

UNIVERSITE DE NANTES
UNIVERSITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2012

Thèse n°004

**Étude comparative de différents systèmes
de rotation continue en endodontie
Revue de la littérature**

Thèse pour le Diplôme d'État de
Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée et soutenue publiquement par :

Jean-Denis HAOND
né le 25 Septembre 1987 à BRON

Le 31 Janvier 2012 devant le jury ci-dessous

Président : Professeur Olivier LABOUX
Assesseur : Docteur Bénédicte CASTELOT-ENKEL
Assesseur : Docteur Valérie ARMENGOL

Directeur de thèse : Docteur Dominique MARION

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Monsieur LECOINTE Yves
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Monsieur LABOUX Olivier
Assesseurs	Monsieur JEAN Alain Monsieur HOORNAERT Alain Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur JEAN Alain	Monsieur LABOUX Olivier Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOHNE Wolf (Professeur Emérite)	Monsieur BOULER Jean-Michel
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 BODIC François Madame CASTELOT-ENKEL Bénédicte Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Monsieur DENIAUD Joël Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LAGARDE André Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Monsieur ROUVRE Michel Madame ROY Elisabeth Monsieur STUILLLOU Xavier Monsieur UNGER François Monsieur VERNER Christian	Monsieur BADRAN Zahi Madame BERTHOU-STRUBE Sophie Madame BLERY Pauline Madame BOUVET Gaëlle Monsieur CAMPARD Guillaume Monsieur COIRIER François Monsieur DEMOERSMAN Julien Monsieur FREUCHET Erwan Monsieur FRUCHET Aurélien Madame GIGOU Valériane Madame GOEMAERE-GALIERE Hélène Monsieur GOURÉ Tony Madame HYON-ROY Isabelle Monsieur MARGOTTIN Christophe Madame ODIER Amélie Monsieur PAISANT Guillaume Monsieur PERROT Erick Madame POUCH-TORTIGER Daphné Madame RENARD Emmanuelle

13 septembre 2011

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 leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Table des matières

INTRODUCTION	11
1. Généralités	12
1.1 Les propriétés de l'alliage Nickel-titane	12
1.2 Le concept du crown down	12
1.3 Modalités d'utilisation des instruments Ni-Ti	13
2. Comparaison des caractéristiques techniques	15
2.1 Définitions	15
2.1.1 Norme ISO et diamètre	15
2.1.2 Conicité	15
2.1.3 Pas et angle de l'hélice	16
2.1.4 Méplat radian	16
2.1.5 Angle de coupe	16
2.1.7 Section	17
2.1.8 États de surface	17
2.2 Caractéristiques du système Protaper Universal	18
2.2.1 Caractéristiques techniques	18
2.2.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments	18
2.2.1.2 Forme de la section transversale.....	19
2.2.1.3 Autres caractéristiques	20
2.2.1.4 Vitesse et couple conseillés.....	20
2.2.2 Séquence instrumentale	20
2.3 Caractéristiques du système HeroShaper	21
2.3.1 Caractéristiques techniques	21
2.3.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments	21
2.3.1.2 Forme de la section transversale.....	22
2.3.1.3 Le système InGet	22
2.3.1.4 Le pas de l'hélice.....	23
2.3.1.5 Autres caractéristiques	24
2.3.1.6 Vitesse et couple conseillés.....	24
2.3.2 Séquence instrumentale	24
2.4 Caractéristiques du système Mtwo	26
2.4.1 Caractéristiques techniques	26
2.4.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments	26
2.4.1.2 Forme de la section transversale.....	27
2.4.1.3 Le concept de la longueur unique	27
2.4.1.4 Autres caractéristiques	28
2.4.1.5 Vitesse et couple conseillés.....	29
2.4.2 Séquence instrumentale	29
2.5 Caractéristiques du système RaCe.....	30
2.5.1 Caractéristiques techniques	30
2.5.1.1 Forme de la section transversale	30
2.5.1.2 Le concept des arêtes de coupe alternées	31
2.5.1.3 Le traitement électro-chimique de surface	31
2.5.1.4 Autres caractéristiques	32
2.5.1.5 Limitation du nombre d'utilisations	32
2.5.1.6 Vitesse et couple conseillés	32
2.5.1.7 Les S-Apex	33
2.5.2 Séquence instrumentale	33
2.6 Tableau de synthèse des caractéristiques techniques.....	35

3. Revue de la littérature	36
3.1 Introduction	36
3.2 Présentation des articles sélectionnés	36
3.3 L'appréciation du niveau de preuve des articles scientifiques	38
3.4 Analyse du respect de l'anatomie canalaire	39
3.5 Analyse de la capacité à maintenir la longueur de travail	45
3.6 Analyse de la qualité de la préparation	48
3.7 Analyse de la qualité de la désinfection du canal	54
3.8 Analyse des effets apportés par l'électropolissage des instruments	58
3.9 Analyse de la résistance des instruments	60
3.10 Analyse du temps de préparation.....	64
3.11 Analyse de la qualité de l'obturation obtenue	67
3.12 Synthèse.....	68
CONCLUSION	69
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	70
TABLE DES ILLUSTRATIONS	76
TABLE DES TABLEAUX	77
ANNEXES	78

INTRODUCTION

L'endodontie vise à effectuer une exérèse totale du tissu pulpaire vivant ou nécrosé, une désinfection et une obturation complète du système canalaire. Cet acte fréquemment pratiqué dans les cabinets dentaires sous le nom de dépulpage permet de conserver la dent sur l'arcade après traitement.

Ces soins sont souvent considérés comme délicats par les praticiens à cause du manque de visibilité, de la difficulté d'accès, de la complexité de l'anatomie canalaire, des douleurs associées. De nombreuses techniques ont été élaborées pour faciliter la mise en œuvre des traitements et améliorer leur taux de réussite.

L'utilisation d'instruments manuels en acier inoxydable est la technique la plus ancienne. Le principe consiste à élargir le canal par le passage successif de limes et racleurs de taille croissante jusqu'à pouvoir nettoyer et obturer le canal de façon satisfaisante. Cependant cette technique présente plusieurs limites : rigidité des instruments entraînant un manque de respect de l'anatomie canalaire (avec parfois des erreurs per-opératoires comme les perforations, butées...), préparation complète souvent difficile à réaliser (notamment dans les racines courbes), longueur du traitement.

Par la suite sont apparus des instruments rotatifs en acier, comme les forets de Gates ou les forets Largo, pour préparer les portions rectilignes du canal et faciliter la préparation manuelle. Cependant, face aux difficultés rencontrées, les scientifiques et les fabricants ont développé dans les années 1990 des instruments rotatifs à base d'un alliage Nickel-titane (Ni-Ti) comme le système Lightspeed [2]. Des instruments Ni-Ti utilisables manuellement existent aussi mais ils présentent une efficacité de coupe inférieure à ceux en acier inoxydable et à ceux utilisés en rotation continue.

Ces instruments Ni-Ti et la rotation continue ont représenté une évolution majeure en endodontie et sont à présent utilisés par une grande partie des praticiens. Ils permettent, grâce à leur grande flexibilité, une amélioration de la qualité des préparations, une gestion plus aisée des cas cliniques complexes, un gain de temps et de confort pour le praticien [2]. Malgré une réduction des complications rencontrées pendant le traitement, ces instruments peuvent se fracturer, parfois sans signe avant-coureur, à cause des contraintes mécaniques subies.

Il existe des dizaines de systèmes Ni-Ti commercialisés actuellement. De nombreux articles scientifiques les étudient et les comparent mais les protocoles, les systèmes comparés, les critères étudiés, les niveaux de preuve scientifique et les conclusions sont très variables.

Le but de ce travail est de présenter les caractéristiques et d'effectuer une analyse de la littérature récente concernant quatre systèmes de rotation continue Ni-Ti parmi les plus utilisés : Protaper Universal (Maillefer), HeroShaper (Micro Méga), RaCe (FKG) et Mtwo (Dentsply).

Après des rappels relatifs aux instruments Ni-Ti, une première partie détaillera les caractéristiques techniques des quatre systèmes puis une seconde partie exposera l'analyse et la synthèse de la littérature scientifique. Nous tenons à préciser que les instruments Ni-Ti en rotation continue spécifiques au retraitement endodontique et la préparation des dents immatures sont exclus de cette analyse.

1. Généralités

1.1 Les propriétés de l'alliage Nickel-titane

L'alliage Nickel-titane développé à partir des années 1960 est composé d'environ 50% de Nickel et 50% de titane. Il existe de faibles variations de composition entre les fabricants. Il possède deux propriétés principales [45] :

- Mémoire de forme : l'alliage est capable après "éducation" d'avoir deux positions stables, l'une au-dessus d'une température dite critique et l'autre en dessous. C'est pour exploiter cette propriété que les orthodontistes ont été les premiers à utiliser cet alliage dans les fils orthodontiques pour la réalisation de leurs traitements.
- Super élasticité : cette propriété donne aux instruments une flexibilité nettement supérieure par rapport à ceux en acier inoxydable.

Grâce à des changements de phases cristallographiques, sous la contrainte et à partir d'une certaine température (23 à 26°C), les instruments se déforment de façon élastique. Lorsque la contrainte cesse, l'instrument retrouve sa forme initiale sans déformation résiduelle. Ainsi un instrument Ni-Ti autorise une déformation temporaire d'environ 10% (contre 1% pour les instruments en acier inoxydable) tout en retrouvant sa forme initiale sans déformation permanente. Si la contrainte augmente et dépasse une valeur seuil, l'instrument subit une déformation plastique (donc irréversible) jusqu'à un point de rupture.[2]

1.2 Le concept du crown down

Ce concept de préparation initialement proposé pour les techniques manuelles s'est étendu aux préparations en rotation continue. Il peut être traduit en français par préparation corono-apicale.

Cela consiste tout d'abord à relocaliser les entrées canalaires et à supprimer les interférences initiales avec des instruments à forte conicité (en moyenne 10%) également appelés les openers. Ensuite, les 2/3 coronaires du canal puis le tiers apical sont préparés avec des instruments de plus faible conicité.

Le crown down présente plusieurs avantages [28], [7]:

- amélioration de l'efficacité de coupe et diminution des risques de blocage, de vissage. En effet, en supprimant d'abord les interférences coronaires, l'instrument concentre son travail spécifiquement sur la partie apicale du canal et les contraintes subies sur l'ensemble de l'instrument sont moins importantes. La préparation de cette dernière partie est ainsi facilitée.
- diminution des courbures canalaires.
- meilleure pénétration des solutions d'irrigation dans le canal.
- diminution du risque de refoulement de débris au delà de l'apex par effet piston.
- longueur de travail peu ou non modifiée lors de l'instrumentation canalairé puisque la courbure canalairé a été réduite avant l'établissement de la longueur de préparation.

1.3 Modalités d'utilisation des instruments Ni-Ti

Bien qu'il existe une grande variété de systèmes d'instruments endodontiques en Ni-Ti, un certain nombre de précautions d'utilisation communes sont à respecter pour garantir une préparation canalaire efficace tout en limitant le risque de fracture instrumentale.

- Utilisation des instruments à vitesse lente constante (entre 300 à 600 tours par minute selon les systèmes) avec un contre angle réducteur double bague verte directement monté sur le moteur de l'unité. Il existe des moteurs annexes spécifiques à l'endodontie commercialisés par différents fabricants (Xsmart de Maillefer par exemple) qui permettent un réglage précis de la vitesse et du couple (appelé torque en anglais). Une fonction auto-reverse est souvent disponible : lorsque les contraintes subies par l'instrument sont trop importantes, le moteur inverse automatiquement le sens de rotation pour permettre à l'instrument de se retirer du canal. Certains modèles intègrent aussi un localisateur d'apex électronique.

- Dynamique instrumentale : insérer et retirer les instruments en rotation, faire des mouvements de va et vient de faible amplitude, ne pas forcer l'instrument en direction apicale, ne pas rester statique à l'intérieur du canal, éviter les variations brusques de vitesse et de mouvements, ne pas s'attarder plus d'une dizaine de secondes dans le canal. Si l'instrument a des difficultés à atteindre la longueur de travail, repasser les instruments précédents et effectuer un mouvement de brossage du côté opposé à la courbure pour éliminer les interférences.[45]

- Irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium entre chaque instrument et à la fin de la préparation, utilisation d'agent chélatant et lubrifiant à base d'ETDA (acide éthylène diamine tétra acétique).

- Après chaque utilisation, nettoyer les spires de l'instrument avec une compresse et vérifier son aspect (de préférence avec des aides optiques) et l'éliminer en cas de suspicion de défaut.

- Respecter la séquence instrumentale proposée par le fabricant, ne pas mélanger les instruments de différents systèmes car chaque instrument est étudié pour préparer spécifiquement une partie du canal.

- Faire une cavité d'accès suffisamment large pour permettre aux instruments un accès rectiligne direct dans le canal. Si nécessaire, relocaliser les entrées canalaires avec des instruments spécifiques appelés les openers (comme le SX ou l'endoflare) pour diminuer les contraintes subies pendant la préparation.

- Avant utilisation des instruments Ni-Ti, toujours cathétériser et élargir le canal avec des instruments manuels 10 ou 15/100e. Analyser la morphologie du canal à l'aide d'une radiographie pré-opératoire pour apprécier la difficulté du traitement et choisir la séquence adaptée.

- Éviter d'utiliser les instruments Ni-Ti en rotation continue dans des canaux avec des variations brutales de courbure (crochet apical par exemple), dans des dents avec un accès très limité (faible ouverture buccale, dent versée...). [28]

- A cause de la perte du sens tactile avec les instruments en rotation continue, déterminer la longueur de travail avec des instruments manuels et si nécessaire, avec l'aide d'un localisateur électronique d'apex.

- Limiter le nombre d'utilisations des instruments pour éviter les fractures par fatigue. L'usage unique est le plus sûr mais il entraîne un surcoût important. Ce nombre d'utilisations est déterminé par les conditions cliniques subies par l'instrument (courbures sévères, minéralisations...). Les fabricants ont mis au point différents systèmes pour évaluer l'usure des instruments : système de marguerite à effeuiller (Safety Memo disc avec RaCe), curseurs à déplacer sur le séquenceur (Tray Heroshaper)...[2]



Figure 1 : Le système Safety Memo Disc d'après la société FKG [21]



Figure 2 : Le système Tray HeroShaper d'après la société Micro-Méga [42]

2. Comparaison des caractéristiques techniques

2.1 Définitions

2.1.1 Norme ISO et diamètre

Dans un souci d'harmonisation, les instruments endodontiques répondent à une norme ISO de l'Organisation Internationale des Standards. Elle impose notamment une association du diamètre de l'instrument (exprimé en centièmes de millimètres) à un code couleur visible sur le manche pour permettre une reconnaissance rapide de l'instrument. Le diamètre pris en compte est celui mesuré à la transition entre la pointe de l'instrument et la partie active. [2]

couleur	diamètre(1/100e)	diamètre(1/100e)	diamètre(1/100e)
rose	6	/	/
gris	8	/	/
violet	10	/	/
blanc	15	45	90
jaune	20	50	100
rouge	25	55	110
bleu	30	60	120
vert	35	70	130
noir	40	80	140

Tableau 1 : Code couleur ISO et diamètre associés d'après R. Arbab-Chirani [2]

2.1.2 Conicité

Les instruments ont une forme conique, c'est à dire que le diamètre de l'instrument augmente de façon continue de la pointe vers la tige. La conicité (exprimée en pourcentage) se calcule selon cette formule :

$$\text{conicité} = (D2-D1)/\text{longueur de la lame active} [12]$$

(avec D1 correspondant au diamètre à la transition entre la pointe de l'instrument et la lame active;
D2 correspondant à celui à la transition entre la lame active et la tige)

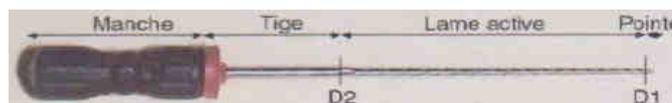


Figure 3 : Instrument manuel et notion de conicité d'après R. Arbab-Chirani [2]

Par exemple, lorsqu'un instrument présente une conicité de 2%, le diamètre augmente de 2/100e de millimètre par millimètre de lame active. Cela permet un évasement régulier du canal de l'apex vers l'orifice coronaire.

La norme ISO impose aux instruments manuels en acier inoxydable une conicité de 2% avec une longueur de lame active de 16 mm [2]. Les instruments Ni-ti ne respectent plus cette norme et utilisent des conicité majorées jusqu'à 12% voire plus pour répondre aux principes de préparation du crown down. Suivant les systèmes, la conicité sur un même instrument peut être fixe ou variable.

2.1.3 Pas et angle de l'hélice

Le pas est la distance entre deux spires de l'hélice. Suivant les systèmes, le pas peut être variable ou non au sein d'un même instrument.

L'angle d'hélice est l'angle entre une spire de l'hélice et l'axe central de l'instrument. Comme pour le pas, l'angle d'hélice peut être fixe ou variable.

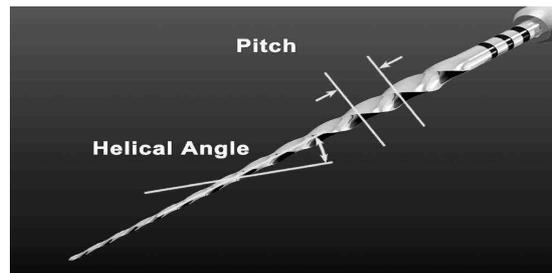


Figure 4 : Illustration du pas (*pitch*) et de l'angle d'hélice (*helical angle*) d'après C.J. Ruddle [47]

2.1.4 Méplat radian

C'est la surface de l'instrument qui prend appui sur les parois canalaires. Il permet de garder l'instrument centré dans le canal et donc de diminuer le risque de vissage et de blocage. Cependant, la présence de méplat radian diminue l'efficacité de coupe et n'autorise pas les mouvements de brossage pariétal. La préparation des parois dentinaires se fait alors plus par effet d'usure [45].

2.1.5 Angle de coupe

Également appelé l'angle d'attaque, il désigne l'angle des surfaces coupantes par rapport à l'axe de rotation. Il peut être [7] :

- Positif : la coupe est active et s'effectue dans la même direction que la force appliquée. Sur la plupart des systèmes, l'angle de coupe est légèrement positif.
- Neutre : la coupe s'effectue de façon perpendiculaire à la paroi du canal.
- Négatif : la coupe est passive et s'effectue par effet d'usure.

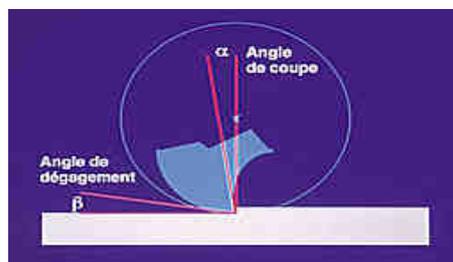


Figure 5 : Angle de coupe positif d'après I. Benkirane [8]

On parle d'instruments [2] :

- non coupants ou passifs quand ils ont un méplat radian et un angle de coupe neutre ou négatif
- coupants ou actifs quand il n'y a pas de méplat radian et que l'angle de coupe est positif.

2.1.6 Pointe de l'instrument

Quand elle est passive, la pointe guide en sécurité l'instrument dans le canal [45]. La plupart des systèmes Ni-Ti présente des pointes passives. Les pointes actives se retrouvent sur les instruments Ni-Ti spécifiques au retraitement endodontique.

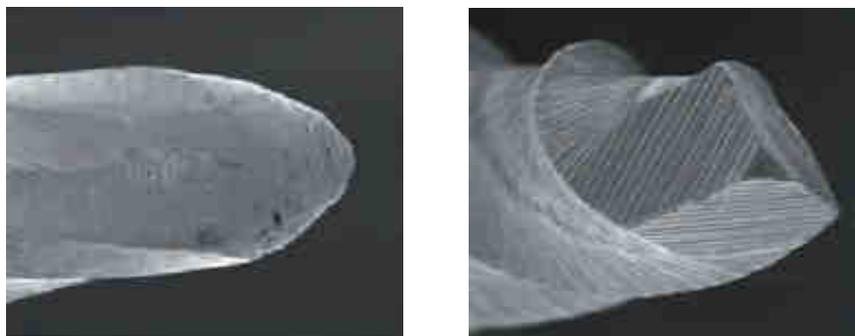


Figure 6 et 7 : Pointe passive du système Protaper Universal (à gauche) ; pointe active du système Protaper Retraitement (à droite) en MEB d'après la société Dentsply [15]

2.1.7 Section

On caractérise aussi les instruments par la forme de leur section transversale. Elle est très variable selon les systèmes. On retrouve souvent des formes symétriques (triangulaire, triple hélicoïdale) et quelquefois des formes asymétriques (comme sur le Revo-S ®) [2].

2.1.8 États de surface

Les instruments Ni-Ti sont pour la plupart fabriqués par un procédé d'usinage [2]. Cependant, celui-ci laisse des irrégularités de surface comme des stries, des fissures, des cavités qui pourraient être des zones de concentration de stress mécanique et d'initiation de fracture [9].

Certains instruments sont polis mécaniquement. D'autres, comme RaCe ou Protaper, subissent un traitement par électropolissage pour supprimer ces irrégularités. Après usinage, l'instrument est plongé dans une solution électrolytique dans laquelle un courant électrique est appliqué. Sur d'autres instruments (comme Alphakite), une couche de nitrure de titane est appliquée [33].

Selon les fabricants, cela permettrait d'améliorer leur résistance à la fracture et d'atténuer les effets supposés négatifs de la stérilisation sur leur efficacité de coupe [21], [33].

Depuis 2008, la société Sybronendo propose les Twisted Files. Ces instruments ne sont pas fabriqués par usinage mais par torsion. Cela permettrait d'améliorer leur résistance mécanique et leur flexibilité [56].

2.2 Caractéristiques du système Protaper Universal

2.2.1 Caractéristiques techniques

Le système Protaper, commercialisé par la société Maillefer, a été mis au point en 2001 par James West, Cliff Ruddle et Pierre Machtou. Son nom est issu du terme "progressively tapered" [47] qui signifie en français " progressivement conique". Il succède au système Profile.

2.2.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments

Protaper est le seul système qui présente sur un même instrument des conicités multiples. Selon le fabricant, cela permettrait de répondre aux principes de crown down sur un seul instrument, de diminuer les contraintes, le nombre d'instruments nécessaires et d'améliorer la flexibilité, l'efficacité et la sécurité [47], [15].

Le shaping file X (ou SX) est un instrument auxiliaire qui sert à relocaliser les entrées canalaires. Il se reconnaît par l'absence de rond de couleur sur son manche. Il a une longueur de 19mm. Il présente 9 conicités différentes allant de 3,5% à 19%. Le diamètre de la pointe est de 19/100e de millimètre. La variation de diamètre est la plus forte entre le 6e et le 9e millimètre de l'instrument passant de 0,50mm à 1,10 mm. Le diamètre maximal de 1,20 mm est retrouvé au 14e millimètre.

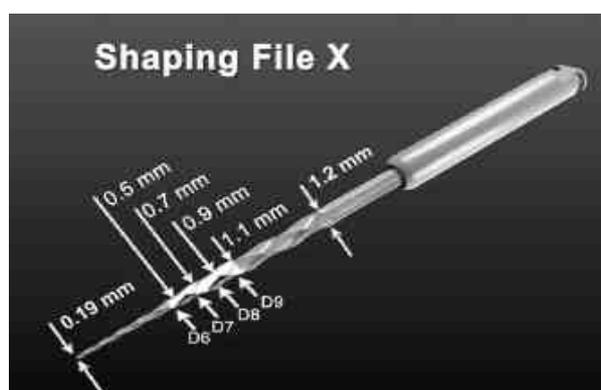


Figure 8 : Diamètres retrouvés sur le SX d'après C.J. Ruddle [47]

Les shaping File 1 et 2 préparent respectivement le 1/3 coronaire et le 1/3 médian du canal. Le S1 se reconnaît par son rond violet et le S2 par son rond blanc sur le manche. Le diamètre de pointe est de 17/100 pour le S1 et 20/100e de millimètre pour le S2. Les conicités varient de 2 à 11% pour le S1 et de 4 à 11,5% pour le S2. Le diamètre maximal de 1,20 mm est retrouvé au 14e millimètre.

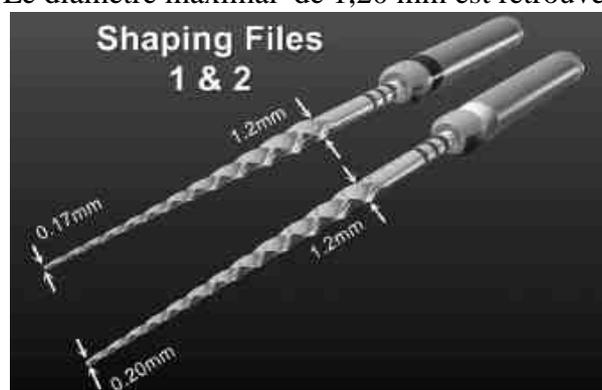


Figure 9 : Diamètres retrouvés sur le S1 et S2 d'après C.J. Ruddle [47]

Les finishing files 1, 2, 3, 4, 5 préparent le 1/3 apical du canal. Ils se reconnaissent respectivement par leur rond de couleur jaune, rouge, bleu, noir et jaune. Les diamètres à la pointe correspondent au code ISO soit 20/100e pour le F1, 25 pour le F2, 30 pour le F3, 40 pour le F4 et 50/100e pour le F5. Généralement, l'instrument F1 suffit pour la préparation.

Les finishing files présentent une conicité constante sur les trois premiers millimètres de 7% pour le F1, 8% pour le F2, 9% pour le F3, 6% pour le F4 et 5% pour le F5. Au delà des trois premiers millimètres, la conicité est inversée et diminue en allant vers le manche. Selon le fabricant, cela permet une meilleure flexibilité des instruments [47]. L'action des limes se concentre alors sur leur extrémité apicale. La conicité décroissante permettrait aussi de réduire les risques de sur-préparation des deux tiers coronaires. La large conicité apicale faciliterait le nettoyage et l'irrigation du canal.



Figure 10 : Diamètres et conicités des F1, F2, F3 d'après C.J. Ruddle [47]

Les instruments S (sauf le SX) et F sont disponibles avec des longueurs de 21, 25 ou 31 millimètres. Le manche a été raccourci par rapport aux anciens instruments Profile, passant de 15 mm à 12,5 mm pour faciliter l'accès sur les secteurs postérieurs [47].

Un système d'obturation est calibré avec les instruments utilisés. Des mono cônes de gutta ou des tuteurs enrobés de gutta à chauffer correspondant au dernier instrument de finition sont disponibles.

2.2.1.2 Forme de la section transversale

La section présente une forme de triangle convexe. Ce profil réduit les contacts entre les parois dentinaires et l'instrument. Cela améliorerait selon le fabricant l'efficacité de coupe et la sécurité pendant la préparation en diminuant les risques de vissage. Le F3, F4, F5 présentent une section évidée pour améliorer leur flexibilité [15].

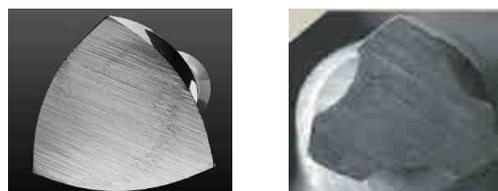


Figure 11 : Section en triangle convexe (à gauche), section évidée (à droite) d'après C.J. Ruddle et la société Dentsply [47], [15]

2.2.1.3 Autres caractéristiques

Les instruments Protaper ont un pas et un angle d'hélice qui varie le long des 14 mm de lame active. Cela optimiserait l'action de coupe notamment en améliorant l'évacuation des débris hors du canal et diminuerait le risque de vissage [39], [47].

Ils n'ont pas de méplat radian. L'angle de coupe est positif. Ainsi on peut classer ce système dans la catégorie des instruments actifs ou coupants [39], [2].

La pointe arrondie des instruments est non active (cf figure 6) et permet de suivre la trajectoire du canal sans en endommager les parois.

Un traitement de surface des instruments SX, S1, S2 par électro-polissage est réalisé [9], [1]. Il permettrait de diminuer les irrégularités de surface qui sont des zones de stress et d'initiation de fractures. Les F sont simplement brossés mécaniquement.

Concernant le nombre d'utilisations possibles, le fabricant ne fournit pas d'informations précises dans son mode d'emploi. Il informe que les cycles de stérilisation à répétition augmente le risque de fracture et conseille d'éliminer les instruments déformés, présentant des signes de corrosion et ceux où le code couleur s'est effacé. [16]

2.2.1.4 Vitesse et couple conseillés

La vitesse de rotation doit être continue et se situer entre 150 à 350 rotations par minute [16]. Le fabricant conseille un couple suivant le tableau ci dessous [17]:

Instrument	Couple (N/cm)
SX, S1	4
S2, F1	2
F2	3
F3, F4, F5	4

Tableau 2 : Couples conseillés d'après la société Dentsply [17]

2.2.2 Séquence instrumentale

La séquence est identique quelle que soit la difficulté du canal. Le fabricant Maillefer recommande cette séquence [15], [17], [16] :

- Cathétérisme du canal avec une lime manuelle 10 et 15/100e.
- Amener le S1 jusqu'à la longueur où l'instrument manuel a rencontré des difficultés.
- Si nécessaire, élargir et relocaliser les entrées canalaires avec le SX sans dépasser les 2/3 coronaires.
- Déterminer la Longueur de Travail (LT).
- Passer le S1, le S2 puis le F1 (20/7%) à la LT. Dans la plupart des cas, la préparation jusqu'au F1 est suffisante [7].
- Évaluer la largeur du canal avec des instruments manuels correspondant au dernier diamètre de préparation. Si l'instrument ne rencontre pas de résistance et "flotte" dans le canal [45], continuer d'élargir le canal avec les instruments F2 (25/8%), F3(30/9%), F4 (40/6%), F5 (50/5%).

Remarques : Les instruments de préparation S (shaping files) peuvent être utilisés avec un mouvement de brosseage pariétal. Les instruments de finition F (finishing files) sont insérés à la LT et immédiatement retirés. Dans les cas de canaux courts (longueur inférieure à 16mm), le SX peut être utilisé seul en remplacement du S1 et S2 [53].

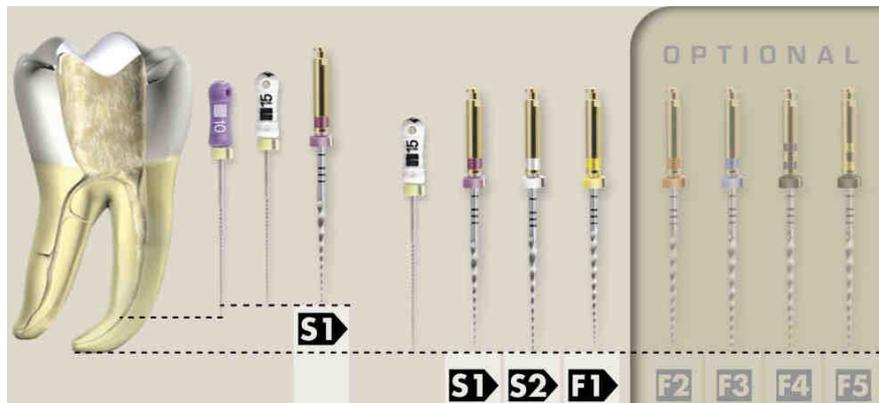


Figure 12 : Séquence instrumentale du système Protaper Universal d'après la société Dentsply [17]

2.3 Caractéristiques du système HeroShaper

2.3.1 Caractéristiques techniques

Le système HeroShaper est commercialisé depuis 2001 par la société Micro-Méga. Le Professeur Paul Calas a imaginé le concept du "pas adapté" selon lequel les instruments présentent un pas et une longueur de la partie active variable en fonction de la conicité [12].

2.3.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments

L'endoflare permet d'élargir, de relocaliser les entrées canalaires pour diminuer les contraintes pour les instruments à venir et faciliter leur insertion. Il a une conicité fixe de 12%, un diamètre à la pointe de 25/100e de millimètre. Il a une longueur totale de 15 mm avec 10 mm de partie travaillante [41].



Figure 13 : Illustration de l'endoflare d'après la société Micro-Méga [41]

Les instruments de 6% sont repérables par un stop noir. Les diamètres proposés sont de 20/100e (code couleur ISO jaune), 25/100e (rouge) et 30/100e (bleu). La longueur de partie active est de 16 mm. La longueur totale des instruments est disponible en 21 ou 25mm [42].

Les instruments de 4% (à utiliser jusqu'à la LT) sont repérables par un stop gris. Les diamètres sont de 20/100e (jaune), 25/100e (rouge), 30/100e (bleu), 35/100e (vert), 40/100e (noir) et 45/100e (blanc). La longueur de partie active est réduite à 12 mm. Cela permettrait selon le fabricant d'accentuer la flexibilité pour favoriser le passage des courbures, d'améliorer le respect de l'anatomie canalair et d'éviter la création de butées. De plus, par la réduction des surfaces de contacts entre l'instrument et les parois canalaires, les contraintes seraient diminuées [12]. La longueur totale des instruments est disponible en 21 ,25 ou 29 mm [42].



Figure 14 : HeroShaper "classics" 30/100e 6% (en haut), 4% (en bas)
d'après la société Micro-Méga [42]

Les Hero Apical servent à la finition de la préparation de la partie apicale du canal. Leur diamètre est de 30/100e et leur conicité est de 6% (stop noir) ou 8% (stop rouge). La conicité est inversée sur la partie non active pour limiter les risques de pliure [43]. La partie active est réduite à 4mm pour diminuer les contraintes et augmenter la flexibilité. Leur longueur totale est de 25mm.

Selon le fabricant, l'élargissement apical jusqu'à 8% permet d'améliorer la désinfection du canal. Il facilite l'obturation par condensation verticale à chaud en permettant une insertion plus aisée des fouloirs dans le tiers apical. De plus, il permet de limiter l'extrusion de gutta dans le péri-apex. Enfin, en éliminant les couches superficielles de dentine en voie de minéralisation, l'efficacité du scellement de l'obturation serait améliorée [43].



Figure 15 : Hero Apical 30/100e 6% d'après la société Micro-Méga [43]

2.3.1.2 Forme de la section transversale

Les HeroShaper présentent une section en triple hélice. Le centre de l'instrument reste volumineux et cela permettrait d'augmenter la résistance à la fracture. Il y a trois arêtes de coupes qui donneraient un meilleur équilibre des forces [42].

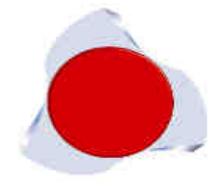


Figure 16 : Section en triple hélice du HeroShaper d'après la société Micro-Méga [42]

2.3.2.3 Le système InGet

Micro-Méga a développé un contre-angle spécifique à l'endodontie avec une tête réduite (diamètre de 6,5mm et hauteur de 7,5mm). Il permet une diminution de l'encombrement du champ opératoire. Il améliore la vision lors de l'insertion et l'utilisation des instruments. La longueur comprenant la tête du contre angle avec l'instrument est réduite. Ainsi, l'accès vers les zones postérieures est plus aisé. Les vibrations ressenties par le patient seraient diminuées [42].

Cependant, l'utilisation de ce contre-angle nécessite des instruments avec un mandrin spécifique (cf figure 13). Seuls les instruments HeroShaper et ses dérivés commercialisés par Micro-Méga sont proposés avec un mandrin compatible avec le système InGet.

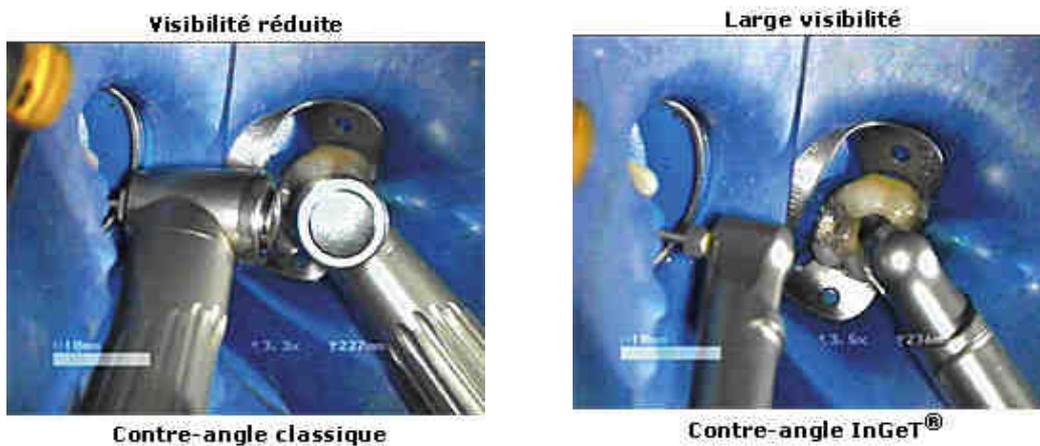


Figure 17 : Comparaison de l'encombrement visuel entre un contre-angle classique et un contre-angle InGet d'après la société Micro-Méga [42]

2.3.1.4 Le pas de l'hélice

Une des principales caractéristiques du HeroShaper est le pas variable des instruments en fonction de la conicité. Le Pr Calas décrit ainsi le concept du pas adapté pour avoir un meilleur compromis entre résistance, efficacité et flexibilité [42].

En allongeant le pas de l'hélice, l'inclinaison des lames par rapport à l'axe de l'instrument va diminuer. Ainsi l'action sécante des lames, la flexibilité des instruments et l'évacuation des débris seraient améliorés [12].



Figure 18 : Illustration de l'effet de l'allongement du pas d'après P. Calas [12]

Cependant en allongeant le pas, on diminue la surface de contact entre les lames et les parois du canal. Les contraintes sont alors concentrées sur une surface plus petite et donc la résistance de l'instrument est diminuée [12].

Les HeroShaper 6% servent à préparer les deux tiers coronaires. Leur pas varie en augmentant de la pointe vers le manche. Ce pas allongé permettrait d'augmenter l'efficacité de coupe et de diminuer la rigidité due à la conicité importante [12]. En effet, la quantité de métal est plus importante dans les instruments avec une conicité de 6% par rapport à ceux avec une conicité de 4%.

Les HeroShaper de 4% préparent la portion apicale. Leur pas est raccourci [12]. Ainsi l'instrument est plus résistant mais moins flexible. Pour gagner en flexibilité, leur partie active est raccourcie (cf 2.3.1.1). On obtiendrait alors un instrument souple et résistant pour négocier les courbures tout en respectant l'anatomie canalaire.

2.3.1.5 Autres caractéristiques

L'angle de l'hélice augmente en s'éloignant de la pointe pour limiter les phénomènes de vissage et d'aspiration des instruments dans le canal [42].

Les HeroShaper n'ont pas de méplat radian. L'angle de coupe est légèrement positif et améliorerait l'évacuation des débris [42]. Ce sont donc des instruments dits coupants ou actifs. Leur pointe est inactive pour sécuriser la préparation du canal.

Les instruments ont la capacité de se déviller avant de se fracturer (*anti breakage control*) [42]. Les instruments repérés sont à éliminer. Micro-Méga conseille de limiter l'utilisation des HeroShaper entre 6 à 10 canaux.

2.3.1.6 Vitesse et couple conseillés

L'Endoflare, les HeroShaper, les HeroApical doivent être utilisés avec une vitesse constante comprise entre 300 et 600 tours pour minute (la vitesse idéale étant 400 tours par minute) [42]. Les valeurs de couple recommandées sont les suivantes :

Instrument	Couple recommandé (N/cm)
Endoflare	3
Heroshaper 20/4%	0,6
Heroshaper 25/4%	0,8
Heroshaper 30/4%	1
Heroshaper 20/6%	1,2
Heroshaper 25/6%	1,4
HeroShaper 30/6%	1,6
HeroApical 30/6% et 8%	0,8

Tableau 3 : Couples conseillés d'après la société Micro-Méga [42]

2.3.2 Séquence instrumentale

On distingue 3 séquences instrumentales en fonction de la difficulté du canal. Le fabricant Micro-Méga conseille de l'évaluer en fonction de la courbure du canal visible à la radiographie et en fonction de la difficulté de pénétration des instruments manuels lors du cathétérisme initial [12] :

- canal facile : faible courbure canalaire (inférieure à 5°) et passage d'une lime 15/100e jusqu'à l'apex sans difficulté.
- canal intermédiaire : courbure modérée (entre 5 et 20°) avec ou sans minéralisations intracanales et passage d'une lime 10/100e jusqu'à l'apex qui peut être délicat.
- canal difficile : courbures accentuées (plus de 20°) avec ou sans minéralisations intracanales et passage d'une lime de fin diamètre jusqu'à l'apex très délicat.

Cas facile

- Passage de l'endoflare dans les trois premiers millimètres du canal pour élargir et relocaliser les entrées canalaies.
- Amener l'instrument 30/100e 6% aux 2/3 de la longueur de travail.
- Estimer précisément la LT.
- Amener l'instrument 30/100e 4% à la LT.

Cas intermédiaire

- Passage de l'endoflare dans les trois premiers millimètres du canal pour élargir et relocaliser les entrées canalaies.
- Amener l'instrument 25/100e 6% aux 2/3 de la longueur de travail.
- Estimer précisément la LT.
- Amener l'instrument 25/100e 4% à la LT puis le 30/100e 4% à la LT.

Cas difficile

- Passage de l'endoflare dans les trois premiers millimètres du canal pour élargir et relocaliser les entrées canalaies.
- Amener l'instrument 20/100e 6% aux 2/3 de la longueur de travail.
- Estimer précisément la LT.
- Amener l'instrument 20/100e 4% à la LT, le 25/100e 4% à la LT et enfin le 30/100e 4% à la LT.

Difficultés opératoires		Cas faciles		Cas de difficulté intermédiaire		Cas difficiles	
Courbe canalaire		faible		modérée		accentuée (+20°)	
Lumière canalaire		passage du n°15 à LT		passage du n°10 à LT		minéralisation + Intense	
							
Conicité		.06	.04	.06	.04	.06	.04
Pénétration		2/3 de LT	LT	2/3 de LT	LT	2/3 de LT	LT
Diamètre de pointe	20/100					1	2
	25/100			1	2		2
	30/100	1	2		2		2
							

Figure 19 : Résumé du protocole d'utilisation du système HeroShaper d'après P. Calas [12]

Tous les instruments peuvent être utilisés avec un mouvement de balayage pariétal. Les instruments standards de 4 % sont disponibles jusqu'à la taille 45/100e pour les cas de canaux larges.

Le fabricant propose également de compléter la préparation apicale avec des instruments spécifiques nommés les Hero Apical. Les tailles 30/100e 6% et 8% sont disponibles. Ils peuvent servir dans les cas de canaux larges ou infectés afin d'améliorer l'action de nettoyage. Ils servent aussi à faciliter l'obturation. L'utilisation des Hero Apical avec le principe du step back permet d'obtenir une conicité plus progressive et évite d'affaiblir de façon trop importante les racines fines et courbes [43]

Protocole Hero Apical :

- Cas facile : Amener le 6% à la LT puis le 8% à la LT.
- Cas intermédiaire : Insérer le 6% à la LT et le 8% à la LT- 1 mm.
- Cas difficile : Insérer le 6% à la LT- 1 mm et le 8% à la LT -2 mm

2.4 Caractéristiques du système Mtwo

2.4.1 Caractéristiques techniques

Le système Mtwo a été développé par le Professeur Malagnino et commercialisé en 2003 en Italie par Dentsply puis en 2006 en France. La société VDW en est le fabricant.

2.4.1.1 Conicités, diamètres et longueurs des instruments

Les diamètres des instruments se repèrent avec le code couleur ISO visible sur le mandrin (cf 2.1.1). La conicité est identifiée grâce à des cercles gravés sur le mandrin selon la répartition suivante [63] :

- 1 cercle : conicité 4%, les diamètres disponibles sont 10, 35, 40, 45, 50 et 60/100e.
- 2 cercles : conicité 5%, les diamètres disponibles sont 15 et 30/100e.
- 3 cercles : conicité 6%, les diamètres disponibles sont 20, 25, 35 et 40/100e.
- 4 cercles : conicité 7%, le diamètre 25/100e est le seul proposé.

Les Mtwo sont commercialisés selon deux longueurs de partie travaillante :

- 16 mm avec des instruments ayant une longueur totale de 21 ou 25 mm.
- 21 mm avec des instruments ayant une longueur totale de 25 ou 31 mm. Cette longueur de 21mm de partie travaillante est spécifique aux Mtwo et permet d'éliminer les interférences avec les parois de la chambre pulpaire en effectuant un mouvement de brossage pariétal [38]. Cela dispenserait l'utilisation d'orifice openers et éviterait une élimination trop importante de dentine [19].

Rainures d'identification de la conicité
(3 cercles : 6%)

Jauges de profondeur radio-opaques

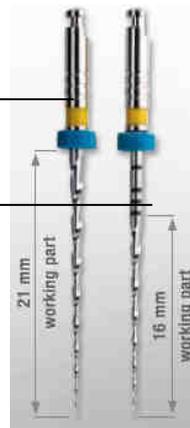


Figure 20 : Longueurs des parties travaillantes (*working part*) sur le Mtwo 20/.06 d'après la société VDW [63]

2.4.1.2 Forme de la section transversale

Les Mtwo ont une section transversale en S. On a alors deux arêtes de coupes. Les contacts radiaux avec les parois canalaires sont réduits pour diminuer les contraintes. La taille réduite du corps de l'instrument permettrait de gagner en flexibilité. L'espace laissé libre dans le canal est plus important et cela favoriserait la remontée et l'élimination des débris. Les instruments avec des diamètres 40/100e et plus ont une section en S plus étroite pour avoir plus de flexibilité [54], [63].

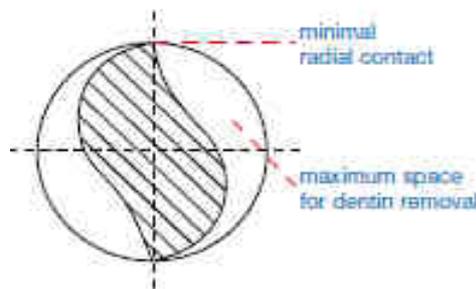


Figure 21 : Section transversale en S sur les Mtwo d'après la société VDW [63]

2.4.1.3 Le concept de la longueur unique

Également appelé crown down progressif, ce principe est spécifique au système Mtwo. Il signifie que tous les instruments atteignent la LT. Ceux-ci sont progressivement amenés à cette longueur selon le protocole décrit ci-dessous. Les Mtwo auraient la capacité d'avancer automatiquement dans le canal [63]. Il ne faut donc pas exercer de pression en direction apicale. Si les instruments n'arrivent plus à progresser, il est conseillé de remonter sur quelques millimètres dans le canal et d'accentuer le mouvement de brossage pour supprimer les contraintes. [38]

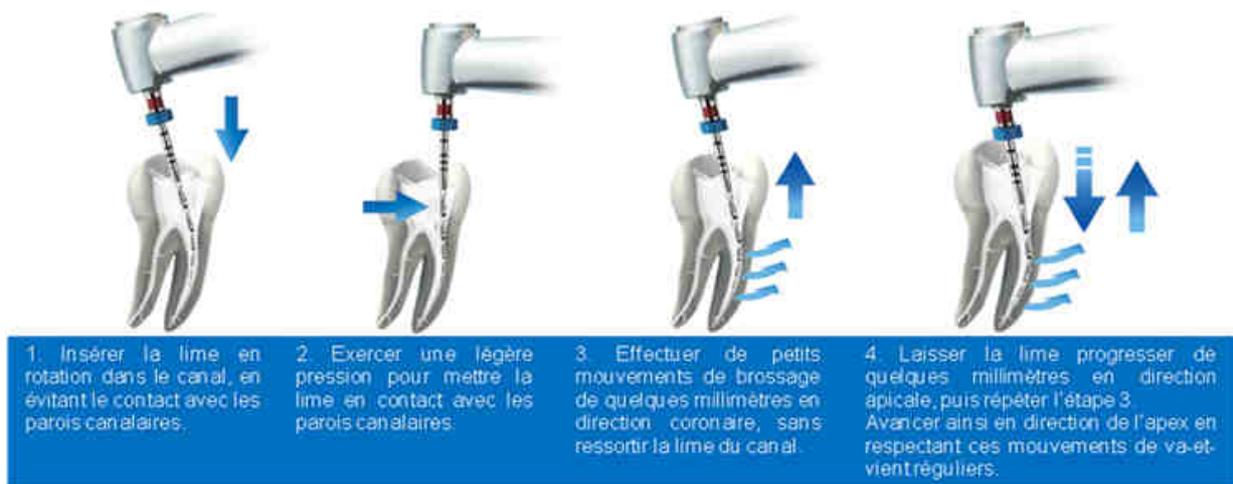


Figure 22 : Dynamique instrumentale conseillée avec les Mtwo d'après la société VDW [63]

2.4.1.4 Autres caractéristiques

Le pas est variable sur les instruments. Il est plus court à la pointe pour avoir plus de lames de coupe. Il augmente en allant vers le manche pour augmenter l'espace de remontée des débris. Ainsi, on améliorerait l'évacuation des débris et limiterait donc les phénomènes de blocages/vissages [63], [48].

La pointe des Mtwo est non active. L'angle de l'hélice est variable. Il est plus ouvert sur les instruments à fort diamètre pour augmenter l'efficacité de coupe. Il est plus fermé pour les petits diamètres pour améliorer la résistance de l'instrument [38]. L'angle de coupe est positif et il n'y a pas de méplat radian [18]. Ce sont donc des instruments coupants ou actifs.

Dentsply conseille de limiter les cycles en fonction de la difficulté du canal (courbure et minéralisations) [19] :

- canaux larges et quasiment droits : 8 à 10 canaux par instrument.
- canaux moyennement courbés : 4 à 5 canaux par instrument.
- canaux étroits, calcifiés, courbés : maximum 2 canaux par instrument.

Il existe des étiquettes à coller (*control sticker*) sur le séquenceur pour cocher les nombres d'utilisations.

Les instruments ont la particularité d'être vendus stérilisés dans leur emballage pour permettre une première utilisation sans stérilisation préalable [63].

2.4.1.5 Vitesse et couple conseillés

La vitesse conseillée par le fabricant est de 280 tours par minute (avec un maximum à 350 tours par minute). Les valeurs de couple recommandées sont les suivantes [18] :

Instrument	Couple (N/cm)
10/.04	1,2
15/.05	1,3
20/.06	2,1
25/.06	2,3
30/.05	1,25
35/.04	1,2
40/.04	1,6
25/.07	2

Tableau 4 : Couples conseillés d'après la société VDW [63]

2.4.2 Séquence instrumentale

La société Dentsply décrit une séquence de base que l'on peut compléter ensuite par des séquences spécifiques dans les cas de canaux larges ou d'obturation à chaud.

Séquence de base (80% des cas) [18]

- Cathétériser le canal avec des limes manuelles 10 ou 15/100e.
- Passer l'instrument 10/.04 (10/100e 4%) à 4 mm de la LT approximative. [19]
- Déterminer précisément la LT.
- Insérer le 10/.04, le 15/.05, le 20/.06 puis le 25/.06 à la LT. Dans les canaux où une lime manuelle 15/100e pénètre sans difficulté lors du cathétérisme, les instruments 10/.04 et 15/.05 ne sont pas nécessaires [19].

Séquence spécifique pour canaux larges en vue d'une obturation à froid

- Passer successivement le 30/.05, le 35/.04 et le 40/.04 à la LT. Dans des cas de canaux très larges, il existe le 45/.04, le 50/.04 et le 60/.04 à insérer à la LT.
- Utiliser les cônes de gutta calibrés Mtwo en condensation latérale à froid.

Séquence spécifique pour canaux larges en vue d'une obturation à chaud

- Passer successivement 30/.05, le 35/.06 et le 40/.06 à la LT.
- Obturer par condensation verticale à chaud (la société Dentsply a développé le "Bee Fill 2 in 1" qui est un système qui permet de chauffer et de condenser la gutta) ou par des tuteurs calibrés enrobés de gutta (système Gutta Master) [64].
- Dans le cas de condensation verticale de gutta à chaud dans des canaux normaux, utiliser le 25/.07 à la LT pour faciliter l'accès des fouloirs à la partie apicale.

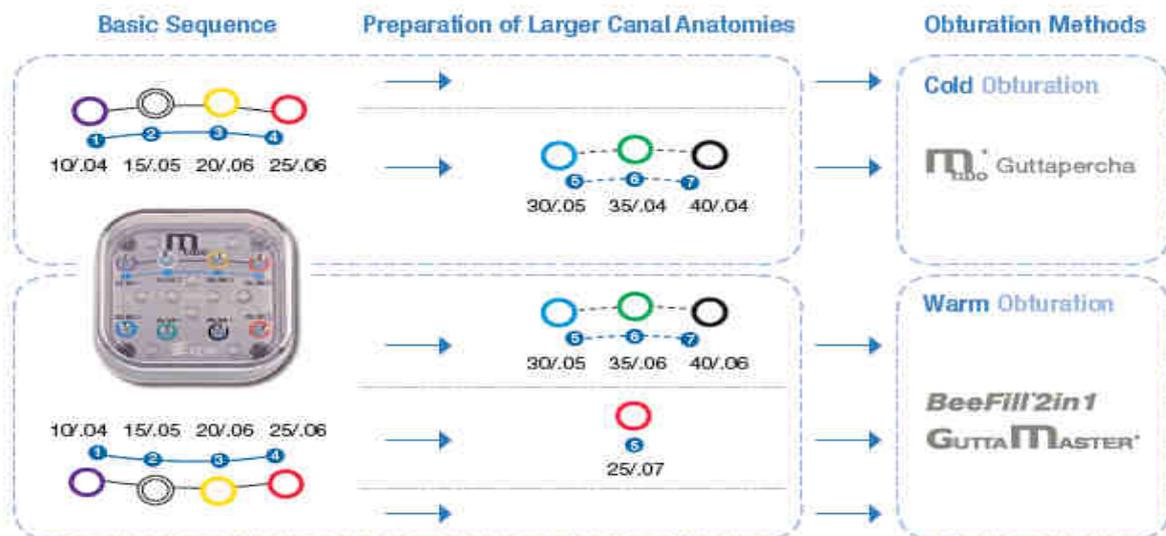


Figure 23 : Résumé du protocole d'utilisation du système Mtwo d'après la société VDW [64]

Remarque : Le système Mtwo n'a pas été développé avec un orifice opener spécifique. L'utilisation du 25/.06 sur quelques millimètres est proposée en alternative [19]. Selon le fabricant, la forme des instruments dispense de leur utilisation. Il précise que l'emploi d'openers d'autres systèmes ou de forets de gates est compatible avec la suite de la séquence [19].

2.5 Caractéristiques du système RaCe

2.5.1 Caractéristiques techniques

Le système RaCe (Reamer with Alternating Cutting Edges; qui signifie en français lime avec arêtes de coupe alternées) est fabriqué par la société suisse FKG depuis 2001.

2.5.1.1 Forme de la section transversale

Les instruments ont une section transversale triangulaire (proche du Protaper) pour gagner en flexibilité. Les arêtes de coupe sont vives pour avoir une meilleure efficacité de coupe et une meilleure évacuation des débris [21]. Les instruments 2% 15/100e et 20/100e ont une section transversale carrée. [6]

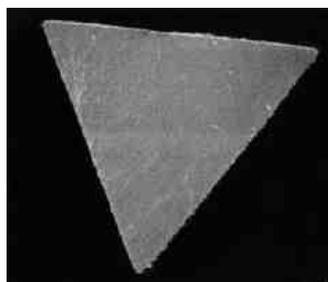


Figure 24 : Section transversale triangulaire sur les instruments RaCe d'après E. Schafer [49]

2.5.1.2 Le concept des arêtes de coupe alternées

Grâce à ces lames de coupe alternées, une partie de l'instrument assure la préparation des parois canalaires pendant que l'autre partie élimine les débris et annule les mouvements de vissage. Cela diminuerait les risques de blocage, de vissage et donc de fracture. Cette forme des instruments permet de travailler avec un couple faible (entre 0,5 et 1,5 N/cm) pour augmenter la sécurité de la préparation canalaires. [49], [21], [6]

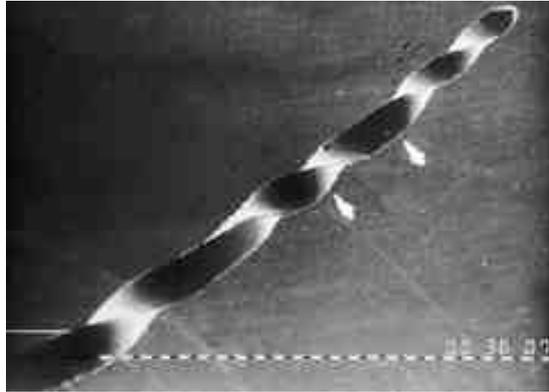


Figure 25 : Illustration de l'alternance des arêtes de coupe (flèches) sur un instrument RaCe en MEB d'après E. Schafer [49]

2.5.1.3 Le traitement électro-chimique de surface

Les instruments subissent ce traitement en fin de fabrication pour avoir une surface plus lisse. Les irrégularités de surfaces pourraient être des zones de faiblesse et d'initiation de fracture. La résistance à la fatigue et à la torsion serait améliorée selon un facteur 2 à 10 d'après le fabricant.[21]

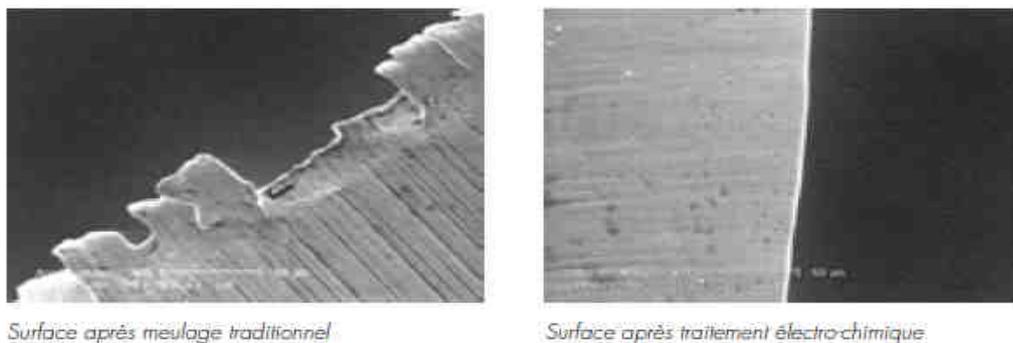


Figure 26 : Comparaison des états de surface en MEB (x500) d'après la société FKG [21]

De plus grâce aux surfaces lisses, le nettoyage et la stérilisation seraient de meilleure qualité. Enfin, ce traitement électro-chimique aiguisé les arêtes de coupe pour avoir une meilleure efficacité de coupe. [21]

2.5.1.4 Autres caractéristiques

Les instruments ont une pointe passive et arrondie pour se guider en sécurité dans le canal. Le pas de l'hélice est fixe [2]. Les instruments n'ont pas de méplat radian. Ce sont donc des instruments coupants.

Les Pré-RaCe ont une partie travaillante de 9 mm et une longueur totale de 19 mm. Les RaCe ont une partie travaillante de 16 mm et une longueur totale de 21, 25 ou 31 mm. Tous les instruments ont un mandrin de 12mm.

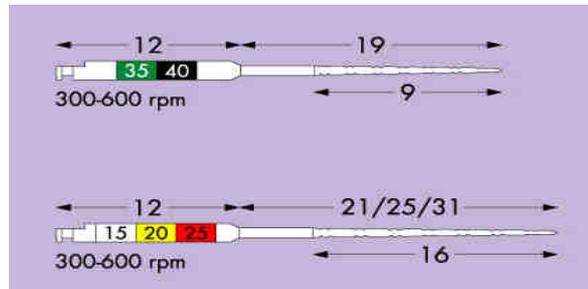


Figure 27 : Longueurs des instruments Pré-RaCe et RaCe d'après la société FKG [21]

2.5.1.5 Limitation du nombre d'utilisations

Pour contrôler le nombre d'utilisations, FKG propose le système *Safety Memo Disc* qui ressemble à une marguerite à huit pétales (Cf figure 1). En fonction de la difficulté du canal, il faut retirer un à huit pétales à chaque utilisation [21].

- pour les Pré-RaCe, 1 pétale.
- pour les RaCe dans un canal simple, 1 pétale.
- pour les RaCe dans un canal moyen, 2 à 3 pétales.
- pour les RaCe dans un canal difficile, 4 à 8 pétales.

Lorsqu'il n'y en a plus sur le disque, l'instrument doit être éliminé. FKG propose aussi des tables de décrémentation qui détaillent de façon plus précise le nombre de pétales à retirer en fonction de la difficulté du canal, du diamètre et de la conicité de l'instrument.

2.5.1.6 Vitesse et couple conseillés

La vitesse de rotation pour les Pré-RaCe, RaCe et S-Apex doit être constante et comprise entre 500 et 600 tours par minute [21]. Les couples conseillés sont détaillés ci-dessous.

		Ø ISO										
Taper		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PRE-RaCe 19 mm	.10 Nem							1.5				
	.08 Nem						1.5					
	.06 Nem				1		1					
RaCe 25 mm (21/31 mm)	.06 Nem				1							
	.04 Nem		0.5		0.7				1			
	.02 Nem		0.5		0.7				1			
S-Apex Inverted Nem				0.5					0.5		0.5	

Figure 28 : Couples conseillés d'après la société FKG [21]

2.5.1.7 Les S-Apex

Les S-Apex sont des instruments facultatifs à utiliser après les Pré-RaCe (cf 2.5.2). Ils ont une conicité inversée (diamètre $D1 > D2$) pour permettre un élargissement cylindrique du canal jusqu'à l'apex. La pointe des instrument RaCe utilisés par la suite travaillera alors dans un espace de rotation dégagé et ainsi les contraintes et les risques de fracture lors de la préparation seront diminués. Ils permettent aussi la création d'une matrice apicale de qualité pour augmenter la sécurité lors de la condensation verticale de la gutta. Enfin, ils faciliteraient la pénétration des solutions d'irrigation dans le canal. [23]

Les S-Apex ont un point de rupture haut pour faciliter leur retrait en cas de fracture. A part la conicité, ils ont les mêmes caractéristiques que les instruments RaCe classiques.



Figure 29 : Illustration de la conicité inversée sur les S-Apex d'après la société FKG [23]

2.5.2 Séquence instrumentale

Le système RaCe, commercialisé par FKG, propose deux séquences instrumentales en fonction de la difficulté du canal. Celle-ci s'évalue grâce à une jauge qui se superpose sur la radiographie pré-opératoire et qui permet d'apprécier la sévérité des courbures. [21]

- Cathétériser le canal avec des instruments manuels 10/100e. La société FKG a récemment commercialisé des instruments 10/100e de conicité 2%, 4% et 6% à utiliser en rotation continue pour faciliter le cathétérisme. Cependant, le passage initial d'une lime manuelle 8/100e reste nécessaire [22].
- Évaluer la difficulté du canal et choisir la séquence de préparation.



Figure 30 : Jauge de courbure d'après la société FKG [21]

Séquence "Easy RaCe" pour les canaux droits et moyennement courbés (80% des cas) [21]

- Préparer le tiers coronaire et médian avec les Pre-RaCe de taille 40/.10 puis 35/.08.
- Déterminer précisément la LT.
- Ensuite, il est conseillé d'utiliser les S-Apex qui sont des instruments auxiliaires qui commencent à préparer le tiers apical pour faciliter le travail des instruments à venir. Insérer jusqu'à la LT le S-Apex 15/100e puis le 20 et le 25/100e. La gamme S-Apex s'étend jusqu'au 60/100e pour les cas de canaux larges. Il faut utiliser successivement les S-Apex jusqu'à la dimension de préparation finale choisie [23].
- Préparer le reste du canal avec le RaCe 25/.06 jusqu'à rencontrer une résistance puis passer le 25/.04 et le porter à LT. Selon les besoins, utiliser le 25/.02. Dans les cas des dents antérieures, on peut repasser avec précautions le 25/.06 jusqu'à la LT.

Séquence "Xtreme RaCe" pour les canaux difficiles [21]

- Préparer le tiers coronaire et médian avec les Pre-RaCe de taille 40/.10 puis 35/.08.
- Déterminer précisément la LT.
- Il est conseillé d'utiliser les S-Apex jusqu'au 25/100e.
- Préparer le reste du canal avec le 15/.02, le 20/.02 puis le 25/.02 jusqu'à la LT.

Easy RaCe kit	40	35	25	25	25
	.10	.08	.06	.04	.02
Xtreme RaCe kit	40	35	15	20	25
	.10	.08	.02	.02	.02

Figure 31 : Résumé du protocole d'utilisation des RaCe d'après la société FKG [21]

La gamme d'instruments Pre-RaCe et RaCe propose des instruments avec des conicités de 2% à 10% et des diamètres de 10/100e à 60/100e. Le praticien peut alors créer sa propre séquence instrumentale en fonction de ses méthodes de travail [21].

		Ø ISO										
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PRE-RaCe 19 mm	Taper .10											
	SMD .08											
	.06											
RaCe 25 mm (21/21 mm)	Taper .06											
	SMD .04											
	.02											

Figure 32 : Tailles et conicités disponibles avec RaCe d'après la société FKG [21]

2.6 Tableau de synthèse des caractéristiques techniques

Nom	Année	Fabricant	Nombre instruments nécessaires	Conicité finale	Section	Pas variable	Conicité variable	Pointe	Mode action	Vitesse rotation	Longueurs disponibles	Traitement surface	Prix séquence 30/100e *
Protaper universel	2001	Maillefer	3 à 8	5 à 9 %	Triangle convexe	Oui	Oui	Passive	Coupant	150 à 350 tours/min	21mm 25mm 31mm	Electro polissage	46,66 €
RaCe	2001	FKG	5 à 8	2 à 6 %	Triangle	Non	Non	Passive	Coupant	500 à 600 tours/min	21mm 25mm 31mm	Electro polissage	62,40 €
Mtwo	2003	Dentsply	4 à 10	4 à 7 %	En S	Oui	Non	Passive	Coupant	280 à 350 tours/min	21mm 25mm 31mm	Non précisé	47,50 €
Hero shaper	2001	Micro Méga	2 à 7	4 à 8 %	Triple hélice	Oui	Non	Passive	Coupant	300 à 600 tours/min	21mm 25mm 29mm	Non précisé	42,81 €

Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques techniques

* Details de la séquence pour le calcul du prix

- Protaper : SX, S1, S2, F1, F2, F3 **(30/.09)**
- RaCe : 40/.10, 35/.08, 25/.06, 25/.04, 25/.02, **30/.02**
- Mtwo : 10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06, **30/.05**
- HeroShaper : Endoflare, 20/.06, 20/.04, 25/.04, **30/.04**

Sources pour le prix de la séquence

- www.instruments-rotatifs.com (Protaper, HeroShaper)
- www.prodenvir.com (RaCe)
- www.sbr.fr (Mtwo)

3. Revue de la littérature

3.1 Introduction

La comparaison des quatre systèmes proposés de rotation continue s'effectuera par une analyse critique de la littérature scientifique internationale. Elle se basera sur l'étude séparée de différents critères comme :

- le respect de l'anatomie canalaire en étudiant notamment le maintien ou non de la trajectoire initiale du canal et le centrage de la préparation.
- la capacité à maintenir la longueur de travail.
- la qualité de la préparation en étudiant le volume de dentine retirée, la régularité de la préparation, les erreurs de préparation (perforations, butées, zipping), les extrusions apicales des débris.
- l'efficacité de l'irrigation, la qualité du nettoyage et de la désinfection du canal par l'élimination des débris et de la smear layer.
- les effets apportés par le traitement de surface par électropolissage des instruments.
- la résistance au stress, aux fractures instrumentales.
- le temps de préparation.
- la qualité et la reproductibilité de l'obturation obtenue.

3.2 Présentation des articles sélectionnés

Cette analyse porte sur **41 articles** de la littérature internationale. Rédigés principalement en anglais, ils sont tirés des revues ci dessous :

- **International Endodontic Journal** : [65] 2005-Italie, [31] 2009-États Unis, [49] 2004-Allemagne, [50] 2004-Allemagne, [26] 2005-Allemagne, [48] 2006-Allemagne, [25] 2006-Italie, [68] 2007-Chine, [24] 2004-Italie, [44] 2005-Allemagne, [46] 2010-Italie, [13] 2004-Belgique
- **Journal of Endodontics (JOE)** : [9] 2009-États Unis, [66] 2006-États Unis, [29] 2007-Iran, [1] 2007-Australie, [36] 2010-Brésil, [35] 2007-Grèce, [61] 2006-Turquie, [37] 2008-Égypte, [30] 2009-Turquie, [11] 2008-Italie, [32] 2010-Chine, [20] 2006-France, [69] 2005-Japon, [10] 2009-Italie, [59] 2010-Allemagne
- **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology (OOOOE)** : [14] 2008-Turquie, [57] 2006-Turquie, [67] 2008-Chine, [58] 2009-Turquie, [60] 2006-Italie, [3] 2011-France, [52] 2006-Allemagne
- **Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal** : [40] 2009-Italie
- **Australian Endodontic Journal** : [55] 2007- Allemagne, [62] 2009-Iran
- **Journal of Applied Oral Science** : [5] 2009-Brésil
- **Acta Odontologica Scandinavia** : [4] 2007-Turquie
- **Le Chirurgien Dentiste de France** : [51] 2009-France
- **Indian Journal of Dental Research** : [34] 2009-Iran

Les articles ont été sélectionnés en fonction de l'adéquation de la question posée par les auteurs de l'étude et les critères définis précédemment pour analyser les systèmes de rotation continue. Certains articles ont été écartés en raison d'une trop grande ancienneté, d'un manque de rigueur du protocole, d'échantillons insuffisants, de la présence trop importante de biais.

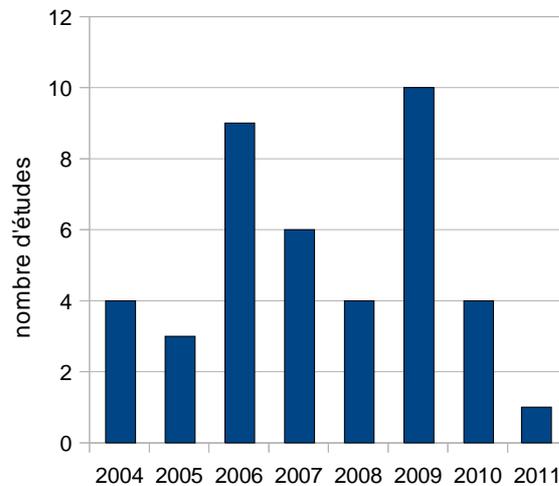


Figure 33 : Histogramme représentant le nombre d'études selon l'année de publication

Afin d'analyser les paramètres proposés dans l'introduction pour comparer les systèmes de rotation continue, il est proposé dans les articles différentes méthodes d'expérimentation :

- **Études expérimentales dans des canaux simulés dans des blocs en résine** : Ces blocs présentent plusieurs avantages. Ils donnent une vision directe de la préparation du canal. L'analyse de la morphologie postopératoire du canal est plus aisée. Ils permettent une standardisation, une homogénéité des canaux et cela facilite l'analyse des résultats et la comparaison entre les études. Cependant l'extrapolation des résultats sur le modèle humain est délicate. En effet, la résine ne possède pas exactement les mêmes propriétés mécaniques que les parois canalaires d'une dent réelle [14].

- **Études expérimentales sur dents extraites** : Ces dents sont souvent extraites pour raisons parodontales. Leur utilisation permet de voir l'effet réel des instruments de rotation continue mais il est plus difficile d'obtenir des groupes homogènes compte tenu des variations possibles de courbures, de calcifications canalaires... Il existe différentes méthodes pour recueillir les données :

- **la radiographie** : en superposant les images pré et postopératoires, on peut ainsi observer la préparation du canal. Cependant, il ne s'agit que d'une image en deux dimensions. Il faut aussi s'assurer de la reproductibilité des radiographies.

- **le micro scanner** : il s'agit d'une technique récente qui est plus coûteuse. Elle permet d'avoir une image de précision (résolution 19,6 μm [61]) en trois dimensions du canal.

- **la section (transversale ou longitudinale) des dents** : elle permet une vision directe du canal uniquement après préparation. Les parois canalaires peuvent être observées en Microscopie Électronique à Balayage (MEB) pour évaluer leur état de surface.

- **la technique de Bramante** [68] : la dent est sectionnée, le canal est visionné en préopératoire. Par la suite les fragments sont recollés (ou remplacés dans un moufle en résine selon la **technique de Bramante modifiée** [44]) puis le canal est préparé. Une seconde section est pratiquée pour observer le canal en postopératoire. Cette technique permet de voir le canal avant et après préparation mais il arrive que certaines dents soient détruites au cours des manipulations.

- **Études de cohorte** : Ce sont des études descriptives se basant sur des données recueillies pendant plusieurs mois ou années. On retrouve ce type d'étude notamment dans l'analyse du nombre d'instruments fracturés ou déformés lors de la préparation canalaire.

- **Études cliniques sur patients** : Elles sont en revanche difficiles à mettre en œuvre pour comparer les critères proposés. Par exemple, il est difficile d'analyser le retrait des débris et de la smear layer sur un patient uniquement par la prise de radiographies ou par le recueil de signes cliniques. L'emploi des méthodes expérimentales citées précédemment est plus approprié dans le cadre de la comparaison des systèmes de rotation continue.

3.3 L'appréciation du niveau de preuve des articles scientifiques

Le niveau de preuve d'un article scientifique s'évalue sur différents critères comme la taille de l'échantillon, son homogénéité, la présence de groupe contrôle, la présence ou non d'une randomisation (aveugle ou double aveugle), l'adéquation du protocole à la question posée, l'adéquation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude, l'absence de biais majeurs...[27]

L'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) dans son guide d'analyse de la littérature publié par la Haute Autorité de Santé (HAS) définit le niveau de preuve d'une étude comme sa capacité à répondre à la question posée. Elle a défini trois grades de recommandation qui sont directement liés au niveau de preuve scientifique des articles [28].

Grade A : preuve scientifique établie, à relier aux études à fort niveau de preuve comme :

- A1 : les essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur
- A2 : les méta-analyse d'essais comparatifs randomisés
- A3 : les analyses de décision basées sur des études bien menées.

Grade B : présomption scientifique, à relier aux études de niveau de preuve intermédiaire comme :

- B1 : les essais comparatifs randomisés de faible puissance
- B2 : les études comparatives non randomisées bien menées
- B3 : les études de cohorte.

Grade C : faible niveau de preuve, à relier aux études de moindre niveau de preuve comme :

- C1 : les études de cas-témoins
- C2 : les études comparatives comportant des biais importants
- C3 : les études rétrospectives
- C4 : les séries de cas.

Parmi les 42 articles sélectionnés pour l'analyse de la littérature, on retrouve :

- 13 études de niveau B1
- 13 études de niveau B2
- 2 études de niveau B3
- 14 études de niveau C2

> dont le détail de l'analyse du niveau de preuve se trouve en annexe.

3.4 Analyse du respect de l'anatomie canalair

Un des objectifs de l'endodontie vise à préparer et à nettoyer le canal tout en maintenant son profil originel et notamment sa courbure lorsqu'elle est présente.

Lors de la préparation, notamment dans les canaux courbes, les instruments ont tendance à se redresser pour retourner à leur forme initiale du fait de leur rigidité. Ce phénomène est aussi visible avec les instruments Ni-Ti utilisés en rotation continue malgré leur propriété super-élastique. On observe ainsi un redressement des courbures canalaires initiales et un déplacement apical du canal (voire du foramen) vers l'extérieur de la courbure. En analysant le centrage de la préparation autour de l'axe initial du canal, on peut également visualiser ce déplacement canalair.

Les conséquences de ce non-respect de l'anatomie initiale par redressement canalair sont multiples. En retirant de la dentine inutilement, la dent est fragilisée. Dans les racines fines, ce redressement pourrait conduire jusqu'à la perforation de la dent. De plus, une obturation de qualité est difficile si l'apex est déplacé de sa position initiale. Tout cela peut compromettre la stabilité de la dent au long terme. Cette partie de l'analyse cherchera à voir si des différences existent entre les systèmes concernant le respect de l'anatomie initiale du canal.

21 articles sont étudiés (7 du niveau B1, 12 du niveau B2, 2 du niveau C2). 17 références concernent Protaper, 13 pour Race, 7 pour Mtwo et 6 pour HeroShaper. Tout d'abord, il faut noter que tous les systèmes de rotation continue tendent à redresser et à modifier la courbure canalair initiale [40], [26]. Cependant l'importance de ce phénomène varie entre les systèmes.

Concernant Protaper :

- Par rapport à Race,

- Protaper entraîne un redressement canalair plus important [50], [29], [69].
- En apical, Protaper retire plus de matière du côté externe à la courbure tendant ainsi à déporter le canal vers l'extérieur [49], [52]. En coronaire, par l'action du SX, le canal est également plus déplacé dans cette direction [10].
- En apical, Protaper retire plus de matière de côté interne à la courbure [10], [69] tendant ainsi à redresser le canal.
- Globalement, Protaper entraîne une plus grande modification de la morphologie initiale du canal [49], [50], [40], [29]. Cela est aussi observé par le moins bon centrage de préparation autour de l'axe initial avec Protaper [49].
- Toutefois, les études [26], [61], [44] montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre Protaper et Race concernant le redressement/déplacement du canal.

- Par rapport à HeroShaper,

- En apical, le retrait de matière du côté externe est plus important avec Protaper [35], [68] et le canal est donc plus dévié vers l'extérieur.
- En coronaire, Protaper retire moins de matière du côté de la furcation [37].
- Globalement, Protaper retire plus de dentine que HeroShaper [35], [37] et cela pourrait nuire à la stabilité de la dent.
- L'étude [61] ne montre pas de différence significative entre Protaper et HeroShaper concernant le déplacement du canal.

- Par rapport à Mtwo,

- Protaper redresse plus le canal et modifie plus sa courbure [40], [34], [10].
- Il produit plus de déplacements apicaux [55 sur canaux simulés en résine], [34].
- Les études [55 sur dents extraites], [62] ne montrent pas de différence significative entre Protaper et Mtwo en analysant la modification du canal et son déplacement.

En conclusion, Protaper semblerait moins respecter l'anatomie initiale que Race, HeroShaper et Mtwo. Le redressement canalair et la déportation du coté externe (opposé à la furcation) seraient expliqués notamment par la rigidité des instruments. Un instrument flexible aurait moins tendance à modifier les courbures canalaires. Ainsi à cause de leurs **plus fortes conicités, les instruments Protaper et particulièrement les Finishing Files seraient plus rigides** [35], [37], [62]. Cela expliquerait les résultats exposés précédemment. L'étude [13] met en évidence que ce **redressement apparaîtrait principalement après l'utilisation des F2, F3.** Ce phénomène est présent **malgré le respect du protocole du fabricant** conseillant d'insérer les Finishing Files sans mouvement de brosse, une seule fois à la longueur de travail [69].

Cependant il faut noter que toutes les études terminent leurs préparations jusqu'au F3 alors qu'il s'agit le plus souvent de canaux courbes entre 20 et 40° avec des diamètres initiaux de 10 ou 15/100e. Les auteurs justifient cela par des soucis d'homogénéité de diamètre et conicité à la fin des préparations entre les différents groupes étudiés. Pourtant d'après le fabricant, une préparation jusqu'au F1 est souvent suffisante (cf p12). On peut émettre l'hypothèse que les modifications de l'anatomie canalair mises ici en avant seraient moins importantes.

Pour éviter de trop importantes modifications apicales liées à l'utilisation des Finishing Files, certains auteurs conseillent d'**employer Protaper avec précaution dans les canaux courbes ou étroits** [40], [68]. D'autres proposent une **technique de préparation hybride** [29], [35], [69], [62]. Cela consisterait à commencer par préparer le canal avec les Protaper Shaping Files SX, S1, S2 et d'utiliser à la place des Finishing Files des instruments plus flexibles (comme Race ou Mtwo) pour atteindre le diamètre et la conicité apicale nécessaire. Cependant actuellement, il n'y a pas d'étude scientifique analysant ces préparations hybrides avec Protaper et Mtwo/Race.

Concernant Race :

- *Par rapport à Protaper,*

- Comme exposé précédemment, Race maintient plus la morphologie initiale, redresse/déporte moins le canal, retire moins de matière du côté externe et interne à la courbure [49], [50], [40], [29], [69], [52], [10].

- L'étude [61] met en évidence un plus fort retrait de dentine en direction de la furcation suite à l'utilisation des Pré-Race.

- Toutefois, les études [26], [61], [44] montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre Protaper et Race concernant le redressement/déplacement du canal.

- *Par rapport à HeroShaper,* les préparations seraient plus centrées qu'avec Race (qui aurait tendance en apical à retirer plus de résine du côté externe) [14]. Pourtant, l'étude [61] comparant le déplacement du canal après préparation conclue à l'absence de différence significative sauf au niveau coronaire.

- *Par rapport à Mtwo,* Race redresse plus le canal [48] (niveau B2). Cependant l'étude [40] (niveau C2) trouve un résultat contraire concluant que Race modifie significativement moins le canal que Mtwo. Enfin, l'étude [10] (niveau B2) montre qu'il n'y a pas de différence significative et les préparations seraient correctement centrées avec les deux systèmes [48].

En conclusion, Race semblerait mieux maintenir l'anatomie initiale que Protaper. Par rapport à Mtwo et HeroShaper, les résultats sont contradictoires et basés sur peu d'études.

L'utilisation des **Pré-Race avec un mouvement de brosse serait à faire avec précaution** [61]. **Les S-Apex sembleraient être des instruments intéressants [10] notamment dans les canaux complexes pour mieux préserver l'anatomie canalair.** Cependant, l'extrapolation de ce résultat sur les instruments Race est délicate. BioRace est une nouvelle gamme d'instruments proposés par

FKG. Ils présentent les mêmes caractéristiques techniques (section transversale triangulaire, électropolissage, pointe passive) mais les conicités/diamètres/séquences sont différents pour, selon le fabricant, améliorer la désinfection du canal sans allonger la séquence de préparation [10].

Concernant HeroShaper :

- *Par rapport à Protaper*, comme expliqué précédemment, Heroshaper préserve plus l'anatomie canalaire [35], [68] (sauf en coronaire du côté de la furcation [37]). Les préparations sont plus centrées avec HeroShaper [68]. Une étude ne montre pas de différence significative entre Protaper et HeroShaper concernant le déplacement du canal [61].
- *Par rapport à Race*, comme exposé avant, les résultats sont contradictoires [14], [61].
- *Par rapport à Mtwo*, une étude comparant ces deux systèmes conclue à une absence de différence significative entre Mtwo et HeroShaper en précisant que dans les deux cas le déplacement du canal est faible et que la préparation est correctement centrée. [65]

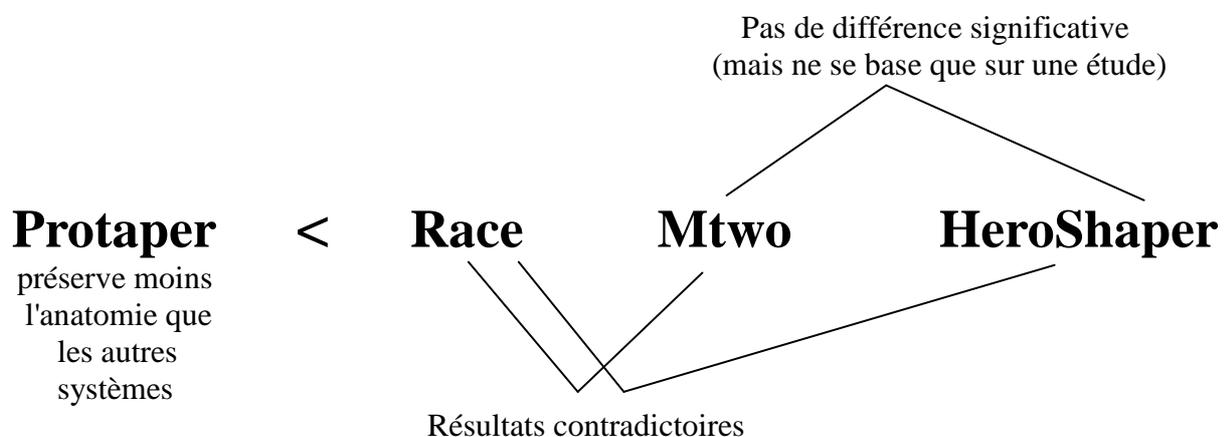
En conclusion, HeroShaper semble mieux conserver la forme initiale du canal que Protaper. Il n'y aurait pas de différence significative avec Mtwo et les résultats sont contradictoires avec Race. Il faut noter que la littérature scientifique traitant du HeroShaper est peu fournie.

Concernant Mtwo :

- *Par rapport à Protaper*, comme expliqué précédemment, Mtwo préserve mieux l'anatomie du canal [40], [34], [62], [10] et fait moins de déplacements apicaux [55 sur canaux simulés en résine], [34]. Les études [55 sur dents extraites], [62] ne montrent pas de différence significative entre Protaper et Mtwo en analysant la modification du canal et son déplacement.
- *Par rapport à Race*, comme détaillé plus haut, les résultats sont contradictoires. [40], [48], [10]
- *Par rapport à HeroShaper*, une seule étude montre qu'il n'y a pas de différence significative et que les préparations sont correctement centrées [65].

En conclusion, Mtwo préserverait mieux l'anatomie canalaire que Protaper et serait, selon les auteurs, mieux approprié dans les canaux courbes [34]. Les résultats sont contradictoires dans les comparaisons avec Race. Il n'y aurait pas de différence significative avec Heroshaper.

Figure 34 : Schéma de synthèse de l'analyse du respect de l'anatomie canalaire



Remarques pour les tableaux : Les cases P/R/H/M présentes dans les tableaux d'analyses indiquent si l'article étudié compare les systèmes Protaper/Race/HeroShaper/Mtwo. Le diamètre et la conicité finale obtenus après préparation sont indiqués selon cette valeur : diamètre/.conicité. L'abréviation MV signifie mésio-vestibulaire.

Tableau 6 : Analyse des articles traitants du respect de l'anatomie canalaire

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[40]	X	X		X	- 4 groupes de 10 canaux simulés (courbure 33°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 25/.02; Mtwo 25/.04; K3	- Modification de la morphologie canal	- Modification de la morphologie avec Protaper > Mtwo > Race (différence significative entre les groupes). - Tous les systèmes ont tendance à redresser les courbures apicales. - Protaper induisant une plus grande modification du canal, il est suggéré par les auteurs de l'employer avec précaution dans les canaux étroits et courbes.	C2
[10]	X	X		X	- 4 groupes de 10 canaux simulés (courbure en S) préparés 40/100 par Protaper F4, Mtwo, BioRace, S-Apex+BioRace	- Quantité résine retirée par superposition photographies pré/post opératoires	- En apical, Protaper retire significativement plus de résine du côté interne de la courbure (redressement) que les autres groupes. Pas de différence significative entre Mtwo et BioRace * - En coronaire, Protaper retire significativement plus de résine du côté externe de la courbure (probablement grâce à l'action du SX) - S-Apex+BioRace retire le moins de matière *. Les S-Apex semblent intéressants à utiliser dans les canaux complexes pour mieux préserver l'anatomie canalaire. (* extrapolation des résultats BioRace à Race)	B2
[26]	X	X			- 7 groupes de 21 canaux MV de molaires mandibulaires extraites (courbure moyenne 21°) préparés par instruments manuels 30/.02; Race 30/.02; Protaper F3 30/.09; Hero642; Flexmaster; GT; K3	- Redressement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Tous les systèmes ont tendance a redresser les courbures, pas de différence significative entre Protaper (1,2°) et Race (0,7°). - Selon les auteurs, le redressement mineur suggère qu'il est possible de préparer à plus de 30/100e en rotation continue même dans les canaux sévèrement courbés.	B2
[49]	X	X			- 2 groupes de 48 canaux simulés (dont 24 courbés à 28°, 24 courbés à 35°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Quantité résine retirée par superposition photographies pré/post opératoires	- Race maintient plus le profil originel du canal que Protaper qui à tendance à déporter le canal du côté externe de la courbure. - La préparation est plus centrée avec Race.	B2
[50]	X	X			- 2 groupes de 24 canaux (courbure de 25 à 35°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Redressement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Race (1,72°) redresse le canal significativement moins que Protaper (3,22°) et maintient donc plus sa courbure initiale.	B2
[29]	X	X			- 3 groupes de 20 canaux MV (courbure entre 25 et 35°) de molaires maxillaires extraites préparés par Hero642; Race 25/.06; Protaper F3 30/.09	- Modification courbure apicale par superposition radiographies pré/post opératoires	- Significativement plus de modifications de courbure avec Protaper (2,3°) que avec Race (1,3°). - Tendance au redressement apical du canal avec Protaper. - Les auteurs conseillent (surtout dans les canaux très courbés) avec Protaper de terminer la préparation apicale avec des instruments plus flexibles (comme Race) pour limiter les modification apicales.	B1
[44]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper	- Redressement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Pas de différence significative entre Race et Protaper. (0,8° Protaper ; 0,9° Race)	B1

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
					F3 30/.09; Race 30/.04			
[69]	X	X			- 3 groupes de 10 canaux simulés (courbure en S) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.06; K3	- Modification courbures par comparaison photographies pré/post opératoires	- Protaper crée significativement plus de gros élargissements canalaires que Race particulièrement du côté interne de la courbure tendant ainsi au redressement du canal . - Ce redressement est visible malgré le respect du protocole d'utilisation des Finishing Files (une seule fois à la LT sans mouvement de brossage). - Pour les préparations apicales avec Protaper de canaux avec des courbures complexes ou sévères , les auteurs conseillent de remplacer l'utilisation des Finishing Files par des instruments plus flexibles et moins coniques comme les instruments Race pour limiter le transport apical du canal .	B2
[52]	X	X			- 6 groupes de 25 canaux simulés (courbure 20°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; Flexmaster; Profile; instruments manuels	- Élargissement externe du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires	- 0% des canaux préparés présentent un élargissement externe avec Race, 28% des canaux préparés avec Protaper . - Cela peut être expliqué par la plus grande rigidité des Protaper. - Cet élargissement du côté externe à la courbure peut mener à la perforation.	B1
[35]	X		X		- 2 groupes de 11 canaux (courbure moyenne 22°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.06	- Déplacement du canal par superposition images pré/post opératoires par micro-tomographie	- Avec Protaper et HeroShaper, déportation du canal vers le côté externe de la courbure dans la partie apicale et déportation vers l'intérieur de la courbure dans la partie médiane . - Protaper induit une plus grande modification du canal après préparation que HeroShaper . - Plus de tendance à la déportation extérieure avec Protaper peut être due à la présence de fortes conicités sur les Finishing Files qui rendraient ces instruments plus rigides . - Les auteurs conseillent avec Protaper de terminer la préparation apicale avec des instruments plus flexibles d'autres systèmes pour limiter le redressement du canal (technique hybride).	B1
[37]	X		X		- 3 groupes de 15 molaires mandibulaires extraites préparées par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.04; Gates+ instruments manuels 30/.02	- Volume de dentine retirée par comparaison images pré/post opératoires par micro-tomographie	- Au niveau cervical, Protaper retire significativement moins de dentine que HeroShaper en direction de la furcation . - Globalement, Protaper induit significativement un plus grand retrait de dentine que HeroShaper . - Cela pourrait diminuer la stabilité de la dent à long terme. - Ce retrait plus volumineux peut être expliqué par les fortes conicités de Protaper .	B2
[68]	X		X		- 2 groupes de 20 canaux (courbure 20 à 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.04	- Redressement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires - Centrage de la préparation par étude des sections transversales	- Significativement plus de déplacements apicaux du côté externe avec Protaper que avec HeroShaper . - Le redressement du canal est significativement plus important avec Protaper (1,20° +/- 0,74°) que avec HeroShaper (0,74° +/- 0,56°) . - En apical, préparations mieux centrées avec HeroShaper. Significativement plus de préparations asymétriques du côté extérieur avec Protaper . - Les auteurs recommandent d'utiliser avec précaution les Finishing files dans les canaux fortement courbés .	B1
[61]	X	X	X		- 3 groupes de 10 canaux mésiaux (courbure entre 20/30°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; HeroShaper 30/.04	- Déplacement du canal par superposition images pré/post opératoires par micro-tomographie	- Pas de différence significative entre les systèmes au niveau apical et médian . - Au niveau coronaire, Race déplace significativement plus le canal vers la furcation . Cela doit être du à la rigidité des instruments Pré-Race . Leur utilisation avec un mouvement de brossage dirigé vers la furcation est donc à éviter .	B2

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[55]	X			X	- 3 groupes de 50 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Protaper F3+Profile 35/.04; Mtwo 35/.04; K3 - 3 groupes de 20 canaux mésiaux de molaires mandibulaires extraites avec préparation identique	- Déplacement apical du canal par comparaison images pré/post opératoires	- Dans les canaux simulés, moins de déplacements apicaux avec Mtwo que avec Protaper. - Dans les canaux sur dents extraites, pas de différence significative entre les systèmes.	B1
[34]	X			X	- 2 groupes de 30 canaux (courbures 25 à 35°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 35/.04	- Modification courbure apicale par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Plus de modification de courbure et de déplacements apicaux avec Protaper que avec Mtwo (différence significative), différence encore plus marquée dans les dents maxillaires. - Selon les auteurs, Mtwo serait plus approprié pour préparer les canaux courbes (particulièrement dans les molaires maxillaires).	C2
[62]	X			X	- 4 groupes de 24 canaux (courbure 15 à 45°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 25/.06; Profile; Flexmaster	- Modification courbures par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Protaper a plus tendance à diminuer/redresser les courbures mais pas de différence significative entre Protaper et Mtwo. - Il y a significativement plus de modification de courbure avec Protaper ou Mtwo que avec Profile ou Flexmaster. - La rigidité des instruments Protaper peut expliquer ce résultat. - L'utilisation d'une technique hybride peut être intéressante mais il y a un manque de données dans la littérature scientifique.	B1
[13]	X				- 40 canaux simulés (courbure 20 et 40°) préparés par Protaper F3 30/.09	- Quantité de résine retirée par super-position photographies	- Plus de retrait du côté interne (tendance au redressement) à la courbure surtout après utilisation des F2 et F3.	B2
[65]			X	X	- 2 groupes de 15 canaux mésiaux (courbure moyenne 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; Heroshaper 35/.02	- Déplacement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Pas de différence significative entre Heroshaper et Mtwo, le déplacement du canal est faible (sauf en coronaire avec l'utilisation des openers pour supprimer les contraintes). - Bon centrage de la préparation avec les deux systèmes.	B2
[48]		X		X	- 3 groupes de 20 canaux (courbure entre 25/35°) de molaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; K3; Race 35/.02	- Redressement du canal par comparaison radiographies pré/post opératoires - Centrage de la préparation	- Significativement moins de redressement avec Mtwo (1,22°) que avec Race (2,6°). - La préparations du canal avec Race et Mtwo est en général correctement centrée.	B2
[14]		X		X	- 2 groupes de 20 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Race 30/.02; Heroshaper 30/.04	- Centrage de la préparation par superposition photographies pré/post opératoires	- Le centrage de la préparation est meilleur avec Heroshaper que avec Race, différence significative. - Du côté externe, Race retire plus de résine sur partie apicale.	B2

3.5 Analyse de la capacité à maintenir la longueur de travail

La longueur de travail (LT) est la distance entre un point coronaire de référence et l'endroit où la préparation canalaire et son obturation se termineront (généralement à 1 millimètre de l'apex radiographique). Une bonne longueur de travail permet de préparer, nettoyer et obturer le canal dans son intégralité tout en préservant les structures péri-apicales. Elle conditionne la réussite au long terme du traitement endodontique et évite les complications liées à la sur- ou sous-obturation du canal.

Lors du traitement canalaire, nous pouvons observer une modification entre la longueur de travail déterminée initialement et celle en fin de préparation. Parfois, il peut survenir un bouchon apical suite à l'accumulation de débris dans le canal. Dans d'autres cas, une diminution de la LT peut apparaître suite aux modifications morphologiques du canal au cours de la préparation [40]. Cette partie analysera la capacité des systèmes Ni-Ti à maintenir la longueur de travail, cherchera à mettre en évidence si cette modification de longueur est différente entre les systèmes et si cela à une incidence clinique.

11 articles sont étudiés (5 du niveau B1, 5 du niveau B2, 1 du niveau C2). 9 références concernent Protaper, 7 pour Race, 5 pour Mtwo et 2 pour HeroShaper.

D'une façon générale, on observe une perte légère de longueur de travail après préparation quelque soit le système. Comme certains auteurs l'affirment [40], [48], [52], il s'agit le plus souvent de pertes minimales (souvent inférieures à 0,5mm) n'ayant pas un grand impact clinique.

La plupart des études concluent à l'absence de différence significative :

- Entre Protaper et Race [50], [40], [26], [44] sauf pour les études [49], [52] qui montrent que Protaper a significativement plus de perte de LT que Race.
- Entre Protaper et Mtwo [40], [55], [62].
- Entre Protaper et HeroShaper [68].
- Entre Mtwo et HeroShaper [65].
- Entre Mtwo et Race [40], [48].

Certains auteurs émettent l'hypothèse que cette perte de LT est liée à un redressement mineur du canal [48], [62]. Probablement lié à un redressement plus marqué, on observerait une perte plus importante dans les canaux plus courbés [49]. Cela est aussi visible après utilisation d'instruments de diamètre/conicité plus importants [40] qui sont plus rigides et donc plus susceptibles de redresser le canal.

Aucune étude ne montre qu'un système a plus tendance à produire des bouchons apicaux ou des excès de longueur de travail [49], [50], [26], [44]. Le respect du protocole opératoire avec une irrigation importante permet d'éviter ces phénomènes.

En conclusion, Protaper, Race, HeroShaper, Mtwo ont la capacité de maintenir une longueur de travail correcte. On note une perte de longueur mais elle reste minimale et sans grande conséquence clinique.

Tableau 7 : Analyse des articles traitants de la capacité à maintenir la longueur de travail

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[40]	X	X		X	- 4 groupes de 10 canaux simulés (courbure 33°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 25/.02; Mtwo 25/.04; K3	- Perte de LT par comparaison de la mesure du canal entre chaque instrument	- Plus de perte de LT avec Mtwo que avec Race et Protaper mais pas de différence significative. - Plus de perte avec le F3 de Protaper (30/.09), avec le 25/.04 de Mtwo et de Race. - Pas un grand impact clinique.	C2
[49]	X	X			- 2 groupes de 48 canaux simulés (dont 24 courbés à 28°, 24 courbés à 35°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Perte de LT par comparaison de la mesure du canal pré/post opératoire	- Canaux 28° : Protaper (0,26mm), Race (0,16mm) - Canaux 35° : Protaper (0,38mm), Race (0,20mm) - Plus de perte de LT avec Protaper que avec Race, différence significative. Aucun dépassement apical ou bouchon apical. - Différence significative de perte plus importante de LT avec Protaper dans les canaux plus courbés.	B2
[50]	X	X			- 2 groupes de 24 canaux (courbure de 25 à 35°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Perte de LT par comparaison de la mesure du canal pré/post opératoire	- Plus de perte de LT avec Protaper (0,11mm) que avec Race (0,06mm), pas de différence significative. - Aucun dépassement ou bouchon apical.	B2
[26]	X	X			- 7 groupes de 21 canaux MV de molaires mandibulaires extraites (courbure moyenne 21°) préparés par instruments manuels 30/.02; Race 30/.02; Protaper F3 30/.09; Hero642; Flexmaster; GT; K3	- Perte de LT par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Perte de LT de 0,3mm en moyenne pour Race et Protaper, pas de différence significative. - Aucun dépassement ou bouchon apical.	B2
[44]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.04	- Perte de LT par comparaison radiographies pré/post opératoires	- 2 cas de perte de LT entre 1 à 2mm pour chaque groupe, pas de différence significative entre Protaper et Race. - Aucun dépassement ou bouchon apical.	B1
[52]	X	X			- 6 groupes de 25 canaux simulés (courbure 20°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; Flexmaster; Profile; instruments manuels	- Perte de LT par comparaison de la mesure du canal pré et post opératoire	- Significativement moins de perte de LT avec Race (0,08mm +/- 0,04) que avec Protaper (0,16mm +/-0,09) mais perte minimale quel que soit le système.	B1
[68]	X		X		- 2 groupes de 20 canaux (courbure 20 à 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.04	- Perte LT par comparaison radiographies pré et post opératoires	- Pas de différence significative (Protaper perte de 0,58mm et HeroShaper perte de 0,54mm).	B1
[62]	X			X	- 4 groupes de 24 canaux (courbure 15 à 45°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 25/.06; Profile; Flexmaster	- Perte de LT par comparaison radiographies pré/post opératoires	- Pas de différence significative entre Mtwo (0,04mm +/- 0,20) et Protaper (0,29 mm +/- 0,41). - Il s'agit d'un changement mineur à cause d'un léger redressement du canal ou d'un manque de contrôle de l'opérateur.	B1

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[55]	X			X	- 3 groupes de 50 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Protaper F3+Profile 35/.04; Mtwo 35/.04; K3 - 3 groupes de 20 canaux mésiaux de molaires mandibulaires extraites avec préparation identique	- Perte de LT, dépassement apical ou bouchon apical par superposition des images pré/post opératoires	- Pas de différence significative entre Mtwo et Protaper dans les canaux simulés ou dans les canaux sur dents extraites. - Pas de différence statistique au niveau des bouchons apicaux ou des dépassements apicaux.	B1
[65]			X	X	- 2 groupes de 15 canaux mésiaux (courbure moyenne 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; Heroshaper 35/.02	- Perte de LT par comparaison de la mesure du canal pré/post opératoire	- Plus de perte de LT avec HeroShaper (0,55mm) que avec Mtwo (0,51mm), pas de différence significative.	B2
[48]	X			X	- 3 groupes de 40 canaux simulés (dont 20 courbés à 28°, 20 courbés à 35°) préparés par Mtwo 35/.04; Race 35/.02; K3	- Mesure perte de LT par comparaison longueur pré/post opératoire	- Canaux 28° : 0,2 mm avec Mtwo ; 0,47 mm avec Race - Canaux 35° : 0,2 mm avec Mtwo ; 0,57 mm avec Race - Plus de perte avec Race mais pas de différence significative. - Perte de LT minime, peu d'incidences cliniques, cela correspondrait à un redressement minime du canal lors de la préparation.	B2

3.6 Analyse de la qualité de la préparation

On peut distinguer différents critères permettant d'apprécier la qualité d'une préparation canalair : le volume de dentine retirée, les erreurs de préparation (butées, zipping, perforations), l'importance des débris expulsés apicalement et la régularité de la préparation (largeur, diamètre). Une préparation de qualité permet en conséquence une bonne obturation augmentant ainsi les chances de succès du traitement. Cette partie cherchera à mettre en évidence s'il existe des différences entre les systèmes concernant l'ensemble des critères cités précédemment.

18 articles sont étudiés (7 du niveau B1, 9 du niveau B2, 2 du niveau C2). 15 références concernent Protaper, 12 pour Race, 5 pour Mtwo et 6 pour HeroShaper.

Étude des erreurs de préparation :

Aucun article n'a mis en évidence une incidence de perforation supérieure avec un système particulier.

Concernant Protaper, ce système ferait plus de zipping et de butées que Race [29], [69], [10]. L'étude [49] observe également cela mais sans différence significative. En comparaison avec Mtwo, l'étude [55] dans des canaux simulés en résine trouve aussi qu'il y a plus d'erreurs avec Protaper mais cela n'est pas confirmé lors de l'expérimentation sur des canaux de dents extraites.

Il a été observé que les **erreurs de préparation** lors de l'utilisation du système Protaper apparaissent **plus souvent après l'utilisation des F2, F3** [69], [10], [13]. Cela **serait lié aux conicités importantes** (les rendant **plus rigides**) [69], [10] et aussi à **l'augmentation rapide de la conicité** avec ces derniers instruments (4% S2, 9% F3) [29]. Ainsi des auteurs conseillent dans des canaux complexes (en S) ou avec une courbure importante **d'utiliser avec précaution les F2, F3** [13], en **respectant le protocole** (pas de mouvement de brossage, atteindre une seule fois la LT) [35] pour limiter l'apparition d'erreurs de préparation. D'autres suggèrent d'employer une **technique hybride** de préparation. [69]

Concernant Race, il ferait donc moins d'erreurs que Protaper [29], [69], [10]. On peut ajouter (avec des précautions vu le faible nombre de références) que **Race ferait plus d'erreurs que HeroShaper** [14] mais qu'il n'y aurait **pas de différence significative sur ce même point avec Mtwo** [48]. L'utilisation des **S-Apex semblerait intéressante pour limiter les erreurs** [10] mais comme expliqué page 37, il s'agit d'une extrapolation de BioRace à Race. De plus, instrumenter des canaux complexes jusqu'au 30/.06 avec Race semble possible sans créer de sévères erreurs. [69]

Pour Mtwo, les résultats semblent montrer qu'il n'y a pas de différence avec Protaper [55] (sauf dans les canaux en résine) et également **avec Race** [48]. Les auteurs de l'étude infirment l'hypothèse que les instruments Mtwo (étant insérés directement à la LT sans pré-élargissement) provoqueraient plus d'erreurs de préparation [55]. D'autres études seraient cependant nécessaires pour confirmer cela.

Pour HeroShaper, il n'existe pas de littérature sur ce sujet mis à part l'étude [14] qui montrerait que Race ferait plus d'erreurs.

Étude des expulsions apicales de débris :

Une étude analyse ce phénomène. **Protaper aurait tendance à plus expulser de débris que HeroShaper mais sans différence significative** [57]. Cependant Profile (un système plus ancien développé avant Protaper) expulserait significativement moins de débris que Protaper. Profile ayant plus d'instruments dans sa séquence, les auteurs ont émis **l'hypothèse que les systèmes avec un nombre réduit d'instruments expulsent plus de débris car ils préparent le canal plus rapidement**. Il serait alors préférable de restreindre l'utilisation des systèmes causant plus d'extrusions à des canaux vitaux ou faiblement infectés pour limiter les risques de douleur ou d'infection postopératoire. Il n'y a cependant **pas d'autres études cherchant à vérifier cette hypothèse**.

Étude de la régularité de la préparation :

Un des objectifs de mise en forme du canal est d'obtenir une préparation régulière de forme conique depuis l'entrée canalaire vers l'apex pour faciliter le nettoyage du canal et son obturation [14]. On peut apprécier cette régularité dans le sens transversal (forme de section du canal ronde ou irrégulière) et dans le sens longitudinal (préparation régulière ou non en forme de cône).

Concernant Protaper :

- **par rapport à Race, il ferait plus de préparations régulières dans le sens transversal** avec des sections rondes du canal après préparation [26] et particulièrement dans les parties médianes et coronaires [44] (à l'exception de la partie apicale où à l'inverse Protaper ferait moins de préparations régulières que Race). **Dans le sens longitudinal, les préparations avec Protaper seraient moins régulières et uniformes** [49], [29].
- **par rapport à HeroShaper, moins de préparations régulières dans le sens transversal** [35] et selon les auteurs, cela pourrait rendre l'obturation plus difficile à réaliser.
- **par rapport à Mtwo, Protaper ferait** (dans des canaux simulés en résine) **moins de préparations coniques régulières dans le sens longitudinal** [55] mais cela n'est pas confirmé dans la seconde partie de l'étude sur dents naturelles.

Concernant HeroShaper, il n'y aurait pas de différence significative avec Mtwo concernant la régularité de la préparation [65].

Étude du volume retiré et des surfaces non préparées :

D'une façon générale, **on observerait plus de zones non instrumentées dans la partie apicale** [49], [68], [52] avec Protaper, Race et HeroShaper. Il n'existe pas de données concernant Mtwo.

Concernant Protaper,

- **Par rapport à Race, il retirerait sur la globalité du canal plus de dentine** [40], [61]. Dans la partie apicale, Protaper en retirerait aussi plus que Race [69]. Malgré cela, on observe que **dans la partie apicale, Protaper laisserait plus de zones non instrumentées que Race** du côté externe [52]. Une autre expérience observe aussi cela mais du côté interne de la courbure [49].
- **Par rapport à Mtwo [40] et HeroShaper [61], Protaper retirerait plus de volume**, surtout dans les parties médianes et coronaires [68].

Concernant Mtwo, on observerait moins de volume retiré comparé à Protaper mais plus comparé à Race [40]. Il n'y aurait pas de différence entre Mtwo et HeroShaper [65].

Concernant HeroShaper, comme expliqué plus haut, il serait moins efficace que Protaper [61], [68] et particulièrement dans la partie apicale [35]. Les HeroApical sembleraient être intéressants pour limiter ce défaut [35]. Enfin les auteurs de l'étude [68] émettent l'hypothèse que la préparation avec HeroShaper étant plus étroite, cela pourrait diminuer l'efficacité de l'irrigation. Comparé à Race, il ne semble pas y avoir de différence avec HeroShaper [61].

Enfin concernant Race, comme détaillé précédemment, il retirerait moins de matière que Protaper [40], [61], [69]; moins que Mtwo [40]. Il ne semble pas y avoir de différence avec HeroShaper [61].

Une étude à part analyse l'influence du pré-élargissement coronaire entre Race et Protaper [59] et conclue que les canaux pré-élargis avec Pré-Race aboutissent (sans différence significative) à moins d'erreurs de perception de la constriction et du diamètre apical.

En conclusion, les résultats sont variables et il y a un manque de littérature pour comparer tous les critères de qualité de préparation entre tous les systèmes. On ne peut pas conclure de façon formelle mais :

- Protaper semble produire plus d'erreurs que Race.
- Protaper aurait tendance à faire des préparations moins régulières.
- Concernant le volume de dentine retirée, on pourrait classer les systèmes de cette manière : Protaper > Mtwo > Race - HeroShaper (*pas de différence significative entre Mtwo et HeroShaper*).
- On observerait plus de zones non instrumentées dans la partie apicale quelque soit le système (*pas de données pour Mtwo*).

Tableau 8 : Analyse des articles traitants de la qualité de la préparation

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[49]	X	X			- 2 groupes de 48 canaux simulés (dont 24 courbés à 28°, 24 courbés à 35°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Erreurs de préparation - Quantité de résine retirée par superposition des photographies pré/post opératoires	- Plus d'erreurs de préparation avec Protaper mais pas de différence significative avec Race. Pas de perforation. - Présence de zones non instrumentées en apical (notamment du côté interne) quelque soit le système mais elles sont moins fréquentes avec Race. - Dans les canaux de 28°, Race retire plus uniformément la résine (différence significative avec Protaper).	B2
[29]	X	X			- 3 groupes de 20 canaux MV (courbure entre 25 et 35°) de molaires maxillaires extraites préparés par Hero642; Race 25/.06; Protaper F3 30/.09	- Erreurs de préparations par superposition des radiographies pré/post opératoires	- Protaper fait significativement plus de zipping et de butées. - Race fait plus de préparations lisses dans la partie apicale - La tendance aux irrégularités apicales avec Protaper est peut être due à la modification importante de la conicité apicale des instruments (passage de 4% S2 à 7% F1).	B1

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[26]	X	X			- 7 groupes de 21 canaux MV (courbure moyenne 21°) de molaires mandibulaires extraites préparés par instruments manuels 30/.02; Race 30/.02; Protaper F3 30/.09; Hero642; Flexmaster; GT; K3	- Forme du canal après préparation (ronde, ovale, irrégulière) par observation au microscope des dents sectionnées	- Les formes de canaux en fin de préparation avec un diamètre régulier sont plus fréquentes avec Protaper.	B2
[44]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.04	- Forme de la section du canal après préparation (ronde, ovale ou irrégulière)	- 50% de préparations rondes ou ovales avec Protaper et Race - Plus de préparations régulières avec Protaper dans partie coronaire et médiane, plus de préparations régulières en apical avec Race (seulement 25% de sections régulières avec Protaper) - Mais globalement pas de différence significative entre les deux systèmes.	B1
[69]	X	X			- 3 groupes de 10 canaux simulés (courbure en S) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.06; K3	- Erreurs de préparation - Quantité de résine retirée par superposition photographies pré/post opératoires	- Quantité de matière : Race retire significativement moins de matière (2,19mm ²) dans la partie apicale que Protaper (2,64mm ²). - Erreurs : Dans tous les canaux en apical, Protaper F2 F3 ont une tendance (malgré le respect du protocole d'utilisation des Finishing Files) au zipping et aux formations de butées. Race fait des préparations plus douces et régulières. Pas de perforation. - Ces résultats s'expliquent notamment par la plus forte conicité et la plus forte rigidité des Protaper. - L'étude montre que l'utilisation des Race 30/.06 est possible sans créer de sévères erreurs de préparations. - Les auteurs conseillent d'utiliser une technique hybride pour préparer avec Protaper les canaux complexes ou sévèrement courbés pour limiter les erreurs de préparations.	B2
[52]	X	X			- 6 groupes de 25 canaux simulés (courbure 20°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; Flexmaster; Profile; instruments manuels	- Surfaces non instrumentées par observation des parois canalaires où la coloration initiale persiste	- Surfaces non préparées souvent observées dans la partie apicale et du côté externe de la courbure. - Les canaux préparés avec Race (0,05 mm ² +/- 0,05) présentent significativement moins de surfaces non préparées que ceux préparés avec Protaper (0,66 mm ² +/- 0,18).	B1
[59]	X	X			- 3 groupes de 10 canaux pré-élargis par PréRace (40/.10 et 35/.08); Protaper (SXS1S2); Flexmaster - 1 groupe contrôle de 10 dents non pré-élargies	- Différence entre diamètre apical perçu avant pré-élargissement et après pré-élargissement.	- Effet bénéfique du pré-élargissement coronaire : différence significative de différence d'appréciation du diamètre apical et de la constriction apicale entre le groupe contrôle et les autres groupes - Meilleurs résultats d'appréciation lorsque le canal est pré-élargi avec Pré-Race que avec Protaper (pas de différence significative).	C2
[13]	X				- 40 canaux simulés (courbure 20 et 40°) préparés par Protaper F3 30/.09	- Erreurs de préparation (zipping, butée)	- Les erreurs de préparation apparaissent plus souvent après l'utilisation du F2 et du F3. - Les auteurs conseillent d'utiliser avec précaution avec les F2 F3 dans des cas de canaux courbes.	B2
[40]	X	X	X		- 4 groupes de 10 canaux simulés (courbure 33°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 25/.02; Mtwo 25/.04; K3	- Surface de résine retirée par des mesures effectuées à l'apex, 5mm, 10mm et 15 mm.	- Surface retirée avec Protaper (21,9mm ²) > Mtwo (20,2 mm ²) > Race (16,1mm ²); différences significatives.	C2

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[10]	X	X		X	- 4 groupes de 10 canaux simulés (courbure en S) préparés 40/100 par Protaper F4, Mtwo, BioRace, S-Apex+BioRace	- Erreurs de préparation (zipping, butée)	- Significativement moins d'erreurs avec BioRace+S-Apex par rapport aux autres groupes* . - Significativement moins d'erreurs avec BioRace par rapport à Protaper*. - Pas de différence significative entre Protaper et Mtwo. - L'utilisation des S-Apex en complément de préparation dans des canaux difficiles pourrait réduire l'incidence des erreurs de préparation. (* extrapolation des résultats BioRace à Race) - Les erreurs de préparation avec Protaper sont plus fréquentes après l'utilisation des F2 et F3. Cela peut être dû aux fortes concavités de ces instruments.	B2
		*						
[61]	X	X	X		- 3 groupes de 10 canaux mésiaux (courbure entre 20/30°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; HeroShaper 30/.04	- Volume de dentine retirée et modification des sections transversales par comparaison images pré/post opératoires par micro-tomographie	- Volume de dentine retirée Protaper>Race>Heroshaper ; différence significative Protaper >Heroshaper ; Race et Heroshaper retire une quantité de dentine pratiquement similaire. - Modification des sections transversales : pas de différence significative entre les systèmes à tous les niveaux.	B2
[68]	X		X		- 2 groupes de 20 canaux (courbure 20 à 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.04	- Volume de dentine retirée et modification des sections transversales par comparaison images pré/post opératoires	- Plus de retrait de dentine, préparations plus larges avec Protaper que avec Heroshaper dans les parties coronaires et médianes du canal. - Augmentation des zones non instrumentées en allant vers l'apex avec les deux systèmes. - Hypothèse des auteurs : La préparation avec Heroshaper étant plus étroite dans les parties coronaires et médianes, l'irrigation pourrait être moins efficace que avec Protaper.	B1
[35]	X		X		- 2 groupes de 11 canaux (courbure moyenne 22°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.06	- Changement de forme, d'aire, de périmètre du canal par étude images pré/post opératoire par micro-tomographie	- La forme circulaire du canal dans la partie apicale est diminuée après préparation avec Protaper. il y aurait un risque de difficultés lors de l'obturation. - Meilleure efficacité de coupe dans la partie apicale avec Protaper. L'utilisation des HeroApical est intéressante pour améliorer la préparation apicale. - Pour limiter le risque d'erreurs apicales avec Protaper, il est rappelé la nécessité d'amener les Finishing Files une seule fois à la LT.	B1
[57]	X		X		- 3 groupes de 20 incisives centrales extraites préparées par Protaper 30.09; Heroshaper 30/.04; Profile	- Mesure des débris expulsés apicalement par pesage des débris récoltés après préparation	- Quantité de débris expulsés avec Protaper>Heroshaper>Profile différence significative que pour Protaper>Profile, pas de différence significative pour Protaper > Heroshaper. - Les auteurs recommandent de restreindre l'utilisation des systèmes causant plus d'extrusions à des canaux vitaux ou faiblement infectés pour limiter les risques de douleur ou d'infection post opératoire. - Hypothèse des auteurs que les systèmes avec un nombre réduit d'instruments (Protaper, Heroshaper) expulsent plus de débris car ils préparent le canal plus rapidement.	B1
[48]		X	X		- 3 groupes de 40 canaux simulés (dont 20 courbés à 28°, 20 courbés à 35°) préparés par Mtwo 35/.04; Race 35/.02; K3	- Quantité de résine retirée par superposition photographies - Erreurs de préparation	- Erreurs de préparation : 7 avec Mtwo, 8 avec Race, aucune perforation avec les deux systèmes ; pas de différence significative entre Mtwo et Race.	B2

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[55]	X			X	- 3 groupes de 50 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Protaper F3+Profile 35/.04; Mtwo 35/.04; K3 - 3 groupes de 20 canaux mésiaux de molaires mandibulaires extraites avec préparation identique	- Erreurs de préparation (zipping, butée) - Conicité corono-apicale de la préparation	- Dans les canaux simulés, significativement plus de zipping avec Protaper (50% cas) que avec Mtwo (20%) . - Préparations coniques régulières significativement plus fréquentes avec Mtwo (82% des préparations) que avec Protaper (62%) . - Dans les canaux sur dents extraites, pas de différence significative entre les systèmes . - Les auteurs infirment l'hypothèse supposant qu'il y a plus d'erreurs ou de fractures avec Mtwo utilisé selon la méthode de la longueur unique que avec Protaper utilisé selon le concept du crown down.	B1
[65]			X	X	- 2 groupes de 15 canaux mésiaux (courbure moyenne 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; Heroshaper 35/.02	- Symétrie de la préparation - Quantité de dentine retirée par comparaison radiographies pré/post opératoires avec liquide radio opaque	- Préparation de largeur régulière sur toute la longueur du canal avec les deux systèmes. - Pas de différence significative entre Heroshaper et Mtwo concernant la quantité de dentine retirée.	B2
[14]		X	X		- 2 groupes de 20 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Race 30/.02; Heroshaper 30/.04	- Quantité résine retirée par superposition photographies pré/post opératoires - Erreurs de préparation	- Plus d'erreurs de préparation (zipping, butées) avec Race (6) que avec HeroShaper (2) , pas de perforations.	B2

3.7 Analyse de la qualité de la désinfection du canal

Le but du traitement endodontique est de retirer le contenu pulpaire pathologique et de désinfecter le canal. A cause de l'action des instruments Ni-Ti sur les parois canalaires, il se produit une quantité importante de débris et de smear layer qui doivent être correctement éliminés pour maintenir un canal aseptique et éviter une recontamination ultérieure de l'obturation.

Les copeaux de dentine, les restes de pulpe sont considérés comme des débris. La smear layer est un film (contenant des particules de dentine, des bactéries, des restes de pulpe, de l'irrigant retenu), de 1 à 2 μm d'épaisseur, produit quand le canal est instrumenté [50]. L'influence de cette smear layer reste controversée, mais, compte tenu de ses effets délétères potentiels, il est préférable de la retirer [50], [48]. En effet, elle peut obstruer les tubulis dentinaires des parois canalaires et empêcher une bonne diffusion des produits d'irrigation. Pour obtenir une meilleure désinfection, il faut associer un parage mécanique (grâce aux instruments de préparation) et chimique (grâce à l'usage de Clona associé à de l'EDTA). Le Clona seul ne serait pas suffisant pour retirer la smear layer [50], [48], [67].

Cette partie analysera s'il existe des différences entre les systèmes concernant la désinfection du canal en observant notamment la diminution de la charge bactérienne, le retrait des débris et de la smear layer.

10 articles sont étudiés (3 du niveau B1, 3 du niveau B2, 4 du niveau C2). 9 références concernent Protaper, 3 pour Race, 5 pour Mtwo et 3 pour HeroShaper. Il y a cependant un biais sur les études mesurant l'élimination bactérienne car elle ne se basent que sur *Enterococcus Faecalis*, une bactérie souvent retrouvée dans des infections péri-apicales récidivantes [36].

Tout d'abord, plusieurs études observent qu'il n'y a pas de nettoyage complet du canal [5], [48], [24], [44]. Il serait de **meilleure qualité dans la partie coronaire et médiane** du canal [50], [51], [67], [24], [34]. Le mauvais nettoyage de la partie apicale serait en lien avec la conclusion de la partie précédente observant qu'il y aurait plus de zones non instrumentées dans cette portion du canal. Ce mauvais nettoyage serait surtout visible sur la partie interne de la courbure [67]. Les auteurs de l'étude [24] ont notamment observé qu'il y avait plus d'irrégularités de surface dans la partie apicale du canal avant préparation. Ainsi, elles rendraient le travail de ces parois plus difficile pour les instruments et faciliteraient l'accumulation des débris.

Concernant Protaper :

- *Par rapport à Race*, il reste plus de débris dans le canal après préparation avec Protaper [50]. Cependant l'étude [44] ne trouve pas de différence significative sur ce même point. Pour l'élimination de la smear layer, l'étude [44] trouve que Protaper en laisse plus que Race dans la partie apicale (pas de différence significative pour les 2/3 coronaire). L'étude [50] n'observe pas de différence entre Protaper et Race.

- *Par rapport à HeroShaper*, il y aurait une meilleure élimination des débris et de la smear layer par comparaison avec Protaper [51]. Cependant l'étude [67] observe l'inverse en constatant que Protaper retire plus de débris dans la partie apicale (et particulièrement du côté externe de la courbure). Concernant l'élimination d'*Enterococcus Faecalis*, il n'y aurait pas de différence entre ces deux systèmes [4].

- *Par rapport à Mtwo*, on n'observe pas différence significative avec Protaper pour l'élimination d'*Enterococcus Faecalis* [36] et pour le retrait des débris et de la smear layer [51], [24], [34].

Concernant Mtwo :

- *Par rapport à HeroShaper*, Mtwo laisserait plus de débris et de smear layer [51].
- *Par rapport à Race*, Mtwo retirerait mieux les débris [48] (pas de différence significative pour l'élimination de la smear layer). Selon les auteurs, cela pourrait être expliqué par la section en S et le pas variable sur Mtwo qui laissent plus d'espace pour la remontée des débris.

Analyse de l'hypothèse du lien entre volume de dentine retirée et qualité de la désinfection :

Les auteurs des études [68] (cf partie 3.6) et [24] émettent l'hypothèse que l'irrigation et le nettoyage du canal serait de meilleure qualité avec des préparations plus larges. On trouve deux types de conclusions :

- une absence de lien entre l'élimination d'*Enterococcus Faecalis* et le volume retiré de dentine. [4]
 - un lien entre l'élimination des débris et de la smear layer et le volume retiré de dentine [5], [67].
- Cela serait expliqué notamment par une insertion plus profonde de l'aiguille d'irrigation lorsque la préparation est plus large [67].

En se basant sur la conclusion de la partie précédente classant les systèmes selon le volume de dentine retirée (Protaper>Mtwo>Race, HeroShaper), nous aurions dû observer une supériorité de Protaper et/ou de Mtwo concernant la désinfection canalaire mais cela ne semble pas être le cas :

	Bon résultat de désinfection	Pas de différence significative	Mauvais résultat de désinfection
Protaper	[67]	[36] [4] [24] [44] [34]	[50] [51] [44]
Mtwo	[48]	[36] [48]	[51]

Tableau 9 : Synthèse des résultats de désinfection obtenus après préparation par Protaper ou Mtwo

En conclusion, il n'y a globalement pas de différence significative entre les systèmes. Le canal ne semble pas être mieux désinfecté quand il est préparé avec un système retirant plus de dentine.

Tableau 10 : Analyse des articles traitants de la qualité de la désinfection du canal

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[44]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.04	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB des dents sectionnées	- Élimination des débris : pas de différence significative entre les systèmes. - Nettoyage complet que dans 11% des cas. - Élimination de la smear layer : Race significativement meilleur que Protaper en apical, pas de différence significative entre les systèmes au niveau coronaire et médian.	B1
[4]	X		X		- 2 groupes de 20 canaux de prémolaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Heroshaper 30/.04	- Mesure réduction <i>Enterococcus Faecalis</i> par comparaison quantité avant et après préparation	- Pas de différence significative entre Protaper et Heroshaper , diminution moyenne de 98%. - L'étude montre qu' une préparation avec un système retirant plus de dentine (comme Protaper) n'améliore pas la désinfection du canal comparé à un système plus conservateur (comme Heroshaper).	C2
[67]	X		X		- 2 groupes de 20 canaux (courbure 20/40°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Heroshaper 30/.04 - 15 dents contrôles	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB de dents sectionnées	- <u>Partie coronaire et médiane</u> : Pas de différence significative, peu ou pas de débris ou de smear layer. - <u>Partie apicale</u> : Protaper retire significativement plus de débris et de smear layer que HeroShaper. La partie apicale, surtout du coté interne de la courbure, est moins bien nettoyée quelque soit le système. Protaper retire plus de débris sur le coté externe. - Ce meilleur retrait peut être expliqué par la conicité majorée qui permet de retirer plus de dentine et permet la pénétration plus profonde de l'aiguille d'irrigation.	B1
[34]	X			X	- 2 groupes de 30 canaux (courbures 25 à 35°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 35/.04	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB de dents sectionnées	- Pas de différence significative entre Protaper et Mtwo. - Bon nettoyage des parties coronaires et médianes. - Quelque soit le système, le nettoyage de la partie apicale est de moins bonne qualité.	C2
[24]	X			X	- 2 groupes de 12 mono-radiculées extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 30/.05	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB de dents sectionnées	- Pas de différence significative entre Protaper et Mtwo. - Le nettoyage complet du canal n'est jamais observé. - Meilleur retrait des débris et de la smear layer dans le tiers coronaire et médian. - Mauvaise efficacité des instruments dans le tiers apical. Cela peut être du à la présence d'irrégularités de surface des parois dans cette partie. Les instruments ne peuvent préparer les parois et les débris s'accumulent plus. - Une préparation apicale plus large pourrait améliorer le nettoyage de cette partie.	B2
[36]	X			X	- 2 groupes de 28 canaux disto-vestibulaires de molaires maxillaires extraites préparés par Protaper F2 25/.08; Mtwo 30/.05 - 2 dents contrôles	- Mesure réduction <i>Enterococcus Faecalis</i> par comparaison quantité avant et après préparation	- Diminution de la charge bactérienne de 81.94% avec Protaper et de 84.29% avec Mtwo, pas de différence significative.	C2
[51]	X		X	X	- 4 groupes de 5 dents extraites, préparées selon protocole fabricant, sectionnées longitudinalement (donc 10 surfaces observées par groupe)	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB de dents sectionnées	- Protaper et Mtwo : bon nettoyage en coronaire, mauvais en médian et apical. HeroShaper : bon nettoyage en coronaire, assez bon en médian et apical. - En conclusion, seule la partie coronaire est suffisamment nettoyée, les parties médianes et apicales ne présentent pas de surfaces propres. - Peu de différence entre les systèmes, Heroshaper semble plus efficace.	C2

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[48]		X		X	- 3 groupes de 20 canaux (courbure entre 25/35°) de molaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; K3; Race 35/.02	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation en MEB de dents sectionnées	- Le nettoyage complet du canal n'est jamais observé, surtout dans la partie apicale d'où l'importance de l'irrigation. - Débris restants : significativement moins de débris avec Mtwo que avec Race. Cela peut être expliqué par la section en S qui laisse plus d'espace de remontée des débris et au pas variable. - Smear layer : pas de différence significative mais meilleur retrait de la smear layer avec Race.	B2
[5]	X				- 6 groupes de 5 incisives mandibulaires extraites préparées F1/F2/ F3 avec clona 2,5% / eau distillée - 2 dents contrôles non préparées	- Mesure débris résiduels après préparation et irrigation (observation au microscope des dents sectionnées)	- Débris résiduels : contrôle (70,54% débris)<F1+eau(28,85%)<F2+eau(20,96%)<F3+eau(17,30%)<F1+clona(17,36%)<F2+clona (15,61%)<F3+clona (10,84%) différence significative - Pas de nettoyage complet du canal, meilleure efficacité avec le F3+Clona 2,5%. - Efficacité de désinfection directement liée au diamètre de l'instrument. - Hypothèse nouveaux instruments F4, F5 pourraient être une solution pour meilleure désinfection.	B1
[50]	X	X			- 2 groupes de 24 canaux (courbure de 25 à 35°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Mesure de l'élimination des débris et de la smear layer par observation au microscope des dents sectionnées	- Le nettoyage des 2/3 coronaires est significativement meilleur que celui du tiers apical quelque soit le système. - Significativement moins de débris résiduels avec Race que avec Protaper. - Pas de différence significative pour l'élimination de la smear layer.	B2

3.8 Analyse des effets apportés par l'électropolissage des instruments

L'électropolissage est un traitement de surface présent sur tous les instruments Race (cf p24) et sur les S1, S2, SX de Protaper (cf p13).

Également appelé super-passivation ou reverse plating, l'électropolissage permet de retirer la couche externe de l'instrument présentant souvent des irrégularités de surfaces (suite à l'usinage) et laisse après traitement une surface lisse, régulière et brillante. Techniquement, l'instrument est connecté à une anode et immergé dans une solution ionique chaude connectée à une cathode. Un courant électrique est appliqué, les particules métalliques de l'anode réagissent avec les électrolytes de la solution et se déposent à la surface de l'instrument en formant un film. [60]

Selon le fabricant, l'électropolissage permet d'augmenter la résistance de l'instrument, d'améliorer l'efficacité de coupe et de faciliter le nettoyage et la stérilisation [21]. Le but de cette partie de l'analyse est de vérifier si on retrouve dans la littérature scientifique les effets bénéfiques décrits par les fabricants.

5 articles sont étudiés (1 du niveau B2, 4 du niveau C2). 2 références concernent Protaper, 4 pour Race, 1 pour Mtwo.

Après analyse en microscopie électronique à balayage (MEB), il est observé une diminution des irrégularités de surfaces sur les instruments électropolis et la présence de micro-fractures le long des marques d'usinage sur les instruments non électropolis [60], [32].

Les études [1], [60], [32] constatent une amélioration de la résistance à la fatigue sur les instruments électropolis.

La corrosion est un phénomène qui peut altérer les instruments Ni-Ti lorsqu'il sont notamment en contact avec le Clona. L'efficacité de coupe serait alors diminuée et la résistance de l'instrument serait également atteinte car la corrosion créerait des points de faiblesse sur sa surface [11]. L'étude [11] constate que la résistance à la corrosion des instruments électropolis serait améliorée par rapport aux instruments ne bénéficiant pas de ce traitement.

L'étude [9] n'est pas en accord avec les informations des fabricants car elle conclue que la capacité de coupe des instruments Ni-Ti électropolis est altérée.

En conclusion, il semble être confirmé que l'électropolissage réduit les irrégularités de surface, augmente la résistance à la fatigue, à la corrosion. Cependant, la capacité de coupe serait altérée.

Tableau 11 : Analyse des articles traitants des effets apportés par l'électropolissage

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[9]	X				- 2 groupes de 150 canaux simulés (forés dans de la dentine) préparés par SX/S1/S2 non électropolis; SX/S1/S2 électropolis	- Couple mesuré avec un capteur électronique	- Le couple est significativement plus important avec les instruments électropolis. - Il en est déduit que la capacité de coupe des instruments électropolis est altérée.	B2
[32]	X	X			- Instruments 25/.06 Race, Twisted Files, Helix et F1 (20/.07) utilisés dans canaux simulés de 40° - Taille des échantillons non précisée	- Fatigue cyclique par mesure du temps de préparation et du nombre de rotations avant fracture	- Résistance à la fatigue cyclique significativement supérieure avec Race que avec Protaper. - Observation en MEB sur les instruments non électropolis de micro-fractures le long des marques d'usinage au niveau de la zone de fracture. Les irrégularités de surfaces sont diminuées sur les instruments électropolis. - En conclusion, meilleure résistance à la fatigue des instruments électropolis grâce à la suppression des irrégularités de surface.	C2
[1]		X			- 2 groupes de 10 Race électropolis et 10 Race non électropolis utilisés dans des canaux résine de 45° et 90° de courbure	- Fatigue cyclique par mesure du temps de préparation avant fracture - Fatigue en torsion par mesure du couple avec un capteur	- fatigue cyclique : significativement plus de rotations avant fracture avec les instruments électropolis. - fatigue en torsion : couple lors de la fracture significativement plus important avec les instruments électropolis donc meilleure résistance en torsion. En conclusion, l' électropolissage améliore la résistance des instruments.	C2
[11]		X			- 30 instruments 25.06 dont 10 Race électropolis, 10 Race non électropolis, 10 Alphakite	- Corrosion par piqure par mesure courants galvaniques et observation en MEB	- Dans les solutions à base de Clona, augmentation de la résistance à la corrosion sur les instruments électropolis. - Cela peut être expliqué par la réduction des irrégularités de surface et par une modification en surface de l'alliage Ni-Ti (formation d'oxyde de titane) grâce à l'électropolissage.	C2
[60]		X	X		- 20 Race non électropolis (25.06), 20 Race électropolis (25.06), 20 Mtwo (25.06) utilisés dans canaux simulés de 45°	- Fatigue cyclique par mesure du temps de préparation avant fracture - Type de défauts de surface en MEB	- Différence significative entre Race électropolis (44,9 sec) et Race non électropolis (19,35 sec) et Mtwo (21,8 sec) - Observation en MEB sur les instruments non électropolis de micro-fractures le long des marques d'usinage au niveau de la zone de fracture. Les irrégularités de surfaces sont diminuées sur les instruments électropolis. - En conclusion, meilleure résistance à la fatigue des instruments électropolis grâce à la suppression des irrégularités de surface.	C2

3.9 Analyse de la résistance des instruments

Lorsqu'un instrument Ni-Ti prépare le canal, il est soumis à des contraintes mécaniques (torsion, flexion, compression). Si ces contraintes sont trop importantes ou trop répétées, il peut se fracturer. On distingue **deux types de fractures** [25],[3], [46] :

- **Fracture en torsion.** La pointe de l'instrument se bloque dans les parois canalaires et la fracture intervient quand la limite élastique de l'alliage Ni-ti est atteinte [46].

- **Fracture cyclique en flexion.** Lorsqu'un instrument est inséré en rotation continue dans un canal courbe, les forces appliquées changent de direction à chaque héli-rotation. Il y a ainsi une alternance continue de forces de tension/compression sur l'instrument [46] pouvant conduire à la fracture même si les limites mécaniques de l'alliage ne sont pas dépassées.

Si l'instrument a dépassé sa limite élastique mais sans atteindre le point de rupture, une déformation plastique permanente sur l'instrument peut être visible. Il est donc important de vérifier l'absence de déformation sur ce dernier avant son utilisation pour pouvoir l'écarter. Cependant, cette déformation peut être de taille minimale ou même absente (notamment en cas de fatigue cyclique) [31], [9].

En cas d'échec du retrait du fragment fracturé, il y a un risque de complication infectieuse car le canal n'a pas pu être préparé et obturé de façon complète. De plus, lors des tentatives de retrait, pour accéder au fragment, il faut souvent élargir davantage le canal et cela peut fragiliser la dent. Enfin, on peut parfois provoquer une perforation en essayant d'extraire le fragment ou de faire le by-pass.

Cette partie de l'analyse cherchera à mettre en évidence s'il existe ou non des différences de résistance entre les systèmes de rotation continue proposés.

13 articles sont étudiés (aucun du niveau B1, 5 du niveau B2, 2 du niveau B3, 6 du niveau C2). 8 références concernent Protaper, 6 pour Race, 7 pour Mtwo et 3 pour HeroShaper. On observe dans cette partie davantage d'études de niveau C avec des biais importants. En effet, pour faciliter l'observation de la fatigue cyclique ou de la distribution du stress, les auteurs ont parfois recours :

- à des simulations mathématiques ou des tests de flexion/torsion en laboratoire qui ne reflètent pas précisément la réalité clinique.

- à un protocole de préparation modifié pour provoquer une fracture instrumentale (instrument laissé statique dans le canal, couple important).

Il faut aussi noter le faible nombre de réutilisations des instruments. Il faut donc interpréter avec précaution l'absence de différence significative entre deux systèmes concernant le nombre d'instruments fracturés ou déformés.

Concernant Protaper :

- *Par rapport à Race*, il n'y aurait pas de différence significative concernant le nombre de fractures et de déformations [49], [50]. En revanche, la résistance cyclique de Protaper serait plus faible que Race [32] probablement grâce au traitement par électropolissage de tous les instruments Race.

- *Par rapport à Mtwo*, Protaper aurait une moins bonne résistance à la fatigue cyclique [25], [46]. L'étude [3] remarque cependant qu'il y a peu de différence entre les valeurs maximales de stress entre Protaper et Mtwo.

- Plusieurs études remarquent que le F3 se fracture plus souvent [49], [66], [13].

- Enfin, les fractures seraient significativement plus nombreuses après la 5e réutilisation. [66]

Concernant Mtwo :

- *Par rapport à Race*, Mtwo présenterait de façon significative plus de déformations permanentes [48] et une moins bonne résistance à la fatigue cyclique [60].
- *Par rapport à Protaper*, comme détaillé dans le paragraphe précédent, Mtwo aurait une meilleure résistance à la fatigue cyclique [25], [46].
- *Par rapport à HeroShaper*, Mtwo subirait plus de stress et de déformations permanentes [31]. Les auteurs concluent que cela serait lié à la forme de la section en S.
- Les valeurs de stress maximales seraient peu différentes entre Mtwo, Protaper et HeroShaper [3].
- L'étude [30] constate que le 10/.04 et 15/.05 auraient plus tendance à se fracturer que les autres. Par conséquent, une surveillance minutieuse des déformations est nécessaire et il serait préférable de considérer ces instruments à usage unique pour limiter le risque de fracture. Enfin les instruments plus larges (au delà de 25/100e) auraient tendance à plus se fracturer sans déformation plastique au préalable.

Concernant HeroShaper :

- *Par rapport à Race*, il n'y aurait pas de différence de déformations et de fractures [14].
- *Par rapport à Mtwo*, il subirait moins de stress et de déformations résiduelles [31].
- *Par rapport à Protaper*, il y aurait pas de différence entre les valeurs maximales de stress. [3]
- Selon les auteurs, ces bons résultats de résistance seraient dus au pas adapté et à la section triangulaire donnant un corps central large, résistant [14], [31]. Cela serait en accord avec les données du fabricant (cf p15-16).

Concernant Race :

- Race aurait une meilleure résistance à la fatigue cyclique par rapport à Protaper [32] et à Mtwo [60] grâce à l'électropolissage.
- Concernant les fractures et déformations, il y en aurait moins avec Race par comparaison avec Mtwo [48]. Il n'y aurait pas de différence avec HeroShaper [14] et avec Protaper [49], [50].

D'une façon générale, plus l'instrument est volumineux (large diamètre et conicité), plus il est rigide, moins il sera résistant à la fatigue et donc plus il sera susceptible de se fracturer. Ces instruments larges (notamment le F3) devraient donc être utilisés avec précaution et écartés plus rapidement.

[66], [30], [25], [13]

En conclusion, avec les limites expérimentales et bibliographiques :

- **On pourrait classer les systèmes selon leur résistance cyclique de cette manière : Protaper < Mtwo < Race (pas de données pour HeroShaper).**
- **Les instruments larges (comme le F3) auraient une résistance moindre et devraient être utilisés avec précaution.**
- **Peu de différences entre les systèmes concernant le nombre de fractures et déformations mais cela peut être lié au faible nombre de réutilisations.**

Tableau 12 : Analyse des articles traitants de la résistance des instruments

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[49]	X	X			- 2 groupes de 48 canaux simulés (dont 24 courbés à 28°, 24 courbés à 35°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Nombre d'instruments fracturés ou avec des déformations permanentes	- Pas de différence significative entre Protaper et Race. - Le F3 de Protaper et le 25/.02 de Race sont les seuls instruments qui se sont fracturés. <i>NB : 2 réutilisations par instrument</i>	B2
[50]	X	X			- 2 groupes de 24 canaux (courbure de 25 à 35°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Nombre d'instruments fracturés ou avec des déformations permanentes	- Pas de différence significative (3,6% d'instruments fracturés ou déformés avec Protaper; 2,4% avec Race). <i>NB : 2 réutilisations par instrument</i>	B2
[32]	X	X			- Instruments 25/.06 Race, Twisted Files, Helix et F1 (20/.07) utilisés dans canaux simulés de 40° - Taille des échantillons non précisée	- Fatigue cyclique par mesure du temps de préparation et du nombre de rotations avant fracture	- Résistance à la fatigue cyclique significativement supérieure avec Race que avec Protaper. - Cela est expliqué par l'électropolissage des instruments Race qui supprime les irrégularités de surface à l'origine des fractures.	C2
[66]	X				- 4652 canaux sur patients préparés avec Protaper selon protocole fabriquant	- Nombre et type d'instruments fracturés	- 113 fractures / 4652 canaux soit taux de fractures de 2,4% . - F3 se fracture significativement plus que les autres (F3 30,1% > SX 22,1% > S1 21,2% > F2 17,7% > S2 7,1% > F1 1,8%) - Significativement plus de fractures à partir de la 5e utilisation (16,8 % à la 4e utilisation, 34,5% à la 5e). - 94,7% des fractures dans les molaires. - Hypothèse que les instruments larges (donc plus rigides) sont plus exposés à la fracture. Il faut donc prendre des précautions lors de leur utilisation.	B3
[13]	X				- 40 canaux simulés (courbure 20 et 40°) préparés par Protaper F3 30/.09	- Nombre d'instruments fracturés ou déformés	- 1 seule fracture (S1). - La majorité des instruments déformés concernent le F3 , cela serait dû à la forte conicité (9%) de l'instrument qui le rend plus rigide. - Précautions à prendre pour l'utilisation du F3 dans des canaux courbes ou utiliser des instruments moins coniques. <i>NB : usage unique des instruments</i>	B2
[30]				X	- 593 instruments écartés après fracture ou déformation permanente, recueillis pendant 12 mois par 10 opérateurs	- Taux de fracture, de déformation permanente - Évaluation type de fracture (cyclique ou en torsion) par observation en microscopie optique et à balayage	- Les instruments les plus écartés sont le 10/.04, 15/.05, 25/.06 (environ 17% chacun). - Significativement plus de fractures avec le 10/.04 que avec les autres instruments (sauf avec le 15/.05). - Les instruments larges (à partir de 25/100e) ont plus tendance à se fracturer sans déformation plastique préalable. - 71,5% de fatigue cyclique contre 28,5% de fatigue en torsion donc il ne faut ne pas dépasser le nombre recommandé de réutilisations. - Les auteurs conseillent une surveillance minutieuse (avec des loupes) des défauts avant utilisation et il faudrait considérer le 10/.04 et le 15/.05 comme des instruments à usage unique.	B3
[25]	X			X	- 240 instruments répartis en 24 groupes (Protaper S1 S2 F1 F2 F3, Mtwo de 10/.04 à 40/.04) testés dans canaux simulés en résine de 2 ou 5 mm de rayon	- Fatigue cyclique par mesure temps et nombre de rotations avant fracture - Évaluation type de fracture par observation en MEB	- La résistance à la fatigue de l'instrument est significativement plus faible dans les canaux sévèrement courbés. - De façon significative, plus l'instrument est volumineux, moins il a de résistance à la fatigue. Les instruments larges devraient donc être écartés plus rapidement. - Les Mtwo ont significativement une meilleure résistance à la fatigue cyclique que les Protaper (pas de différence significative avec les Mtwo de 30/100e et plus).	C2

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[46]	X			X	- 10 Protaper F2 et 10 Mtwo 25/.06 utilisés dans des canaux simulés avec un crochet apical à 90°	- Fatigue cyclique par mesure temps de préparation et nombre de rotations avant fracture - Longueur du fragment fracturé	- Résistance à la fatigue cyclique : différence significative entre Protaper F2 (29 cycles +/- 5 avant fracture) et Mtwo 25/.06 (124 cycles +/- 25 avant fracture). - Longueur du fragment fracturé : pas de différence significative (environ 2,5mm). - Cliniquement, face à un crochet apical, préférer de préparer cette partie manuellement ou utiliser un système plus résistant (comme Mtwo).	C2
[3]	X		X	X	- Instrument 20/.06 Profile, Protaper F1, Heroshaper, Hero, Mtwo modélisés sur informatique	- Stress lors de tests de flexion (3,8mm), de torsion (22°) simulés sur informatique	- Stress maximal concentré dans la partie apicale de l'instrument. - Peu de différence entre les valeurs maximales de stress mesurées dans les instruments des différents systèmes.	C2
[31]			X	X	- Instrument modélisés sur informatique 30/100e profile, NRT, Race, Heroshaper	- Distribution du stress dans l'instrument - Stress résiduel, déformation plastique après préparation canal simulé	- Distribution du stress : plus de stress pour Mtwo que pour HeroShaper lors des tests de flexion, de torsion et lors de la préparation d'un canal simulé de 45°. - Plus grande amplitude de stress sur Mtwo que sur Heroshaper. - Stress résiduel, déformation plastique : plus pour Mtwo. Conclusion : La forme de la section de l'instrument influence la répartition du stress dans celui-ci. Les instruments en S (Mtwo) subissent plus de stress que les instruments à section triangulaire (Heroshaper) qui peuvent être à l'origine de fractures.	C2
[48]		X		X	- 3 groupes de 40 canaux simulés (dont 20 courbés à 28°, 20 courbés à 35°) préparés par Mtwo 35/.04; Race 35/.02; K3	- Nombre d'instruments fracturés ou avec des déformations permanentes	- Plus de fractures avec Race mais sans différence significative avec Mtwo. Le nombre réduit de fractures avec Mtwo pourrait s'expliquer par la présence du pas variable qui permet de diminuer les risques de vissage et donc de fracture. - Plus de déformations permanentes avec Mtwo avec une différence significative avec Race. <i>NB : 4 réutilisations par instrument</i>	B2
[60]		X		X	- 20 Race non électropolis (25.06), 20 Race électropolis (25.06), 20 Mtwo (25.06) utilisés dans canaux simulés de 45°	- Fatigue cyclique par mesure du temps de préparation avant fracture - Type de défauts de surface en MEB	- Meilleure résistance à la fatigue cyclique avec Race (44,9 sec) comparé à Mtwo (21,8 sec), différence significative . - Cela est expliqué par l'électropolissage des instruments Race qui supprime les irrégularités de surface à l'origine des fractures.	C2
[14]		X	X		- 2 groupes de 20 canaux simulés (courbure 40°) préparés par Race 30/.02; Heroshaper 30/.04	- Nombre d'instruments fracturés ou avec des déformations permanentes	- Aucune fracture, 8 Race déformés, 6 HeroShaper déformés, pas de différence significative. - L'absence de fracture peut être expliqué d'une part par l'électropolissage de Race et d'autre part par le pas adapté associé à la largeur du corps des instruments HeroShaper. <i>NB : 2 réutilisations par instrument</i>	B2

3.10 Analyse du temps de préparation

La rotation continue a permis un gain de temps de préparation par rapport à l'utilisation d'instruments manuels [2], [26]. Cela a contribué à rendre les traitements endodontiques plus confortables pour le patient et le praticien. Cette partie de l'analyse cherchera à voir s'il y existe un système de rotation continue plus rapide que les autres.

11 articles sont étudiés (4 du niveau B1, 7 du niveau B2). 8 références concernent Protaper, 8 pour Race, 4 pour Mtwo et 3 pour HeroShaper.

Il faut noter un manque d'homogénéité des expériences rendant difficile l'interprétation globale des résultats. En effet, il y a des variations entre les études concernant le nombre d'instruments utilisés, l'inclusion ou non du temps d'irrigation et/ou du temps de changement d'instrument.

Concernant Protaper,

- Par rapport à Race, les résultats sont contradictoires. Les études [49], [52] concluent que Protaper est plus lent. Les études [50], [26], [61] n'observent pas de différences significatives. Enfin l'étude [44] observe que Protaper est plus rapide que Race.
- Par rapport à HeroShaper, il n'y aurait pas de différence significative [35], [61].
- Par rapport à Mtwo, Protaper serait significativement plus lent [62].

Concernant HeroShaper, par rapport à Race et Mtwo, il n'y aurait pas de différence significative [65], [61].

Concernant Mtwo,

- Par rapport à Protaper, il serait donc plus rapide [62].
- Par rapport à Race, il serait également plus rapide [48].
- Par rapport à HeroShaper, il n'y aurait pas de différence [65].
- Des auteurs affirment que cette rapidité serait due à la forme de section en S qui présenterait des lames de coupes plus agressives [48], [62].

Concernant Race, comme expliqué précédemment, il serait plus lent que Mtwo. Il n'y aurait pas de différence avec HeroShaper et les résultats avec Protaper seraient contradictoires.

En conclusion, il existe peu de différences entre les systèmes mais il semble ressortir que Mtwo est plus rapide que Race et Protaper.

Tableau 13 : Analyse des articles traitants du temps de préparation

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[49]	X	X			- 2 groupes de 48 canaux simulés (dont 24 courbés à 28°, 24 courbés à 35°) préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Temps de préparation (incluant le changement d'instrument et l'irrigation)	- Canaux 28° : Protaper (5,75 min), Race (4,59 min). - Canaux 35° : Protaper (6,30 min), Race (5,52 min). - Temps de préparation significativement plus court avec Race que avec Protaper . - Préparation des canaux courbés à 35° plus longue que les canaux courbés à 28°, différence significative.	B2
[50]	X	X			- 2 groupes de 24 canaux (courbure de 25 à 35°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 35/.02	- Temps de préparation (incluant le changement instrument et l'irrigation)	- Temps de préparation plus court avec Race (6,32 min) que avec Protaper (6,48 min) mais pas de différence significative.	B2
[26]	X	X			- 7 groupes de 21 canaux MV (courbure moyenne 21°) de molaires mandibulaires extraites préparés par instruments manuels 30/.02; Race 30/.02; Protaper F3 30/.09; Hero642; Flexmaster; GT; K3	- Temps de préparation (incluant le changement des instruments)	- Temps de préparation plus long avec Race (4,16 min) que avec Protaper (3,08 min) mais pas de différence significative. - Différence significative entre préparation manuelle (19,65 min) et préparation en rotation continue.	B2
[44]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.04	- Temps de préparation (excluant le changement d'instrument et l'irrigation)	- Protaper significativement plus rapide (1,51 min) que Race (2,29 min) - Probablement expliqué par la différence du nombre d'instruments (9 pour Race, 7 pour Protaper).	B1
[52]	X	X			- 2 groupes de 25 canaux mésiaux (courbure moyenne 28°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.04	- Temps de préparation (incluant le changement d'instrument et l'irrigation)	- Race (3 min 18 +/- 15 sec) significativement plus rapide que Protaper (3 min 46 +/- 49 sec) malgré le même nombre d'instruments dans les séquences.	B1
[61]	X	X	X		- 3 groupes de 10 canaux mésiaux (courbure entre 20/30°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Race 30/.02; HeroShaper 30/.04	- Temps de préparation (excluant le changement d'instrument et l'irrigation)	- Race (3,5 min) > Protaper (3,3 min) > Heroshaper (2,8 min) mais pas de différence significative.	B2
[35]	X		X		- 2 groupes de 11 canaux (courbure moyenne 22°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; HeroShaper 30/.06	- Temps de préparation (incluant le temps d'irrigation)	- 4,03 min avec Protaper < 4,08 min avec Heroshaper mais pas de différence significative.	B1

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[62]	X			X	- 4 groupes de 24 canaux (courbure 15 à 45°) de molaires extraites préparés par Protaper F3 30/.09; Mtwo 25/.06; Profile; Flexmaster	- Temps de préparation (excluant le changement d'instrument et l'irrigation)	- Mtwo (6,30 min) significativement plus rapide que Protaper (6,93 min). - Même nombre d'instruments entre les séquences de l'étude mais pas d'utilisation du S1 et du S2. - La rapidité de Mtwo peut être expliquée par la forme de la section transversale en S présentant des lames de coupe très agressives.	B1
[65]			X	X	- 2 groupes de 15 canaux mésiaux (courbure moyenne 40°) de molaires mandibulaires extraites préparés par Mtwo 35/.04; Heroshaper 35/.02	- Temps de préparation (excluant temps de changement instrument et l'irrigation)	- Temps de préparation plus long avec Heroshaper (2,35 min) que avec Mtwo (2,06 min) mais pas de différence significative.	B2
[48]		X		X	- 3 groupes de 40 canaux simulés (dont 20 courbés à 28°, 20 courbés à 35°) préparés par Mtwo 35/.04; Race 35/.02; K3	- Temps de préparation (incluant le changement des instruments et l'irrigation)	- Dans les deux types de canaux, Mtwo est significativement plus rapide que Race (Mtwo 3,92 min, Race 6,26 min). - La rapidité de préparation avec Mtwo est peut être due à la section en S qui présente des lames de coupe très agressives et à l'angle positif de coupe qui permet de préparer le canal avec moins d'énergie qu'avec un angle neutre ou négatif. De plus Mtwo présente une séquence de 6 instruments (contre 8 pour Race).	B2

3.11 Analyse de la qualité de l'obturation obtenue

L'obturation est l'étape finale du traitement endodontique. Sa qualité conditionnera le succès au long terme. On peut se demander si le système de préparation employé influence la qualité de l'obturation obtenue.

Malheureusement, la plupart des études scientifiques traitant de l'obturation comparent les méthodes d'obturations (condensation latérale à froid, verticale à chaud, mono-cône etc.) mais pas l'influence du système de préparation sur l'obturation.

Seuls deux articles ont été retenus pour cette analyse. Il ne semble pas y avoir d'influence entre le système de rotation continue employé et l'étanchéité de l'obturation [58].

Enfin, l'élargissement apical du canal permet une pénétration plus profonde des pluggers pouvant faciliter l'obturation verticale à chaud. Il semble cependant ne pas y avoir de différence entre Protaper et HeroShaper. Cependant, cette préparation plus large pourrait fragiliser la dent [20].

En conclusion , il n'y aurait pas de différence entre les systèmes de rotation continue sur la qualité de l'obturation obtenue. D'autres études seraient nécessaires.

Tableau 14 : Analyse des articles traitants de l'obturation obtenue après préparation

Ref	P	R	H	M	Échantillons	Mesures	Résultats, conclusions	Niv
[58]	X			X	- 2 groupes de 30 prémolaires extraites préparées par Protaper F3 30/.09; Mtwo 35/.05 - 20 dents contrôles	- Étanchéité de l'obturation après inoculation des dents par <i>Enterococcus Faecalis</i>	- Pas de différence significative entre Protaper (14 dents contaminées/30) et Mtwo (15 dents contaminées/30).	B1
[20]	X		X		- 4 groupes de 12 mono-radiculées extraites préparées par Mfiles, Protaper, Heroshaper, K3	- Mesure de la pénétration de différents pluggers après préparation (30/.04 ou F1) puis après élargissement (HeroApical ou F3)	- Meilleure pénétration des pluggers dans les dents préparées avec Protaper mais pas de différence significative avec Heroshaper . - L'élargissement apical jusqu'au F3 ou avec les HeroApical permet un gain de pénétration des pluggers (selon les pluggers, entre 0,7mm à 2,1mm avec Protaper F3 et entre 0,3 à 1,9mm avec HeroApical) - Cette pénétration plus profonde des pluggers permet une meilleure obturation verticale à chaud mais cependant l'élargissement apical excessif peut fragiliser la dent et augmenter les risques d'infiltration apicale.	B1

3.12 Synthèse

Tableau 15 : Synthèse des points positifs et négatifs de chaque système en se basant sur les conclusions tirées des différentes parties de l'analyse de la littérature

Système	Points positifs	Points négatifs
Protaper	<ul style="list-style-type: none"> - Maintient la LT correctement. - Traitement par électropolissage (concerne que les Shaping Files) renforçant la résistance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Préserve moins l'anatomie canalaire. - Plus d'erreurs de préparation que Race. - Plus de préparations irrégulières. - Retire plus de dentine que les autres systèmes sans améliorer la désinfection. - Plus de zones non instrumentées en apical. - Moins résistant à la fatigue que Race et Mtwo. - Plus lent que Mtwo.
Race	<ul style="list-style-type: none"> - Maintient la LT correctement. - Produit moins d'erreurs que Protaper. - Volume de dentine retirée plus modéré que Protaper et Mtwo. - Plus résistant à la fatigue que Protaper et Mtwo. - Traitement par électropolissage renforçant la résistance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plus de zones non instrumentées en apical. - Plus lent que Mtwo.
HeroShaper	<ul style="list-style-type: none"> - Maintient la LT correctement. - Volume de dentine retirée plus modéré que Protaper. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plus de zones non instrumentées en apical.
Mtwo	<ul style="list-style-type: none"> - Maintient la LT correctement. - Volume de dentine retirée plus modéré que Protaper. - Plus résistant à la fatigue que Protaper. - Plus rapide que Race. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retire plus de dentine que Race sans améliorer la désinfection. - Moins résistant à la fatigue que Race et HeroShaper.

CONCLUSION

Cette analyse de la littérature portant sur quatre systèmes Ni-Ti utilisés en rotation continue semble montrer que *Protaper* présente plus de points négatifs que les autres systèmes. Comme le recommandent certains auteurs, l'utilisation de *Protaper* dans des canaux avec des courbures importantes est à faire avec précaution et devrait s'achever au F1. En effet, les phénomènes de redressement canalaire, les erreurs de préparation, la fracture instrumentale interviendraient plus souvent après utilisation des F2 et F3. L'emploi d'une technique hybride permettant d'éviter l'utilisation des *Finishing Files* semble intéressante mais il n'y a pas d'études scientifiques sur ce domaine.

Race quant à lui semble présenter plusieurs avantages et peu d'inconvénients. Ce système serait plus respectueux de l'anatomie canalaire et plus résistant. Cependant, comme inconvénients par rapport aux autres systèmes, on peut noter le prix plus important et la séquence instrumentale qui peut devenir longue si on inclut les *S-Apex*. Enfin, il faut noter que la majorité des études de cette analyse étudient globalement *Race* après une préparation à 30 ou 35/100e alors que les séquences de base du fabricant se limitent à 25/100e. On ne peut alors faire que des extrapolations des résultats si le praticien se limite à ces séquences.

Concernant *HeroShaper* et *Mtwo*, ces systèmes sont également de qualité avec un nombre réduit de points négatifs. Cependant leur évaluation est plus limitée car on remarque qu'ils ont été globalement moins testés que *Protaper* et *Race*.

Il faut toutefois interpréter ces résultats avec précaution. Ils sont basés sur des études expérimentales dont certaines sont effectuées dans des canaux en résine qui ne possèdent pas les mêmes propriétés mécaniques qu'une dent naturelle. De plus, les niveaux de preuve, les protocoles sont variables.

En conclusion, il n'existe pas de système de rotation continue idéal ou nettement supérieur aux autres. Chacun possède ses avantages et ses inconvénients. Tous sont capables de réaliser un traitement endodontique correct avec un risque de fracture limité (tant que le praticien respecte le protocole et les recommandations du fabricant). Les systèmes Ni-Ti en rotation continue restent une avancée indéniable par rapport aux techniques manuelles. Ce domaine reste en évolution. De nouveaux systèmes avec un instrument unique pour préparer le canal (comme *Wave One* ou *Réciproc*) sont apparus récemment.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANDERSON ME, PRICE JWH et PARASHOS P.

Fracture resistance of electropolished rotary Nickel–Titanium endodontic instruments.
J Endod 2007;**33**(10):1212-1216.

2. ARBAB-CHIRANI R, CHEVALIER V, ARBAB-CHIRANI S et coll.

Instrumentation canalaire de préparation.
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-050-A-08, 2010,**15**.

3. ARBAB-CHIRANI R, CHEVALIER V, ARBAB-CHIRANI S et coll.

Comparative analysis of torsional and bending behavior through finite-element models of 5 Ni-Ti endodontic instruments.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011;**111**(1):115-121.

4. AYDIN C et TUNCA YM.

Bacterial reduction by extensive versus conservative root canal instrumentation in vitro.
Acta Odontol Scand 2007;**65**(3):167-170.

5. BARATO FILHO F, LEONARDI P, ZIELAK JC et coll.

Influence of protaper finishing files and sodium hypochlorite on cleaning and shaping of mandibular central incisors, a histological analysis.

J Appl Oral Sci 2009;**17**(3):229-233.

6. BAUMANN MA.

Reamer with alternating cutting edges, concept and clinical application.
Endod Topics 2005;**10**(3):176-178.

7. BEER R, BAUMANN A et KIELBAS AM.

Atlas de poche d'endodontie.
Paris : Flammarion, Médecine-Science, 2008.

8. BENKIRANE I, JABRI M, LAHLOU KH et coll.

Préparation endodontique avec le système Hero 642.

Le courrier du dentiste, 2001

<http://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/preparation-endodontique-avec-le-systeme-hero-642.html>

9. BOESSLER C, PAQUE F et PETERS OA.

The effect of electropolishing on torque and force during simulated root canal preparation with ProTaper shaping files.

J Endod 2009;**35**(1):102-106.

10. BONACCORSO A, CANTATORE G, CONDORELLI GG et coll.

Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals.

J Endod. 2009;**35**(6):883-886.

11. BONACCORSO A, TRIPTI TR, RONDELLI G et coll.

Pitting corrosion resistance of nickel-titanium rotary instruments with different surface treatments in seventeen percent ethylenediaminetetraacetic Acid and sodium chloride solutions.

J Endod 2008;**34**(2):208-211.

12. CALAS P.

Préparation canalaire en rotation continue : Le concept du "pas adapté".
Inf Dent 2003;**85**(25):1753-1761.

13. CALBERSON FLG, DEROOSE CAJG, HOMMEZ GMG et coll.

Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals.
Int Endod J 2004;**37**(9):613-623.

14. CUMHUR A, UGUR I, SENAY Y et coll.

Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;**105**(3):92-97.

15. DENTSPLY. (Laboratoire)

Protaper Universal – brochure.

http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7718/line_218x7727/product_218x7740/

16. DENTSPLY. (Laboratoire)

Protaper universal treatment - mode d'emploi.

http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7718/line_218x7727/product_218x7740/

17. DENTSPLY. (Laboratoire)

Protaper universal - treatment card.

http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7718/line_218x7727/product_218x7740/

18. DENTSPLY. (Laboratoire)

Mtwo - documentation commerciale.

http://www.dentsply.fr/2007/dentistes/catalogue_produits/endodontie/instrument_rotatif_niti/fp_m-two.html

19. DENTSPLY. (Laboratoire)

Mtwo - frequently asked questions.

http://www.dentsply.fr/2007/telechargement/faq/f_a_q_mtwo.pdf

20. DIEMER F, SINAN A et CALAS P.

Penetration depth of warm vertical Gutta-Percha pluggers: impact of apical preparation.
J Endod 2006;**32**(2):123-126.

21. FKG. (Laboratoire)

Documentation commerciale - Race.

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_fr_lowr.pdf

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/datasheets/fkg_datasheet_race_fr_lowr.pdf

22. FKG. (Laboratoire)

Limes de cathétérisme RaCe ISO 10 .02/.04/.06 - communiqué de presse.

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/about_us/news/fkg_pr_race_iso10_fr.pdf

23. FKG. (Laboratoire)

S Apex - documentation commerciale.

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/about_us/news/fkg_pr_race_iso10_fr.pdf

24. FOSHI F, NUCCI C, MONTEBUGNOLI L et coll.

SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments.
Int Endod J 2004;**37**(12):832-839.

25. GRANDE NM, PLOTINO G, PECCI R et coll.

Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel–titanium rotary systems.

Int Endod J 2006;**39**(10):755-763.

26. GUELZOW A, STAMM O, MARTUS P et coll.

Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation.

Int Endod J 2005;**38**(10):743-752.

27. HAUTE AUTORITE DE SANTE.

Guide de l'analyse de la littérature et gradation des recommandations.

Haute Autorité de Santé, 2000

http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_434715/guide-danalyse-de-la-litterature-et-gradation-des-recommandations

28. HAUTE AUTORITE DE SANTE.

Rapport HAS, traitement endodontique, rapport d'évaluation technologique.

Haute autorité de santé, 2008

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport_traitement_endodontique.pdf

29. HOSSEIN JAVAHERI H et HOSSEIN JAVAHERI G.

A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation.

J Endod 2007;**33**(3):284-286.

30. INAN U et GONULOL N.

Deformation and fracture of mtwo rotary Nickel-Titanium instruments after clinical use.

J Endod 2009;**35**(10):1396-1399.

31. KIM HC, KIM HJ, LEE CJ et coll.

Mechanical response of nickel titanium instruments with different cross sectional designs during shaping of simulated curved canals.

Int Endod J 2009;**42**(7):593-602.

32. KIM HC, YUM J, HUR B et coll.

Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files.

J Endod 2010;**36**(1):147-152.

33. KOMET. (Laboratoire)

Brochure alphakite.

http://www.komet.fr/uploads/media/404400V0_Fly_KF_AKS_03.pdf

34. KUZEKANANI M, WALSH LJ et YOUSEFI MA.

Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs ProTaper instruments, a lab comparison.

Indian J Dental Res 2009;**20**(3):268-270.

35. LOIZIDES AL, KAKAVETSOS VD, TZANETAKIS GN et coll.

A comparative study of the effects of two Nickel–Titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography.

J Endod 2007;**33**(12):1455-1459.

36. MACHADO MEL, BICHELS SAPIA LA, CAI S et coll.

Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection.

J Endod 2010;**36**(7):1238-1240.

37. MAHRAN AH et ABOEL-FOTOUH MM.

Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and gates glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography.
J Endod 2008;**34**(10):1219-1222.

38. MALAGINO VA, GRANDE NM, PLOTINO G et coll.

The Mtwo NiTi rotary system for root canal preparation.
Roots 2006;**3**(1):67-70.

39. MARTIN D, AMOR J et MACHTOU P.

Mechanized endodontics : the PROTAPER® system, Principes and clinical protocol.
Rev Odontostomatol 2002;**3**(2):33-42.

40. MARTIN-MICO M, FORNER-NAVARRO L et ALMENAR-GARCIA A.

Modification of the working length after rotary instrumentation a comparative study of four systems.
Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2009;**14**(3):153-157.

41. MICRO-MEGA. (Laboratoire)

Endoflare - documentation commerciale.
<http://www.micro-mega.com/francais/produits/endoflare/index.php>

42. MICRO-MEGA. (Laboratoire)

Heroshaper - documentation commerciale.
<http://www.micro-mega.com/francais/produits/heroshaper/index.php>

43. MICRO-MEGA. (Laboratoire)

Hero Apical - documentation commerciale.
<http://www.micro-mega.com/francais/produits/heroapical/documentation.php>

44. PAQUE F, MUSH U et HULSMANN M.

Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments.
Int Endod J 2005;**38**(1):8-16.

45. PELI JF.

Bases fondamentales de la préparation en rotation continue.
Dentisfuturis, 1999
<http://www.dreamdirectdesign.com/dentisfuturis/modules/news/print.php?storyid474>

46. PLOTINO G, GRANDE NM, MELO MC et coll.

Cyclic fatigue of NiTi rotary instruments in a simulated apical abrupt curvature.
Int Endod J 2010;**43**(3):226-230.

47. RUDDLE CJ.

The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use.
Dent Today 2001;**20**(10):60-67.

48. SCHAFFER E, ERLER M et DAMMASCHKE T.

Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1,2
Int Endod J 2006; **39**(3):196-212.

49. SCHAFFER E et VLASSIS M.

Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments : protaper versus race
Part 1, shaping ability in simulated curved canals.
Int Endod J 2004a;**37**(4):229-238.

50. SCHAFER E et VLASSIS M.

Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments : protaper versus race
Part 2, Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth.
Int Endod J 2004b;**37**(4):239-248.

51. SCHERMAN L et SULTAN P.

Comparaison des états de surfaces canalaires entre un système mécanisé et divers systèmes NiTi.
Cah CDF, la sélection:2010, 47-56.

52. SCHIRMEISTER JF, STROHL C, ALTENBURGER MJ et coll.

Shaping ability and safety of five different rotary nickeltitanium instruments compared with stainless steel
hand instrumentatio in simulated curved root canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;**101**(6):807-813.

53. SIMON S.

Endodontie Volume 1 : Traitements. Collection Memento.
Paris : CdP, 2008:57-102.

54. SONNTAG D.

La technique de la longueur unique.
Inf Dent 2006;**88**(5):189-193.

55. SONNTAG D, OTT M, KOOK K. et coll.

Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper.
Aust Endod J 2007;**33**(2):73-81.

56. SYBRONENDO. (Laboratoire)

Documentation Twisted files.
<http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-shape-tf-02>

57. TANALP J, KAPTAN F, SERT S et coll.

Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation
systems.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;**101**(2):250-257.

58. TASDEMIR T, ER K, YILDIRIM T et coll.

Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary
systems: a bacterial leakage study.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;**108**(3):129-134.

59. TENNERT C, HERBERT J, ALTENBURGER MJ et coll.

The effect of cervical preflaring using different rotary nickel-titanium systems on the accuracy of apical file
size determination.
J Endod. 2010;**36**(10):1669-1672.

60. TRIPTI TR, BONACCORSO A et CONDORELLI GG.

Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;**102**(4):106-114.

61. UYANIK MO, CEHRELI ZC, OZGEN MOCAN B et coll.

Comparative evaluation of three Nickel-Titanium instrumentation systems in human teeth using computed
tomography.
J Endod 2006;**32**(7):668-671.

62. VAHID A, ROOHI N, ZAYERI F.

A comparative study of four rotary NiTi instruments in preserving canal curvature, preparation time and change of working length.

Aust Endod J 2009;**35**(2):93-97.

63. VDW. (Laboratoire)

Mtwo user information.

<http://www.vdw-dental.com/pdf/Mtwo%20NiTi%20system%20EN.pdf>

64. VDW. (Laboratoire)

Root Canal Preparation with Mtwo, The Right Technique.

<http://www.vdw-dental.com/pdf/Mtwo%20Anwenderkarte%20en.pdf>

65. VELTRI M, MOLLO A, MANTOVANI L et coll.

A comparative study of Endoflare–Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals.

Int Endod J 2005;**38**(9):610-616.

66. WOLCOTT S, WOLCOTT J, ISHLEY D et coll.

Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation.

J Endod 2006;**32**(12):1139-1141.

67. YANG G, WU H, ZHENG Y et coll.

Scanning electron microscopic evaluation of debris and smear layer remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;**106**(4):63-71.

68. YANG G, ZHOU XD, ZHENG Y et coll.

Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth.

Int Endod J 2007;**40**(9):707-714.

69. YOSHIMINE Y, ONO M et AKAMINE A.

The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals.

J Endod 2005;**31**(5):373-375.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

- Figure 1 : Le système Safety Memo Disc d'après la société FKG
- Figure 2 : Le système Tray HeroShaper d'après la société Micro-Méga
- Figure 3 : Instrument manuel et notion de conicité d'après R. Arbab-Chirani
- Figure 4 : Illustration du pas et de l'angle d'hélice d'après C.J. Ruddle
- Figure 5 : Angle de coupe positif d'après I. Benkirane
- Figure 6 : Pointe passive du système Protaper Universal d'après la société Dentsply
- Figure 7 : Pointe active du système Protaper Retraitement en MEB d'après la société Dentsply
- Figure 8 : Diamètres retrouvés sur le SX d'après C.J. Ruddle
- Figure 9 : Diamètres retrouvés sur le S1 et S2 d'après C.J. Ruddle
- Figure 10 : Diamètres et conicités des F1, F2, F3 d'après C.J. Ruddle
- Figure 11 : Section en triangle convexe et section évidée d'après C.J. Ruddle et la société Dentsply
- Figure 12 : Séquence instrumentale du système Protaper Universal d'après la société Dentsply
- Figure 13 : Illustration de l'endoflare d'après la société Micro-Méga
- Figure 14 : HeroShaper "classics" 30/100e 6%, 4% d'après la société Micro-Méga
- Figure 15 : Hero Apical 30/100e 6% d'après la société Micro-Méga
- Figure 16 : Section en triple hélice du HeroShaper d'après la société Micro-Méga
- Figure 17 : Comparaison de l'encombrement visuel entre un contre-angle classique et un contre-angle InGet d'après la société Micro-Méga
- Figure 18 : Illustration de l'effet de l'allongement du pas d'après P. Calas
- Figure 19 : Résumé du protocole d'utilisation du système HeroShaper d'après P. Calas
- Figure 20 : Longueurs des parties travaillantes sur le Mtwo 20/.06 d'après la société VDW
- Figure 21 : Section transversale en S sur les Mtwo d'après la société VDW
- Figure 22 : Dynamique instrumentale conseillée avec les Mtwo d'après la société VDW
- Figure 23 : Résumé du protocole d'utilisation du système Mtwo d'après la société VDW
- Figure 24 : Section transversale triangulaire sur les instruments RaCe d'après E. Schafer
- Figure 25 : Illustration de l'alternance des arêtes de coupe sur un instrument RaCe en MEB d'après E. Schafer
- Figure 26 : Comparaison des états de surface en MEB (x500) d'après la société FKG
- Figure 27 : Longueurs des instruments Pré-RaCe et RaCe d'après la société FKG
- Figure 28 : Couples conseillés d'après la société FKG
- Figure 29 : Illustration de la conicité inversée sur les S-Apex d'après la société FKG
- Figure 30 : Jauge de courbure d'après la société FKG
- Figure 31 : Résumé du protocole d'utilisation des RaCe d'après la société FKG
- Figure 32 : Tailles et conicités disponibles avec RaCe d'après la société FKG
- Figure 33 : Histogramme représentant le nombre d'études selon l'année de publication
- Figure 34 : Schéma de synthèse de l'analyse du respect de l'anatomie canalaire

TABLE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Code couleur ISO et diamètre associés d'après R. Arbab-Chirani
- Tableau 2 : Couples conseillés d'après la société Dentsply
- Tableau 3 : Couples conseillés d'après la société Micro-Méga
- Tableau 4 : Couples conseillés d'après la société VDW
- Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques techniques
- Tableau 6 : Analyse des articles traitants du respect de l'anatomie canalaire
- Tableau 7 : Analyse des articles traitants de la capacité à maintenir la longueur de travail
- Tableau 8 : Analyse des articles traitants de la qualité de la préparation
- Tableau 9 : Synthèse des résultats de désinfection obtenus après préparation par Protaper ou Mtwo
- Tableau 10 : Analyse des articles traitants de la qualité de la désinfection du canal
- Tableau 11 : Analyse des articles traitants des effets apportés par l'électropolissage
- Tableau 12 : Analyse des articles traitants de la résistance des instruments
- Tableau 13 : Analyse des articles traitants du temps de préparation
- Tableau 14 : Analyse des articles traitants de l'obturation obtenue après préparation
- Tableau 15 : Synthèse des points positifs et négatifs de chaque système en se basant sur les conclusions tirées des différentes parties de l'analyse de la littérature

ANNEXES

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Barrato F. 2009 [5]	Analyser l'influence du diamètre et du type de solution d'irrigation sur l'efficacité de nettoyage de la dent avec le système Protaper	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 6 groupes homogènes de 5 canaux d' incisives extraites - 2 dents contrôles	Oui	Non précisé	Kruskal Wallis	- Échantillons faibles - Recueil des données probablement en ouvert - Délai de 12h (pour fixation) avant observation au microscope pourrait modifier les résultats.	- Utilisation d' incisives pour limiter les variations de difficultés opératoires - Pas de précision si unique ou multiples opérateurs	B1
Martin M. 2009 [40]	Déterminer la variation postopératoire de longueur de travail avec Mtwvo, Protaper, Race et K3	Étude comparative comportant des biais importants	- 4 groupes homogènes de 10 canaux simulés dans des blocs résine	Non	Non précisé	Kruskal Wallis	- Blocs résine - Recueil des données probablement en ouvert - Détails de certains résultats non visibles	- Pas de précision si unique ou multiples opérateurs	C2
Tanap J. 2006 [57]	Évaluer quantitativement les débris expulsés applicativement pendant la préparation avec Profile, Protaper, Heroshaper	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 3 groupes homogènes (courbure de 0 à 10°) de 20 canaux d' incisives extraites	Oui	Non précisé	Kruskal Wallis	- Recueil des données probablement en ouvert - Mesure uniquement des débris secs (copesaux de dentine expulsés) - Le système expérimental ne tient pas compte de la résistance des tissus périapicaux au refoulement des débris	- Patients du même groupe d'âge - Utilisation d' incisives pour limiter les variations de difficultés opératoires - Pas de précision si unique ou multiples opérateurs - Les résultats pourraient varier sur les canaux courbes, les apex immatures/larges...	B1
Guelzow A. 2005 [26]	Comparer différents paramètres de préparation entre une technique manuelle et 6 systèmes Ni-Ti	Étude comparative non randomisée bien menée	- 7 groupes homogènes de 21 canaux de molaires extraites	Non	Non précisé	Kruskal Wallis Mann Whitney	- Recueil des données probablement en ouvert	- Patients du même groupe d'âge - Même opérateur pour l'étude - Prise de radiographies de façon standardisée et reproductible	B2
Scherman P. 2009 [51]	Comparer les états de surface après préparation avec Protaper, Mtwvo, Heroshaper, Endoexpress	Étude comparative comportant des biais importants	- 4 groupes de 5 dents extraites	Non précisé	Non précisé	Non précisé	- Les instruments Endoexpress sont en acier et non en NiTi - Échantillons faibles - Subjectivité dans l'attribution d'un score de nettoyage	- Pas de précision sur l'homogénéité des groupes - Pas de précision si opérateur unique ou multiples - Recueil des données probablement en ouvert	C2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Cunhur A. 2008 [14]	Comparer Heroshaper et Race pendant la préparation de canaux courbes simulés en résine	Étude comparative non randomisée bien menée	- 2 groupes homogènes de 20 canaux simulés dans des blocs résine	Non	En aveugle (la personne mesurant ne connaît pas le système Ni Ti employé)	Student	- Blocs résine - Le protocole Heroshaper est modifié	- Même opérateur pour l'étude, expérimenté pour les deux systèmes - Prise des photographies de manière standardisée et reproductible	B2
Veltri A. 2005 [65]	Comparer les capacités de préparation de Heroshaper et Mtwo dans des canaux courbes de molaires.	Étude comparative non randomisée bien menée	- 2 groupes homogènes de 15 canaux de molaires extraites (courbure moyenne de 40°)	Non	Non précisé	Mann Whitney	- Le protocole Heroshaper est modifié - Recueil des données probablement en ouvert (non aveugle)	- Même opérateur pour l'étude, expérimenté pour les deux systèmes - Utilisation d'une plateforme pour avoir des radiographies standards et reproductibles.	B2
Kim HC. 2009 [31]	Évaluer comment les différences de sections transversales influencent la répartition du stress dans l'instrument (comparaison entre Heroshaper, Mtwo, Profile, NRT)	Étude comparative comportant des biais importants	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non Précisé	- Mesures lors de tests de flexion, de torsion et lors de préparation de blocs résine - Insertion des instruments en continu, sans brosseage (augmentation du stress) - Ne teste que un instrument de la séquence complète - Recueil des données probablement en ouvert	- Modélisation informatique des instruments pour voir les zones de concentration de stress	C2
Schafer E. 2004 [49]	Comparer l'efficacité de préparation de Protaper et Race dans des canaux courbes simulés	Étude comparative non randomisée bien menée	- 4 groupes homogènes de 24 canaux de 25 ou 35° simulés dans des blocs résine	Non	En aveugle	Mann Whitney Kht ²	- Blocs résine - Différence de diamètre et conicité finale entre les 2 séquences instrumentales employées	- Même opérateur pour l'étude, expérimenté pour les deux systèmes, préparation par groupe de 6 blocs pour limiter la fatigue - Prise des photographies de manière standardisée et reproductible	B2
Schafer E. 2004 [50]	Comparer l'efficacité de préparation et de nettoyage de Protaper et Race dans des canaux courbes	Étude comparative non randomisée bien menée	- 2 groupes homogènes (vérification statistique) de 24 canaux de molaires extraites avec courbure entre 25 et 35°	Non	En aveugle	Mann Whitney Kht ² Test-t	- Différence de diamètre et conicité finale entre les 2 séquences instrumentales employées	- Même opérateur pour l'étude, expérimenté pour les deux systèmes - Conditions expérimentales proches de l'étude [49] pour permettre comparaison - Utilisation d'une plateforme pour avoir des radiographies standards et reproductibles.	B2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Boessler C. 2009 [9]	Déterminer l'impact de l'électropolissage sur le couple et les forces produites pendant la préparation avec des instruments Protaper	Étude comparative non randomisée bien menée	- 2 groupes homogènes de 150 canaux simulés dans des blocs de dentine issus de molaires extraites.	Non	Non précisé	Test-t	- Canaux simulés de 8mm de profondeur dans des disques de dentine - Opérateur remplacé par un moteur insérant les instruments en linéaire, sans irriguant et sans lubrifiant - Recueil des données probablement en ouvert	- L'électropolissage ne concerne que les Shaping files. - Les valeurs de torque et de forces sont modifiées par rapport à la réalité compte tenu des biais de l'expérience	B2
Schafer E. 2006 [48]	Comparer l'efficacité de préparation de Mwo, Race, K3 dans des canaux simulés en résine	Étude comparative non randomisée bien menée	- 6 groupes homogènes de 20 canaux de 25 ou 35° simulés dans des blocs résine	Non	En aveugle	Anova Student Kht ²	- Blocs résine - Subjectivité dans l'attribution d'un score pour le nettoyage du canal (retrait des débris, élimination de la smear layer)	- Même opérateur pour l'étude, expérimenté pour les trois systèmes - Prise des photographies de manière standardisée et reproductible - Comparaison possible avec les autres études de Shafer E.	B2
Wolcott S. 2006 [66]	Déterminer si la réutilisation des instruments Protaper au delà de 5 fois augmente l'incidence des fractures	Étude de cohorte	- 4652 canaux sur des patients	Non	En ouvert	Non précisé	- 5 opérateurs différents	- Étude sur 17 mois - Opérateur expérimentés avec système Protaper	B3
Hossein H. 2007 [29]	Comparer les déplacements apicaux et modification de courbure entre Protaper, Race, Hero642	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 3 groupes homogènes de 20 canaux de molaires extraites (courbure entre 25 et 35°)	Oui	Non précisé	Anova	- Recueil des données probablement en ouvert	- Prise de radiographies de façon standardisée et reproductible - Pas de précision si opérateur unique ou multiples	B1
Anderson ME. 2007 [1]	Étudier l'effet de l'électropolissage sur la fatigue cyclique et les forces en torsion avec les systèmes Race, Profile, Endowave	Étude comparative comportant des biais importants	- 6 groupes homogènes de 20 instruments	Non	Non précisé	Kruskall Wallis Mann Whitney	- Blocs résine de 45 ou 90° - Recueil des données probablement en ouvert - ne teste que les instruments de 30/.04 - Pas de respect du protocole du fabricant pour la préparation (préparation du bloc directement avec les instruments 30/100e)	- Pas de précision si opérateur unique ou multiples	C2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Machado MEL. 2010 [36]	Comparer la désinfection obtenue après préparation par Protaper ou Mxwo de canaux contaminés par <i>Enterococcus faecalis</i>	Étude comparative comportant des biais importants	- 2 groupes de 13 canaux de molaires extraites - 2 dents contrôles	Non	Non précisé	Mann Whitney Wilcoxo n	- Différence de diamètre et conicité finale de préparation (25/.08 pour Protaper ; 30/.05 pour Mxwo) - Utilisation d'eau distillée en irrigation (donc ne teste que le nettoyage mécanique du canal) - Recueil des données probablement en ouvert	- Manque de précision sur l'homogénéité des groupes - Opérateur unique pour la préparation - <i>Enterococcus faecalis</i> n'est pas le seul germe responsable d'infections endodontiques	C2
Loizides AL. 2007 [35]	Observer les modifications géométriques du canal après préparation par Protaper ou Heroshaper	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes (courbure moyenne 22°) de 11 canaux de molaires extraites	Oui	Non précisé	Student Tukey Anova	- Recueil des données probablement en ouvert - Échantillons faibles	- Prise de radiographies de façon standardisée et reproductible - Utilisation d'un micro-scanner - Opérateur unique pour la préparation	B1
Uyanik MO. 2006 [61]	Comparer entre Protaper, Race, Heroshaper, les changements de volume, de sections transversales et le déplacement du canal après préparation	Étude comparative non randomisée bien menée	- 3 groupes homogènes (courbure entre 20 et 30°) de 10 canaux de molaires extraites	Non	Non précisé	Test t Anova	- Recueil des données probablement en ouvert	- Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Utilisation d'un micro-scanner - Position reproductible de la dent entre les différents clichés	B2
Mahran AH. 2008 [37]	Étudier le retrait de dentine lors de la préparation canalair avec Protaper, HeroShaper ou une technique manuelle associée aux Gates	Étude comparative non randomisée bien menée	- 3 groupes de 15 canaux de molaires extraites	Non	Non précisé	Anova Tukey	- Recueil des données probablement en ouvert - Manque de précision sur l'homogénéité des groupes	- Utilisation d'un micro-scanner - Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Standardisation des mesures - Vérification statistique que la différence d'épaisseur initiale des parois canalair n'est pas significative entre les groupes	B2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Aydin C. 2007 [46]	Comparer la désinfection canalaire obtenue après préparation avec Protaper ou Heroshaper	Étude comparative comportant des biais importants	- 2 groupe de 10 canaux de prémolaires extraites	Non	Non précisé	Mann Whitney Wilcoxon	- Recueil des données probablement en ouvert - Manque de précision sur l'homogénéité des groupes - Utilisation d'eau distillée en irrigation (donc ne teste que le nettoyage mécanique du canal)	- Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Mesure de la désinfection en comptant le nombre de colonies formées dans des milieux de culture - <i>Enterococcus faecalis</i> n'est pas le seul germe responsable d'infections endodontiques	C2
Iuan U. 2009 [30]	Évaluer le taux de déformation et de fracture avec Mtwo	Étude de cohorte	- 593 instruments	Non	Non précisé	Khi ²	- Plusieurs opérateurs - Variabilité des cas clinique	- Étude sur 12 mois - Opérateurs expérimentés - Recherche de la cause de fracture ou défauts en microscopie optique et MEB	B3
Grande N.M. 2006 [25]	Étudier avec les systèmes Protaper et Mtwo, l'influence de la forme de l'instrument sur sa durée de vie	Étude comparative comportant des biais importants	- 24 groupes homogènes de 10 instruments	Non	Non précisé	Anova, Test t Holm test t régressio n linéaire	- Préparation de blocs résine - Opérateur remplacé par un moteur insérant les instruments en linéaire, sans irriguant et mais avec lubrifiant - Recueil des données probablement en ouvert	- Analyse la résistance à la fatigue de l'instrument en multipliant le nombre de rotation jusqu'à fracture par le temps de rotation	C2
Yang G. 2007 [68]	Comparer entre Protaper et Heroshaper l'efficacité et la sécurité de préparation	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes de 20 canaux de molaires extraites	Oui	En aveugle	Test t Student	- Dent sectionnée pour voir le canal avant préparation puis reconstitution de la dent dans un moule en résine (technique de Bramante modifiée)	- Vérification statistique de l'homogénéité des groupes - Opérateur unique expérimenté - Prise de radiographies et de photographies de façon reproductible	B1

Référence	Bat de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Yang G, 2008 [67]	Comparer le retrait des débris et de la smear après préparation avec Protaper ou HeroShaper	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes de 20 canaux de molaires extraites - 1 groupe contrôle de 15 canaux	Oui	En aveugle	Test variance Mann Withney Kruskall Wallis	- Subjectivité dans l'attribution d'un score pour le nettoyage du canal (mais nombreuses précautions pour limiter ce biais : séance d'entraînement, analyse statistique de la reproductibilité, passage aléatoire des photographies)	- Opérateur unique expérimenté - 2 opérateurs pour mesures - prise de radiographies de façon standardisée et reproductible - Section particulière des dents de façon à éviter la contamination du canal - Vérification statistique de l'homogénéité des groupes	B1
Tandemir T, 2009 [58]	Comparer l'étanchéité de l'obturation canalair après préparation par Protaper ou Mtwo et après obturation selon trois techniques différentes	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes de 30 prémolaires extraites - 20 dents contrôles	Oui	Non précisé	Khi ²	- Recueil des données probablement en ouvert	- <i>Enterococcus faecalis</i> n'est pas le seul germe responsable d'infections endodontiques - Pas de précision si opérateur unique ou multiple	B1
Foshi F, 2004 [24]	Analyser la morphologie des parois, la présence de débris, de smear layer après préparation avec Protaper ou Mtwo	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes de 12 mono radiculées	Oui	En aveugle	Kruskall Wallis	- Protocole d'irrigation plus rigoureux que dans la pratique habituelle (entre chaque instrument, Clona+EDTA+H2O2)	- Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Double analyse avec des opérateurs aveugle pour limiter le biais de subjectivité lié à l'attribution d'un score de nettoyage - Prise clichés MEB standardisée	B1
Tripi TR, 2006 [60]	Comparer la résistance à la fatigue cyclique de Race(avec ou sans électropolissage), K3, Mtwo, Hero642, Profile	Étude comparative comportant des biais importants	- 6 groupes homogènes de 20 instruments 25/.06	Oui	Non précisé	Anova Student	- Recueil des données probablement en ouvert - Utilisation de canaux simulés en acier - Opérateur remplacé par un moteur insérant les instruments en linéaire	- Ne teste que les 25/.06 - Observation en MEB pour observer les défauts de surface avant et après fracture	C2
Paqué F, 2005 [44]	Analyser différents paramètres de préparation avec Protaper et Race	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes homogènes de 25 molaires extraites (courbure moyenne 28°)	Oui	En aveugle	Wilcoxon Fisher	- Les scores de nettoyage du canal seraient meilleurs si de l'EDTA avait été utilisé - Technique de Bramante modifiée	- Prise de radiographies de façon standardisée et reproductible - Analyse avec un opérateurs aveugle pour limiter le biais de subjectivité lié à l'attribution d'un score de nettoyage	B1

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Somtag D, 2007 [55]	Étudier l'hypothèse supposant que Miwo rencontre plus de fractures et d'erreurs de préparation que Protaper et K3	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 3 groupes homogènes de 50 canaux simulés dans des blocs en résine - 3 groupes homogènes de 40 canaux de molaires extraites	Oui	Non précisé	Mann Whitney Khp? Student	- Utilisation d'un instrument Profile pour terminer la préparation avec Protaper (permet homogénéité des préparations apicales entre les groupes) - Recueil des données probablement en ouvert	- Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Prise de photographies et radiographies de façon reproductible - Étude sur blocs résine et dents naturelles extraites	B1
Bonaccorso A, 2008 [11]	Évaluer la corrosion par piqure sur des instruments Ni-Ti avec différents traitements de surface dans des solution d'EDTA ou de Clona	Étude comparative comportant des biais importants	- 2 groupes homogènes de 10 instruments avec traitement de surface - 1 groupe de référence de 10 instruments sans traitement de surface	Non	Non précisé	Non précisé	- Recueil des données probablement en ouvert - Étude que les instruments 25/06 et que la corrosion par piqure - Mesures effectuées sur des instruments immergés dans du Clona 0,9% pendant 1h30 ou dans de l'EDTA 17% pendant 3h	- Observation des phénomènes de corrosion par mesure de courants galvaniques et par observations des instruments en MEB	C2
Arbab Chirani R, 2011 [3]	Comparer le comportement en flexion et torsion de 5 systèmes Ni-Ti	Étude comparative comportant des biais importants	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	- Pas une étude clinique réelle, simulation informatique de tests de torsion et flexion - Ne teste que les instruments 20/06	- Modélisation informatique 3D des instruments - Utilisation d'un modèle de simulation prenant en compte les propriétés super-élastiques des instruments Ni-Ti	C2
Kim HC, 2010 [32]	Comparer la résistance à la fatigue cyclique entre Twisted Files, Race, Protaper et Helix	Étude comparative comportant des biais importants	Non précisé	Oui	Non précisé	Anova Scheffé	- Utilisation de canaux simulés en acier - Étude que les instruments 25.06 et le F1 - Préparation avec un couple supérieur à celui recommandé par le fabricant - Instrument en rotation laissé statique dans le canal jusqu'à obtenir une fracture	- Pas de précision si préparation réalisée par une machine ou un opérateur - Sélection randomisée des instruments observés en MEB	C2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analyse des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv preuve
Diemer F. 2006 [20]	Évaluer la profondeur de pénétration de différents pluggers après préparation par 4 systèmes Ni-ti différents	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 4 groupes homogènes de 12 mono-radiculées extraites (courbure inférieure 15°)	Oui	En aveugle	Student	- Taille échantillons faible - L'étude ne porte que sur les mono-radiculées - Les mesures se font en l'absence de ciment et de guta dans le canal	- Pas de précision si opérateur effectuant la préparation unique ou multiple - Point de référence coronaire faible pour les mesures de pénétration	B1
Kuzekamni M. 2009 [34]	Comparer l'efficacité de préparation et de nettoyage du canal des systèmes Mivo et Protaper dans des canaux courbés de molaires extraites	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 2 groupes de 30 canaux de molaires extraites	Oui	Non précisé	Anova Tukey	- Recueil des données probablement en ouvert - Subjectivité dans l'évaluation du nettoyage du canal par observation d'images de MEB - Pas d'utilisation du S2 - Diamètre/conicité finale des 2 groupes différents	- Pas de précision si opérateur unique ou multiple - Données expérimentales non visibles dans l'article	C2
Yoshimine Y. 2005 [69]	Comparer l'efficacité de préparation de Protaper, Race, K3 dans des canaux simulés avec une courbure en S	Étude comparative non randomisée bien menée	- 3 groupes homogène de 10 canaux en S simulés en résine	Non	Non précisé	Student	- Canaux simulés en résine - Recueil des données probablement en ouvert	- Même opérateur pour la préparation des canaux	B2
Vahid A. 2008 [62]	Comparer le temps de préparation, la modification de LT, l'efficacité de préparation de différents systèmes	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 4 groupes homogènes de 24 canaux de molaires extraites	Oui	En aveugle	Anova Duncan	- Diamètre/conicité finale des groupes différents - Pas d'utilisation des Protaper S1 S2 lors de la préparation	- Même opérateur expérimenté pour la préparation des canaux - Prise des radiographies de façon standardisée et reproductible	B1
Plouino G. 2010 [46]	Évaluer la résistance à la fatigue cyclique de différents instruments Ni-ti 25/100 dans des courbures apicales brutales	Étude comparative comportant des biais importants	- 5 groupes homogènes de 10 instruments 25/100e	Non	Non précisé	Anova Tukey	- Recueil des données probablement en ouvert - Étude que les instruments 25/100 de la séquence instrumentale - Canaux simulés en acier - Instrument en rotation laissé statique dans le canal jusqu'à obtenir une fracture	- Pas de précision si préparation réalisée par une machine ou un opérateur	C2

Référence	But de l'étude	Type d'étude	Échantillons	Groupes randomisés	Recueil analytique des données	Tests stat.	Biais	Autres commentaires	Niv. preuve
Schirmeister JF, 2006 [52]	Comparer la sécurité et l'efficacité de préparation entre Race, Protaper, Flexmaster, GT rotary, Profile et des instruments manuels	Étude comparative randomisée de faible puissance	- 6 groupes homogènes de 25 canaux simulés en résine	Oui	En aveugle	Kruskal Wallis	- Blocs résine	- Prise de mesures de façon reproductible - Canal en résine transparente rendu opaque pour que l'opérateur ne se fie qu'à son sens tactile - Opérateur unique expérimenté	B1
Bonaccorso A, 2009 [10]	Comparer l'efficacité de préparation dans des canaux simulés en S de Protaper, Mtwo, BioRace, BioRace + S-apex	Étude comparative non randomisée bien menée	- 4 groupes homogènes de 10 canaux simulés en résine en S	Non	Non précisé	Khi ² Student	- Blocs résine - Recueil des données probablement en ouvert - Préparation jusqu'à 40/100 pour des canaux avec des courbures complexes - Modification du protocole S-Apex	- Opérateur unique pour la préparation - L'extrapolation à Race des résultats obtenus avec BioRace est délicate car séquence/diamètres/conicités différents mais propriétés physiques similaires (alternance arêtes de coupes, électropolissage, pointe non active, section triangulaire)	B2
Tennert C, 2010 [59]	Évaluer l'influence de l'élargissement coronaire avec Protaper, Race, Flexmaster sur la détermination initiale de la constriction apicale	Étude comparative comportant des biais importants	- 4 groupes homogènes de 10 canaux de molaires extraites	Oui	Non précisé	Kruskall Wallis Mann Whitney	- Recueil des données probablement en ouvert - Modification du protocole d'élargissement coronaire de Protaper (Sx,S1,S2) - Échantillons faibles	- 1 groupe contrôle avec canal non élargi en coronaire - Pas de précision si opérateur unique ou multiple	C2
Calherson FLG, 2004 [13]	Évaluer l'efficacité et les erreurs de préparations lors de l'utilisation des Protaper dans des canaux courbes simulés	Étude comparative non randomisée bien menée	- 4 groupes homogènes de 10 canaux simulés en résine	Non	En ouvert	Anova Kruskall Wallis	- Blocs résine - Nouveau set utilisé pour chaque nouveau canal, l'usage unique des instruments est peu courant dans la pratique réelle	- Opérateur unique expérimenté - Prise de photographes de façon standardisée et reproductible - Canal en résine transparente rendu opaque pour que l'opérateur ne se fie qu'à son sens tactile	B2

HAOND (Jean-Denis). - Étude comparative de différents systèmes de rotation continue en endodontie : revue de la littérature. - 87F; tabl.; ill.; 69 ref.; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent.; Nantes; 2012)

RESUME :

Les instruments Ni-Ti ont représenté une avancée importante dans le domaine de l'endodontie permettant d'améliorer la qualité des traitements canaux. De nombreux articles scientifiques étudient les différents systèmes proposés mais peu de travaux de synthèse existent.

Cette thèse a consisté à comparer quatre systèmes parmi les plus utilisés (Protaper, Race, HeroShaper, Mtwo). Une première partie détaille les caractéristiques techniques de chacun. Dans la seconde partie, une analyse de littérature a été effectuée pour comparer ces systèmes selon différents critères (le respect de l'anatomie canalaire, le maintien de la longueur de travail, la qualité de la préparation, de la désinfection, de l'obturation, la résistance des instruments, le temps de préparation et l'influence du traitement de surface par électropolissage).

Il en ressort que Race présente le plus de points positifs, Protaper le plus de points négatifs. HeroShaper et Mtwo présentent un nombre limité de points négatifs mais moins de références bibliographiques les concernent.

En conclusion, il n'existe pas de système de rotation continue idéal ou nettement supérieur aux autres. Chacun possède ses avantages et ses inconvénients. Tous sont capables de réaliser un traitement endodontique correct avec un risque de fracture limité.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Endodontie

MOTS CLEFS :

- Endodontie
- Préparation de canal radiculaire
- Nickel
- Titane

MOTS CLEFS MESH :

- Endodontics
- Root canal preparation
- Nickel
- Titanium

JURY :

- Président : Professeur Olivier LABOUX
- Directeur : Docteur Dominique MARION
- Assesseur : Docteur Bénédicte CASTELLOT-ENKEL
- Assesseur : Docteur Valérie ARMENGOL