



HAL
open science

Les systèmes mono-instrumentaux en endodontie: focus sur le XP-endo Shaper

Hassnen Akbaraly

► **To cite this version:**

Hassnen Akbaraly. Les systèmes mono-instrumentaux en endodontie: focus sur le XP-endo Shaper. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03467430

HAL Id: dumas-03467430

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03467430v1>

Submitted on 6 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.



UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DE SANTÉ
UFR D'ODONTOLOGIE - MONTROUGE

Année 2021

N° M040

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE
Présentée et soutenue publiquement le : 13 avril 2021

Par

Hassnen AKBARALY

**Les systèmes mono-instrumentaux en endodontie : focus sur
le XP-endo Shaper**

Dirigée par M. le Docteur Paul Laccourreye

JURY

Mme le Professeur Tchilalo Boukpepsi

Président

M. le Docteur Denis Bouter

Assesseur

M. le Docteur Olivier Le May

Assesseur

M. le Docteur Paul Laccourreye

Assesseur

M. le Docteur Alexis Aidan

Invité



Tableau des enseignants de l'UFR (Montrouge)

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DURSUN Mme VITAL	Mme BONNET M. COURSON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE	Mme LE NORCY	Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	M. PIRNAY	Mme GERMA Mme SMAIL-FAUGERON
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. BRUN (MCU associé) M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOÏ	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD (PR)	Mme ANDRIQUE (MCU associée) M. ARRETO Mme BARDET (MCF) M. BOUCHET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE Mme GORIN M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	Mme WULFMAN	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. DUPAGNE (MCU associé) M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIEAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAÏD Mme BENOÏT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION Mme FOLLIGUET M. LASFARGUES M. LAUTROU	M. LEVY M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Liste mise à jour le 25 mars 2021

Remerciements

À Mme le Professeur Tchilalo Boukpepsi ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université Paris Descartes ; Habilitée à Diriger des Recherches ; Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Montrouge ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris.

Qui me fait l'honneur de présider le jury de cette thèse d'exercice. Veuillez trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

À M. le Docteur Denis Bouter ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université Paris Descartes ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'odontologie – Montrouge ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris.

Qui me fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect. Merci pour tout ce que vous m'avez transmis.

À M. le Docteur Olivier le May ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur en Sciences odontologiques ; Docteur en Sciences ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'odontologie – Montrouge ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris ; Chevalier de l'ordre des palmes académiques.

Qui me fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

À M. le Docteur Paul Laccourreye ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Assistant Hospitalo-Universitaire, UFR d'Odontologie - Montrouge

Qui me fait l'honneur de diriger cette thèse. Merci de m'avoir soutenu dans cette réalisation mais surtout de me démontrer quotidiennement qu'avec de la volonté et de la curiosité rien n'est impossible.

À M. le Docteur Alexis Aidan ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Assistant Hospitalo-Universitaire, UFR d'Odontologie - Montrouge

Qui me fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Merci de m'avoir soutenu, conseillé, guidé.

Résumé et indexation en français et anglais

Résumé :

L'endodontie mécanisée couplée à l'apport du nickel-titane ont grandement contribué au développement de traitement plus sûr, rapide et reproductible. Initialement il était nécessaire de respecter une séquence d'instruments mais avec le temps les industriels ont développé de nombreux systèmes mono-instrumentaux qui, de par leur géométrie et leur alliage ont apporté des évolutions notables. La société Suisse FKG a décidé d'aller plus loin en développant un instrument sensé réaliser une mise en forme dite anatomique. Doté d'un mouvement d'enveloppe venant fouetter les parois, c'est maintenant la lime qui est supposée s'adapter à la morphologie du canal et non l'inverse. Malgré certains résultats intéressants, il n'existe à l'heure actuelle que peu d'études significatives permettant d'évaluer réellement cet instrument.

Discipline ou spécialité :

Endodontie

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

fMeSH : Endodontie -- instrumentation ; Instruments dentaires -- statistiques et données numériques

Rameau : Odontostomatologie -- Appareils et matériels ; Obturation canalaire

Forme ou Genre :

fMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques

Abstract:

Mechanized endodontics coupled with the addition of nickel-titanium have greatly contributed to the development of safer, faster and more reproducible treatments. Initially it was necessary to follow a sequence of different instruments, but for the past few years manufacturers have developed many mono-instrument systems which, thanks to their geometry and their alloy, have brought significant changes. The Swiss company FKG has decided to go further by developing an instrument designed to achieve an anatomical shaping. With an enveloping movement that whips the walls, it is now the file that is supposed to adapt to the morphology of the canal and not the contrary. Despite some interesting results, there are currently only a few significant studies that can actually evaluate this instrument.

Branches or specialty:

Endodontics

English keywords (MeSH):

Endodontics -- instrumentation ; Dental Instruments -- statistics and numerical data

Publication type (MeSH) :

Academic Dissertation

Liste des abréviations

- FM® : FlexMaster®
- HEDM® : HyFlex EDM®
- mm : millimètres
- N.cm : Newton par centimètre
- PTG® : ProTaper Gold®
- PTN® : ProTaper Next®
- PTU® : ProTaper Universal®
- RB® : Reciproc Blue®
- rpm : rotation par minute
- VB® : Vortex Blue®
- WOG® : WaveOne Gold®
- XPS® : XP-endo Shaper®

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : GENERALITES	4
1.1 OBJECTIFS DU TRAITEMENT ENDODONTIQUE.....	4
1.1.1 <i>Biologiques</i>	4
1.1.2 <i>Objectifs mécaniques de la mise en forme canalaire</i>	4
1.2 CONCEPTS DE LA MISE EN FORME CANALAIRE.....	4
1.2.1 <i>Approche standardisée dite « Scandinave »</i>	4
1.2.2 <i>Approche américaine</i>	5
2 : LA REVOLUTION NICKEL-TITANE	7
2.1 HISTORIQUE.....	7
2.2 PROPRIETES MECANIQUES.....	7
2.2.1 <i>Superélasticité</i>	7
2.2.2 <i>Mémoire de forme</i>	9
2.2.3 <i>Flexibilité</i>	9
2.2.4 <i>Efficacité de coupe</i>	9
2.2.5 <i>Résistance</i>	9
2.3 AVANTAGES	10
2.4 LIMITES.....	11
3 : MISE EN FORME MONO-INSTRUMENTALE	12
3.1 AVANTAGES DE LA MONO-INSTRUMENTATION	12
3.2 INCONVENIENTS ET LIMITES DE LA MONO-INSTRUMENTATION	12
3.3 SYSTEMES EN ROTATION CONTINUE	12
3.3.1 <i>One Curve®</i>	12
3.3.2 <i>F6 SkyTaper®</i>	14
3.3.3 <i>Neoniti A1®</i>	15
3.4. SYSTEMES EN RECIPROCITE.....	16
3.4.1 <i>Reciproc®</i>	16
3.4.2 <i>WaveOne Gold®</i>	18
4 : XP-ENDO SHAPER®	20
4.1 DESCRIPTION	20
4.1.1 <i>Propriétés techniques et géométriques</i>	20

4.1.2 Mouvement novateur.....	21
4.1.3 Protocole d'utilisation.....	23
4.2 CRITERES ETUDIES	23
4.2.1 Efficacité de la mise en forme canalaire.....	23
4.2.2 Transport canalaire	26
4.2.3 Charge bactérienne	27
4.2.4 Extrusion des débris apicaux	29
4.2.5 Douleurs post-opératoires	29
4.2.6 Micro-fêlures dentinaires	31
4.2.7 Résistance à la fracture	33
4.3 ANATOMIE CANALAIRE PARTICULIERE	36
4.3.1 Canaux avec courbures sévères.....	36
4.3.2 Canaux ovalaires	37
4.3.3 Canaux larges.....	39
CONCLUSION.....	40
BIBLIOGRAPHIE	42
TABLE DES FIGURES.....	46
TABLE DES TABLEAUX.....	47

Introduction

La réalisation d'un traitement endodontique par le chirurgien-dentiste nécessite : patience, rigueur et une parfaite connaissance de l'anatomie dentaire ainsi que des instruments à sa disposition.

Ce traitement peut se révéler anxiogène pour le praticien car il travaille le plus souvent sans visibilité et avec l'appréhension de réaliser une fracture instrumentale, une perforation ou encore bien une butée.

L'essor de la rotation mécanisée ainsi que l'apport du Nickel-Titane ont facilité la réalisation de traitement plus sur et reproductible.

Ces dernières années les industriels proposent de plus en plus des solutions de mise en forme mono-instrumentale afin de réduire les séquences instrumentales et donc de minimiser les risques inhérents aux traitement endodontique (notamment la fracture).

Ces systèmes de lime unique se veulent plus sécurisants, plus efficaces dans la mise en forme canalaire et permettent un gain de temps en comparaison aux systèmes conventionnelles composés d'une séquence de limes.

Dans ce travail nous verrons dans un premier temps les concepts et objectifs de la mise en forme canalaire ainsi que la révolution majeure apportée par l'utilisation du Nickel-Titane.

Nous évoquerons ensuite la mono-instrumentation en étudiant ses avantages et inconvénients. Nous listerons quelques-uns de ces systèmes en mettant l'accent sur leur technologie et leur usage pratique.

Nous finirons enfin par un focus sur le XP-endo Shaper développé par la société Suisse FKG.

Nous mettrons l'accent sur toutes les innovations qu'il apporte, sa philosophie de mise en forme anatomique ainsi que ses avantages et limites dans des cas concrets.

1 : Généralités

1.1 Objectifs du traitement endodontique

Les objectifs généraux du traitement endodontique sont la prévention, le diagnostic et le traitement des maladies de la pulpe et de ses manifestations péri-radicales.

1.1.1 Biologiques

Les objectifs biologiques sont eux toujours basés sur les objectifs décrits par Schilder en 1974¹ :

- Suppression du tissu organique pulpaire ainsi que des irritants
- Désinfection du réseau canalaire

1.1.2 Objectifs mécaniques de la mise en forme canalaire

La réalisation de ces objectifs biologiques essentiels passent par :

- Le respect du trajet canalaire initial
- Le maintien de la position du foramen apical ; celui-ci doit être conservé le plus étroit possible
- L'aménagement d'une conicité suffisante permettant une irrigation efficace ainsi qu'une obturation tridimensionnelle étanche du réseau canalaire

Quel que soit le système instrumental utilisé il doit donc permettre d'atteindre ces objectifs.

Cependant de nombreuses études ont montré que moins de 55 % de la surface d'un canal rentre en contact avec les instruments de mise en forme.² Il est donc primordial d'assurer une irrigation suffisante et renouvelée régulièrement jusqu'à la région apicale afin d'éliminer le tissu pulpaire, les débris nécrotiques et la boue dentinaire.

1.2 Concepts de la mise en forme canalaire

1.2.1 Approche standardisée dite « Scandinave »

Cette approche est basée sur les travaux de John Ingle datant de 1961.³

¹ Schilder, « Cleaning and shaping the root canal ».

² Simon, *L'endodontie de A à Z : traitement et retraitement*.

³ Simon, Machtou, et Pertot, *Endodontie*.

Son objectif est d'éliminer une épaisseur importante de dentine dans le dernier tiers apical de la dent et ainsi de créer une boîte apicale cylindrique. Il y est donc conseillé de rester à distance de la zone péri-apicale et de ne jamais l'instrumenter.⁴ Sans instrumentation propre empêchant donc la solution d'irrigation de parvenir à cet endroit ; on comprend que l'extrémité apicale ne peut pas être nettoyée et désinfectée correctement. Selon cette approche la désinfection est donc assurée par la mise en place d'hydroxyde de calcium laissée en place pendant plusieurs semaines.

Elle nécessite l'utilisation successive d'instruments manuels de type broches ou lime de Hedström et de diamètre croissant.

La technique de choix pour l'obturation dans cette approche est la condensation latérale à froid.

En effet les techniques de condensation verticale à chaud sont difficiles à mettre en pratique dû à l'absence de conicité de la préparation.

1.2.2 Approche américaine

Cette approche a été proposée par Schilder dès 1974.

Selon lui la mise en forme idéale doit permettre d'obtenir :

- Conicité continue et régulière sur toute la longueur du canal
- Respect de la trajectoire canalaire originelle
- Mise en forme suffisante permettant une irrigation complète du canal jusqu'à l'extrémité apicale
- Maintien du foramen le plus étroit possible ainsi que dans sa position originelle sans migration ni déchirure (cf. figure 1)

Dans cette approche on considère donc que la constriction apicale est considérée comme la limite apicale de préparation.

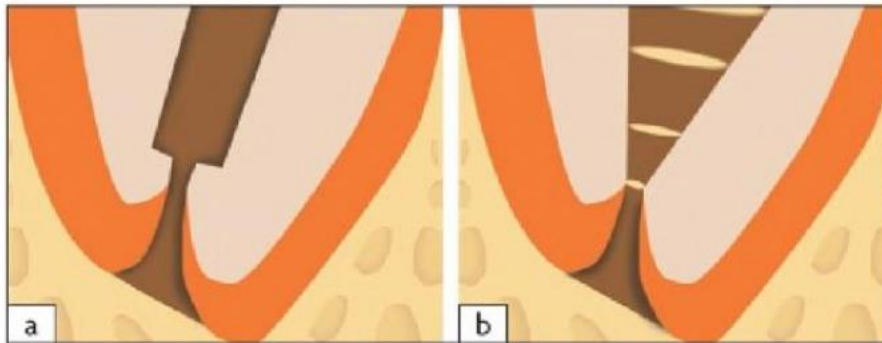
Elle permet par ailleurs, de par l'utilisation de la compaction verticale à chaud, de propulser du matériau d'obturation dans les zones non instrumentées.

Ces 2 techniques s'affrontent depuis de nombreuses années sans qu'on puisse réellement les départager en termes d'efficacité clinique.

⁴ Simon, *L'endodontie de A à Z : traitement et retraitement*.

Néanmoins la totalité des systèmes de mise en forme sur le marché sont fondés sur cette approche américaine.

Figure 1 : La boîte apicale selon (a) l'approche Scandinave (b) l'approche Américaine



Source : Simon, Machtou et Pertot, *Endodontie*, 2012.

2 : La révolution Nickel-Titane

2.1 Historique

Cet alliage à mémoire de forme a été découvert par des chercheurs de la marine Américaine en 1963.⁵ Willam J. Buehler et Frederick E. Wang du Naval Ordnance Laboratory le nommèrent Nitinol pour **Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory**. Il est initialement composé d'un mélange équiatomique de 50 % de Nickel et 50 % de Titane.

Ce n'est qu'en 1970 qu'Andreasen décrit l'utilisation en orthodontie de cet alliage. L'utilisation en endodontie connue son essor grâce aux travaux de H. Walia en 1988 qui mit en place les premières limes endodontiques à partir de fils orthodontiques.

2.2 Propriétés mécaniques

2.2.1 Superélasticité

Cette propriété repose sur l'existence d'une transformation de phase à l'état solide que l'on appelle la transformation martensitique thermoélastique.

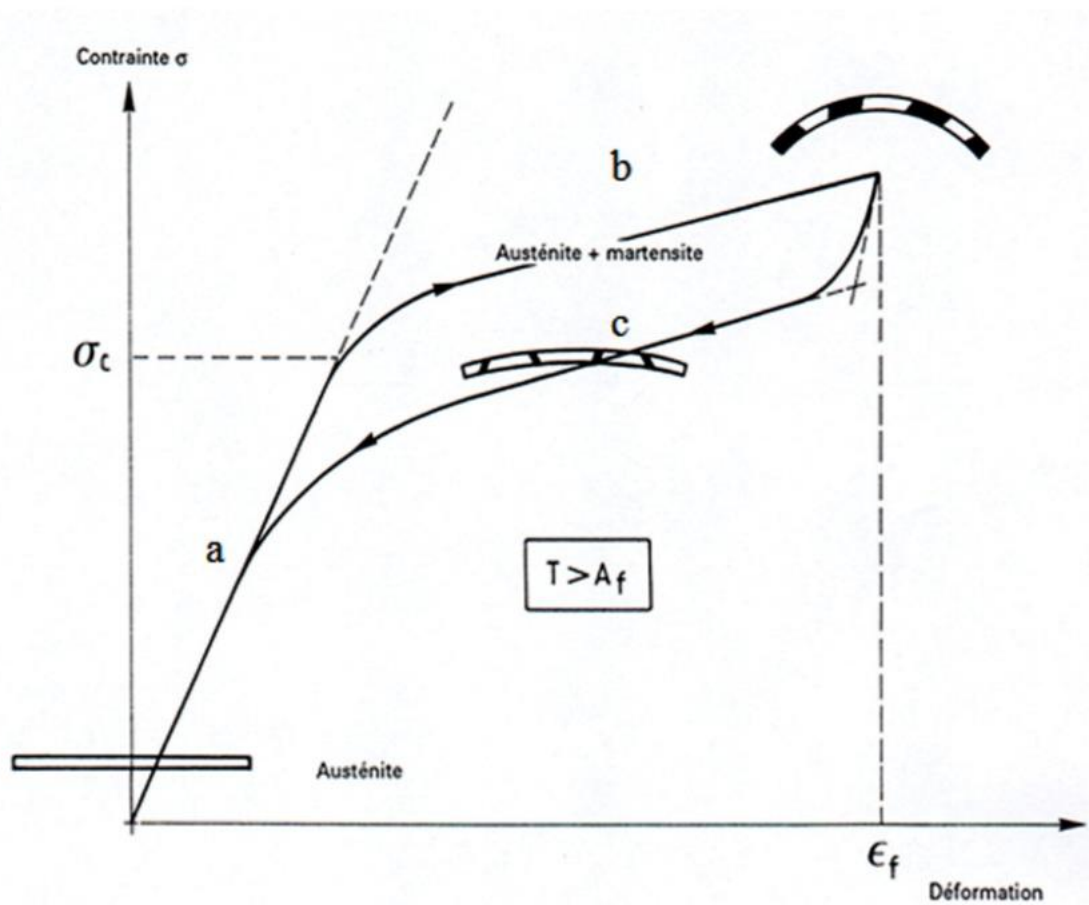
La transformation de l'austénite en martensite est caractérisée par un déplacement des atomes inférieur à la distance intra-atomique. Les atomes migrent vers une nouvelle position par l'intermédiaire du déplacement des atomes voisins.

Lorsque cet alliage subit une certaine quantité de contraintes, il évolue de la phase austénite vers la phase martensite (cf. figure 2). La phase martensitique se caractérise par l'obtention d'un matériaux doux et ductile alors que la phase austénitique se caractérise par un matériau dur et fort.

Lors de la phase martensitique on observe une déformation qui augmente de façon très importante pour une contrainte quasiment semblable. Lorsque cette contrainte se relâche l'alliage retourne à la situation initiale par un chemin différent.

⁵ Jordan et Rocher, « Les alliages Nickel-Titane (NiTi) ».

Figure 2 : Schéma de la transformation thermoélastique des alliages en Ni-Ti



Source : Jordan et Rocher, « Les alliages Nickel-Titane », 2009.

Sur cette figure on voit tout d'abord que la contrainte s'exerce dans le domaine de la déformation élastique de l'austénite (a). La transformation martensitique débute lorsque la contrainte atteint la valeur critique σ_c (b). Dès lors que la contrainte cesse, il y a réversion totale de la martensite vers l'austénite (c). Il y a absence de déformation résiduelle.

En endodontie, les contraintes appliquées à l'instrument lors de la négociation des courbures canalaires peuvent correspondre au plateau de déformation martensitique « b » et induire une déformation super-élastique qui permet de réduire le transport canalaire.⁶

⁶ Jordan et Rocher.

2.2.2 Mémoire de forme

La propriété de mémoire de forme se caractérise par : l'aptitude d'un échantillon ayant subi une déformation importante à l'état martensitique à récupérer sa forme à l'état austénitique par chauffage à une température adaptée.

C'est une propriété peu utilisée en endodontie et a été initié par le système Hyflex CM® (Coltène®). Si l'instrument est déformé après le travail canalaire, le processus de stérilisation lui permettra de retrouver sa forme initiale.

Cette propriété est plutôt exploitée en orthopédie dento-faciale avec notamment les arcs orthodontiques à mémoire de forme en Ni-Ti.

2.2.3 Flexibilité

La flexibilité d'une lime en endodontie est caractérisée par sa capacité à se déformer de façon réversible sous une contrainte. Lorsque la contrainte appliquée devient supérieure à la limite élastique on obtient une déformation plastique irréversible pouvant amener à une fracture instrumentale.

Les limes endodontiques en Nickel-Titane ont une flexibilité 2 à 3 fois supérieures aux limes endodontiques en acier inoxydable.⁷ C'est un avantage certain en endodontie car il diminue le risque de fracture, d'apparition de butée et permet de mieux préserver le trajet canalaire initial.

2.2.4 Efficacité de coupe

L'efficacité de coupe d'un instrument s'exprime par rapport à la quantité de dentine éliminée par unité d'énergie émise.

Elle est fonction notamment du type d'alliage de l'instrument, de sa dimension, de la géométrie de la section et des bords coupants.⁸

Cette efficacité est supérieure à celle des limes traditionnelles en acier inoxydables⁹ et leur utilisation en rotation continue ne fait qu'accentuer ce phénomène.

2.2.5 Résistance

La résistance à la déformation par torsion est deux à quatre fois supérieure aux limes en acier inoxydable.¹⁰

⁷ Walia, Brantley, et Gerstein, « An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files ».

⁸ Taschieri et al., « Avantages et limites des instruments en nickel-titane pour la préparation canalaire endodontique ».

⁹ Kazemi, Stenman, et Spngberg, « Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files ».

¹⁰ Walia, Brantley, et Gerstein, « An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files ».

La résistance à la fracture est étroitement liée au mode d'utilisation de l'instrument. Si la contrainte appliquée est trop importante on atteint la limite de déformation plastique. Un défaut apparaît et se propage, conduisant à une fracture selon un mode ductile.

La rupture en torsion a lieu quand une partie de l'instrument se trouve verrouillée dans le canal alors que le moteur continue sa rotation. La limite élastique du métal est dépassée, une déformation plastique de l'instrument a lieu puis la rupture survient.

L'autre type de fracture est provoquée par le « work-hardening » ; c'est une fracture à la flexion et lors de ce type d'accident l'instrument est en rotation libre dans une courbure. Il se fléchit jusqu'à ce que la fracture se produise au point de flexion maximale.¹¹ Sattapan a montré que 55 % des fractures d'instruments en Ni-Ti étaient dus à une flexion excessive.¹²

En clinique on le plus souvent une combinaison des deux phénomènes.

2.3 Avantages

Notre comparaison se fait principalement en opposition aux limes en acier inoxydables qui étaient couramment utilisées avant l'apparition des instruments en Nickel-Titane.

On peut donc lister comme avantages¹³ :

-La super-élasticité favorisant le respect de l'anatomie canalaire et permettant de maintenir la constriction apicale. Le risque d'erreurs telles que butées, création de faux canal et perforation est réduit

-La conicité augmentée de l'instrument permettant une préparation corono-apicale optimale sur le plan mécanique (évacuation améliorée des débris) et chimique (irrigation facilitée et profonde)

-Diminution des complications per- et post-opératoires en améliorant l'évacuation par voie coronaire tout en diminuant l'extrusion au niveau périapicale

-Préparation plus ergonomique et moins fatigante pour le praticien et le patient. L'apparition de la mono-instrumentation y contribue fortement

-Fiabilité et reproductibilité de la technique. Il est assez aisé même pour un novice d'appréhender cette instrumentation

¹¹ Eble, « Prévenir et traiter la fracture des instruments endodontiques en NiTi (Nickel-Titane) ».

¹² Sattapan et al., « Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use ».

¹³ Arbab-Chirani et al., « Instrumentation canalaire de préparation ».

2.4 Limites

Elles sont relativement peu nombreuses mais nous pouvons tout de même citer :

- Une allergie au nickel peut être une contre-indication même si le temps et la surface de contact sont réduits
- Un accès buccal limité peut empêcher l'emploi de ces instruments mécanisés. Les fabricants essayent de palier à ce phénomène en mettant au point des instruments rotatifs spécifiques (contre-angle et limes). (cf. figure 3)
- La présence de fortes courbures canalaires implique un risque de fractures instrumentales majoré. La lime subit des contraintes importantes en flexion dues à l'anatomie canalaire mais également en torsion dues à l'effet de gaine contre les parois

Figure 3 : (1) Instrument au niveau de la tête d'un contre-angle réducteur conventionnel (2) Instrument et contre-angle InGet



Source : Arbab-Chirani et al., « Instrumentation canalaire de préparation », 2014.

3 : Mise en forme mono-instrumentale

3.1 Avantages de la mono-instrumentation

Le développement par les industriels de systèmes mono-instrumentaux a permis au chirurgien-dentiste d'appréhender avec plus de sérénité la réalisation des traitements endodontiques. L'utilisation d'une séquence d'instruments peut se révéler anxiogène du fait de la peur de fracture instrumentale alors qu'une mono-instrumentation a tendance à rassurer le praticien en minimisant le nombre d'instruments.

Les autres avantages généraux de la mono-instrumentation sont :

- Gain de temps par diminution du temps effectif de mise en forme
- Meilleure gestion des instruments
- Simplification de la séquence

3.2 Inconvénients et limites de la mono-instrumentation

Les inconvénients principaux de ces systèmes sont notamment :

- Sensations de travail différentes nécessitant un temps d'apprentissage et parfois une adaptation de la dynamique instrumentale
- En réciprocité, l'utilisation d'un moteur spécifique pré-calibré aux valeurs angulaires des différents systèmes
- Nécessité parfois d'utiliser plusieurs instruments pour une dent avec des canaux de diamètres très différents
- Coût de revient élevé pour certains de ces systèmes

3.3 Systèmes en rotation continue

3.3.1 One Curve®

La lime One Curve® est un nouvel instrument de mise en forme commercialisé par la société Micro-Mega® depuis 2018. Elle a pour vocation à remplacer la lime One Shape®.

Caractéristiques

C'est une lime à usage unique composé d'un alliage NiTi ayant subi un traitement thermique la rendant plus flexible et plus résistante. Il est nommé C-wire.

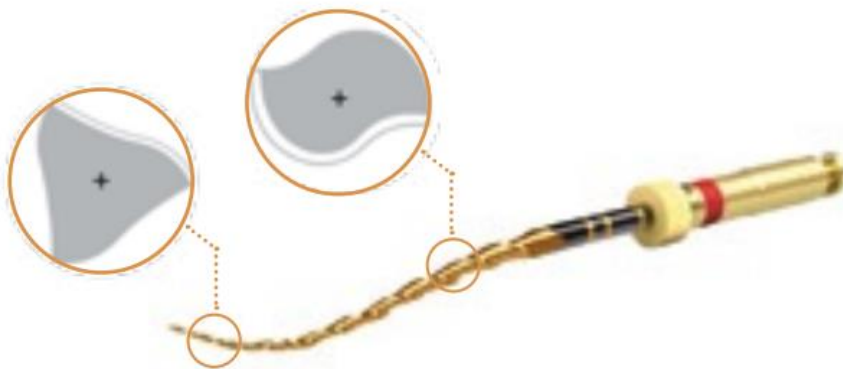
Au repos la lime est en phase martensitique. Elle est ductile et peut être aisément pré-courber avant d'initier la mise en forme.

Elle dispose d'un diamètre apical allant de 25/100 à 45/100, d'une conicité de 4 ou 6 % et d'une portion active de 16 mm.

Sa section est asymétrique et variable de la pointe au mandrin de l'instrument. Elle est en triple hélice sur les 3 mm de la pointe, possède une zone dite de transition sur les 7 mm suivant et se termine enfin avec une section en double S sur les derniers 6 mm coronaires de la partie travaillante. (cf. figure 4)

Couplée au mouvement de rotation continue, la section variable confère une efficacité de coupe ainsi qu'une trajectoire bien centrée.

Figure 4 : Section variable de la lime One Curve®



Source : Micro-mega, Brochure One Curve®, 2018.

Protocole d'utilisation

Cette lime s'utilise en rotation continue, à 300 rpm et avec un torque conseillé par le fabricant de 2.5 N.cm. Il faut au préalable effectuer un évasement coronaire et s'assurer du cathétérisme du canal via le passage d'un instrument de cathétérisme jusqu'à la longueur de travail. La lime est ensuite utilisée en lui appliquant un mouvement de va-et-vient avec une légère poussée apicale et est remontée

régulièrement afin d'être nettoyée avant de négocier à nouveau le canal. L'opération est réitérée jusqu'à parvenir à la longueur de travail préalablement définie au localisateur d'apex.

3.3.2 F6 SkyTaper®

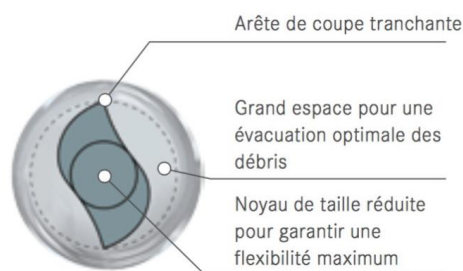
Caractéristiques

Cet instrument a été mis au point et commercialisé par la société Komet® en janvier 2015. Il est composé d'un alliage de NiTi comprenant 55 % de nickel et 45 % de titane. Il est livré en emballage stérile sous blister et est à usage unique. C'est une évolution des limes F360® développées par la même société. La principale différence entre les deux étant leur conicité (4% pour le F360® et 6 % pour le F6 SkyTaper®).

L'alliage est en phase austénitique à température ambiante ; la lime est donc difficilement pré-courbable. Elle possède cependant des propriétés superélastiques lui offrant une flexibilité importante lors de l'application de contrainte.

Ces limes ont un diamètre apical qui varie de de 20/100 à 40/100, une conicité constante de 6 % et 3 longueurs de travail en 21, 25 et 31 mm. Cet instrument possède une coupe transversale des lames en forme de double « S » pour une meilleure efficacité de mise en forme. (cf. figure 5)

Figure 5 : Section transversale du F6 SkyTaper®



Section transversale de la lime

Source : Komet®, Brochure F6 SkyTaper®, 2018.

Protocole d'utilisation

Ces limes sont utilisées en rotation continue à 300 rpm avec un torque de 2,2 N.cm pour les instruments en 20/100 et 30/100. En 35/100 et 40/100 le torque est augmenté à 2,8 N.cm. D'après les recommandations du fabricant, le choix de la lime F6 SkyTaper® approprié dépend de la taille de la lime (manuelle ou mécanisée) préalablement utilisée. La règle est de sauter une taille de lime ISO. Elle est ensuite utilisée en lui appliquant un mouvement de va-et-vient avec une légère poussée apicale et est remontée régulièrement afin d'être nettoyée avant de négocier à nouveau le canal. L'opération est répétée jusqu'à parvenir à la longueur de travail préalablement définie au localisateur d'apex.

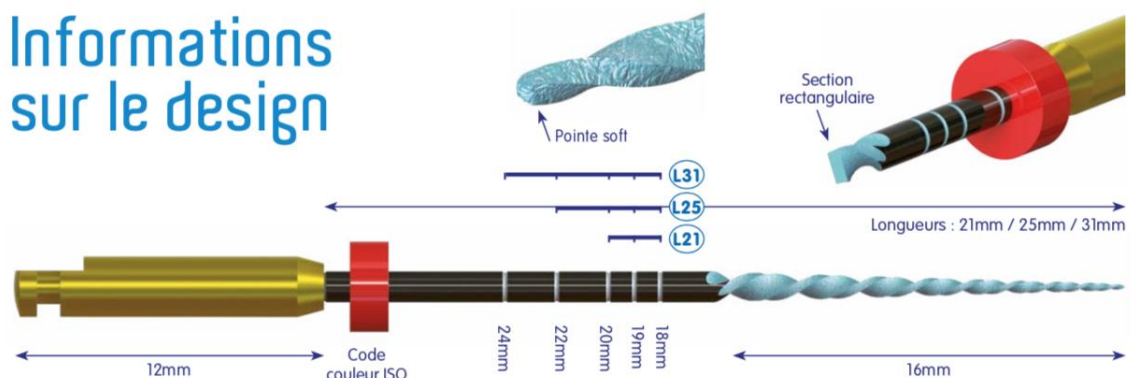
3.3.3 Neoniti A1®

Caractéristiques

L'instrument Neoniti A1® est développé par la société française Neolix®. Elle a mis au point un procédé d'usinage par électroérosion consistant à utiliser des décharges électriques pour donner la forme voulue à du fil de Nickel-Titanium. Concrètement il y a une production d'étincelles d'énergie de fréquences élevées entre la lime et une électrode. Cela conduit à faire fondre et évaporer localement la matière et il en résulte un produit ayant la géométrie désirée, selon les mouvements respectifs appliqués à l'électrode et à la lime.

Ce procédé confèrerait à la lime une grande flexibilité, avec une surface abrasive et des arrêtes durcies. Cette lime possède en outre une section rectangulaire non homothétique et une pointe douce. Elle existe en 20/100, 25/100 et 40/100 avec une conicité de 4 % et 6 %. (cf. figure 6)

Figure 6 : Design de la lime Neoniti A1®

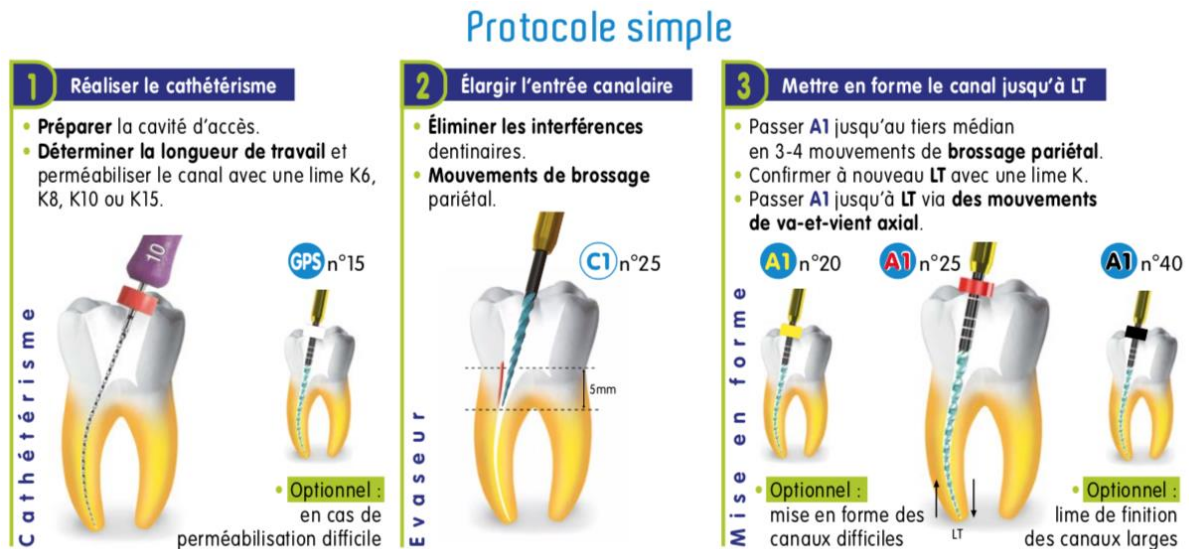


Source : Neolix, Brochure Neoniti A1®, 2018.

Protocole d'utilisation

Ces limes sont utilisés selon la technique du crown-down en rotation continue. Leur vitesse d'utilisation recommandée est entre 300 et 500 rpm et le couple de 1,5 N.cm. La figure 7 décrit parfaitement le protocole d'utilisation.

Figure 7 : Protocole d'utilisation Neoniti A1®



Source : Neolix, Notice d'utilisation Neoniti A1®, 2018.

3.4. Systèmes en réciprocité

3.4.1 Reciproc®

Caractéristiques

C'est un instrument unique de mise en forme canalaire fabriqué en Ni-Ti M-Wire. Cet alliage de par un traitement thermique spécifique possède une plus grande résistance à la fatigue cyclique.

Il présente un pas à gauche, c'est-à-dire une hélice inversée par rapport aux instruments traditionnels.

La section de l'instrument est asymétrique et présente 2 arrêtes coupantes. La pointe est non active.

Le Reciproc® présente une conicité variable inversée. La conicité maximale est située sur les trois derniers millimètres de l'instrument et diminue coronairement.

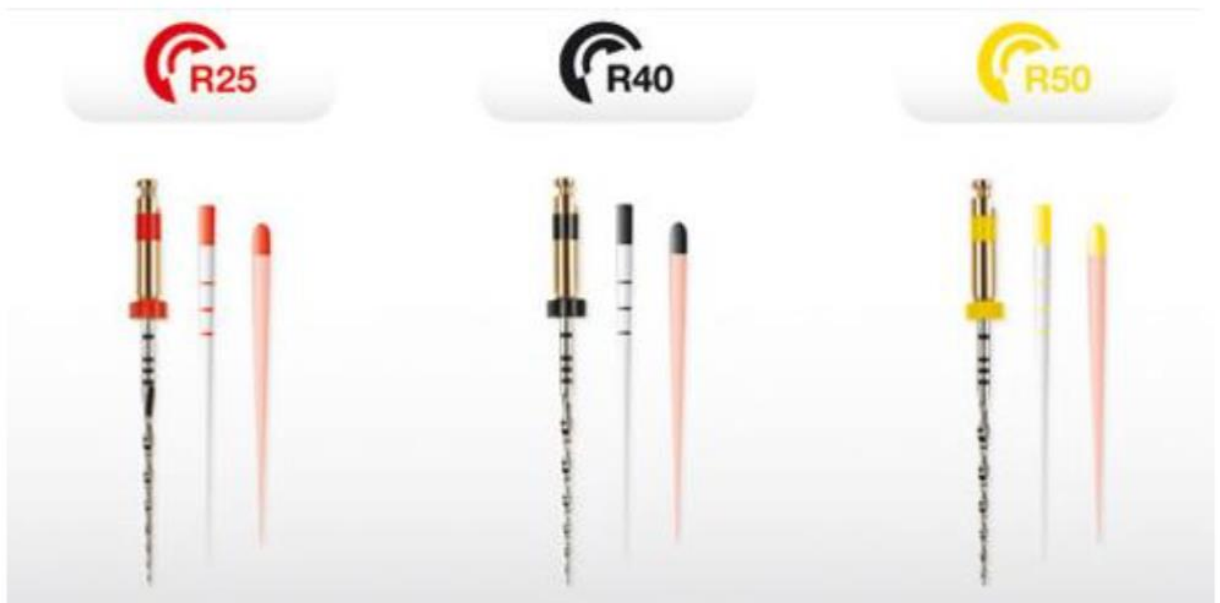
Il existe sous 3 références (cf. figure 8) :

-R25 : diamètre de pointe 25/100 et conicité de 8 % sur les 3 derniers mm

-R40 : diamètre de pointe 40/100 et conicité de 6 % sur les 3 derniers mm

-R50 : diamètre de pointe 50/100 et conicité de 5 % sur les 3 derniers mm

Figure 8 : Limes Reciproc® R25, R40 et R50 avec les pointes de papiers et de gutta adaptées



Source : Dentsply, Brochure Dentsply®, 2015.

Protocole d'utilisation

Ces limes sont utilisées en réciprocité à une vitesse moyenne de 300 rpm. De manière générale on utilise les R25 pour les canaux fins et étroits et les R40 et R50 pour les canaux plus larges.

On commence par procéder au cathéterisme avec des limes manuelles ou mécanisées de faible diamètre jusqu'à la longueur de travail. Le Reciproc® est alors introduit dans le canal et animé d'un mouvement de picking, en va-et-vient qui le fait progresser en direction apicale. Après trois passages de l'instrument, ou si un blocage apparaît, l'instrument est retiré, nettoyé à l'aide d'une compresse imbibée d'hypochlorite de sodium et le canal est irrigué avec cette même solution. Les limes manuelles sont repassées afin de s'assurer de la perméabilité du canal. Le Reciproc® est alors remis dans le canal, plus apicalement et sans pression jusqu'à atteindre la longueur de travail ; préalablement atteinte et définie avec exactitude par l'intermédiaire de limes manuelles et d'un localisateur d'apex.

3.4.2. WaveOne Gold®

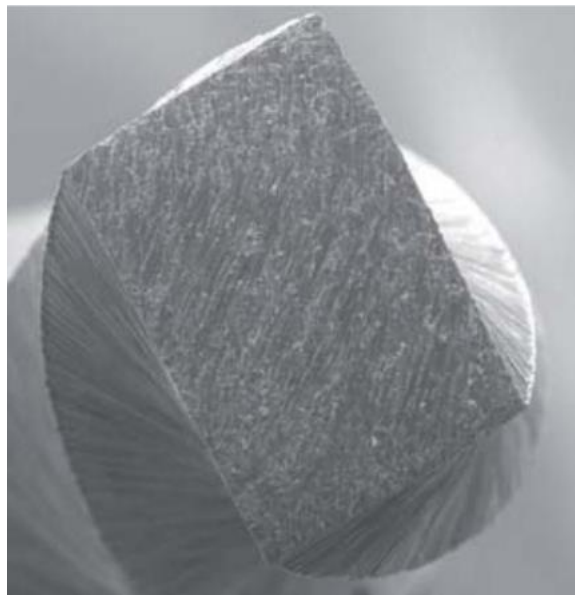
Caractéristiques

C'est un instrument unique de mise en forme canalaire usiné en Ni-Ti Gold. Il s'utilise en mouvement de réciprocité.

Tout comme le Reciproc® il présente un pas à gauche, c'est-à-dire une hélice inversée par rapport aux instruments traditionnels. L'angle et le pas d'hélice sont variables afin d'augmenter la flexibilité et de permettre une meilleure évacuation des débris. Il présente également une conicité variable inversée. La conicité maximale est située sur les trois derniers millimètres de l'instrument et diminue coronairement.

Il a cependant une section différente du Reciproc®. En effet c'est un parallélogramme évolutif tout le long de l'instrument (cf. figure 9). Ce type de section permet un contact alterné des angles coupants de l'instrument avec les parois canales, ce qui réduit le stress sur l'instrument et sur la dentine et qui permet plus d'espace libre pour l'évacuation des débris lors de la coupe.

Figure 9 : Section en forme de parallélogramme du WaveOne Gold®



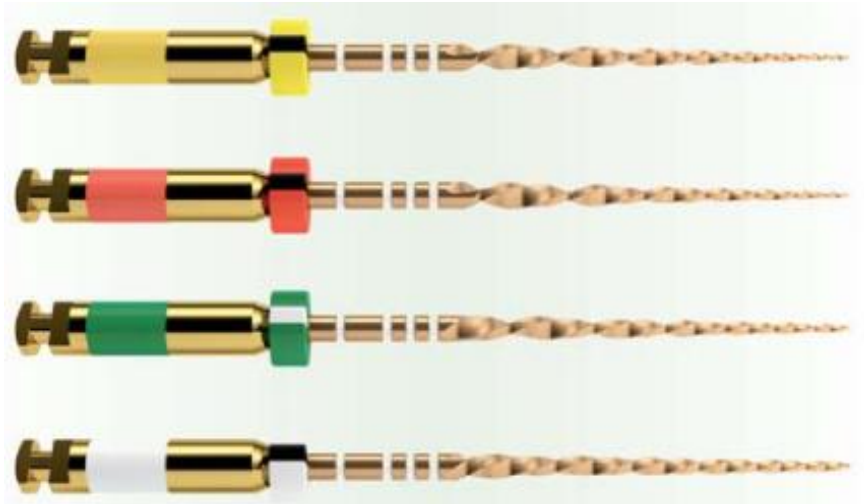
Source : Pertot, « Du WaveOne® au WaveOne Gold® en réciprocité », 2015.

Le WaveOne Gold® présente 4 instruments disponibles en longueur 21mm, 25mm et 31 mm (cf. figure 10) :

- Primary : diamètre de pointe 25/100 et conicité de 7 % sur les 3 derniers mm
- Fin : diamètre de pointe de 20/100 et conicité de 7 % sur les 3 derniers mm

- Moyen : diamètre de pointe de 35/100 et conicité de 6 % sur les 3 derniers mm
- Large : diamètre de pointe de 45/100 et conicité de 5 % sur les 3 derniers mm

Figure 10 : Instruments WaveOne Gold®



Source : Pertot, « Du WaveOne® au WaveOne Gold® en réciprocité », 2015.

Protocole d'utilisation

Ces limes sont utilisées en réciprocité à une vitesse moyenne de 350 rpm. De manière générale on utilise le Primary dans une grande majorité des cas. Les canaux moyens, larges et droits pourront eux être mis en forme avec le WaveOne Gold® Moyen ou Large.

Concernant le protocole opératoire il est en tout point identique à celui du Reciproc® que nous avons développé précédemment.

4 : XP-endo Shaper®

4.1 Description

4.1.1 Propriétés techniques et géométriques

Ce système a été développé par la société Suisse FKG en 2016. Son alliage fait partie de la 4^e génération des NiTi et a subi un traitement thermique nommé MaxWire.¹⁴ Il offre une grande flexibilité et une résistance à la fatigue cyclique importante.

À température ambiante la lime est en phase martensitique et possède une forme particulière. Lorsqu'elle est introduite dans le canal, elle passe en phase austénitique sous l'effet de l'augmentation de la température. Sous cette phase, elle prend une forme pré-définie en serpentín (cf. figure 11).

Figure 11 : Forme de la lime en fonction des différentes phases. Aspect en serpentín de la phase austénitique à droite.



Source : Brochure FKG, 2016.

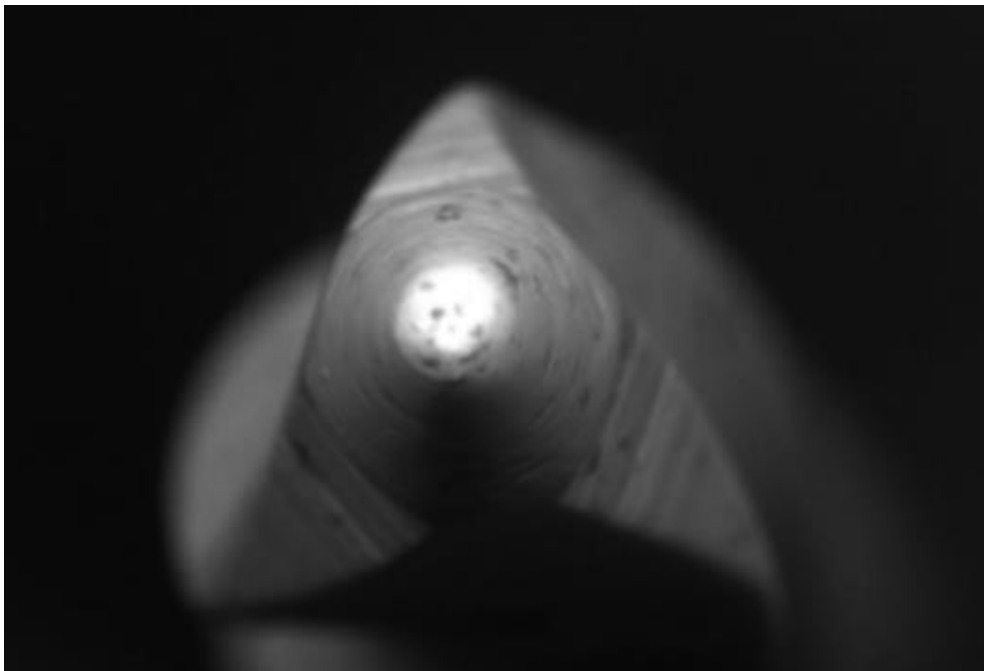
¹⁴ Hemming et Pérez, « Traitement thermique des instruments endodontiques en nickel-titane ».

Cependant il ne faut pas simplement s'arrêter au traitement thermique. Celui-ci va de pair avec la conception de l'instrument :

-Il a la capacité de se mouvoir dans les canaux en se dilatant et en se contractant en fonction de la morphologie canalaire. Il présente au repos une conicité de 1 % et un diamètre de pointe de 15/100 de mm. La mise en rotation de la lime dans le canal a pour conséquence de rigidifier la lime et d'entraîner un mouvement de l'instrument qui va alors s'expandre dans le canal et le préparer avec une conicité de 4 % et un diamètre apical pouvant atteindre 30/100 de mm.¹⁵

-Il possède une pointe Booster Tip (BT), comprenant 6 arrêtes de coupes lui permettant de maintenir l'instrument centré dans le canal et ainsi éviter le transport canalaire. (cf. figure 12)

Figure 12 : Pointe Booster Tip du Xp-endo Shaper®



Source : Brochure FKG, 2016.

4.1.2 Mouvement novateur

Ce n'est plus le dessin de la lime, de conicité faible et de petite taille, qui donne sa forme au canal mais c'est le mouvement qu'elle forme qui impose le design final du canal préparé. Mis en rotation à une vitesse élevée (entre 800 rpm et 1000 rpm), l'instrument va créer un mouvement d'enveloppe qui va progressivement élargir le canal. Ce concept est celui qui a été décrit par Schilder en 1974 : L'évolution




¹⁵ Hemming et Pérez.

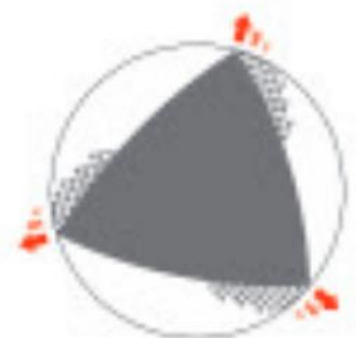
de l'instrumentation a fait qu'au lieu d'utiliser des instruments en acier de plus en plus gros, il est devenu possible d'obtenir un résultat équivalent avec un instrument très fin, souple et qui respecte l'anatomie initiale du canal.¹⁶

De plus grâce à son faible diamètre et son efficacité de coupe, les micro-débris peuvent être évacués plus simplement, réduisant ainsi le risque de compactage des débris dans les canaux latéraux et limitant par la même occasion le risque d'extrusion au-delà de l'apex. (cf. figure 13)




Figure 13 : Comparaison en coupe transversale (à 16 mm de la longueur de travail) d'un instrument de mise en forme conventionnel en haut et du Xp-endo Shaper® en bas

Conventional instrument

-  Compacted debris
-  Stress applied to the canal wall
-  Space available within the canal lumina (46%)



XP-endo Shaper

-  Debris (no compaction)
-  Stress applied to the canal wall
-  Space available within the canal lumina (84%)



Source : Brochure FKG, 2016.

Ce schéma nous montre que le Xp-endo Shaper® occupe effectivement une place beaucoup plus faible dans le canal et ce gain d'espace permettrait de faire remonter une quantité de débris plus importante.¹⁷

¹⁶ Simon, *L'endodontie de A à Z : traitement et retraitement*.

¹⁷ Velozo et Albuquerque, « Microcomputed Tomography Studies of the Effectiveness of XP-endo Shaper in Root Canal Preparation ».

4.1.3 Protocole d'utilisation

-Avant utilisation du XP-endo Shaper® on réalise un cathétérisme au minimum avec une lime K15

-L'instrument est ensuite placé à l'arrêt à l'entrée du canal ; il est ensuite mis en rotation à une vitesse comprise entre 800 et 1000 tour/minute et à un couple de 1 N.cm.

-À l'aide de longs et légers mouvements de va-et-vient, on progresse jusqu'à la longueur de travail. Si elle n'est pas atteinte en 5 mouvements, on arrête, on irrigue, on vérifie la perméabilité et on recommence.

On n'utilise pas de mouvement de picotage et on s'assure de toujours maintenir l'instrument en mouvement et en rotation dans le canal.

-Une fois la LT atteinte, on irrigue et on effectue 15 longs et légers mouvements de va-et-vient supplémentaire. Petit à petit le canal s'élargit, permettant à l'instrument de se déployer et développer le mouvement d'enveloppe.

Avec cette procédure, la section initiale du canal est préservée et le canal est élargi de façon homothétique avec un minimum de 30/100 de diamètre à la partie apicale et une conicité de 4 %.

4.2 Critères étudiés

À la rédaction de cette thèse on remarque que peu d'études (55 articles sur PUBMED au moment de l'écriture) ont finalement été menés en rapport au Xp-endo Shaper®. De plus les études existantes ne sont pas toutes pertinentes du fait d'échantillonnage faible, méthodologie employée et de résultats statistiques non concluants. Nous allons cependant essayer de compiler les résultats nous paraissant les plus intéressants dans notre étude sur ce nouvel instrument.

4.2.1 Efficacité de la mise en forme canalaire

Le but ultime de la mise en forme canalaire est de préparer le canal en vue d'assurer une irrigation optimale et efficace. Dans ce sens elle a également comme fonction de perturber mécaniquement le biofilm bactérien tout en conservant la forme originale du canal.¹⁸

Azim en 2017 a étudié les capacités de mise en forme du XP-endo Shaper® comparativement au Vortex Blue® (Dentsply). Pour cela il s'est servi de vingt incisives centrales mandibulaires ne possédant qu'un seul canal ovalaire ; elles ont été scannées en pré-opératoire et en post-opératoire après

¹⁸ Azim et al., « XP Shaper, A novel adaptive core rotary instrument ».

instrumentation soit avec le Vortex Blue® soit le Xp-endo Shaper®. Le tableau 1 résume les résultats obtenus :

Tableau 1 : Comparaison entre les capacités de mise en forme du XP-endo Shaper® et du Vortex blue®

	Xp-endo Shaper®	Vortex blue®
% augmentation du volume canalaire (mm³)	41.3 ± 24.6	19.6 ± 14.4
% augmentation de la surface canalaire (mm²)	12.7 ± 9.2	8.3 ± 9.2
% surface intacte	38.6 ± 8.1	58.8 ± 8.5
Débris (mm³)	0.10 ± 0.05	0.16 ± 0.07
Dentine retirée (mm²)	1.73 ± 0.92	0.98 ± 0.49

Source : Auteur, d'après Azim et al., « XP Shaper, a novel adaptative core rotary instrument », 2017.

Ces résultats nous montrent que comparativement au Vortex Blue® (système de mise en forme conventionnelle) le XP-endo Shaper® permet une augmentation du volume canalaire, une augmentation de la surface canalaire et de la dentine retirée. Il produit également moins de débris lors de la mise en forme.

De plus le pourcentage de surface intacte est nettement inférieur avec le XP-endo Shaper®. Son expansion lors de sa mise en rotation permet donc d'atteindre une surface plus importante qu'avec le Vortex Blue®.

Par ailleurs toujours selon la même étude le temps de préparation totale (mise en forme + irrigation) est largement inférieure avec le XP-endo Shaper® : 95 secondes versus 161 secondes.

Cette étude a également étudié le respect et la régularité de la conicité le long du canal. Les résultats ont été compilés dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Comparaison des diamètres apicaux et conicités moyennes le long du canal avec le Vortex Blue® et le XP-endo Shaper®

	Vortex Blue®	XP-endo Shaper®
Diamètre apicale à la longueur de travail (ISO)	30 ± 1	31 ± 2
Conicité de la préparation		
Tiers apical	4 % ± 1.1 %	6 % ± 2.4 %
Tiers moyen	4 % ± 0.9 %	6 % ± 2.3 %
Tiers coronaire	4 % ± 1.5 %	5 % ± 2.5 %

Source : Auteur, d'après Azim et al., « XP Shaper, a novel adaptative core rotary instrument », 2017.

Ces résultats nous apprennent que le Vortex Blue® permet une préparation constante et fiable aux données annoncées par le fabricant : conicité régulière de 4 % et diamètre apicale de 30/100 de mm.

Le XP-endo Shaper® quant à lui ne permet pas d'obtenir une préparation conique standardisée mais plutôt une conicité inconstante le long du canal.

Certaines études viennent néanmoins nuancer les résultats obtenus par Azim :

-L'étude de Zhao en 2019 a montré un pourcentage de surface canalaire intacte très similaire entre le Xp-endo Shaper® et le Reciproc Blue® (respectivement 30.45 % et 33.04 %).¹⁹

-L'étude de Versiani en 2018 a montré une capacité de mise en forme similaire entre le XP-endo Shaper®, le iRace® et le EdgeFile®. Il n'y a pas de différence significative dans la quantité de surface canalaire intacte après utilisation de ces systèmes.²⁰

¹⁹ Zhao et al., « Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals ».

²⁰ Versiani et al., « Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals ».

4.2.2 Transport canalaire

Le transport canalaire se définit comme la modification de trajectoire initiale du canal suite à la mise en forme.

Dans le but de ne pas compromettre le succès d'un traitement endodontique le canal radiculaire doit être uniformément élargi dans toutes les directions tout en maintenant :

- La forme initiale du canal avec ses courbures notamment
- La position du foramen apical

Cependant ces objectifs ne sont pas toujours simples à atteindre, causant un retrait asymétrique de dentine avec un élargissement conséquent du canal et/ou un transport apical.

Pacheco-Yanes a réalisé une étude en 2019 dont le but est de comparer le transport canalaire provoqué par l'instrumentation avec 3 systèmes : Reciproc®, Reciproc Blue® et le Xp-endo Shaper®.²¹ 60 blocs de résines époxy contenant des canaux artificiels courbés identiques ont été divisés en 3 groupes de 20 et assignés chacun à un des 3 systèmes. Seuls les 8 derniers mm des canaux ont été étudiés. Le niveau 0 correspondant au foramen apical. Les résultats ont été compilés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Moyenne (en mm) à différents niveaux en partant du foramen apical de la capacité de centrage des 3 systèmes étudiés

	Reciproc Blue®	Reciproc®	Xp-endo Shaper®
Niveau	Moyenne (en mm)	Moyenne (en mm)	Moyenne (en mm)
0	0.12 ± 0.05	0.15 ± 0.06	0.04 ± 0.05
1	0.05 ± 0.03	0.05 ± 0.02	0.03 ± 0.02
2	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.04	0.02 ± 0.01
3	0.04 ± 0.03	0.08 ± 0.05	0.03 ± 0.03
4	0.11 ± 0.05	0.17 ± 0.07	0.08 ± 0.04
5	0.21 ± 0.07	0.31 ± 0.06	0.13 ± 0.05
6	0.25 ± 0.06	0.33 ± 0.06	0.14 ± 0.05
7	0.13 ± 0.08	0.18 ± 0.06	0.05 ± 0.04

Source: Auteur, d'après Pacheco-Yanes et al., « Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc blue, and XP-endo Shaper Systems », 2019.

²¹ Pacheco-Yanes et al., « Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems ».

Le XP-endo Shaper® montre significativement moins de transport canalaire qu'avec le Reciproc Blue® à 5 niveaux et qu'avec le Reciproc® à 7 niveaux. Cependant tous les systèmes produisent un transport canalaire comparativement à la forme originale du canal.

Poly en 2019 a comparé le transport canalaire et la capacité de centrage entre le WaveOne Gold® et le Xp-endo Shaper®. Elle a utilisé pour cela 20 racines mésiales de molaires mandibulaires présentant des courbures sévères (entre 25 et 70°). 2 groupes ont été créés arbitrairement et assignés aux 2 systèmes d'études.

Le micro-CT a révélé une meilleure capacité de centrage et moins de transport canalaire avec le XP-endo Shaper®.²² Le tableau 4 résume les résultats obtenus pour le transport canalaire :

Tableau 4 : Résultats obtenus au micro-CT du transport canalaire à 3, 5 et 7 mm de l'apex

	WaveOne Gold®	Xp-endo Shaper®
Niveau	Moyenne ± déviation standard (en mm)	
7 mm	0.19 ± 0.07	0.12 ± 0.06
5 mm	0.17 ± 0.13	0.11 ± 0.08
3 mm	0.11 ± 0.04	0.05 ± 0.02

Source: Auteur, d'après Poly et al., « Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals », 2019.

4.2.3 Charge bactérienne

Alves en 2018 a mené une étude pour comparer la réduction bactérienne intra-canaire après instrumentation avec le XP-endo Shaper® et le Reciproc®.²³

Les résultats obtenus ont été compilés dans le tableau 5 :

²² Poly et al., « Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals ».

²³ Alves et al., « Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and reciproc instruments ».

Tableau 5 : Réduction bactérienne intracanaulaire après mise en forme avec le XP-endo Shaper® et le Reciproc®

	Nombre moyen E. Faecalis avant mise en forme canalaire	Nombre moyen E. Faecalis après mise en forme canalaire
Xp-endo Shaper®	8.90 E + 05	1.51 E + 05
Reciproc®	5.66 E + 05	1.02 E + 05

Source: Auteur, d'après Alves et al., « Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and reciproc instruments », 2018.

L'analyse inter-groupe des échantillons avant et après mise en forme montrent une réduction très efficace du nombre de E. Faecalis avec les 2 instruments. Cependant la réduction est significativement plus importante avec le XP-endo Shaper®.

Pérez en 2020 a également obtenu des résultats relativement en ce sens. Dans son étude il a étudié la capacité de désinfection du Reciproc Blue® ainsi que du XP-endo Shaper® évalué par une approche micro-CT et histologique combinée.²⁴

Avec le Reciproc Blue® :

-37.5 % des canaux sont exempts de bactéries dans l'ensemble des sections

-56 % des canaux sont exempts de bactéries dans la partie apicale des canaux

Avec le XP-endo Shaper® :

-44 % des canaux sont exempts de bactéries dans l'ensemble des sections

-56 % des canaux sont exempts de bactéries dans la partie apicale des canaux

Selon les résultats de Pérez il y a une différence significative entre ces 2 systèmes. Cependant les canaux irréguliers et les zones difficilement atteignables sont tout aussi compliqué à nettoyer et à désinfecter selon cette même étude.

²⁴ Pérez et al., « Cleaning, shaping, and disinfecting abilities of 2 Instrument systems as evaluated by a correlative micro-computed tomographic and histobacteriologic approach ».

4.2.4 Extrusion des débris apicaux

Uslu a étudié en 2018 l'extrusion des débris apicaux lors de la réalisation de traitement endodontique avec le RB®, HyFlex EDM® et le XPS®.²⁵

60 prémolaires mandibulaires extraites ont été arbitrairement réparties en 3 groupes de 20. Après instrumentation le poids des débris apicaux générés a été quantifié.

Les résultats obtenus sont compilés dans le tableau 6 :

Tableau 6 : Poids (en grammes) des débris apicaux générés par le RB, HEDM, XPS

Groupe	Quantité médiane (en grammes)	Quantité minimale (en grammes)	Quantité maximale (en grammes)
Reciproc Blue	0.01115	0.0020	0.0308
HyFlex EDM	0.0091	0.0036	0.0277
XP-endo Shaper	0.0060	0.0004	0.0162

Source: Auteur, d'après Uslu et al., « Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue®, HyFlex EDM® and XP-endo Shaper® nickel-titanium files », 2018

Tous les instruments causent l'extrusion de débris apicaux. Selon les données le XPS® produit significativement moins de débris que le RB®. La comparaison avec le HEDM® n'est malheureusement pas significative même si elles semblent suivre la même tendance : le XPS® paraissant être le système générant le moins de débris apicaux.

4.2.5 Douleurs post-opératoires

La douleur post-opératoire est une des complications les plus observées après un traitement endodontique. Sa prévalence varie selon les études entre 3 % et 58 %.²⁶

Elle peut être liée à une préparation canalaire incomplète, une irrigation insuffisante et la présence de pathologies péri-apicales pré-existantes.

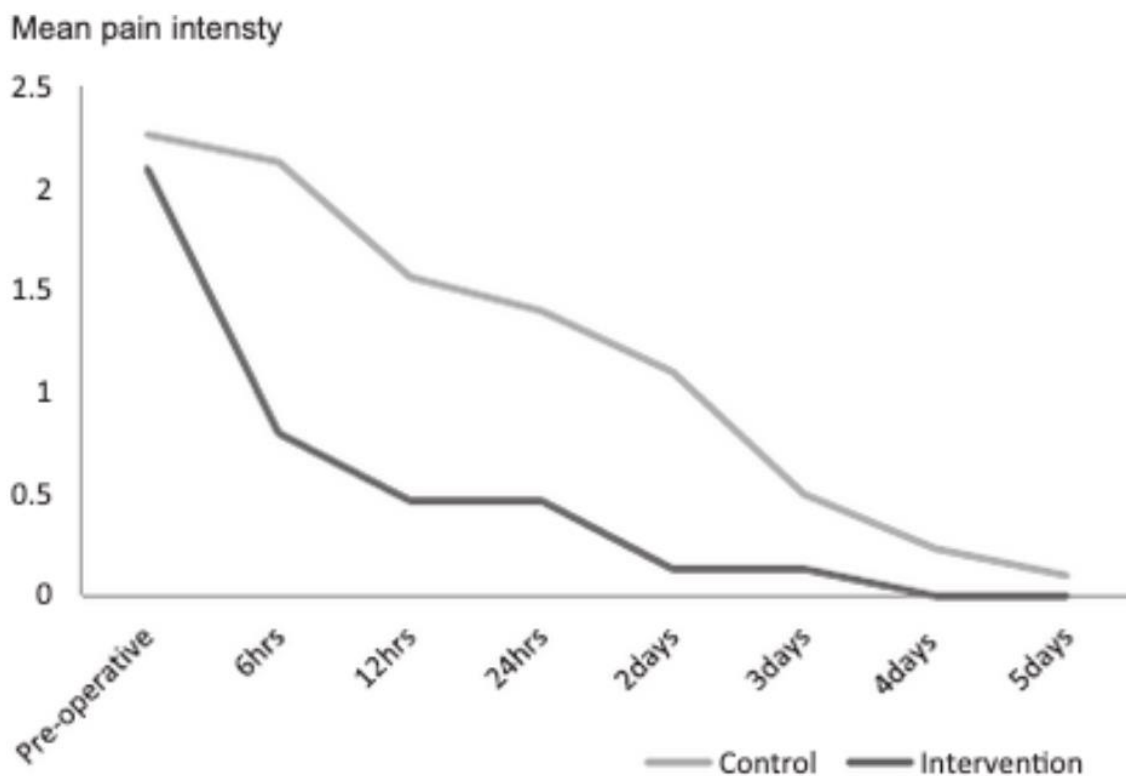
²⁵ Uslu et al., « Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper nickel-titanium files ».

²⁶ Adiguzel, Tufenkci, et Pamukcu, « Comparison of postoperative pain intensity following the use of three different instrumentation techniques ».

Emara a mené une étude clinique randomisée évaluant la survenue de douleurs post-opératoires dans le traitement radiculaire de prémolaires mandibulaires nécrosées ; soit par l'intermédiaire du XPS® soit du iRaCe®.

L'incidence et la sévérité des ces douleurs ont été évalué en utilisant une échelle visuelle analogique après 6, 12, 24 heures post-opératoire et quotidiennement pendant 5 jours. (cf. figure 14)

Figure 14 : Douleurs post-opératoires moyennes au fil des jours entre le groupe « Control » traité par le iRaCe® et le groupe « Intervention » traité par le XPS®



Source: Emara, Gawdat et El-Far, « Effect of XP-endo Shaper versus conventional rotary files on postoperative pain and bacterial reduction in oval canals with necrotic pulps: a randomized clinical study », 2021.

La douleur post-opératoire moyenne était significativement plus faible dans le groupe instrumenté par le XPS à 6h, 12h, 24h et 48h.²⁷

Dans le groupe « Intervention » Il y a également une diminution significative de la douleur, en rapport à la douleur pré-opératoire, dès 6h après l'intervention.

Dans le groupe « Control » cette diminution n'apparaît qu'en moyenne 3 jours après le traitement.

²⁷ Emara, Gawdat, et El-Far, « Effect of XP-endo Shaper versus conventional rotary files on postoperative pain and bacterial reduction in oval canals with necrotic pulps ».

Adiguzel en 2019 a également conduit une étude clinique randomisée comparant l'intensité de la douleur post-opératoire après instrumentation avec le XPS®, le RB® et le iRC®.

Ses résultats concluent que le groupe XPS® présente significativement moins de douleurs que le groupe RB® à 24 et 48h post-opératoire.²⁸ Aucune différence statistique n'a été retrouvée entre le groupe iRC® et les 2 autres.

Al-Nahlawi a lui étudié la survenue de douleurs post-opératoire après instrumentation de dents mono-radicalisés nécrosés avec le ProTaper Universal®, le 2Shape®, le XPS® et le RB®. Le groupe XPS® présente la diminution la plus significative des douleurs après 12 heures. Les douleurs ayant complètement disparues après 24h.²⁹

4.2.6 Micro-fêlures dentinaires

Les instruments en Nickel-Titane possèdent de nombreux avantages indéniables dans la mise en forme canalaire ; cependant ces procédures peuvent induire la formation de micro-fêlures dentinaires.

Dans certains cas elles peuvent être la prémisse de fractures radiculaires conduisant à l'avulsion d'une dent.³⁰

Aksoy a publié une étude en 2019 afin d'évaluer par micro-CT la formation de micro-fêlures induites par le XPS®, le RB® et le ProTaper Universal®.

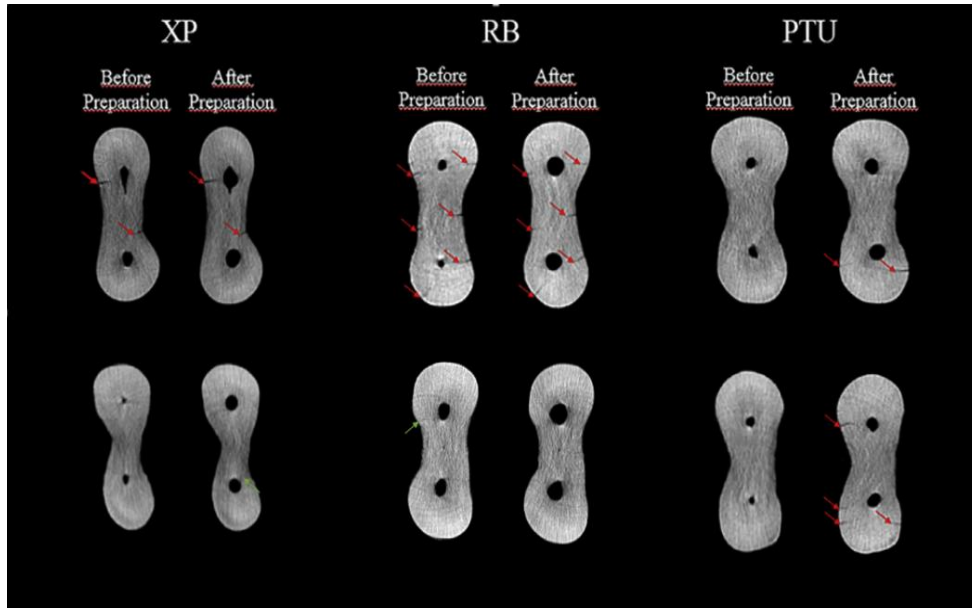
Il a isolé 30 premières et deuxièmes molaires mandibulaires possédant 2 canaux mésiaux distincts et les a assignés arbitrairement à 3 groupes de même taille (n=10) afin d'être mises en forme par nos systèmes d'études. Ces dents ont été scannées en pré-opératoire et en post-opératoire. Les images de coupe transversales ont été superposées afin d'identifier la présence de micro-fêlures dentinaires. (cf. figure 15)

²⁸ Adiguzel, Tufenkci, et Pamukcu, « Comparison of postoperative pain intensity following the use of three different instrumentation techniques ».

²⁹ Al-Nahlawi et al., « Postendodontic pain in asymptomatic necrotic teeth prepared with different rotary instrumentation techniques ».

³⁰ Aksoy et al., « Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography ».

Figure 15 : Images de coupes transversales avant et après mise en forme avec le XP-endo Shaper® (XP), le Reciproc Blue® (RB) et le ProTaper Universal® (PTU). Les micro-fêlures sont indiquées avec les flèches rouges.



Source : Aksoy et al., « Evaluation of Xp-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography », 2019

Les résultats obtenus ont été compilé dans le tableau 7 :

Tableau 7 : Distribution des micro-fêlures dentinaires avant et après mise en forme (en %)

	XP-endo Shaper®	Reciproc Blue®	ProTaper Universal®
Avant mise en forme			
Coronaire	37.25	34.50	33.08
Médian	41.23	42.80	39.43
Apical	21.52	22.70	24.70
Après mise en forme			
Coronaire	37.25	34.50	35.20
Médian	41.23	42.80	42.22
Apical	21.52	22.70	25.37

Source : Auteur, d'après Aksoy et al., « Evaluation of Xp-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography », 2019.

Ces résultats nous apprennent qu'il n'y pas d'apparition de micro-fêlures dentinaires après instrumentation avec le XPS® et le RB® ; au contraire du PTU®.

Par ailleurs l'analyse de ces images de coupe montrent que :

-2.11 % des micro-fêlures dans le groupe XPS® ont évolué en fêlures complètes

-3.69 % des micro-fêlures dans le groupe RB® ont évolué en fêlures complètes

Une différence statistiquement significative a été trouvée entre les groupes XPS® et RB®.

En 2017 Bayram avait déjà observé que le XPS®, le ProTaper Gold® et le Self-Adjusting File® n'induisaient pas la formation de nouvelles micro-fêlures dentinaires lors de la mise en forme de prémolaires mandibulaires.³¹

4.2.7 Résistance à la fracture

Les systèmes mécanisés en NiTi ont apporté de nombreux avantages tels la rapidité de mise en forme, l'efficacité de coupe ainsi qu'une meilleure capacité de centrage canalaire.

Cependant malgré leur nombreux bénéfices le risque de fracture instrumentale est inhérent à leur utilisation. 2 mécanismes ont été identifiés³² :

-Fracture par torsion : survient notamment quand la pointe de l'instrument se coince dans le canal et que le reste de l'instrument continue de tourner

-Fracture par fatigue cyclique : survient lorsque les défauts s'accumulent dans l'alliage suite à des contraintes répétées en traction/compression

Afin de minimiser ce phénomène les industriels ont joué sur l'alliage ainsi que sur la géométrie de ces limes.

Silva en 2018 a comparé la résistance à la fracture du XPS® et du TRUShape®.³³ La résistance à la fatigue cyclique a été testée en mesurant le nombre de cycles et le temps nécessaire avant fracture à

³¹ Bayram et al., « Effect of ProTaper Gold, Self-Adjusting File, and XP-endo Shaper Instruments on Dentinal Microcrack Formation ».

³² Robberecht, « Résistance à la fatigue cyclique des instruments nickel-titane One Curve, 2Shape, ProFile Vortex, Vortex Blue, et Race dans des canaux à simple et double courbure ».

³³ Silva et al., « Cyclic and torsional fatigue resistance of XP-endo Shaper and TRUShape instruments ».

l'intérieur de canaux artificiels possédant un angle de 60 degrés. La fracture par torsion a été évalué par la mesure du torque et de l'angle de rotation lors de la rupture.

Par la suite la surface des instruments fracturés a été examiné par microscopie électronique à balayage.

Les résultats obtenus ont été compilé dans le tableau 8 :

Tableau 8 : Comparaison de la résistance à la fatigue cyclique et de la fracture par torsion entre le XPS® et le TRUShape®

	Nombre de cycles avant fracture	Temps avant fracture (s)	Torque (N.cm)	Angle de rotation
Xp-endo Shaper®	1653 ± 235	124 ± 17	0.84 ± 0.11	776 ± 27
TRUShape®	496 ± 20	99 ± 4	1.68 ± 0.14	400 ± 22

Source : Auteur, d'après Silva et al., « Cyclic and torsional fatigue resistance of XP-endo Shaper and TRUShape instruments », 2018.

Ces résultats nous apprenent que le XPS® possède une plus grande résistance à la fatigue cyclique que le TRUShape®.

Il possède également un angle de rotation plus élevé avant fracture par torsion. Cependant la fracture se produit à un torque inférieur.

Keskin³⁴ et Elnagy³⁵ en 2018 ont eux aussi obtenus des résultats similaires en comparant le XPS® à d'autres systèmes. Leurs donnés ont été compilé dans les tableaux 9 et 10 :

³⁴ Keskin et al., « Cyclic fatigue resistance of XP-Endo Shaper, K3XF, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments ».

³⁵ Elnaghy et Elsaka, « Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments ».

Tableau 9 : Nombre de cycle moyen avant fracture par fatigue cyclique

Instruments	Nombre de cycles avant fracture
XPS	563.75 ± 21.46
HyFlex CM	482.05 ± 27.3
Vortex Blue	464.7 ± 34.14
TRUSHape	250.65 ± 25.51
iRace	145.45 ± 19.57
P value	< 0.001

Source : Auteur, d'après Elnaghy et Elaska, « Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments », 2018.

Tableau 10 : Nombre de cycle moyen avant fracture par fatigue cyclique

Instruments	Nombre de cycles avant fracture
XPS	3194.0 ± 1328.3
ProTaper Gold	885.2 ± 208.6
K3XF	495.8 ± 116.8

Source : Auteur, d'après Keskin et al., « Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper, K3XF, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments », 2018.

L'ensemble de ces résultats montrent une plus grande résistance à la fatigue cyclique du XPS® comparativement à de nombreux autres instruments.

D'autres études doivent être menées pour confirmer cette tendance mais il semblerait que cet avantage soit conféré en partie au traitement de l'alliage MaxWire ainsi qu'à la géométrie du XPS®.³⁶

Concernant la fracture par torsion l'étude de Silva semblait supposer que le XPS n'est pas le plus performant sur ce plan. Elnaghy et Elaska ont approfondi cette question en étudiant la résistance à la

³⁶ Keskin et al., « Cyclic fatigue resistance of XP-Endo Shaper, K3XF, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments ».

torsion du XPS® à température ambiante comparativement à d'autres instruments en NiTi. Les résultats obtenus par cette étude in vitro sont résumés dans le tableau 11 :

Tableau 11 : Comparaison du nombre moyen de cycles d'étude avant fracture par torsion

Instruments	Résistance à la torsion
XPS®	490.27 ± 38.44
TRUShape®	524.23 ± 32.14
ProFile Vortex®	723.63 ± 32.89
FlexMaster®	740.97 ± 33.57

Source : Auteur, d'après Elnaghy et Elaska, « Torsional resistance of XP-endo Shaper at body temperature compared with several Nickel-Titanium rotary instruments », 2018.

Ces résultats montrent que le XPS a la plus faible résistance à la torsion comparativement aux autres instruments testés. L'étude laisse supposer que cela s'explique par un petit diamètre de pointe couplée à une faible conicité et à l'alliage qui dans ce cas ne serait pas le plus efficace pour ce paramètre d'étude.³⁷

4.3 Anatomie canalaire particulière

4.3.1 Canaux avec courbures sévères

Une courbure canalaire peut représenter une difficulté importante lors du traitement endodontique. Il existe un risque de fausse route, butée, transport canalaire ainsi que de fracture instrumentale si toutes les précautions ne sont pas prises en pré et per-opératoire.³⁸

Les industriels ont innové en améliorant la flexibilité et la résistance à la fatigue cyclique des limes afin d'éviter ce type d'erreurs.

Alfadley a étudié la capacité de mise en forme du XPS® dans des canaux avec de fortes courbures (60 degrés). 96 canaux en résines possédant une conicité de 2 % ont été divisés en 2 groupes instrumentés soit par le XPS® soit par le WOG®.

³⁷ Elnaghy et Elaska, « Torsional resistance of XP-endo Shaper at body temperature compared with several nickel-titanium rotary instruments ».

³⁸ Poly et al., « Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals ».

Les 2 systèmes ont été capables de mettre en forme le canal jusqu'à la longueur de travail. Il n'existe pas de différence significative en termes de transport canalaire et de maintien de la forme originale du canal. Le XPS® s'est révélé plus rapide que le WOG® (37.0 secondes contre 62.6 secondes en moyenne).

Cependant dans le groupe XPS® 4 limes ont montré des signes de déformation et 1 s'est fracturée ; tandis que seul 2 limes du groupe WOG ont présenté une déformation notable.³⁹

Poly en 2019 a comparé le transport canalaire et la capacité de centrage entre le WOG® et le XPS®. Elle a utilisé pour cela 20 racines mésiales de molaires mandibulaires présentant des courbures sévères (entre 25 et 70°). 2 groupes ont été créés arbitrairement et assignés aux 2 systèmes d'études.

Le micro-CT a révélé une meilleure capacité de centrage et moins de transport canalaire avec le XPS®.⁴⁰

Cardoso a lui montré une plus grande résistance à la fatigue cyclique du XPS® comparativement au ProDesign Logic® et à l'iRace® sur des canaux artificiels présentant un angle de courbure de 90 degrés.⁴¹

4.3.2 Canaux ovalaires

Lacerda a étudié par micro-CT la mise en forme de canaux ovalaires par 3 systèmes : Le Self-Adjusting File®, le TRUShape® ainsi que le XPS®.⁴²

33 molaires mandibulaires vitales fraîchement extraites ont été réparties dans 3 groupes et instrumentalisées avec nos systèmes d'études. Pour être considéré comme ovalaire un canal devait présenter une distance vestibulo-lingual au moins 2 fois supérieure à la distance mésio-distale.

Ces dents ont été scannées par micro-CT avant et après mise en forme (cf. figure 16).

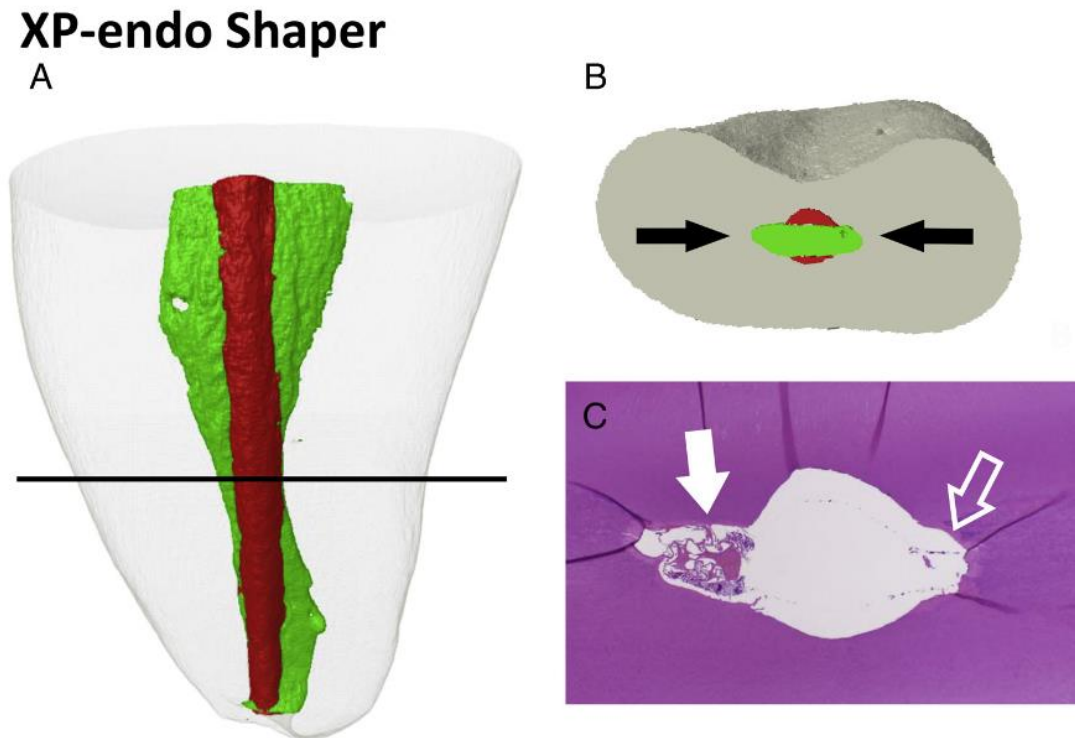
³⁹ Alfadley et al., « Shaping ability of XP Endo Shaper file in curved root canal models ».

⁴⁰ Poly et al., « Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals ».

⁴¹ Cardoso et al., « Influence of temperature on the cyclic fatigue of Nickel-Titanium instruments with different heat treatments on severely curved canals ».

⁴² Lacerda et al., « Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems ».

Figure 16 : Différentes vues après mise en forme et nettoyage des canaux ovalaires avec le XP-endo Shaper®



Source: D'après Lacerda et al., « Cleaning and shaping oval canals with 3 instruments systems », 2017.

Légende:

(A) Représentation en 3D des scans micro-CT, pris avant (en vert) et après (en rouge) mise en forme avec le XPS® matérialisant les surfaces non préparées (en vert).

(B) Une coupe transversale de la zone marquée par la ligne horizontale en (A) montrant les niches non préparées.

(C) Une coupe histologique corrélative montrant 1 niche contenant du tissu pulpaire rémanent (flèche blanche) et 1 niche propre (flèche transparente).

Sur les 4 derniers mm apicaux on observe moins de zones non préparées avec la SAF® comparativement au XPS®. Il n'y pas de différence significative observé avec le TRUShape® ni entre les 3 systèmes sur toute la longueur du canal.

Cette étude nous apprend également qu'aucun des systèmes ne permet de préparer 100 % des canaux ovalaires.

4.3.3 Canaux larges

Dans certains cas une dent peut présenter un canal très large : résorption, antécédent de trauma, dent immature, etc. Bien que le traitement puisse sembler intuitivement plus simple ils peuvent représenter un vrai challenge pour le praticien afin d'instrumenter l'intégralité du canal. La persistance de bactéries dans ces zones non mises en forme est généralement responsable d'infection chronique.⁴³

Une seule étude jusqu'à aujourd'hui a étudié la capacité de mise en forme du XPS® dans des canaux larges en le comparant au ProTaper Next®.

72 dents présentant un seul canal ont été divisé en 3 groupes dont les canaux ont été élargi respectivement avec des limes manuelles de 30/100, 35/100 et 40/100.

Chaque groupe a été subdivisé en 2 groupes instrumentés soit par le XPS® soit par le PTN®. Ces canaux ont été scanné par CBCT avant et après mise en forme pour évaluer le transport canalaire mésio-distal, bucco-lingual, la capacité de centrage et le pourcentage d'augmentation de la surface préparée (PA) entre autres.

Les résultats nous apprennent que le XPS® peut retirer de la dentine efficacement tout en respectant l'anatomie canalaire de ces canaux larges. Il provoque moins de transport canalaire et possède une meilleure capacité de centrage que le PTN®.⁴⁴

⁴³ Arıcan Öztürk, Atav Ateş, et Fişekçioğlu, « Cone-Beam computed tomographic analysis of shaping ability of XP-endo shaper and ProTaper Next in large root canals ».

⁴⁴ Arıcan Öztürk, Atav Ateş, et Fişekçioğlu.

Conclusion

Les systèmes mono-instrumentaux ont apporté un essor considérable à la démocratisation de l'endodontie mécanisée auprès de la majorité des praticiens : facilité de mise en œuvre, rapidité des séquences, apprentissage rapide, standardisation des protocoles, etc.

Le XP-endo Shaper® a pour ambition d'apporter encore une évolution en proposant à la lime de s'adapter à la morphologie unique du canal et non l'inverse.

Comme nous avons pu le voir au cours de cette étude ce système possède certains atouts et quelques limites. Dans le tableau suivant nous avons récapitulé les différents critères d'études et répondu par OUI/NON/NEUTRE si le XPS® se révèle plus performant/moins performant/équivalent par rapport aux autres systèmes de comparaisons.

Tableau 12 : Apport du XPS® en regard de certains critères d'études et comparativement à d'autres systèmes

Critères d'intérêt	XP-endo Shaper
Efficacité de la mise en forme canalaire	OUI
Transport canalaire	OUI
Diminution de la charge bactérienne	OUI
Extrusion des débris apicaux	OUI
Douleurs post-opératoires	OUI
Micro-fêlures dentinaires	NEUTRE
Résistance à la fatigue cyclique	OUI
Résistance à la fracture par torsion	NON
Canaux à courbures sévères	OUI
Canaux ovalaires	NON
Canaux larges	OUI

Source : Auteur, 2021.

Ces résultats doivent cependant être nuancer par une quantité d'études assez restreinte, non significative, possédant une méthodologie discutable ou ayant des échantillons faibles.

Il faut également rappeler le coût unitaire de cet instrument aux alentours de 29 euros alors que ses concurrents se situent à 19 euros pour le Reciproc Blue® et 16 euros pour le ProTaperNext®. Ne serait ce que pour des raisons économiques et malgré ses promesses son utilisation n'est pas prête de se généraliser.

Bibliographie

- Adiguzel, M., P. Tufenkci, et I. P. Pamukcu. « Comparison of postoperative pain intensity following the use of three different instrumentation techniques : a randomized clinical trial ». *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects* 13, n° 2 (2019): 133-40. <https://doi.org/10.15171/joddd.2019.021>.
- Aksoy, Ç., E. Y. Keriş, S. D. Yaman, M. Ocak, F. Geneci, et H. H. Çelik. « Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography ». *Journal of endodontics* 45, n° 3 (2019): 338-42. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.12.005>.
- Alfadley, A., A. Alrajhi, H. Alissa, F. Alzeghaibi, L. Hamadah, K. Alfouzan, et A. Jamleh. « Shaping ability of XP Endo Shaper file in curved root canal models ». *International journal of dentistry* 2020 (2020). <https://doi.org/10.1155/2020/4687045>.
- Al-Nahlawi, T., A. Alabdullah, A. Othman, R. Sukkar, et M. Doumani. « Postendodontic pain in asymptomatic necrotic teeth prepared with different rotary instrumentation techniques ». *Journal of family medicine and primary care* 9, n° 7 (2020): 3474-79. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_342_20.
- Alves, F. R. F., P. L. Paiva, M. F. Marceliano-Alves, L. J. Cabreira, K. C. Lima, J. F. Siqueira, I. N. Rôças, et J. C. Provenzano. « Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and reciproc instruments ». *Journal of endodontics* 44, n° 7 (2018): 1173-78. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.007>.
- Arbab-Chirani, R., V. Chevalier, S. Arbab-Chirani, et S. Calloch. « Instrumentation canalaire de préparation », in *E.M.C Médecine buccale*, [28-725-A-10], Elsevier Masson, 2014
- Arıcan Öztürk, B., A. Atav Ateş, et E. Fişekçioğlu. « Cone-Beam computed tomographic analysis of shaping ability of XP-endo shaper and ProTaper Next in large root canals ». *Journal of endodontics* 46, n° 3 (2020): 437-43. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.014>.
- Azim, A. A., L. Piasecki, U. X. Da Silva Neto, A. T. G. Cruz, et K. A. Azim. « XP Shaper, a novel adaptive core rotary instrument: Micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities ». *Journal of endodontics* 43, n° 9 (2017): 1532-38. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.022>.
- Bayram, H. M., E. Bayram, M. Ocak, A. D. Uygun, et H. H. Celik. « Effect of ProTaper Gold, Self-Adjusting File, and XP-endo Shaper instruments on dentinal microcrack formation : a micro-computed tomographic study ». *Journal of endodontics* 43, n° 7 (2017): 1166-69. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.005>.

- Cardoso, R. M., N. C. Carvalho Alves, S. E. A. C. De Menezes, S. M. Batista, T. M. Vieira, G. N. Elgarten Rocha, G. Q. De Melo Monteiro, et D. S. De Albuquerque. « Influence of temperature on the cyclic fatigue of Nickel-Titanium instruments with different heat treatments on severely curved canals ». *The journal of contemporary dental practice* 20, n° 6 (2019): 697-701.
- Eble, A. « Prévenir et traiter la fracture des instruments endodontiques en NiTi (Nickel-Titane) ». *Actualités odonto-stomatologiques*, n° 258 (2012): 151-60.
<https://doi.org/10.1051/aos/2012207>.
- Elnaghy, A., et S. Elsaka. « Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments ». *Clinical oral investigations* 22, n° 3 (2018): 1433-37 .
<https://doi.org/10.1007/s00784-017-2245-5>.
- Elnaghy, A. M., et S. E. Elsaka. « Torsional resistance of XP-endo Shaper at body temperature compared with several nickel-titanium rotary instruments ». *International endodontic journal* 51, n° 5 (2018): 572-76. <https://doi.org/10.1111/iej.12815>.
- Emara, R. S., S. I. Gawdat, et H. M. M. El-Far. « Effect of XP-endo Shaper versus conventional rotary files on postoperative pain and bacterial reduction in oval canals with necrotic pulps : a randomized clinical study ». *International endodontic journal*, 2021.
<https://doi.org/10.1111/iej.13494>.
- Hemming, C., et F. Pérez. « Traitement thermique des instruments endodontiques en nickel-titane : quel apport pour les praticiens ? » *Réalités cliniques* 30, n° 4 (2019): 276-85.
- Jordan, L., et P. Rocher. « Les alliages Nickel-Titane (NiTi) ». Société française de biomatériaux, 2009.
<https://docplayer.fr/12012227-Les-alliages-nickel-titane-niti.html>.
- Kazemi, R. B., E. Stenman, et L. S. W Spngberg. « Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontics* 81, n° 5 (1996): 596-602. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(96\)80055-2](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(96)80055-2).
- Keskin, C., U. Inan, D. H. Guler, et E. Kalyoncuoğlu. « Cyclic fatigue resistance of XP-Endo Shaper, K3XF, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments ». *Journal of endodontics* 44, n° 7 (2018): 1164-67. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.005>.
- Lacerda, M. F. L. S., M. F. Marceliano-Alves, A. R. Pérez, J. C. Provenzano, M. A. S. Neves, F. R. Pires, L. S. Gonçalves, I. N. Rôças, et J. F. Siqueira. « Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems : a correlative micro-computed tomographic and histologic study ». *Journal of endodontics* 43, n° 11 (2017): 1878-84. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.032>.
- Pacheco-Yanes, J., I. Gazzaneo, A. R. Pérez, L. Armada, et M. A. S. Neves. « Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems ». *Journal of investigative and clinical dentistry* 10, n° 3 (2019).
<https://doi.org/10.1111/jicd.12417>.

- Pérez, A. R., D. Ricucci, G. C. S. Vieira, J. C. Provenzano, Flávio R. F. Alves, M. F. Marceliano-Alves, I. N. Rôças, et J. F. Siqueira. « Cleaning, shaping, and disinfecting abilities of 2 Instrument systems as evaluated by a correlative micro-computed tomographic and histobacteriologic approach ». *Journal of endodontics* 46, n° 6 (2020): 846-57. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.017>.
- Poly, A., F. AlMalki, F. Marques, et B. Karabucak. « Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals : analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography ». *Clinical oral investigations* 23, n° 12 (2019): 4255-62. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02870-8>.
- Robberecht, L. « Résistance à la fatigue cyclique des instruments nickel-titane One Curve, 2Shape, ProFile Vortex, Vortex Blue, et Race dans des canaux à simple et double courbure ». SFE endodontie, 2018. <https://sfe-endo.fr/fr/applications-endodontiques-de-limpression-3d-2-2-2-3-2-2/>.
- Sattapan, B., G. J. Nervo, J. E. A. Palamara, et M. Harold H. « Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use ». *Journal of endodontics* 26, n° 3 (2000): 161-65. <https://doi.org/10.1097/00004770-200003000-00008>.
- Schilder, H. « Cleaning and shaping the root canal ». *Dental clinics of North America* 18, n° 2 (1974): 269-96.
- Silva, E. J. N. L., V. T. L. Vieira, F. G. Belladonna, A. S. Zuolo, H. D. S. Antunes, D. M. Cavalcante, C. N. Elias, et G. De-Deus. « Cyclic and torsional fatigue resistance of XP-endo Shaper and TRUShape instruments ». *Journal of endodontics* 44, n° 1 (2018): 168-72. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.033>.
- Simon, S. *L'endodontie de A à Z : traitement et retraitement*. 2e édition. Puteaux : Édition CdP, 2018.
- Simon, S., P. Machtou, et W. Pertot. *Endodontie*. Rueil-Malmaison : Édition CdP, 2012.
- Taschieri, S., G. Rosano, D. F. Massimo, P. Weinstein, P. Machtou, et S. Necchi. « Avantages et limites des instruments en nickel-titane pour la préparation canalair endodontique ». *Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie* 115, n° 11 (2005): 1000-1005.
- Uslu, G., T. Özyürek, K. Yılmaz, M. Gündoğar, et G. Plotino. « Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper nickel-titanium files ». *Journal of endodontics* 44, n° 5 (2018): 856-59. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.01.018>.
- Velozo, C., et D. Albuquerque. « Microcomputed tomography studies of the effectiveness of XP-endo Shaper in root canal preparation : a review of the literature ». *The scientific world journal* 2019 (2019): 5. <https://doi.org/10.1155/2019/3570870>.

- Versiani, M. A., K. K. T. Carvalho, J. F. Mazzi-Chaves, et M. D. Sousa-Neto. « Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals ». *Journal of endodontics* 44, n° 3 (2018): 489-95.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.008>.
- Walia, H., W. A. Brantley, et H. Gerstein. « An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files ». *Journal of endodontics* 14, n° 7 (1988): 346-51.
[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(88\)80196-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(88)80196-1).
- Zhao, Y., W. Fan, T. Xu, F. R. Tay, J. L. Gutmann, et B. Fan. « Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals ». *International endodontic journal* 52, n° 9 (2019): 1354-65.
<https://doi.org/10.1111/iej.13119>.

Table des figures

Figure 1 : La boite apicale selon (a) l'approche Scandinave (b) l'approche Américaine	6
Figure 2 : Schéma de la transformation thermoélastique des alliages en Ni-Ti	8
Figure 3 : (1) Instrument au niveau de la tête d'un contre-angle réducteur conventionnel (2) Instrument et contre-angle InGet	11
Figure 4 : Section variable de la lime One Curve®.....	13
Figure 5 : Section transversale du F6 SkyTaper®.....	14
Figure 6 : Design de la lime Neoniti A1®.....	15
Figure 7 : Protocole d'utilisation Neoniti A1®.....	16
Figure 8 : Limes Reciproc® R25, R40 et R50 avec les pointes de papiers et de gutta adaptées	17
Figure 9 : Section en forme de parallélogramme du WaveOne Gold®.....	18
Figure 10 : Instruments WaveOne Gold®.....	19
Figure 11 : Forme de la lime en fonction des différentes phases. Aspect en serpent de la phase austénitique à droite.....	20
Figure 12 : Pointe Booster Tip du Xp-endo Shaper®.....	21
Figure 13 : Comparaison en coupe transversale (à 16 mm de la longueur de travail) d'un instrument de mise en forme conventionnel en haut et du Xp-endo Shaper® en bas	22
Figure 14 : Douleurs post-opératoires moyennes au fil des jours entre le groupe « Control » traité par le iRaCe® et le groupe « Intervention » traité par le XPS®.....	30
Figure 15 : Images de coupes transversales avant et après mise en forme avec le XP-endo Shaper® (XP), le Reciproc Blue® (RB) et le ProTaper Universal® (PTU). Les micro-fêlures sont indiquées avec les flèches rouges.....	32
Figure 16 : Différentes vues après mise en forme et nettoyage des canaux ovalaires avec le XP-endo Shaper®	38

Table des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre les capacités de mise en forme du XP-endo Shaper® et du Vortex blue®	24
Tableau 2 : Comparaison des diamètres apicaux et conicités moyennes le long du canal avec le Vortex Blue® et le XP-endo Shaper®.....	25
Tableau 3 : Moyenne (en mm) à différents niveaux en partant du foramen apical de la capacité de centrage des 3 systèmes étudiés	26
Tableau 4 : Résultats obtenus au micro-CT du transport canalaire à 3, 5 et 7 mm de l'apex	27
Tableau 5 : Réduction bactérienne intracanaire après mise en forme avec le XP-endo Shaper® et le Reciproc®.....	28
Tableau 6 : Poids (en grammes) des débris apicaux générés par le RB, HEDM, XPS	29
Tableau 7 : Distribution des micro-fêlures dentinaires avant et après mise en forme (en %)	32
Tableau 8 : Comparaison de la résistance à la fatigue cyclique et de la fracture par torsion	34
Tableau 9 : Nombre de cycle moyen avant fracture par fatigue cyclique	35
Tableau 10 : Nombre de cycle moyen avant fracture par fatigue cyclique	35
Tableau 11 : Comparaison du nombre moyen de cycles d'étude avant fracture par torsion	36
Tableau 12 : Apport du XPS® en regard de certains critères d'études et comparativement à d'autres systèmes.....	40

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de l'UFR d'Odontologie

Docteur Paul LACCOURREYE

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président d'Université de Paris

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Les systèmes mono-instrumentaux en endodontie : focus sur le XP-endo Shaper

Hassnen Akbaraly. Les systèmes mono-instrumentaux en endodontie : focus sur le XP-endo Shaper. 2021. 47 p. : ill., tabl. Réf. bibliographiques p. 42-45

Sous la direction de M. le Docteur Paul Laccourreye

Université de Paris
UFR d'Odontologie - Montrouge
1, rue Maurice Arnoux - 92120 Montrouge