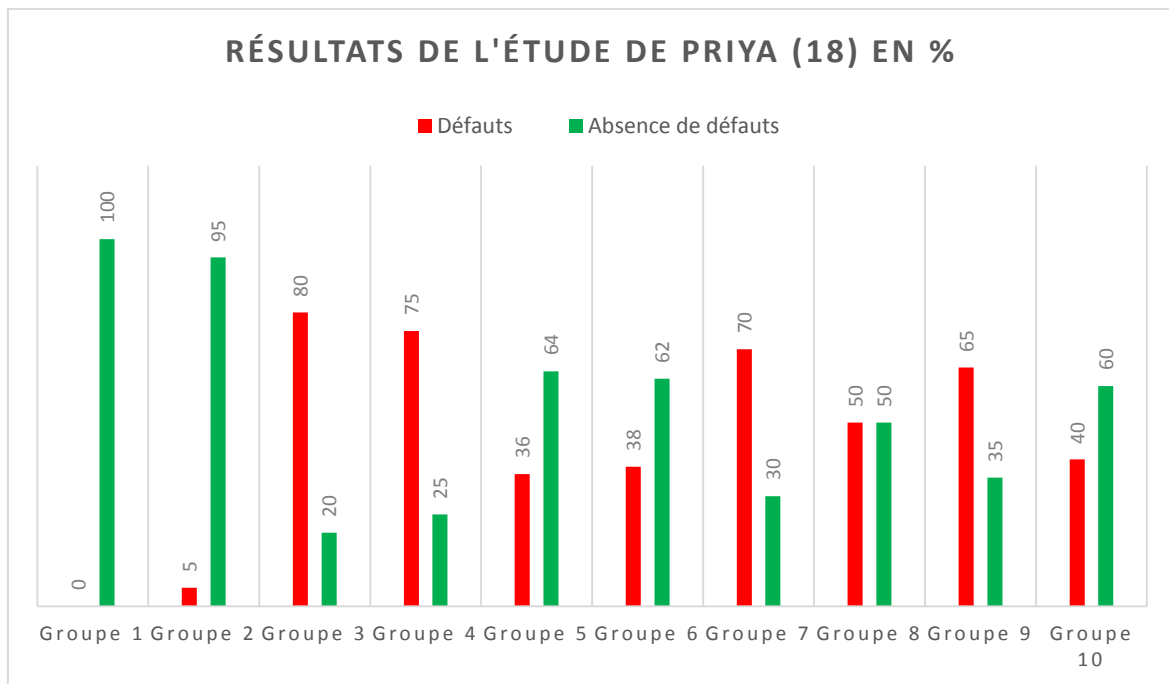


Figure 24 : Graphique montrant les résultats de l'étude réalisée par Priya et coll. (19) :

- Groupe 1 : contrôle (dents non préparées)
- Groupe 2 : limes manuelles
- Groupe 3 : ProTaper Universal® utilisé en rotation
- Groupe 4 : ProTaper Universal® utilisé en réciprocity
- Groupe 5 : ProTaper Next® utilisé en rotation
- Groupe 6 : ProTaper Next® utilisé en réciprocity
- Groupe 7 : One Shape® utilisé en rotation
- Groupe 8 : One Shape® utilisé en réciprocity
- Groupe 9 : Reciproc® utilisé en rotation
- Groupe 10 : Reciproc® utilisé en réciprocity

III.1.2.3. Evaluation des défauts dentinaires générés lors de la préparation canalaire en utilisant le mouvement de réciprocité ou de rotation continue

Kansal et coll. ont analysé 120 prémolaires mandibulaires (14). Celles-ci ont été divisées en 4 groupes de 30 dents en fonction du système de préparation canalaire utilisé :

- Groupe 1 : groupe contrôle (dents non préparées)
- Groupe 2 : séquence ProTaper® effectuée jusqu'à la lime F2
- Groupe 3 : lime F2 utilisée seule en réciprocité
- Groupe 4 : lime WaveOne® Primary utilisée en réciprocité

Le ligament parodontal a été simulé.

L'exploration canalaire de chaque dent a été effectuée à l'aide d'une lime 10.

Lors de la préparation, chaque dent a été irriguée avec 15mL d'hypochlorite concentrée à 1%. Les dents sont restées dans de l'eau distillée durant toute la procédure.

Les racines ont été ensuite sectionnées à 3, 6 et 9 mm de l'apex à l'aide d'une scie à basse vitesse sous refroidissement d'eau. Les sections ont été observées en microscopie optique.

Aucune micro fracture n'a été retrouvée dans le groupe contrôle (cf. figure 25).

Dans les trois autres groupes, le taux de micro fractures a présenté des disparités importantes : 15% pour le WaveOne®, 26% pour le F2 utilisé seul et 53% pour la séquence ProTaper®.

Cette étude tendrait à prouver que le mouvement de réciprocité induit significativement moins de dommages que le mouvement de rotation continue.

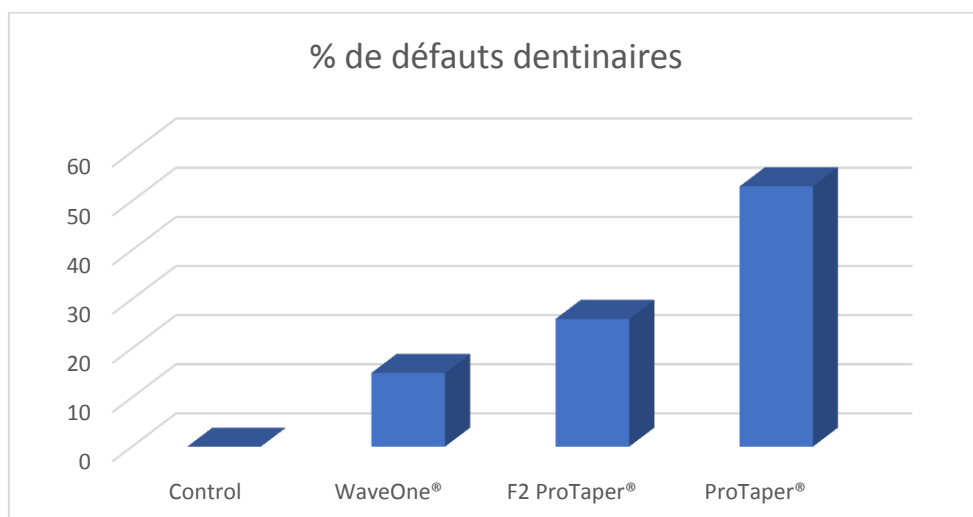


Figure 25 : Pourcentage des micro fractures suivant la technique d'instrumentation (14)

III.1.2.4. Incidence des micro fractures dentinaires provoquées par 3 systèmes mono-instrumentaux

Liu et coll. ont analysé 100 incisives mandibulaires (21). Celles-ci ont été divisées en 5 groupes en fonction du système de préparation canalaire utilisé, l'un de ces groupes constituant le groupe contrôle (dents non préparées).

Pour chaque groupe les entrées canalaires ont été élargies avec des forets de Gates n°2.

La perméabilité a été réalisée à l'aide d'une lime 10.

Entre chaque lime, 2 mL d'hypochlorite concentrée à 2% ont été utilisés pour la désinfection.

Le ligament parodontal a été simulé.

Les 4 groupes sont :

- Groupe 1 : séquence ProTaper® effectuée en rotation continue jusqu'à la lime F2
- Groupe 2 : Self Adjusting File®
- Groupe 3 : lime Reciproc® en réciprocité de diamètre 25/100°
- Groupe 4 : lime OneShape® de diamètre 25/100°

Une fois les canaux instrumentés, les dents ont été sectionnées à 2, 4 et 6 mm de l'apex puis visualisées en microscopie optique.

Aucune micro fracture n'a été observée dans le groupe contrôle (cf. figure 26).

Dans le groupe ProTaper®, 50% des dents présentaient des micro fractures.

Dans le groupe OneShape®, 35% des dents en présentaient également.

Le taux de micro fracture est de 5% pour le groupe Reciproc®.

Enfin, aucune micro fracture n'a été mise en évidence pour le groupe utilisant le Self Adjusting File®.

Cette étude tend à démontrer que le mouvement de réciprocité permet une réduction drastique du taux de micro fractures. Elle met aussi en évidence le fait que les mouvements impliquant des instruments avec des arêtes de coupes actives sont responsables de micro fractures ; le Self Adjusting File® n'en ayant occasionné aucune. En effet, le système Self Adjusting File® repose

sur l'abrasion des parois dentinaires par un mouvement ultra-sonique. Cet action est similaire à celle du papier de verre (23).

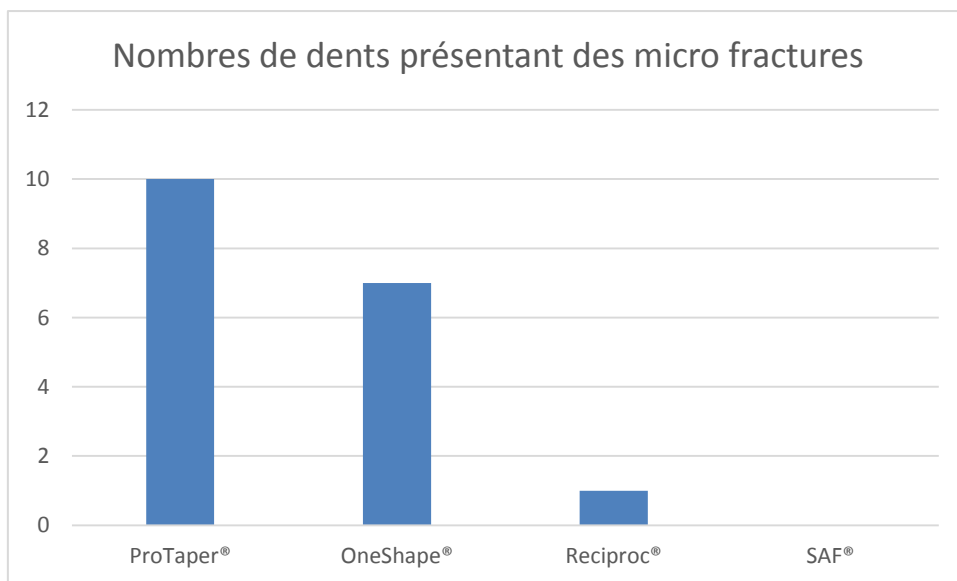


Figure 26 : Nombre de dents présentant des micro fractures par groupes (21)

III.1.2.5. Mise en évidence de défauts dentinaires lors de la comparaison du mouvement de réciprocité et du mouvement de rotation continue

Burklein et coll. ont analysé 100 incisives mandibulaires (20). Celles-ci ont été divisées en 5 groupes de 20 dents, en fonction du système de préparation canalaire utilisé :

- Groupe 1 : groupe contrôle (dents non préparées).
- Groupe 2 : séquence MTwo® en rotation jusqu'à la lime de diamètre 40/100° et conicité 4%
- Groupe 3 : séquence ProTaper® effectuées en rotation continue jusqu'à la lime F4
- Groupe 4 : lime Reciproc® Large
- Groupe 5 : lime WaveOne® 40

Deux millilitres d'hypochlorite ont été utilisés après l'utilisation de chaque instrument. La concentration est inconnue.

La perméabilité canalaire a été recherchée avec une lime 15 pour chaque groupe.

Le ligament parodontal n'a pas été simulé.

La couronne dentaire n'a pas été sectionnée. Elle a été préparée afin d'accéder aux canaux.

Les sections ont été faites à 3, 6 et 9 mm de l'apex puis observées en microscopie optique.

Dans le groupe contrôle, aucune fracture complète ou incomplète n'a été mise en évidence (20).

Les groupes dont les dents ont été instrumentées en rotation continue (MTwo® et ProTaper®) présentent significativement moins de fractures complètes que les deux groupes ayant utilisés le mouvement de réciprocité (Reciproc® et WaveOne®), respectivement 3,3% et 5% contre 18,3% et 11,7%.

De même, le taux de fractures incomplètes est également significativement moins élevé pour les instruments utilisés en rotation continue (MTwo® et ProTaper®) en comparaison aux deux autres groupes (Reciproc® et WaveOne®), respectivement 15% et 23.3% contre 33.3% et 30%.

Dans une autre étude, Monga et coll. ont analysé 120 prémolaires mandibulaires (18). Elles ont été sélectionnées selon leur homogénéité : absence de défauts à la surface de la racine, une seule racine droite ne présentant qu'un canal à la radiographie rétro-alvéolaire.

La couronne a été sectionnée puis la perméabilité apicale vérifiée avec une lime 10.

Le ligament parodontal n'a pas été simulé.

4 groupes ont été formés en fonction du système de préparation canalaire utilisé :

- Groupe 1 : groupe contrôle
- Groupe 2 : limes manuelles jusqu'à la lime 40
- Groupe 3 : ProTaper® en rotation continue jusqu'au F4
- Groupe 4 : WaveOne® 40 en réciprocité.

Entre chaque instrument pour le ProTaper® et tous les 3 mouvements pour le WaveOne®, 5 mL d'hypochlorite concentrée à 5% ont été utilisés pour le nettoyage des débris dentinaires.

Les dents testées ont été sectionnées à 3, 6 et 9 mm de l'apex.

Les dents ont été conservées dans de l'eau distillée.

Aucun défaut n'a été retrouvé dans le groupe contrôle ou dans le groupe ayant utilisé des limes manuelles (cf. figure 27).

Des défauts ont été retrouvés dans les deux groupes motorisés. Cependant, le groupe WaveOne® ne génère significativement pas plus de micro fractures que le groupe contrôle. Le groupe ProTaper® en a généré significativement plus.

Table 1 – Comparison of number and percentage of teeth showing defects between various groups at coronal, middle and apical third.

Dentinal damage	Control group (A)	Control group (B)	Protaper rotary	K3XF rotary	WaveOne	Total
At coronal third						
Score 0	30 (100%)	30 (100%)	22 (73.3%)	25 (83.3%)	28 (93.3%)	135
Score 1	-	-	6 (20%)	3 (10%)	2 (6.7%)	11
Score 2	-	-	1 (3.3%)	2 (6.7%)	-	3
Score 3	-	-	1 (3.3%)	-	-	1
At middle third						
Score 0	30 (100%)	30 (100%)	24 (80%)	29 (96.7%)	27 (90%)	140
Score 1	-	-	3 (10%)	1 (3.3%)	2 (6.7%)	6
Score 2	-	-	2 (6.7%)	-	1 (3.3%)	3
Score 3	-	-	1 (3.3%)	-	-	1
At apical third						
Score 0	30 (100%)	30(100%)	30 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	150
Score 1	-	-	-	-	-	-
Score 2	-	-	-	-	-	-
Score 3	-	-	-	-	-	-
Total	30	30	30	30	30	30

Figure 27 : Comparaison du nombre et du pourcentage de dents présentant des défauts dans les différents groupes(18).

	Type de dent	Nombre de dents par groupe	Ligament simulé	Couronne enlevée	Concentration et volume d'hypochlorite	Type d'instrument utilisé	Distance de coupe depuis l'apex
KANSAL	Prémolaires mandibulaires	30	Oui	Oui	1% et 15ml au total	1- Sequence ProTaper jusqu'au F2 2-ProTaper F2 en réciprocity 3- WaveOne Primary	3,6 et 9 mm
USTUN	Incisives mandibulaires	20	Oui	Oui	2,5% et 2ml/instrument	1) Limes manuelles jusqu'à 25 2) ProTaper F2 en réciprocity 3) Reciproc R25 4) ProTaper Universal jusqu'au F2 en rotation 5) ProTaper Next jusqu'au X2 en rotation	3,6 et 9 mm
PRITYA	Incisives mandibulaires	10	Oui	Oui	1% et 12 ml au total	1) Limes manuelles jusqu'au 40 2) ProTaper Universal – rotation – F3 3) ProTaper Universal – réciprocity – F3 4) ProTaper Next – rotation – X3 5) ProTaper Next – réciprocity - X3 6) OneShape – rotation 7) OneShape – réciprocity 8) Reciproc – rotation 9) Reciproc – réciprocity	3,6 et 9 mm
LIU	Incisives mandibulaires	20	Oui	Oui mais utilisation de foret de Gates n°2	2% et 2ml/instrument	1) ProTaper Universal – rotation – F2 2) Self File Adjusting 3) Reciproc 25 4) OneShape	2, 4 et 6 mm
BURKLEIN	Incisives mandibulaires	20	Non	Non	2ml/instrument	1) MTwo – rotation – 40 2) ProTaper Universal – rotation – F4 3) Reciproc 40 4) WaveOne 40	3,6 et 9 mm
MONGA	Prémolaires mandibulaires	30	Non	Oui mais utilisation de foret de Gates n°2	3% et 5ml/instruments	1) Limes manuelles jusqu'à 40 2) ProTaper Universal – rotation – F4 3) WaveOne 40	3,6 et 9 mm

Figure 28 : Tableau résumant la méthodologie utilisée par étude

III.1.3. Discussion

Concernant la diminution de l'incidence des micro fractures, l'analyse des résultats a montré que sur l'ensemble des six études retenues, quatre études concluent en l'avantage des instruments en réciprocité par rapport aux instruments agissant en rotation continue (14,18,19,21).

L'étude de Burklein et coll. (20) a démontré que le risque de micro fractures semble plus important pour les instruments agissant en réciprocité.

Enfin, celle de Ustun et coll.(22) n'a pas permis d'observer de différences entre les instruments agissant en rotation continue et ceux agissant en réciprocité.

Kansal et coll.(14) ont montré que le WaveOne® entraîne moins de défauts dentinaires que la lime F2 utilisée en réciprocité. La différence entre ces deux limes réside dans le profil instrumental. La lime F2 possède un design triangulaire sur toute sa longueur tandis que le WaveOne® possède, au niveau coronaire, un design triangulaire modifié (cf. figure 17) (24). Cependant, les réglages du mouvement de réciprocité ne sont pas les mêmes pour les deux limes. La lime WaveOne® a été utilisée selon les recommandations du fabricant : 170° dans le sens antihoraire et 50° dans le sens horaire avec une vitesse de 350 tours/mn. La lime F2 a été utilisée avec un angle de 144° dans le sens antihoraire et 72° dans le sens horaire avec une vitesse de 400 tours/mn (14). Cette différence peut affecter les résultats des deux groupes.

Les résultats issus de ces études semblent donc démontrer un avantage du mouvement de réciprocité puisque les instruments utilisés en réciprocité ont généré 5 à 10 fois moins de micro fractures que les instruments en rotation continue. Cependant, il est légitime de s'interroger sur le rôle joué par le mouvement de l'instrument et/ou celui dévolue aux propriétés intrinsèques de chaque lime.

À ce titre, l'étude de Priya et coll.(19) est intéressante puisque chaque système a été testé à la fois en rotation continue et en réciprocité.

Cette étude tendrait à prouver que le mouvement de réciprocité provoque moins de micro fractures que la rotation continue, quel que soit le système utilisé. Cependant, les résultats ont également montré que le profil instrumental de la lime est un facteur très important.

La séquence ProTaper Universal® est caractérisée par le plus grand nombre de limes (6 limes). La séquence se termine avec la lime F2 possédant une conicité terminale de 6 % et un diamètre de pointe de 30/100^{emm}. Ce groupe présente le taux le plus élevé de micro fractures, quel que ce soit le mouvement : 80% de micro fractures en rotation continue, 75% en réciprocité.

Le système ProTaper Next® est caractérisé par l'utilisation de trois limes possédant une conicité terminale et un diamètre de pointe égale à celles du groupe ProTaper Universal®. Néanmoins, les limes ProTaper Next® sont réalisées en M-Wire® et présentent une section transversale rectangulaire décentrée. Ces deux éléments améliorent les caractéristiques mécaniques de la lime. Ce système présente un taux de micro fractures équivalent, quelque soit le mouvement.

Il est donc raisonnable de penser que le nombre de limes utilisées pourrait générer plus de contraintes sur la dentine, provoquant ainsi des micro fractures.

Concernant le groupe Reciproc®, 50 % de micro fractures supplémentaires ont été observées en rotation continue par rapport au mouvement de réciprocity. La section transversale de la lime Reciproc® est en forme de S inversé tandis que celle du ProTaper Universal® est triangulaire. Celle du ProTaper Next® est en revanche rectangulaire et décentrée. Il apparaît ainsi une bien meilleure efficacité de coupe pour la lime Reciproc®, les spires de l'instrument s'engageant plus profondément dans la dentine. Lorsque la lime Reciproc® est utilisée en rotation continue, l'engagement continu des arêtes de coupes au sein des parois dentinaires pourrait être responsable d'une augmentation du taux de micro fractures observées. En revanche, en désengageant régulièrement l'instrument de la dentine, le mouvement de réciprocity permettrait de diminuer ce risque (18)

Cependant, cette conclusion semble être contredite par l'étude réalisée par Ustun et coll. (22). Ces derniers n'ont pas mis en évidence de différence significative entre le groupe ProTaper Universal® (séquence utilisée jusqu'à la lime F2), le groupe ProTaper Next® (séquence utilisée jusqu'à la lime X2), le Reciproc® 25 et la lime F2 utilisées en réciprocity.

Les différences observées pourraient être expliquées par l'hétérogénéité méthodologique des études retenues (cf. figure 28).

Ustun et coll. (20) ont utilisé des instruments possédant un diamètre de 25/100° mm et une conicité de 6 %, tandis que dans l'étude de Priya et coll., des limes de diamètre 30/100° mm et de conicité 6 % et 7% ont été utilisées.

L'étude de Ustun et coll. (20), n'a pas montré de différences significatives entre les différents groupes testés. En revanche, Priya et coll. (18), en utilisant des limes de plus grand diamètre et plus forte conicité, ont mis en évidence des résultats significativement entre les groupes testés.

Burklein et coll. ont obtenu des résultats différents (20). Ces résultats pourraient être également expliqués par des différences méthodologiques. En effet, dans cette étude, le ligament parodontal n'a pas été simulé. Or, ce dernier permet d'absorber une partie des forces transmises à la dentine.

De plus, les limes apicales maîtresses utilisées ont un diamètre de 40/100 et de conicité 8 % (WaveOne), 6 % (Reciproc, ProTaper Universal et MTwo).

Ces diamètres importants pourraient donc expliquer les résultats concluant en l'avantage des instruments utilisés en rotation continue.

La pression exercée par les opérateurs sur les limes peut contribuer au phénomène de vissage de l'instrument dans la dentine. Ce phénomène de vissage provoque des contraintes importantes sur la lime, pouvant aboutir à sa fracture, et sur la dentine, pouvant aboutir à des micro fractures dentinaires. Cette pression exercée n'a été précisée dans aucune des études sélectionnées. Or, l'absence de données sur ce facteur constitue une inconnue qui complique la comparaison entre ces différentes études.

Enfin, une concentration élevée d'hypochlorite tend à diminuer le module d'élasticité de la dentine, et donc à favoriser sa rupture lorsqu'elle est soumise à des contraintes de tension (25). Dans l'étude de Burklein et coll. (9), la concentration en hypochlorite de sodium n'étant pas précisée, une incertitude persiste donc sur les conditions expérimentales, lesquelles pourraient influencer les résultats obtenus.

III.2. Etudes réalisées par vision indirecte : évaluation par micro-tomodensitométrie (scanner)

III.2.1. Présentation de la technique utilisée

La micro-tomodensitométrie est une technique d'imagerie médicale consistant à mesurer l'absorption des rayons X par l'échantillon. Un traitement informatique permet de numériser et de reconstruire des images 2D ou 3D des structures anatomiques. L'acquisition s'effectue par une technique d'analyse tomographique ou « par coupes », en soumettant l'échantillon au balayage d'un faisceau de rayons X.

Cette technique non invasive présente de nombreux avantages par rapport à la technique en vision directe (26):

- Elle permet une évaluation des échantillons avant le protocole expérimental, ainsi des micro fractures préexistantes peuvent être détectées.
- La localisation tridimensionnelle des défauts dentinaires est possible avec ou sans l'utilisation d'agent de contraste.
- Le même échantillon peut être évalué à différentes étapes du traitement canalaire et servir à son propre contrôle.

- La présence de défauts dentinaires peut être corrélée à d'autres conséquences de la préparation instrumentale.

Elle n'est cependant pas exempte de certains défauts :

- Le scanner et la procédure de reconstruction sont longs.
- L'équipement est très coûteux, donc peu accessible.
- La procédure est complexe et nécessite donc une courbe d'apprentissage très longue pour les chercheurs.

Les procédures d'acquisition des images sont relativement complexes à mettre en œuvre. Ceci pourrait donc expliquer le nombre restreint d'études utilisant cette technologie dans l'analyse des micro fractures dentinaires.

Cependant, cette technique permet d'évaluer un très grand nombre de coupes au sein du même échantillon. Ainsi, la reconstruction 3D des dents étudiées conduit à une analyse plus précise des parois dentinaires.

Cette technique a permis d'observer la présence initiale des micro fractures(27), mais également la présence d'une micro fracture sur plusieurs sections. Le risque d'évaluation des faux positifs est donc écarté. (cf. figure 29).

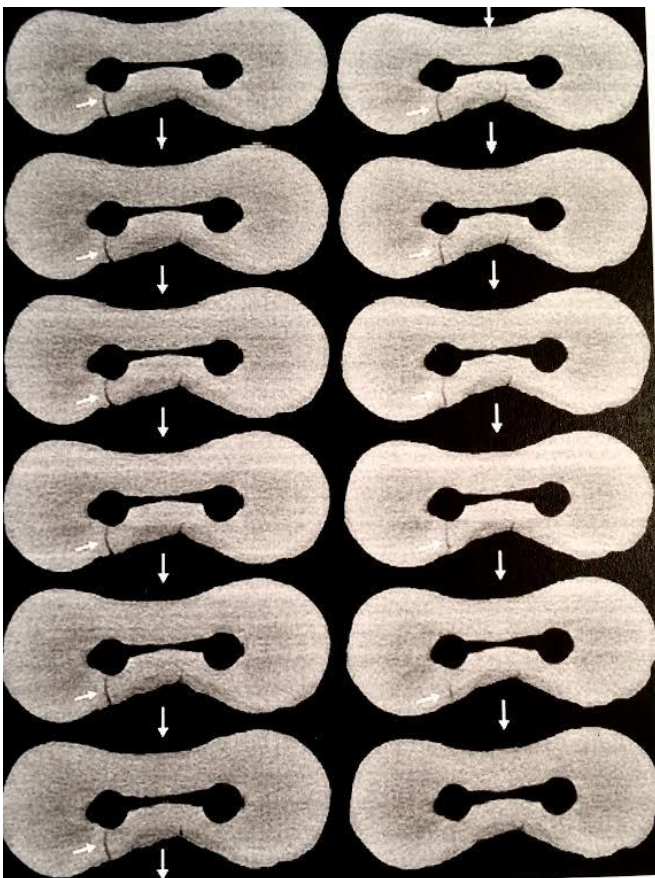


Figure 29 : Présence d'une même micro fracture sur plusieurs sections(26).

III.2.2. Evaluation par micro tomodensitométrie de la formation de micro fractures dentinaires en mouvement de réciprocity et en rotation continue

DeDeus et coll. ont utilisé 154 molaires mandibulaires. Ces dernières possédaient des racines entières et séparées (28).

Elles ont été préalablement inspectées en microscopie optique afin d'éliminer celles présentant des fractures visibles. Elles ont été pré scannées grossièrement pour ne retenir que 30 molaires présentant un canal mésial de type 2 de Vertucci (cf. figure 30).

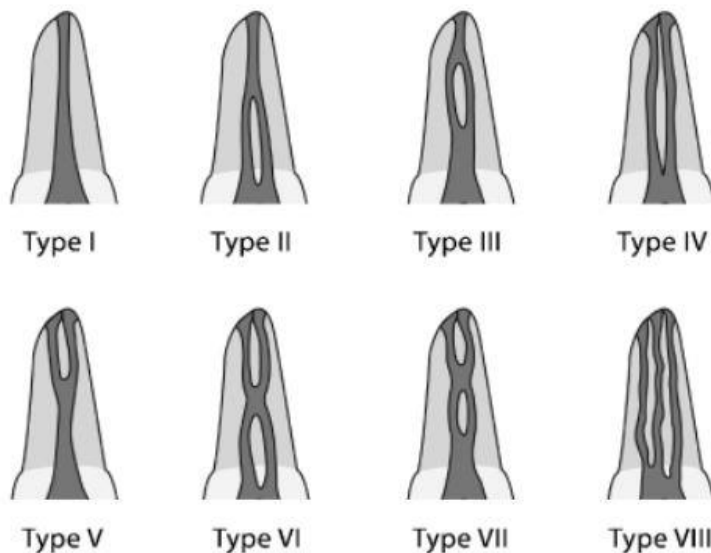


Figure 30 : Schéma illustrant la classification canalaire Vertucci (27)

Les 30 molaires ont été ensuite scannées plus finement pour obtenir entre 700 et 800 sections transversales par racine mésiale.

Le ligament parodontal a été simulé.

Trois groupes ont été formés en fonction du système de préparation canalaire utilisé :

- Groupe A : Passage du Reciproc® Primary, puis Large
- Groupe B : Passage du WaveOne® Primary, puis Large
- Groupe C : Passage du BioRace® en rotation continue jusqu'à la lime de diamètre 40/100° et conicité 4%.

L'irrigation a été effectuée avec 40mL d'hypochlorite concentrée à 5%.

Pour les groupes A et B, les spécimens ont été scannés à la fin de la préparation avec le Primary, puis après l'utilisation du Large.

Pour le Groupe C, les spécimens ont été scannés après la lime de diamètre 25/100 et après celle de 40/100°.

Les coupes présentant des micro fractures ont été superposées aux coupes initiales afin d'évaluer si ces défauts sont apparus lors de la préparation ou étaient préexistants.

Les résultats ont montré la présence de micro fractures dans 9% des dents du groupe A, 11% des dents du groupe B et dans 8% des dents du groupe C.

Néanmoins, ces défauts étaient systématiquement présents dans les coupes initiales. Ces observations démontrent que la préparation mécanique, quelque soit le mouvement, ne provoque pas de défauts dentinaires (cf. figure 30).

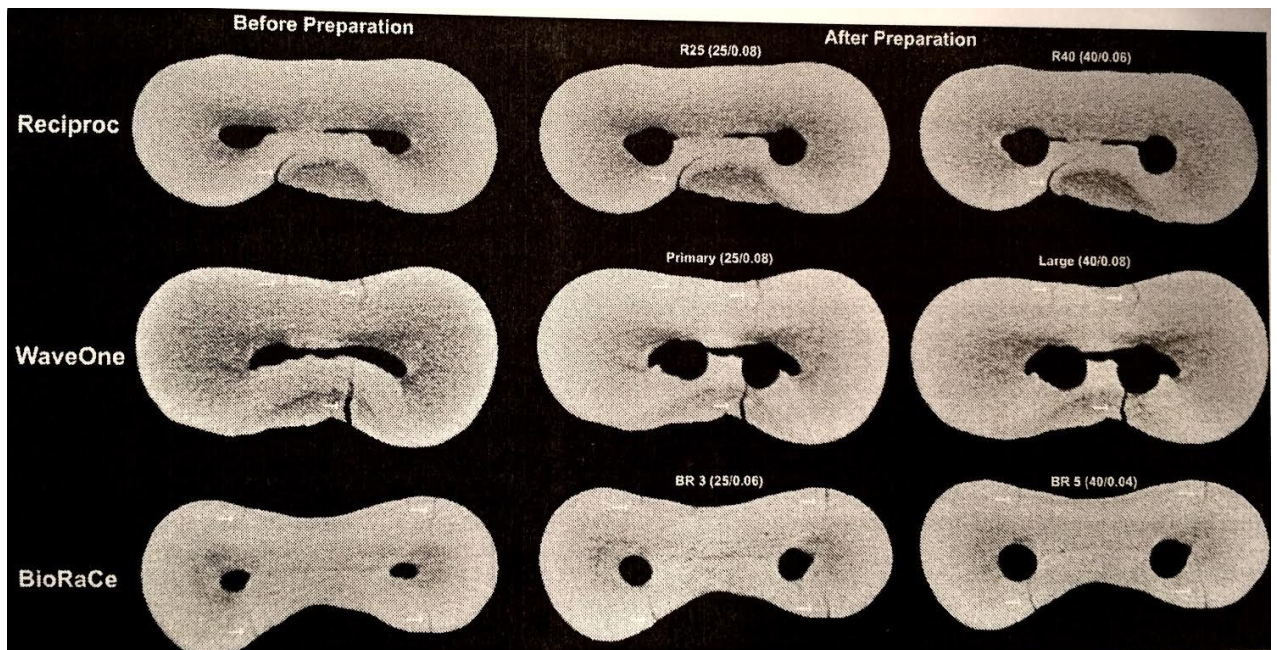


Figure30 : Exemple de sections comparées avant et après la préparation (28)

Une autre étude a évalué l'impact de l'utilisation du système ProTaper Next (rotation continue) et du système Twisted File Adaptive® sur la formation de micro fractures dentinaires (29).

Le protocole opératoire est identique à l'étude précédente :

- 20 molaires mandibulaires ont été choisies en fonction de l'absence de défauts visibles au microscope et avec un canal mésio-vestibulaire de type 2 de Vertucci.
- Le ligament parodontal a été simulé

Deux groupes ont été formés suivant le système de préparation canalaire utilisé :

- Groupe 1 : ProTaper Next® jusqu'au X2
- Groupe 2 : Twisted File Adaptive® jusqu'au SM2 utilisé suivant les recommandations du fabricant.

40 mL d'hypochlorite ont été utilisés par dent.

Chaque coupe post-opératoire a été évaluée. Celles présentant des micro fractures dentinaires ont été comparées avec la coupe pré-opératoire correspondante.

Les résultats ont montré des micro fractures dans 38% des cas pour le ProTaper Next® et 30% des cas pour le Twisted File Adaptive®. Cependant, toutes ces micro fractures étaient déjà présentes sur les coupes pré-opératoires et aucun nouveau dommage n'a pu être mis en évidence.

III.2.3. Discussion

Ces deux études ont abouti à une conclusion contredisant la majorité des études réalisées par vision directe (14,18–22). Il semblerait que la préparation mécanique en rotation continue ou en réciprocité ne soit pas à l'origine de micro fractures dentinaires. Les micro fractures observées pourraient donc être préalablement présentes.

Le grand nombre de sections analysées (65000) (29) et la possible vérification de la préexistence des micro fractures dentinaires via les coupes pré-opératoires, a permis de valider cette méthodologie et de démontrer son caractère beaucoup plus précis et exhaustif par rapport aux observations réalisées par section.

La méthode par section reste une méthode agressive même si l'analyse des coupes issues des groupes contrôle semble confirmer la méthodologie employée par l'absence de micro fractures dentinaires (14,18–22). Dans ces études, les dents du groupe contrôle n'ont subi ni irrigation à l'hypochlorite de sodium, ni préparation mécanique. Ainsi, une surestimation du taux de micro fractures pourrait être observée dans les groupes testés, ces deux paramètres pouvant potentialiser les défauts générés sur la dentine lors de la section radiculaire (28).

La méthode d'analyse par scanner permet ainsi d'éliminer les risques engendrés lors de la section radiculaire en évaluant seulement les défauts dentinaires provoqués par la préparation chimio-mécanique.

Néanmoins, l'analyse pré-opératoire des dents par scanner a révélé la présence de micro-fractures dentinaires à distance de la lumière canalaire. Cela pourrait être expliqué par une meilleure définition et un seuil de détection plus précis en comparaison à la microscopie optique (26).

Une autre différence de méthodologie concerne la sélection des échantillons(28).

Dans les études réalisées par section directe, des racines d'incisives ont pour la plupart été utilisées. Celles-ci possèdent une anatomie circulaire. Dans les études réalisées par microtomodensitométrie, (28,29), une racine mésiale d'une molaire mandibulaire a été utilisée. Cette racine possède une anatomie en huit. Cette anatomie particulière conduit à un risque plus grand de défauts dentinaires durant la préparation mécanique. En effet, l'épaisseur de dentine située entre la surface radulaire et les parois canalaire est moins importante. La racine est donc moins résistante, pouvant ainsi augmenter le risque de générer micro fractures dentinaires.

Cependant, malgré cette anatomie particulière, aucune micro fracture dentinaire due à l'instrumentation n'a pu être observée. Cela confirme l'hypothèse selon laquelle la préparation mécanique semble ne pas générer de micro fractures supplémentaire.

Le profil instrumental pourrait également favoriser la genèse de micro fractures dentinaires. Selon Bier et coll., une augmentation de la conicité peut contribuer à la formation de défauts dentinaires du fait de l'augmentation des contraintes sur les parois canalaire (22).

Dans cette étude, les canaux ont été préparés jusqu'à un diamètre de 40/100° et une conicité 6 %. Malgré cela, aucune micro fracture dentinaire due à l'instrumentation n'a pu être mise en évidence. Ces résultats plaident en faveur d'une préparation apicale plus large permettant une diminution importante de la charge bactérienne et de débris dentinaires due à une meilleure efficacité de l'irrigation.

CONCLUSION

Lorsque les systèmes de préparation canalairé mécanisés ont été introduits sur le marché, les études ont cherché à identifier si cette préparation pouvait être à l'origine de micro-fractures créées le long des parois dentinaires. Ainsi, lorsque des limes utilisant un mouvement de réciprocité ont été développées il y a une dizaine d'années, il semblait logique de comparer les effets de ce mouvement à celui de la rotation continue, utilisé jusqu'alors. Les premières études réalisées *in vitro* en microscopie optique, ont mis en évidence la supériorité du mouvement de réciprocité dans la diminution du taux de micro-fractures dentinaires. Le principe même du mouvement de réciprocité associé à l'utilisation d'une seule lime, constituent les facteurs identifiés comme favorisant la réduction du taux de micro-fractures dentinaires observées. Cependant, ces études restent limitées en termes de méthodologie car il est notamment impossible de comparer les dents préparées avec leur état préopératoire.

L'arrivée à maturité de la technologie de micro tomодensitométrie à rayons X a permis de repousser les limites méthodologiques des études réalisées en vision directe. Quel que soit le mouvement utilisé, ces études ont révélé qu'aucune nouvelle micro fracture n'était apparu après la mise en forme canalairé.

Ainsi, l'utilisation d'une lime unique de mise en forme canalairé, utilisée selon un mouvement de réciprocité présente quelques avantages. Le désengagement constant de l'instrument des parois dentinaires permet d'éviter de trop fortes contraintes en torsion, diminuant ainsi le risque de fracture.

De plus, la simplification du protocole opératoire par l'utilisation d'une seule lime permet également de dégager le temps nécessaire à l'application de techniques d'irrigation efficace pour la désinfection canalairé.

Ainsi, ces systèmes de mise en forme canalairé semblent donc répondre correctement aux principes mécaniques et biologiques nécessaires au succès thérapeutique des traitements endodontiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontie: principes et pratique. Levy G, éditeur. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson, DL 2016; 2016. xi+500.
2. Simon S, Pertot W-J, Laboux O. Endodontie, Volume 1. Rueil Malmaison, France: Éditions CdP; 2008. viii+132.
3. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top*. 1 mars 2005;10(1):3-29.
4. Machtou P, Bronnec F. Concepts de mise en forme: évolutions. *Inf Dent*. 2 juin 2010;(22):57-62.
5. Alliages à mémoires de forme [Internet]. Centre d'Animation Régional en Matériaux Avancés; 2001 déc. Disponible sur: http://www.materiatech-carma.net/module/upload/RapportAMF_CARMA.pdf
6. Cohen S. Cohen's pathways of the pulp. Eleventh edition. Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I, éditeurs. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. 907 p. (Recommended shelving classifications).
7. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*. juill 1988;14(7):346-51.
8. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. The shaping movement: fifth-generation technology. *Dent Today*. avr 2013;32(4):94, 96-9.
9. da Frota MF, Espir CG, Berbert FLCV, Marques AAF, Sponchiado-Junior EC, Tanomaru-Filho M, et al. Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *J Oral Sci*. déc 2014;56(4):269-75.
10. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The « balanced force » concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*. mai 1985;11(5):203-11.
11. Présentation du Reciproc [Internet]. [cité 8 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.intertechdental.pl/upload/RECIPROC-en-bro.pdf>
12. Üstün Y, Topçuoğlu HS, Düzgün S, Kesim B. The effect of reciprocation versus rotational movement on the incidence of root defects during retreatment procedures. *Int Endod J*. oct 2015;48(10):952-8.
13. Lopes HP, Elias CN, Vieira MVB, Siqueira JF, Mangelli M, Lopes WSP, et al. Fatigue Life of Reciproc and Mtwo Instruments Subjected to Static and Dynamic Tests. *J Endod*. mai 2013;39(5):693-6.

14. Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod.* sept 2014;40(9):1443-6.
15. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J, et al. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots.* 2011;1(1):28–33.
16. Moran A. Twisted-Files Adaptive: A Novel Approach to Endodontic NiTi Instrumentation. [cité 8 oct 2016]; Disponible sur: http://www.kerrdental.eu/catalog-files/2/2963/files/EN_Moran.pdf
17. TF Adaptive System | Kerr [Internet]. [cité 10 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.kerrdental.eu/Endodontics/TFAdaptiveSystem>
18. Monga P, Bajaj N, Mahajan P, Garg S. Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation. *Singapore Dent J.* déc 2015;36:29-33.
19. Priya NT, Chandrasekhar V, Anita S, Tummala M, Raj TBP, Badami V, et al. « Dentinal microcracks after root canal preparation » a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *J Clin Diagn Res JCDR.* déc 2014;8(12):ZC70-72.
20. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod.* avr 2013;39(4):501-4.
21. Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu M-K, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod.* août 2013;39(8):1054-6.
22. Ustun Y, Aslan T, Sagsen B, Kesim B. The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation. *Eur J Dent.* mars 2015;9(1):41-6.
23. 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. *J Endod.* avr 2010;36(4):679-90.
24. Bürklein S, Hinschitza 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.* 1 mai 2012;45(5):449-61.
25. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J.* mars 2001;34(2):120-32.
26. De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA. Critical appraisal of some methodological aspects of using micro-CT technology in the study of dentinal microcracks in endodontics. *Int Endod J.* févr 2016;49(2):216-9.

27. Ceyhanli KT, Erdilek N, Tatar I, Celik D. Comparison of ProTaper, RaCe and Safesider instruments in the induction of dentinal microcracks: a micro-CT study. *Int Endod J.* juill 2016;49(7):684-9.
28. De-Deus G, Silva EJNL, Marins J, Souza E, Neves A de A, Gonçalves Belladonna F, et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *J Endod.* sept 2014;40(9):1447-50.
29. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJNL, Neves A de A, Alves H, et al. Micro-computed Tomographic Assessment on the Effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive Systems on Dentinal Cracks. *J Endod.* juill 2015;41(7):1116-9.
30. Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu M-K. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod.* févr 2009;35(2):236-8.

BENMARRAZE Sami - Mouvement de réciprocité et ses conséquences en termes de micro-fractures dentinaires

Les pathologies pulpaires représentent l'un des principaux motifs de consultations au cabinet dentaire. Le traitement endodontique a longtemps été considéré comme étant une étape délicate pour le praticien. L'apparition d'instruments de mise en forme canalaire usinés en nickel-titane a permis de faciliter cette procédure et d'en améliorer la qualité. Tout d'abord utilisés selon un mouvement de rotation continue, de nouveaux instruments ont été récemment développés afin d'être utilisés selon un mouvement de réciprocité.

Ce mouvement de réciprocité a été associé au concept de " l'Instrument Unique " de mise en forme. Ce concept vise à simplifier les procédures opératoires et à répondre à certaines limites du mouvement de rotation continue en tentant de limiter les risques de fracture en torsion et les risques de fractures par fatigue cyclique.

Face à l'engouement des praticiens pour ces techniques opératoires, séduisantes en termes de temps gagné et de sécurité opératoire, il est apparu nécessaire d'évaluer les effets du mouvement de réciprocité sur le risque de formation de micro fractures dentinaires le long de la paroi canalaire et de les comparer au mouvement de rotation continue.

De nombreuses études réalisées en microscopie optique ont démontré que l'utilisation d'instruments utilisant un mouvement de réciprocité permettait de diminuer le risque de micro fractures dentinaire par rapport à l'utilisation d'instruments en rotation continue. Cependant, de nouvelles études réalisées par scanner présentant une haute résolution, ont démontré que quel que soit le type de mouvement (réciprocité ou rotation continue), ces instruments ne semblent pas provoquer de micro fractures dentinaires.

Mots-clés :

- Micro fractures dentinaires
- Réciprocité
- Rotation continue
- Nickel-titane

Jury : Président : Monsieur le Professeur MAURIN Jean-Christophe
Assesseurs : Monsieur le Docteur DUPREZ Jean-Pierre
Monsieur le Docteur COMTE Bruno
Madame le Docteur GASQUI DE SAINT-JOACHIM Marie-Agnès

Adresse de l'auteur : Sami BENMARRAZE
20 rue Juiverie
69005 LYON