



HAL
open science

Influence du protocole d'instrumentation canalaire sur la douleur post-opératoire en endodontie

Guillaume Waringhem

► **To cite this version:**

Guillaume Waringhem. Influence du protocole d'instrumentation canalaire sur la douleur post-opératoire en endodontie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03114023

HAL Id: dumas-03114023

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03114023>

Submitted on 18 Jan 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.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10



UNIVERSITÉ DE PARIS

UFR D'ODONTOLOGIE - MONTROUGE

Année 2020

N° M011

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 5 février 2020

Par

Guillaume WARINGHEM

**Influence du protocole d'instrumentation canalaire sur la douleur
post-opératoire en endodontie**

Dirigée par Mme le Docteur Marion Florimond

JURY

Mme le Professeur Tchilalo Boukpepsi

Président

M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

Assesseur

M. le Docteur Éric Bonte

Assesseur

Mme le Docteur Marion Florimond

Assesseur

Mme le Docteur Lia Yacoub

Invité



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE 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. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT 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 M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW
<i>Mise à jour le 04 novembre 2019</i>			

Remerciements

À Mme le Professeur Tchilalo BoukpeSSI

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 ce jury de thèse d'exercice. Je vous remercie pour vos enseignements, pour vos encouragements et pour la pédagogie que vous m'avez accordés durant mon parcours à Ivry-sur-Seine. Vous avez fait preuve d'humanité et de gentillesse à mon égard. Je vous remercie tout particulièrement de m'avoir fait découvrir le plaisir d'exercer l'endodontie.

À Monsieur le Docteur Jean-Claude Tavernier

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie – Montrouge

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Chevalier de l'ordre national du mérite

Officier de l'ordre des palmes académiques

Qui me fait l'immense honneur de presider ce jury. Je vous suis reconnaissant pour votre confiance et votre bienveillance à mon égard durant ma formation. Je vous remercie pour votre pédagogie, votre gentillesse et votre écoute durant mes études cliniques. Travailler avec vous a été un véritable plaisir. Soyez assuré de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

À Monsieur le Docteur Éric Bonte

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie – Montrouge

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait aujourd'hui l'honneur de siéger dans le jury de ma
soutenance de thèse.

À Mme le Docteur Marion Florimond

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant hospitalo-universitaire, Assistance Publique-hôpitaux de Paris

Qui m'a fait l'honneur de diriger ce travail et de siéger dans ce jury. Je vous suis particulièrement reconnaissant pour la confiance que vous m'avez accordée, pour votre patience durant ma formation clinique et tout au long de la réalisation de ce travail. Travailler avec vous a toujours été un véritable plaisir. Soyez assurée de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

À Mme le Docteur Lia Yacoub

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant hospitalo-universitaire, Assistance Publique-hôpitaux de Paris

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de faire parti du jury. Je vous remercie pour votre implication et vos encouragements.

À Mme le Professeur Tiphaine Davit-Béal

Je vous remercie pour vos précieux conseils, votre pédagogie, votre implication ainsi que la passion avec laquelle vous enseignez votre discipline. Je vous remercie pour votre présence, votre patience, votre bienveillance et votre gentillesse à mon égard durant ma formation. Je vous suis reconnaissant de m'avoir accompagné dans l'apprentissage et le perfectionnement de la pédodontie grâce au partage de vos connaissances et la transmission de votre expérience. Soyez assurée de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

À Mme le Professeur Marjolaine Gosset

Je vous suis reconnaissant pour votre enseignement et votre implication. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

À mon père, à Agnès

Pour votre soutien sans faille tout au long de ces années. Merci d'avoir été là.

À Antoine, Valentine

Pour votre courage. Merci de m'avoir supporté lors de mes humeurs qui ont pu être variables.

À Alexandre

Pour ton soutien, tes encouragements et ta présence à mes côtés.

À Estebane

Pour ta bienveillance et ton amitié inconditionnelle.

À Gaël

Pour ta bonne humeur, tes conseils et ton amitié.

À Charlotte

Qui m'a supporté pendant toutes ces années.

À Léa Bichue

Je t'attends patiemment pour ton déménagement.

À Yoan

Pour ces bons moments.

À Célia

Pour m'avoir accompagné aux rattrapages !

À Clément et Olivier

Pour ces moments de complicité.

À Sophie

Parce que certains événements nous ont marqué, merci d'avoir été là.

À Vianney

Parce qu'on a passé beaucoup de temps ensemble, je te remercie pour le soutien et la motivation que tu as partagé tout au long de ces années. Tu es formidable.

À Jean

Pour ta gentillesse et ton amitié.

À Quentin

Pour ton amitié précieuse.

Table des matières

Introduction	3
1 : La douleur post-opératoire en endodontie	4
1.1 Douleur post-opératoire.....	4
1.1.1. Survenue et durée	4
1.1.2. Conséquences des complications douloureuses.....	5
1.2 Évaluation de la douleur et son impact sur la qualité de vie.....	6
1.2.1 Évaluation de la douleur orale	6
1.2.2 Évaluation de la qualité de vie	8
1.3 Étiopathogénie de la douleur post-opératoire.....	9
1.3.1 Composante inflammatoire	9
1.3.2 Facteur bactérien	9
1.3.3 Facteurs iatrogènes	13
1.3.4 Quantification <i>ex vivo</i> des débris extrudés apicalement	14
2 : L'instrumentation en endodontie	16
2.1. La mise en forme et l'instrumentation	17
2.1.1. Les alliages utilisés.....	17
2.1.2 L'instrumentation : les différentes cinétiques	21
2.2.3 Les différents designs d'instruments.....	25
3 : Protocole opératoire	33
3.1. Paramètres cliniques pré-opératoires	33
3.1.1. Symptomatologie	33
3.1.2. Diagnostic pulpaire et péri-apical.....	33
3.1.3. Anatomie canalaire	34
3.2. Paramètres cliniques per-opératoires	34
3.2.1. Nombre de séances	34
3.2.2. Cathétérisme	35
3.2.3. Longueur de travail et respect du diamètre apical	35
3.2.4. Irrigation canalaire	37
3.2.5. Agitation des solutions d'irrigation	39

3.2.6. Choix de l'instrumentation selon le statut pulpaire.....	42
3.2.7. Impact de la conicité et du diamètre apical	44
3.2.8. Obturation canalaire	44
3.3. Tableau récapitulatif des facteurs orientant le choix de l'instrumentation	45
Conclusion.....	47
Bibliographie	48
Table des figures.....	55
Table des tableaux.....	56

Introduction

La douleur post-opératoire à la suite du traitement endodontique est une complication fréquente. La réduction de son incidence et de son intensité est l'un des défis actuels. Bien que les micro-organismes soient considérés comme la principale cause de cette complication, l'extrusion aux tissus péri-radicaux de solutions, de débris voire de matériaux peut également en être responsable. Dans ces conditions, une réaction inflammatoire aiguë sera déclenchée à la suite de cette extrusion, ce qui conduit à la libération de médiateurs chimiques entraînant un œdème local augmentant la pression tissulaire péri-apicale à l'origine de douleur. Or, les instruments ainsi que les techniques de préparation canalaire ont été considérés comme les principaux facteurs contribuant à l'extrusion de débris. Ces instruments utilisés ont suivi plusieurs changements de paradigme depuis l'utilisation des limes manuelles en acier inoxydable, puis l'apparition de limes en nickel-titane fonctionnant en rotation continue ou à mouvement alternatif et, plus récemment, la commercialisation de limes auto-ajustables. Tandis que le nombre d'instruments proposé ne cesse de croître, certains de leurs paramètres tels que le profil de section, la vitesse, la cinématique ou la séquence pourraient avoir un impact sur la quantité de débris extrudés apicalement et ainsi avoir une incidence sur la douleur post-opératoire.

1 : La douleur post-opératoire en endodontie

1.1 Douleur post-opératoire

La douleur post-opératoire est une complication survenant après la réalisation du traitement endodontique. Son incidence est variable selon les études. En effet, la revue systématique de la littérature de Sathorn et al.¹ publiée en 2008 a mis en évidence que l'incidence de la douleur post-opératoire en endodontie se situe entre trois et cinquante huit pour cent.

1.1.1. Survenue et durée

Les niveaux les plus importants des douleurs ressenties après la réalisation du traitement sont observés entre six et vingt-quatre heures²; puis sont suivis d'une diminution significative par la suite³. La flambée ou « flare-up » est définie comme un événement survenant dans les heures suivant la procédure du traitement du canal radiculaire pendant lesquelles le patient ressent une douleur, un gonflement ou une combinaison de ces deux complications et dont la sévérité est telle qu'elle nécessite une visite pour traiter cette urgence⁴. Les étiologies de la flambée aiguë ne sont pas encore très claires. Certains facteurs pourraient jouer un rôle déterminant dans le développement des flambées, notamment l'âge, le sexe, le type de dent, l'état pulpaire, la présence de douleurs pré-opératoires, d'allergies ou d'une communication bucco-sinusienne.

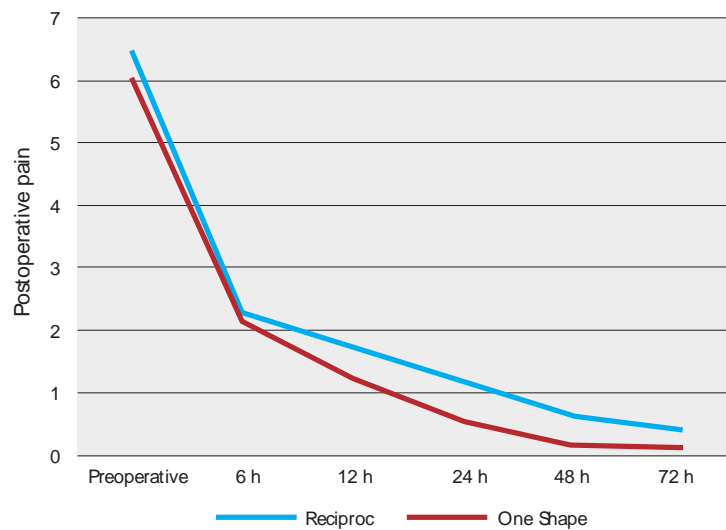
¹ Sathorn, Parashos, et Messer, « The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment ».

² Kherlakian et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ».

³ Nekoofar et al., « Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain : a randomized clinical trial ».

⁴ Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups ».

Figure 1 : Graphique représentant la variation de l'intensité de la douleur avant et après réalisation de traitement endodontique chez des patients atteints de pulpite aiguë irréversible



Source : Elias et al., « Postoperative pain after instrumentation with two nickel-titanium systems based on different kinematics in patients with symptomatic irreversible pulpitis : a randomised clinical trial », 2019.

1.1.2. Conséquences des complications douloureuses

1.1.2.1. Modification de la qualité de vie des patients

Dans la société occidentale, la douleur physique a encore tendance à être prise en compte dans le paradigme de la biomédecine. Cependant, cette perspective se concentre sur l'origine organique de la douleur en la considérant principalement comme un outil de diagnostic potentiel et, par conséquent, sous-estime ses conséquences psychologiques et psychosociales. Cependant, l'évaluation de l'impact des soins sur la qualité de vie suscite un intérêt croissant car cela permet une meilleure compréhension des conséquences des problèmes de santé et de la manière dont les soins peuvent influencer sur la vie des patients. L'importance donnée à l'évaluation des conséquences des pathologies bucco-dentaires sur la vie sociale a mené au développement de nombreux instruments permettant de mesurer l'impact de la santé bucco-dentaire sur la qualité de vie des patients.

1.1.2.2. Altération de la relation praticien/patient

Les patients peuvent considérer les complications post-opératoires comme un moyen permettant de mesurer les compétences du clinicien. Dans ces conditions, la douleur serait une complication qui pourrait refléter la performance du praticien et le succès de la thérapie endodontique. Ainsi, lorsqu'une douleur inattendue est ressentie, la confiance du patient envers le dentiste peut être

dégradée⁵. De plus, l'inquiétude du patient combinée aux effets inflammatoires engendrés par le traitement endodontique diminue le seuil de la douleur⁶. C'est pourquoi il convient de mettre en œuvre une communication efficace pour limiter cette inquiétude et ainsi maintenir la relation de confiance entre le patient et le praticien.

1.2 Évaluation de la douleur et son impact sur la qualité de vie

1.2.1 Évaluation de la douleur orale

1.2.1.1. Échelle visuelle analogique

L'échelle visuelle analogique est utilisée dans les études épidémiologiques et cliniques pour évaluer l'intensité des phénomènes subjectifs tels que la douleur, la fatigue, la souffrance psychique, les démangeaisons ou l'esthétique. L'échelle visuelle analogique est un outil d'évaluation unidimensionnel constituée d'une ligne horizontale ou verticale graduée en millimètres (de zéro à cent millimètres) et par des traits perpendiculaires accompagnés de textes explicatifs. Les patients sont invités à inscrire un trait perpendiculaire à la ligne pour représenter leur perception du sujet étudié. La valeur obtenue constitue une variable quantitative⁷. En endodontie, la douleur mesurée à l'aide de l'échelle visuelle analogique constitue un facteur de risque d'impacter de façon négative la qualité de vie mesurée à l'aide du questionnaire OHIP14⁸.

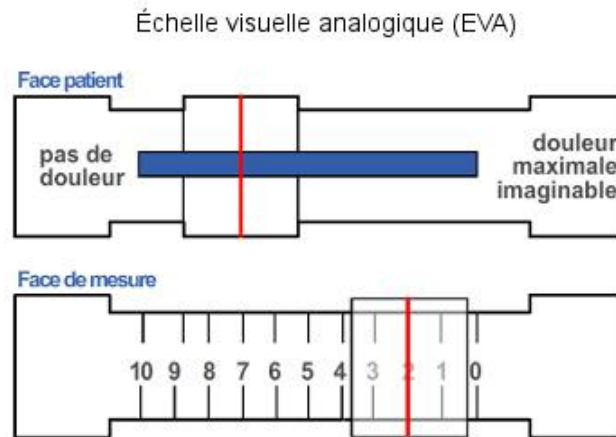
⁵ Jacoub et al., « The influence of two instrumentation techniques with two sealers on post-operative pain after endodontic treatment "randomized clinical trial" ».

⁶ Segura-Egea et al., « Pain associated with root canal treatment ».

⁷ Rosas et al., « Comparison between the visual analog scale and the numerical rating scale in the perception of esthetics and pain ».

⁸ Oliveira et al., « Impact of root canal preparation performed by ProTaper Next or Reciproc on the quality of life of patients ».

Figure 2 : Exemple d'échelle visuelle analogique



Source : Psychomedia, « Échelle visuelle analogique », 2015.

1.2.1.2. Echelle d'évaluation numérique

L'échelle d'évaluation numérique est très couramment utilisée. Elle est généralement graduée de zéro à dix et contient un mode d'emploi à l'intention de l'utilisateur lui permettant de classer sa perception à l'aide de chiffres. L'échelle peut s'étaler de 0 à 5, de 0 à 20 ou de 0 à 100 et être orientée verticalement ou horizontalement. L'avantage de cette méthode par rapport à l'échelle visuelle analogique est la possibilité d'être utilisée verbalement avec des scores simplifiés.

Tableau 1 : Tableau d'un exemple d'évaluation numérique de la douleur

Pain scores	Symptoms
Score 0 - No pain	The patient feels well
Score 1 - Slight pain	If the patient is distracted, he/ she does not feel the pain
Score 2 - Mild pain	The patient feels moderate pain, even while concentrating on some other activity
Score 3 - Severe pain	The patient feels very unwell but nevertheless can continue with ordinary activities of daily life
Score 4 - Very severe pain	The patient is forced to give up ordinary activities of daily life
Score 5 - Extremely severe pain	The patient is no longer able to perform any type of activity and needs to lie down and rest

Source : Subbiya et al., « Effect of three different rotary instrumentation systems on postinstrumentation pain : a randomized clinical trial », 2017.

1.2.2 Évaluation de la qualité de vie

La qualité de vie s'appuie sur une conception multi-dimensionnelle de la santé. Elle s'intéresse au point de vue subjectif de la personne sur sa propre santé mais elle peut également être évaluée grâce à des instruments spécifiques.

1.2.2.1 O.H.I.P.

Le questionnaire O.H.I.P. (Oral Health Impact Profile) a été développé en Australie par Slade et Specer⁹ et sa forme abrégée a été publiée en 1997. Il se présente sous la forme d'un auto-questionnaire et explore sept dimensions différentes : limitation fonctionnelle (trouble de la phonation, sens du goût modifié), douleur physique (douleur orale, difficulté à s'alimenter), inconfort psychologique (être complexé, tendu), incapacité physique (régime insatisfaisant, repas interrompus), incapacité psychologique (difficulté à se détendre, se sentir gêné), handicap social (irritabilité, difficulté à réaliser les activités quotidiennes) et incapacité sociale (vie moins satisfaisante, impossibilité de se déplacer). En ce qui concerne l'endodontie, la réalisation du traitement endodontique semble impacter plus fréquemment les items suivant : « être complexé » (24,2 %), « difficulté à s'alimenter » (24,1 %), « être tendu » (12,1 %) et « régime alimentaire insatisfaisant » (10,4 %). Des corrélations positives ont été mises en évidence entre le niveau de la douleur et le score total au niveau du questionnaire OHIP-14. Ainsi, le traitement endodontique modifie la qualité de vie des patients en entraînant une « douleur physique » et un « inconfort psychologique »¹⁰.

1.2.2.2 P.O.Q.o.L.

L'évaluation de la qualité de vie post-opératoire (POQoL) repose sur la perception subjective de l'impact du traitement sur la qualité de vie sept jours après celui-ci et mesure le retentissement sur les activités quotidiennes comme la possibilité de s'alimenter, de communiquer, de se reposer convenablement et de jouir d'une vie sociale. Cette évaluation prend en compte les composantes suivantes : ouverture buccale, mastication, difficulté à s'alimenter, troubles de la phonation, du sommeil, perturbation de la vie professionnelle ou des activités quotidiennes, apparition d'une tuméfaction ou de nausées.

⁹ Slade, « Derivation and validation of a short-form oral health impact profile ».

¹⁰ Oliveira et al., « Impact of root canal preparation performed by ProTaper Next or Reciproc on the quality of life of patients ».

1.3 Étiopathogénie de la douleur post-opératoire

1.3.1 Composante inflammatoire

L'inflammation du ligament parodontal a une composante neurogène. En effet, les fibres nerveuses contrôlent le tonus vasculaire et la réponse immunitaire par des actions neuropeptidiques telles que la libération de la substance P et du peptide lié au gène de la calcitonine. Ces neuropeptides pourraient être libérés par les fibres nerveuses de type C présentes dans le ligament parodontal lorsqu'elles seraient stimulées par l'extrusion d'irritants à partir du canal radiculaire. Cela entraîne une vasodilatation, une extravasation plasmatique, une activation du système immunitaire, un chimiotactisme et une régulation positive des actions cellulaires des macrophages, des lymphocytes et des mastocytes¹¹.

Bien que certains médiateurs de l'inflammation puissent entraîner la transduction du message douloureux par stimulation directe des nerfs sensoriels, le principal événement responsable de la douleur péri-radriculaire semble être l'augmentation de la perméabilité vasculaire, entraînant une exsudation et la formation d'un œdème¹². Ces phénomènes induisent une augmentation de la pression hydrostatique des tissus avec pour conséquence une compression des terminaisons nerveuses et une stimulation douloureuse, à condition que la pression soit suffisamment élevée pour atteindre le seuil d'excitabilité des nerfs parodontaux.

1.3.2 Facteur bactérien

Lors d'une agression pulpaire, une activation du système de défense de la pulpe est mise en place. Cependant, si aucune thérapeutique n'est entreprise, les bactéries envahissent progressivement le tissu pulpaire et la pulpe infectée se nécrose alors rapidement. L'irritation du ligament parodontal par les micro-organismes ou leurs toxines entraîne une réaction immunitaire générant une réponse inflammatoire appelée cliniquement parodontite apicale symptomatique¹³.

1.3.2.1 Quantité et virulence

Les dommages causés par les micro-organismes et leurs produits qui progressent du système canalaire vers les tissus péri-radiculaires sont vraisemblablement la principale cause et la plus

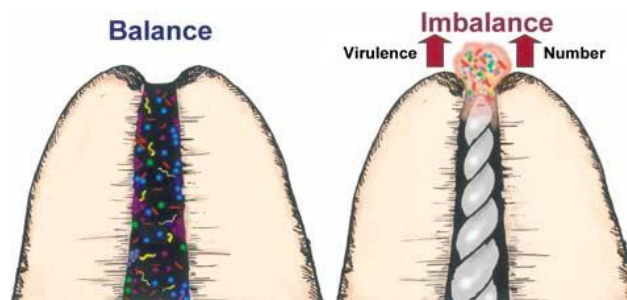
¹¹ Caviedes-Bucheli et al., « The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament ».

¹² Trowbridge et Emling, *Inflammation : a review of the process*.

¹³ Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups ».

courante des agressions péri-radicales¹⁴. En effet, les conditions environnementales présentes dans le système canalaire contenant des tissus nécrotiques pulpaire sont propices à la colonisation de plusieurs espèces bactériennes strictement anaérobies ayant des besoins nutritionnels élevés¹⁵. La délocalisation des micro-organismes et leurs produits dans les tissus péri-radicales peut générer une réponse immunitaire aiguë dont l'intensité dépendra de la quantité et/ou de la virulence des micro-organismes extrudés.

Figure 3 : Schéma mettant en avant une extrusion apicale de micro-organismes et/ou de leurs produits au cours de procédures chimio-mécaniques



Source : Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups », 2003.

Certaines bactéries anaérobies à Gram négatif seraient associées à l'étiologie des lésions symptomatiques péri-radicales, y compris en cas d'abcès apicaux aigus¹⁶. Les espèces les plus répandues étaient les suivantes : *Bacteroides forsythus* (29,6 %), *Porphyromonas gingivalis* (29,6 %), *Streptococcus Constellatus* (25,9 %), *Prevotella intermedia* (22,2 %), *Prevotella nigrescens* (22,2 %), *Fusobacterium periodonticum* (18.5 %), *Fusobacterium nucleatum* (18.5 %), et *Eikenella corrodens* (18.5 %)¹⁷.

¹⁴ Seltzer et Naidorf, « Flare-ups in endodontics : I. Etiological factors ».

¹⁵ Sundqvist, « Ecology of the root canal flora ».

¹⁶ Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups ».

¹⁷ Siqueira et al., « Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization ».

Tableau 2 : Prévalence des espèces bactériennes détectées par hybridation moléculaire dans 27 échantillons d'abcès apicaux d'origine endodontique

Bacterial species	Number of samples	%
<i>Bacteroides forsythus</i>	8	29.6
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	8	29.6
<i>Streptococcus constellatus</i>	7	25.9
<i>Prevotella intermedia</i>	6	22.2
<i>Prevotella nigrescens</i>	6	22.2
<i>Fusobacterium periodonticum</i>	5	18.5
<i>Fusobacterium nucleatum</i> subspecies <i>nucleatum</i>	5	18.5
<i>Eikenella corrodens</i>	5	18.5
<i>Actinomyces gerencseriae</i>	4	14.8
<i>Neisseria mucosa</i>	4	14.8
<i>Porphyromonas endodontalis</i>	4	14.8
<i>Gemella morbillorum</i>	3	11.1
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	11.1
<i>Streptococcus gordonii</i>	3	11.1
<i>Streptococcus intermedius</i>	3	11.1
<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	7.4
<i>Actinomyces israelii</i>	2	7.4
<i>Bifidobacterium dentium</i>	2	7.4
<i>Corynebacterium matruchotii</i>	2	7.4
<i>Campylobacter rectus</i>	2	7.4
<i>Haemophilus aphrophilus</i>	2	7.4
<i>Ralstonia</i> species	2	7.4
<i>Streptococcus anginosus</i>	2	7.4
<i>Streptococcus sanguis</i>	2	7.4
<i>Veillonella parvula</i>	2	7.4
<i>Actinomyces odontolyticus</i>	1	3.7
<i>Actinobacillus actinomycetemcomitans</i>	1	3.7
<i>Capnocytophaga gingivalis</i>	1	3.7
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	3.7
<i>Escherichia coli</i>	1	3.7
<i>Eubacterium nodatum</i>	1	3.7
<i>Fusobacterium nucleatum</i> subspecies <i>polymorphum</i>	1	3.7
<i>Peptostreptococcus micros</i>	1	3.7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	3.7
<i>Selenomonas noxia</i>	1	3.7
<i>Treponema denticola</i>	1	3.7
<i>Treponema socranskii</i>	1	3.7

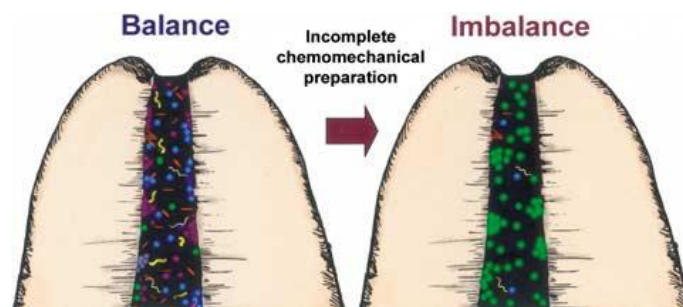
Source : Siqueira et al., « Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridation », 2001.

1.3.2.2 Persistance d'un environnement

Lorsque les micro-organismes ne sont pas totalement éliminés du système canalaire, les modifications de l'environnement risquent d'induire l'activation ou l'inhibition de l'expression de gènes de virulence. Une préparation chimio-mécanique incomplète peut perturber l'équilibre au sein de la communauté microbienne en éliminant certaines espèces inhibitrices et en laissant subsister d'autres espèces pouvant par la suite proliférer. Si les souches majoritaires sont virulentes et/ou

atteignent un nombre suffisant, les dommages aux tissus péri-radicaux peuvent être majorés entraînant l'apparition d'une lésion ou son exacerbation¹⁸. En effet, une modification des conditions environnementales physico-chimiques canales peut engendrer des conséquences différentes et imprévisibles. Par exemple, lorsqu'elles provoquent l'arrêt de l'expression de gènes de virulence, une rémission des symptômes de cas précédemment symptomatiques pourrait en résulter ou même conduire au succès du traitement endodontique, même dans les cas où les micro-organismes ne sont pas complètement éradiqués du canal radicaire. D'autre part, lorsque les modifications de l'environnement induisent l'activation de gènes de virulence, un cas précédemment asymptomatique peut devenir symptomatique.

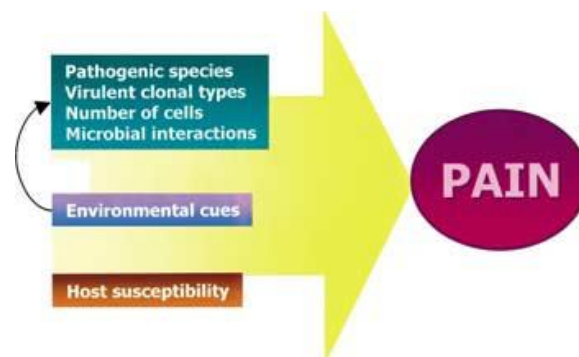
Figure 4 : Schéma d'une préparation chimio-mécanique induisant des modifications dans le système canalaire et favorisant la prolifération de certaines espèces



Source : Siqueira Jr, « Microbial causes of endodontic flare-ups », 2003.

En plus de la présence de certaines espèces potentiellement pathogènes, une multitude d'autres facteurs interviennent dans l'étiologie des infections endodontiques symptomatiques comme les interactions inter-bactériennes, l'environnement et la susceptibilité de l'hôte¹⁹.

Figure 5 : Facteurs mis en évidence dans l'étiologie des infections endodontiques



Source : Siqueira Jr, « Microbial causes of endodontic flare-ups », 2003.

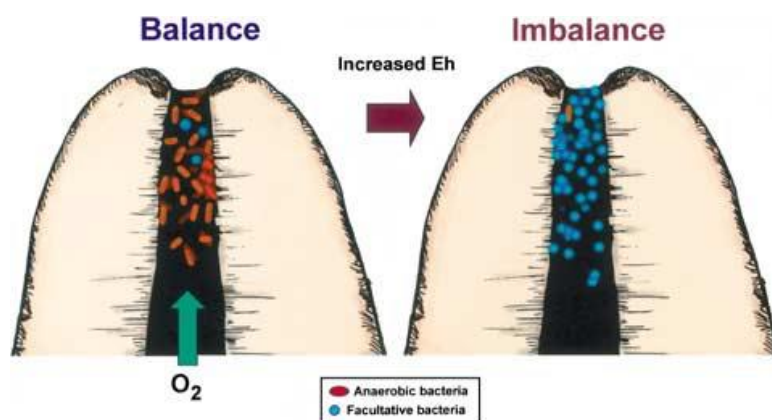
¹⁸ Sundqvist, « Ecology of the root canal flora ».

¹⁹ Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups ».

1.3.2.3 Théorie de l'oxydo-réduction

La modification du potentiel oxydo-réducteur dans l'environnement du canal radiculaire peut engendrer une modification de l'équilibre microbien à la suite des procédures endodontiques. Cette théorie repose sur le fait que, lorsque la dent est ouverte, de l'oxygène pénètre dans le système canalaire et le schéma de croissance microbienne passe de l'anaérobie à l'aérobie. Le rendement énergétique des bactéries anaérobies facultatives, telles que les Streptocoques, est plus marqué en présence d'oxygène que dans des conditions anaérobies.

Figure 6 : Entrée de l'oxygène dans le canal radiculaire et prolifération de bactéries anaérobies facultatives



Source : Siqueira Jr, « Microbial causes of endodontic flare-ups », 2003.

1.3.3 Facteurs iatrogènes

Les blessures mécaniques et chimiques sont souvent associées à des facteurs iatrogènes. En effet, la mise en forme et la désinfection se font à l'aide d'instruments et de solutions d'irrigation. Pendant cette procédure, les fragments de dentine, de résidus pulpaire, les micro-organismes et les irrigants sont destinés à être déplacés par voie coronale, mais ils peuvent être transportés apicalement et extrudés dans les tissus périradiculaires.

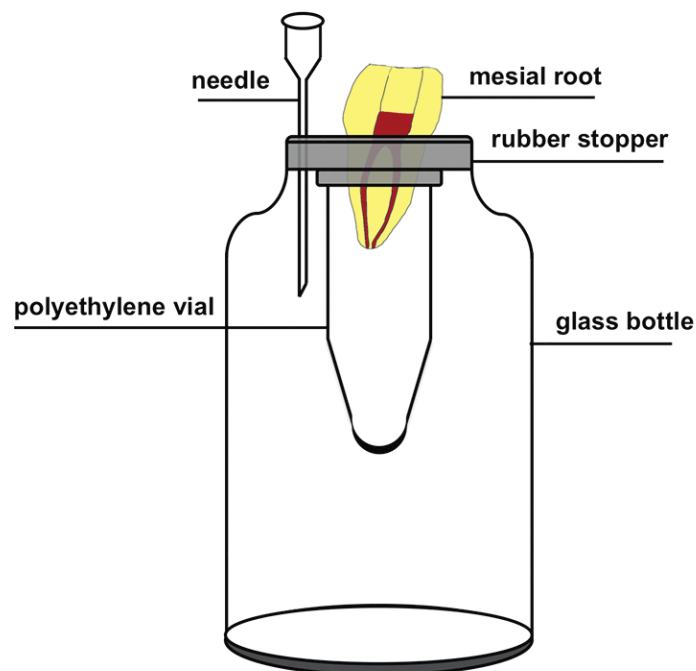
Lors de la préparation mécanique et chimique, une certaine quantité de débris est extrudée au-delà de l'apex. Dans ces conditions, l'hôte sera confronté à une situation dans laquelle un plus grand nombre d'irritants sera présent qu'auparavant. Par conséquent, il y aura une rupture transitoire de l'équilibre entre l'agression et la défense, de sorte que l'hôte mobilisera une force aiguë pour rétablir l'équilibre. Ainsi, l'extrusion de débris, de bactéries et d'irrigants au-delà de l'apex peut avoir des conséquences indésirables, telles que l'inflammation, la douleur post-opératoire et le retard de

cicatrisation périapicale²⁰. Ainsi, la prévention de l'extrusion apicale d'irritants est une préoccupation au cours du traitement du canal radiculaire.

1.3.4 Quantification *ex vivo* des débris extrudés apicalement

Un modèle expérimental a été décrit par Myers, Montgomery et al.²¹ en 1991 dans le but d'évaluer et de quantifier l'extrusion apicale. Pour cela, des flacons en verre avec des bouchons en caoutchouc ont été utilisés. La dent est insérée sous pression dans le capuchon en caoutchouc jusqu'au niveau de la jonction amélo-cémentaire. Un flacon collecteur, placé à l'intérieur du flacon principal entre en contact avec la partie apicale afin de capturer et de retenir l'ensemble des matières extrudées à travers le foramen apical. Les flacons sont ventilés avec une aiguille placée sur le dessus pour égaliser la pression d'air à l'intérieur et à l'extérieur du flacon. Après séchage, les flacons collecteurs sont pesés grâce à une balance électronique.

Figure 7 : Schéma du modèle utilisé par Myers, Montgomery et al. pour quantifier l'extrusion apicale de bactéries, irrigants et/ou débris



Source : Pawar et al., « Effect of glide path preparation on apical extrusion of debris in root canals instrumented with three single-file systems : an *ex vivo* comparative study », 2017.

²⁰ Hülsmann, Rödig, et Nordmeyer, « Complications during root canal irrigation ».

²¹ Myers et Montgomery, « A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques ».

Pour éviter toute fuite accidentelle de la solution d'irrigation pendant l'expérience, l'appareil a été recouvert par une feuille de caoutchouc après la fixation de la racine dans le couvercle du tube avec de la colle cyanoacrylate.

Figure 8 : Modèle modifié de la méthode établie par Myers, Montgomery et al



Source : Nevares, « Apical extrusion of debris produced during continuous rotating and reciprocating motion », 2015.

2 : L'instrumentation en endodontie

Le traitement endodontique consiste à obturer de manière étanche le réseau endodontique après l'avoir instrumenté et désinfecté. Pour réaliser ce traitement, une des étapes que le praticien doit mettre en œuvre est la mise en forme canalaire. Cette étape doit permettre de répondre à plusieurs objectifs. En effet, celle-ci doit permettre l'élimination de la totalité du parenchyme pulpaire, la circulation optimale des différentes solutions ainsi que la réalisation d'une obturation étanche remplissant au maximum l'ensemble du réseau endodontique²². Si les objectifs sont les mêmes depuis des décennies et peuvent paraître simples, les moyens évoluent perpétuellement sans que la technique ne devienne aisée. La mise en forme canalaire a également pour objectif d'éliminer tous les débris tissulaires et microbiens de l'espace canalaire tout en éliminant les couches internes de la dentine radiculaire. En effet, l'un des plus grands défis du traitement canalaire consiste à nettoyer et à modeler le système canalaire en préservant son anatomie, en particulier la forme et la position du foramen apical, en évitant l'extrusion d'irritants du canal radiculaire aux tissus péri-apicaux tels que les débris dentinaires, tissus nécrotiques, les micro-organismes et matériaux d'obturation²³. Si des études comparant la quantité de débris extrudés apicalement sont à ce jour disponibles, leur comparaison est délicate en raison des critères d'inclusion variables (comme le choix des dents étudiées), de protocoles mis en œuvre différents (nombre d'opérateurs, choix de la solution d'irrigation, de la balance analytique, ou encore de la température et du délai pour évaporer la solution cristalline recueillie) ou des instruments utilisés (vitesse, type d'instrument et séquence instrumentale). De même, la comparaison des études s'intéressant à l'intensité des douleurs post-opératoires selon les instruments utilisés est délicate pour des raisons similaires mais également par la complexité qu'engendrent les études *in vivo* portant sur ce sujet : critères d'inclusion différents (présence/absence de douleurs pré-opératoires, diagnostics pulpaire et péri-apical clairement établis), protocoles variables selon les études (choix du nombre de séances, des solutions d'irrigation et de leur activation, de la technique d'obturation, du nombre d'opérateurs) ainsi que le caractère subjectif de la douleur qui engendre une difficulté pour la quantifier et un manque de reproductibilité.

²² Schilder et H, *Cleaning and shaping the root canal*.

²³ Seltzer et Naidorf, « Flare-ups in endodontics : I. Etiological factors ».

2.1 La mise en forme et l'instrumentation

La mise en forme des canaux est permise grâce aux limes en acier inoxydable ou en nickel-titane.

2.1.1 Les alliages utilisés

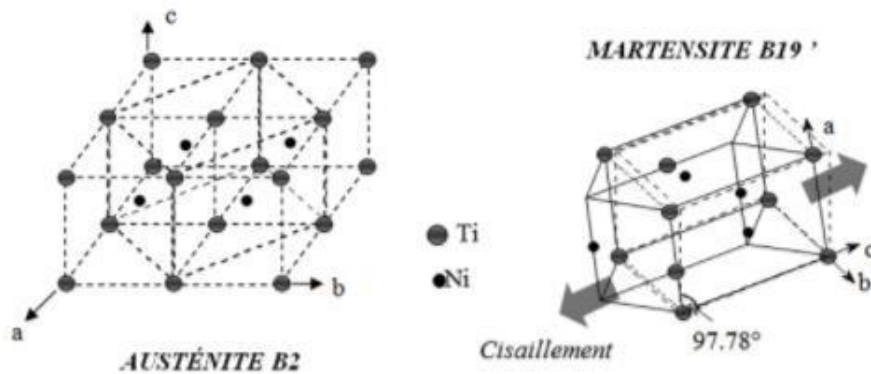
2.1.1.1 Limes en alliages d'acier inoxydable

Un acier inoxydable est, d'après la définition de la norme NF EN 10020, un matériau contenant au minimum 10,5 % de chrome et au maximum 1,2 % de carbone. La présence de chrome comme élément d'addition permet la création d'une barrière invisible d'oxyde de chrome qui protège le fer contre la plupart des corrosions. Les trois instruments de référence de l'instrumentation manuelle sont les limes K, les limes H et les broches qui sont généralement constituées d'acier inoxydable.

2.1.1.2 Limes en alliages en nickel-titane

Comme évoqué précédemment, un des objectifs principaux de la mise en forme canalaire est de respecter le trajet canalaire, les structures apicales et la position du foramen apical. Or, l'instrumentation en acier inoxydable ne pouvait pas être considérée comme satisfaisante pour atteindre systématiquement ces objectifs. En effet, sa faible conicité et sa faible élasticité ne permettaient pas d'instrumenter les canaux de façon optimale. C'est pourquoi les instruments en nickel-titane ont fait leur apparition en endodontie à la fin des années quatre-vingt et se sont démocratisés jusqu'à devenir incontournables pour effectuer le travail de la mise en forme canalaire, notamment en raison de leur flexibilité augmentée. Les alliages en nickel-titane appartiennent à la famille des alliages à mémoire de forme dont les deux grandes caractéristiques sont la super-élasticité et la mémoire de forme. La super-élasticité est définie comme la capacité d'un alliage à subir une déformation réversible sous contrainte. La mémoire de forme quant à elle peut être définie par la capacité d'un alliage à retrouver sa forme initiale après avoir subi une déformation plastique. Ces deux propriétés proches et relativement interdépendantes découlent directement de la structure cristallographique et de l'agencement martensitique ou austénitique des cristaux.

Figure 9 : Structure austénitique et martensitique du nickel-titane



Source : Jordan, « Les alliages Nickel-Titane (NiTi) », 2010.

D'un point de vue cristallographique, l'austénite présente une structure dite cubique à phase centrée alors que la martensite a une structure plus complexe monoclinique. L'application de contrainte favorisera la transformation des cristaux depuis la phase austénitique vers la phase martensitique. Un alliage en nickel-titane est soumis à cette transformation de phase moléculaire lorsqu'il est sollicité lors de l'instrumentation canalaire. Les différentes phases de transformation dépendent de l'alliage et du traitement thermomécanique. La phase martensitique de l'alliage nickel-titane possède en effet une capacité de résistance à la fatigue bien plus importante que la phase austénitique de part une rigidité inférieure, ou module d'élasticité, et une structure cristalline plus favorable à la dissipation des contraintes.

2.1.1.3 Traitements thermiques du NiTi et composition

En endodontie, les instruments sont réalisés à partir du Nitinol-55 (composé à 55 % de sa masse en nickel). Sa forme commerciale purifiée est le nitinol SE508 : c'est l'alliage appelé SE-Wire (SE signifiant Super Elastic). Plusieurs évolutions mécaniques et métallurgiques de cet alliage ont eu lieu. En effet, plusieurs familles ont été identifiées selon la composition et le procédé thermique utilisé pour la fabrication. Chacune des différentes familles a subi une série de traitements thermiques et/ou de surfaces inédits afin de produire un alliage en nickel-titane comportant des plages martensitiques stables ou induites à température corporelle.

Trois familles largement commercialisées et utilisées en clinique seront traitées dans les paragraphes suivants : les familles M-Wire, R-Phase, CM-Wire (Gold-Wire). Les alliages M-Wire et R-Phase respectent la proximité du rapport équilibré en nickel et en titane. La composition des alliages Gold-Wire serait celle d'un alliage riche en nickel qui permet d'obtenir des précipités de Ti_3Ni_4 dans la matrice austénitique. Cet alliage montre une transformation martensitique sous contrainte (et donc

une super-élasticité) qui se produit pour une contrainte inférieure à son homologue SE-Wire à température égale²⁴.

Les familles d'alliage M-Wire, R-Phase et Gold-Wire possèdent des propriétés avantageuses par rapport à la famille SE-Wire. En effet, ces familles ont une résistance en flexion et à la torsion²⁵, une résistance à la fatigue cyclique²⁶ et une dureté augmentée²⁷.

2.1.1.4 Conséquences de la conception de l'alliage sur l'extrusion apicale des débris

Il semblerait que l'utilisation du système instrumental Wave-One® Gold permette de limiter la quantité de débris extrudés apicalement²⁸ comparée au système Wave-One®. Cependant, ces deux systèmes diffèrent certes par un alliage différent, mais également par une conception géométrique différente. En effet, le système Wave-One® possède une section transversale triangulaire croisée convexe tandis que les limes du Wave-One® Gold sont munies d'un profil de section en parallélogramme décentré. De plus, ces instruments diffèrent également par une conicité différente. Ainsi, la plus faible quantité de débris extrudés apicalement par les instruments Wave-One® Gold ne peut pas être uniquement attribuée à l'alliage employé.

Tableau 3 : Comparaison entre Wave-One® et Wave-One® Gold

Système instrumental	Alliage	Conicité	Section transversale
Wave-One®	M-Wire	8 %	Triangulaire
Wave-One® Gold	Gold-Wire	7 %	Parallélogramme

Source : Waringhem, Comparaison de deux systèmes d'instrumentation, 2020.

²⁴ Hou et al., « Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments ».

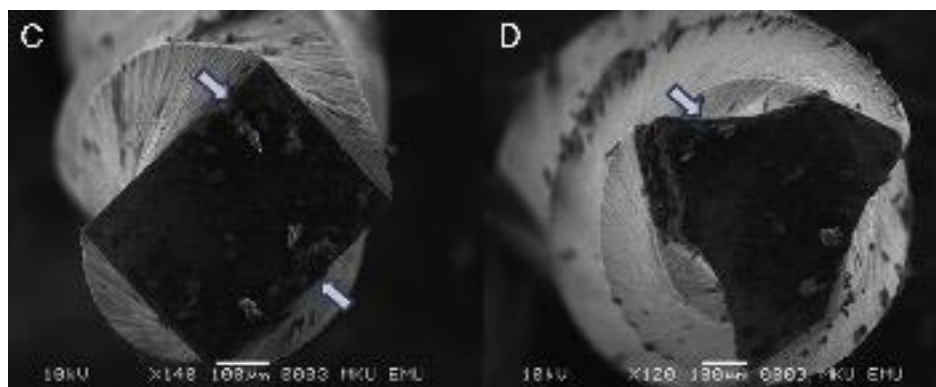
²⁵ Gao et al., « Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile Vortex rotary instruments ».

²⁶ Braga et al., « Impact of heat treatments on the fatigue resistance of different rotary nickel-titanium instruments ».

²⁷ Elnaghy et Elsaka, « Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments ».

²⁸ Karataş et al., « Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris ».

Figure 10 : Images en microscopie électronique à balayage de coupes transversales d'instruments Wave-One® Gold (à gauche) et Wave-One (à droite)



Source : Adigüzel, Capar, « Comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne and WaveOne Gold small, primary and large instruments », 2016.

Les systèmes ProTaper® Universel et ProTaper® Gold partagent le même protocole et la même séquence de mise en forme. La conicité progressive ainsi que la géométrie instrumentale sont identiques. En revanche, les instruments issus de ces systèmes ne partagent pas le même procédé de fabrication. La comparaison de leur utilisation à vitesse identique et dans des conditions similaires, a permis de mettre en évidence que le système « Gold » provoque une quantité d'extrusion apicale moindre de débris comparé au système « Universel »²⁹. La seule différence entre ces deux systèmes est la plus grande flexibilité des instruments constitués d'alliage Gold-Wire qui pourrait alors expliquer l'augmentation des débris extrudés de manière apicale avec un système plus rigide. Ainsi, il semblerait que la famille d'alliage choisie puisse avoir un impact sur l'extrusion apicale des débris.

2.1.1.5. Conséquences de la conception sur la douleur post-opératoire

Les études disponibles ne permettent pas de mettre en évidence de lien entre la famille d'alliage employée et l'incidence ou la sévérité des douleurs post-opératoires car les systèmes diffèrent par leurs propriétés de conception (le profil de section, le diamètre apical, la conicité, l'angle d'hélice, l'angle de coupe et l'angle de pointe) ce qui entraîne un nombre important de biais. Á ce stade, le manque d'étude portant sur des instruments similaires en termes de conception géométrique et de cinétique mais comportant un alliage différent ne permet pas de conclure sur un lien éventuel entre la famille d'alliage utilisée et l'incidence ou la sévérité des douleurs post-opératoires.

²⁹ Karataş et al.

2.1.2 L'instrumentation : les différentes cinétiques

2.1.2.1 La rotation continue

La rotation continue fait appel à l'utilisation d'instruments en nickel-titane de diamètres décroissants à mesure que l'on progresse vers l'apex afin de mettre en forme le canal de manière orthograde et corono-apicale. La conception de ces instruments avec des arrêtes rotatives permet de transporter les débris en direction coronaire. De plus, la mise en place d'une séquence progressive permet également de limiter l'extrusion apicale grâce au changement régulier d'instrument aux sillons non obstrués par les débris. En France, c'est à partir du milieu des années quatre-vingt dix que les premiers instruments munis d'une rotation continue en nickel-titane sont commercialisés. Ces instruments sont basés sur les travaux de Mac Spadden et Ben Johnson selon lesquels les instruments sont munis d'une assistance mécanisée avec une rotation continue à basse vitesse. Cette partie ne se veut pas exhaustive et ne traite pas l'ensemble des systèmes d'instrumentations actuellement disponibles. Les produits ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suisse), RaCe® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suisse), K-3® (Sybron Endo, Orange, CA, Etats-Unis d'Amérique) et M-Two® (VDW, Munich, Allemagne) ont été choisis pour la richesse des études les concernant ainsi que pour leur succès commercial qui a permis une large utilisation.

2.1.2.2 La réciprocité

Après la première introduction de la réciprocité en 1964 avec le système Giromatic (MicroMega), diverses pièces à main à mouvement alternatif ont été fabriquées. Le système Giromatic, Endo-Gripper (Moyco Union Broach, Montgomeryville, PA, Etats-Unis), Intra-Endo 3 LD (KaVo, Biberach, Allemagne) et Dynatrak (Dentsply DeTrey, Constance, Allemagne) fonctionnent à angle égal à 90° avec un mouvement dans le sens horaire et dans le sens trigonométrique. Plus récemment, la réciprocité a retrouvé sa popularité avec l'introduction d'alliages en nickel-titane et de moteurs à contrôle de couple. Sur la base de ces développements, les fabricants ont introduit des systèmes alternatifs à instrument unique, comme les produits WaveOne® (Dentsply Tulsa) et Reciproc® (VDW, Munich, Allemagne). Ces systèmes utilisent une cinématique de 170-50° (350 tours par minutes) et 150-30° (300 tours par minute) réciproquement.

2.1.2.3 Impact de la cinétique sur l'extrusion apicale des débris

L'extrusion apicale des débris semble quantitativement plus réduite après une instrumentation réalisée en rotation continue comparée à une instrumentation manuelle, que la dent soit préparée à

la longueur de travail estimée³⁰ ou à un millimètre en deçà³¹. De plus, l'instrumentation manuelle serait à l'origine d'une extrusion apicale plus conséquente d'irrigant et de bactéries³². La rotation continue semble ainsi apporter un réel intérêt dans la prévention de l'extrusion de débris, d'irrigant et de bactéries en direction apicale comparée à une instrumentation manuelle.

À ce jour, les résultats comparant la quantité de débris extrudés apicalement sont hétérogènes entre les systèmes utilisant la rotation continue et ceux utilisant la réciprocité. Certains auteurs ne parviennent pas à mettre en évidence de différence significative quant à la quantité de débris extrudés entre ces deux cinétiques ; après une préparation canalaire *ex vivo* sur des incisives³³, des prémolaires³⁴ ou des molaires³⁵ mandibulaires. Cependant, certains auteurs mettent en évidence une quantité plus importante de débris extrudés après un traitement endodontique réalisé en rotation continue comparé à la rotation alternative^{36 37 38} tandis que d'autres études affirment l'inverse^{39 40}. D'autres études sont nécessaires pour comparer l'influence de la cinétique sur la quantité d'extrusion apicale de débris.

L'amplitude du mouvement de rotation utilisé lors de l'utilisation de la réciprocité semble impacter la quantité de débris extrudés⁴¹. En effet, il semble que la mise en forme canalaire avec les mouvements de rotation de 150°-30° et 270°-30° limite l'extrusion de débris apicaux par rapport à une rotation de 360°-30°.

³⁰ Jain, « Comparative analysis of extrusion of debris and irrigants from the apical foramen using hand and rotary systems ».

³¹ Kalra et al., « Evaluation of conventional, protaper hand and protaper rotary instrumentation system for apical extrusion of debris, irrigants and bacteria : an in vitro randomized trial ».

³² Kalra et al.

³³ Kirchhoff, Fariniuk, et Mello, « Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems ».

³⁴ Verma et al., « Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles ».

³⁵ Pawar et al., « The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT ».

³⁶ Dincer, Guner, et Arslan, « Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system ».

³⁷ Arslan et al., « Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc[®] instruments with various kinematics ».

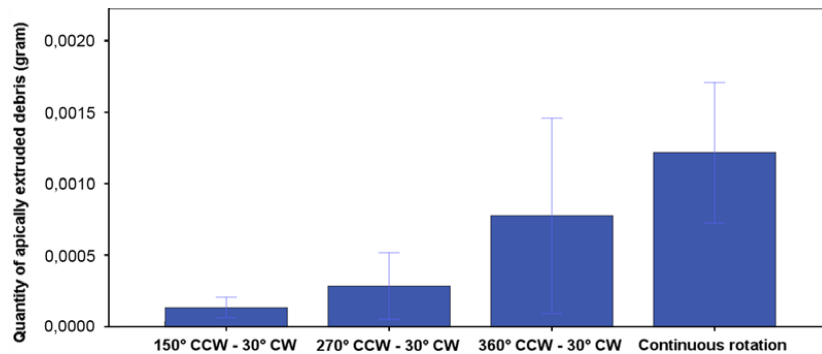
³⁸ Karataş et al., « Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris ».

³⁹ Vivekanandhan et al., « Comparison of apical debris extrusion of two rotary systems and one reciprocating system ».

⁴⁰ Nayak et al., « Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems ».

⁴¹ Arslan et al., « Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc[®] instruments with various kinematics ».

Figure 11 : Représentation de la quantité de débris apicaux extrudés dans les différents groupes expérimentaux



Source : Arslan et al., « Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instrumentation with various kinematics », 2015.

2.1.2.4 Impact de la cinétique sur la douleur post-opératoire

Les études comparant l'incidence et/ou l'intensité de la douleur post-opératoire après réalisation d'un traitement endodontique, après une instrumentation réalisée en rotation continue ou alternative mettent en évidence des résultats hétérogènes par l'absence d'un protocole opératoire défini et reproductible ou par la présence de biais liés à celui-ci. Bien que certains auteurs considèrent que la rotation alternative soit à l'origine d'une sévérité plus faible de la douleur post-opératoire comparée à la rotation continue⁴², une majorité d'études converge vers la conclusion que l'utilisation de la réciprocité ou de la rotation continue ne permet pas de mettre en évidence de différence quant à l'incidence ou la sévérité de douleur post-opératoire. Toutefois, parmi ces études, certaines laissent entrevoir des biais de réalisation. En effet, certains auteurs ne mentionnent pas le nombre d'opérateurs effectuant les soins⁴³, énumèrent un protocole opératoire qui n'indique pas la présence d'un champ opératoire⁴⁴; mettent en place une solution chélatante durant trois minutes dans chaque canaux⁴⁵ ⁴⁶ ou n'en précisent pas la durée d'application⁴⁷. Des auteurs ont divisé le traitement endodontique en deux séances⁴⁸: une première séance durant laquelle les opérateurs

⁴² Shokraneh et al., « Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion : a prospective, randomized, double-blind clinical trial ».

⁴³ Jacoub et al., « The influence of two instrumentation techniques with two sealers on post-operative pain after endodontic treatment "randomized clinical trial" ».

⁴⁴ Kherlakian et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ».

⁴⁵ Oliveira et al., « Impact of root canal preparation performed by ProTaper Next or Reciproc on the quality of life of patients ».

⁴⁶ Comparin et al., « Clinical Research ».

⁴⁷ Relvas et al., « Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals ».

⁴⁸ Oliveira et al., « Impact of root canal preparation performed by ProTaper Next or Reciproc on the quality of life of patients ».

effectuent les étapes du traitement jusqu'à la préparation canalaire et la seconde sept jours suivant la mise en forme afin de réaliser l'obturation canalaire. L'avantage de ce protocole est la possibilité d'enregistrer des scores de douleur survenant avant l'étape de l'obturation et donc de s'affranchir de toute douleur liée à cette étape.

D'autre part, des études ont conclu que la rotation continue semblait provoquer une plus faible incidence de douleur post-opératoire comparée à l'utilisation de la réciprocité malgré la présence de biais. En effet, certains auteurs ne font pas mention de la durée d'action de la solution chélatante⁴⁹ ou font usage d'une solution d'eau saline⁵⁰ comme agent irrigant. Une étude a enregistré les scores de douleurs avant l'obturation canalaire⁵¹ mais les critères d'inclusions quant aux diagnostics pulpaire et péri-apicaux sont trop larges. De plus, le protocole ne mentionne pas la durée d'action de la solution chélatante, utilise une solution de chlorhexidine pour effectuer le rinçage final et ne détaille pas l'étape du séchage canalaire de façon concise. Enfin, la mise en place d'hydroxyde de calcium intra-canalair peut avoir une influence sur l'inflammation péri-apicale et donc peut modifier les scores de douleur post-opératoire. Une seconde étude également réalisée en deux séances⁵², sur pulpe vivante, par un unique opérateur s'est abstenue de placer une médication intra-canalair. Cependant, le protocole fait mention d'une irrigation canalaire à la chlorhexidine.

La comparaison des systèmes ProTaper® Next et Wave-One® Gold est intéressante car ils utilisent réciproquement la rotation continue et la réciprocité. Ainsi, pour des systèmes ayant un diamètre apical qui a pu être standardisé, une section transversale en parallélogramme, une conicité établie entre 6 à 7 % réciproquement, il semble que la sévérité de la douleur post-opératoire ne soit pas significativement différente avant le septième jour⁵³ avec une réduction de la douleur plus significative pour le groupe utilisant la réciprocité.

Il semblerait que la cinétique utilisée lors de l'instrumentation à mouvement alternatif soit à l'origine d'une modification de l'incidence de la douleur post-opératoire au premier jour. En effet, la réduction de la douleur avec les cinétiques 360°-30° et 270°-30° semble plus importante comparée à la rotation continue. L'utilisation de l'instrument à la cinétique 150°-30° apporte une diminution de la douleur post-opératoire lorsqu'elle est comparée au groupe contrôle ; sans différence significative. Si la cinétique choisie lors de l'utilisation de la réciprocité semble avoir un impact sur la résolution des

⁴⁹ Elias et al., « Postoperative pain after instrumentation with two nickel-titanium systems based on different kinematics in patients with symptomatic irreversible pulpitis : a randomised clinical trial ».

⁵⁰ Zand et al., « Treatment of Necrotic Teeth Using Two Engine-Driven Systems and Patient's Postoperative Pain ».

⁵¹ Krithikadatta et al., « Influence of three Ni-Ti cleaning and shaping files on postinstrumentation endodontic pain ».

⁵² Nekoofar et al., « Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain : a randomized clinical trial ».

⁵³ Saha et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics ».

symptômes douloureux de la douleur post-opératoire, elle ne semble en revanche pas avoir d'incidence sur la fréquence de prise d'antalgique après le traitement endodontique⁵⁴.

La conception du système Reciproc® dont la lime possède un profil de section en forme de « S » avec deux lames tranchantes est étroitement similaire à celles des instruments rotatifs Mtwo⁵⁵. Ainsi, si la comparaison de systèmes à design similaire ne semble pas être à l'origine d'une différence d'incidence, d'intensité et de durée de la douleur post-opératoire⁵⁶, l'hypothèse de l'impact de la géométrie instrumentale sur l'incidence de la douleur peut être formulée.

La comparaison d'un système utilisant la rotation continue (Mtwo®) et un instrument utilisant la réciprocité ne permet pas de mettre en évidence une différence significative quant à la quantité de médiateurs libérés tandis que l'utilisation du système ProTaper® Universal augmente significativement l'expression de médiateurs de l'inflammation comparé au système instrumental alternatif. Ces résultats alimentent l'hypothèse que la géométrie de l'instrument pourrait avoir une influence sur la quantité de médiateurs de l'inflammation libérée⁵⁷.

2.2.3 Les différents designs d'instruments

2.2.3.1 Comparaison des différents designs

Chaque instrument utilisé pour la mise en forme canalaire possède un ensemble de paramètres géométriques le caractérisant tels que la section transversale, le diamètre apical, la conicité, l'angle d'hélice, l'angle de coupe et l'angle de pointe. L'angle d'hélice correspond à l'angle selon lequel les lames s'enroulent autour du corps de l'instrument. L'angle de coupe est défini comme l'angle suivant lequel les lames abordent les parois canalaire. Il est par conséquent directement associé à l'efficacité de coupe des instruments. Enfin, l'angle de pointe est défini comme l'angle formé par les pans émoussés ou non de l'extrémité de la lame, variant généralement entre 60° et 90°. Ces derniers paramètres sont rarement communiqués par les sociétés commercialisant les instruments.

Un instrument au design innovant a récemment fait son apparition. La lime auto-ajustable ou à ajustement automatique (self-adjusting file ou SAF) est une lime creuse conçue comme un cylindre pointu compressible à parois minces, de 1,5 ou 2,0 mm de diamètre, composé d'un treillis de nickel-titane de 120 mm d'épaisseur. La lime se compressera initialement dans le canal avant de retrouver ses dimensions d'origine, appliquant ainsi une pression constante et délicate sur les parois du canal⁵⁸.

⁵⁴ Arslan et al., « The effect of various kinematics on postoperative pain after instrumentation ».

⁵⁵ Plotino et al., « Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments ».

⁵⁶ Comparin et al., « Clinical Research ».

⁵⁷ Caviedes-Bucheli et al., « The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis : a systematic review and meta-analysis ».

⁵⁸ Hof et al., « The Self-adjusting File (SAF). Part 2 ».

Lorsque l'instrument est inséré dans un canal radiculaire, il s'adapte à la forme du canal, à la fois longitudinalement comme le sera toutes les limes en nickel-titane et le long de la section transversale. Dans un canal rond, il atteindra une section transversale ronde, alors que dans un canal ovale ou plat, il atteindra un profil de section plat ou oval, offrant une adaptation tridimensionnelle. Le mouvement de vibration combiné à un contact intime sur toute la circonférence et la longueur du canal élimine une couche de dentine par un mouvement de meulage. Il est ensuite utilisé avec mouvement manuel aller-retour et avec une irrigation continue utilisant deux cycles de deux minutes chacun pour un total de quatre minutes par canal. Cet instrument est conçu pour un usage unique.

Figure 12 : Design d'une lime SAF avec (A) Queue pour fixation à une pièce à main vibrante et (B) le connecteur pour le tube à irrigation



Source : Metzger, « The self-adjusting File (SAF). Part 1 : Respecting the root canal anatomy-a new concept of endodontic files and its implementation », 2010.

Tableau 4 : Paramètres de certains systèmes instrumentaux

Rotation	Système	Profil de section	Diamètre apical	Conicité	Nombre de limes
Continue	Protaper® Universel / Gold	Convexe triangulaire (S) et concave triangulaire (F)	De 0,20 à 0,50 mm	De 5 à 9 % - variable	5 à 8
	Protaper® Next	Rectangulaire	0,17, 0,25, 0,30, 0,40, 0,50 mm	De 4 à 7 % - variable	4 à 7
	Mtwo®	En S	0,25 mm	6 % - constante	4
	RaCe®	Triangulaire	0,06 à 0,80 mm	6 % - constante	3
	K3®	En U	0,15 à 0,60 mm	6 % - constante	A partir de 2
	Revo-S®	Triangulaire équilatérale en hélice	0,30, 0,35, 0,40 mm	6 % - constante	De 3 à 6
Alternative	Reciproc®	En S	0,25, 0,40, 0,50 mm	8 %, 6 %, 5 % - constante	1
	Wave-One® G	Parrallélogramme	0,25 jusqu'à 0,45 mm	De 5 à 7 % - constante	1
Self-adjusting file®		Adaptable selon la forme du canal	0,40mm		1

Source : Auteur, Caractéristiques de certains instruments rotatifs, 2020.

2.2.3.2 Impact du design sur l'extrusion apicale des débris

La géométrie du profil de section des instruments pourrait être à l'origine d'une influence sur la quantité de débris extrudés apicalement. L'utilisation d'une séquence composée d'instruments à section transversale triangulaire serait à l'origine d'une quantité de débris et de volume d'irrigant extrudés apicalement plus importants qu'une instrumentation pourvue d'une géométrie en U, sans différence significative⁵⁹. De plus, il semble que les instruments munis d'une symétrie « en S » obtiennent un score de débris extrudés apicalement plus faible, sans toutefois se révéler significatif, comparés aux géométries triangulaire ou « en U »⁶⁰. La comparaison de la quantité de débris

⁵⁹ Jain, « Comparative analysis of extrusion of debris and irrigants from the apical foramen using hand and rotary systems ».

⁶⁰ Madhusudhana, Mathew, et Reddy, « Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems : an in vitro study ».

extrudés après une instrumentation au ProTaper® Universel pourvu d'une géométrie transversale triangulaire convexe et l'instrumentation au ProTaper® Next à géométrie rectangulaire montre une différence en faveur de l'instrumentation à géométrie rectangulaire sans être cependant significative⁶¹. Certains auteurs concluent que l'utilisation du système ProTaper® Universel serait à l'origine d'une augmentation de la quantité de débris extrudés en comparaison au système Revo-S®⁶². Les deux systèmes sont munis d'une géométrie triangulaire, d'un diamètre apical identique et d'une conicité différente (variable pour le Protaper® et constante pour RevoS®). La différence en terme d'extrusion apicale pourrait donc être attribuée à la présence d'une conicité constante pour le système RevoS® ; mais également au nombre d'instruments utilisés. De plus, la présence d'espaces limités entre les arêtes des limes du système ProTaper® pourrait empêcher les débris d'être transportés en direction coronaire avec autant d'efficacité que le système Revo-S®.

La comparaison de deux systèmes utilisant la réciprocité dans des conditions similaires n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative quant à la quantité de débris^{63 64} ou d'irrigant extrudé⁶⁵ bien qu'une étude⁶⁶ contredise ce résultat. Cependant, dans cette dernière étude, des biais de réalisation évidents sont présents comme l'utilisation d'une solution d'hypochlorite de sodium et sa possible cristallisation faussant les résultats, la mise en place d'une décoronation des échantillons et une balance analytique limitée au dixième de milligramme. De plus, les deux instruments utilisent une cinétique alternative différente. Les auteurs ont réalisé une préparation canalaire pour les systèmes Reciproc® et Wave-One® avec une cinétique respective de 150-30° et 130-50°. Or, comme précédemment dit, la cinétique semble impacter l'extrusion apicale de débris. D'autres études sont nécessaires pour mettre en évidence l'impact de la géométrie du profil de section sur la quantité de débris extrudés apicalement lors de l'utilisation d'instrument à mouvement alternatif.

Les résultats des études sont hétérogènes concernant la comparaison de la quantité de débris extrudés avec la lime à ajustement automatique et la rotation continue. Selon certains auteurs, l'utilisation de la lime auto-ajustable entraînerait une quantité d'extrusion apicale de débris plus

⁶¹ Verma et al., « Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles ».

⁶² Vivekanandhan et al., « Comparison of apical debris extrusion of two rotary systems and one reciprocating system ».

⁶³ Verma et al., « Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles ».

⁶⁴ Ehsani et al., « Comparison of apical extrusion of debris by using single-file, full-sequence rotary and reciprocating systems ».

⁶⁵ Nayak et al., « Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems ».

⁶⁶ Xavier et al., « Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems ».

importante que les limes en nickel-titane⁶⁷. Dans cette dernière étude, les auteurs procèdent à une décoronation des incisives, ce qui ne reflète pas le protocole clinique. De plus, les auteurs émettent l'hypothèse que la plus grande quantité de débris peut être expliquée par l'efficacité du système à abraser la surface dentinaire lors de son utilisation avec une anatomie canalaire ovale ; alors que les systèmes rotatifs ou alternatifs peinent à atteindre certaines zones dans ces conditions. Toutefois, ce résultat est contredit par certains auteurs qui ont mis en évidence que l'utilisation de la lime à ajustement automatique limiterait la quantité de débris extrudés apicalement par rapport à l'utilisation de la rotation continue, sans toutefois montrer de différence significative⁶⁸. Cette étude ne précise cependant pas si les opérateurs ont modifié le modèle de Myers et Montgomery pour améliorer l'étanchéité et éviter la libération coronaire de la solution d'irrigation et des débris.

Une autre étude a mis en évidence que la lime auto-ajustable permettrait de réduire de façon significative la quantité de débris extrudés apicalement, en comparaison à la rotation continue et aux systèmes utilisant la réciprocité⁶⁹. Le protocole expérimental se rapproche étroitement avec celui utilisé cliniquement. Pour ces auteurs, la diminution de débris apicaux serait étroitement liée avec la géométrie de l'instrument. En effet, ce système est dépourvu de noyau métallique central et de toute arête coupante ou tranchante. Il présente en revanche une surface abrasive et élimine la dentine sous forme de poudre fine facilement suspendue dans l'irrigant. Le flux continu de l'irrigant ne crée pas de pression dans le canal car le maillage métallique permet l'évacuation libre de l'irrigant. Une autre étude⁷⁰ appuie ce dernier résultat et présente le système pourvu d'une lime auto-ajustable comme prometteur quant à la réduction de l'extrusion de débris apicaux en comparaison aux systèmes utilisant la rotation continue et alternative. Il semblerait que l'augmentation du débit lors de l'utilisation de l'instrumentation par ajustement automatique permette de mieux dissoudre et disperser les débris, permettant ainsi leur suspension dans l'irrigant, facilitant leur transport coronal avec le reflux coronaire de l'irrigant. Dans ces conditions, l'extrusion apicale de débris serait réduite de 4,4 fois lorsqu'elle serait comparée à l'utilisation d'un système alternatif.

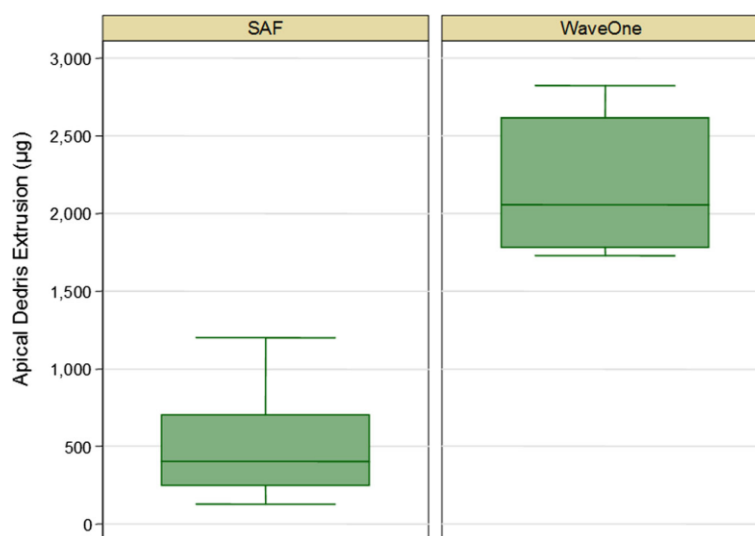
⁶⁷ Kirchoff, Fariniuk, et Mello, « Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems ».

⁶⁸ Koçak et al., « Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems ».

⁶⁹ Pawar et al., « The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT ».

⁷⁰ Farmakis et al., « Apical debris extrusion associated with oval shaped canals ».

Figure 13 : Comparaison de la quantité de débris extrudés entre un système par ajustement automatique avec un débit de 4 ml/min et un système utilisant la réciprocité



Source : Farmakis et al., « Apical debris extrusion associated with oval shaped canals : a comparative study of WaveOne vs Self-Adjusting File », 2015.

2.2.3.3 Impact du design et de la séquence instrumentale sur la douleur post-opératoire

La comparaison de l'incidence et de la sévérité de la douleur ainsi que la sensibilité à la percussion post-opératoire ne montre pas de différence significative entre les groupes ProTaper® et K-3® à aucun des intervalles de mesure de la douleur tandis que l'utilisation de la séquence Mtwo® semble mettre en évidence une incidence et des scores de douleur plus faibles ainsi qu'une résolution temporelle plus rapide que les deux premiers systèmes⁷¹. La symétrie en forme de « S » conférerait à l'instrument un diamètre de noyau plus réduit offrant ainsi un espace suffisant pour accumuler les débris. Ces instruments ont également un angle hélicoïdal et des pas variables qui favorisent le déplacement coronaire des débris⁷².

Lorsque le système Mtwo® est comparé au système Reciproc® dont la géométrie en forme de « S » est partagée, certains auteurs ne mettent pas en évidence de différence significative en terme d'incidence ou d'intensité de douleur post-opératoire⁷³. La comparaison de ProTaper®Next et WaveOne® Gold ayant une géométrie similaire (parrallélogramme) montre également des résultats similaires en terme d'intensité douloureuse^{74 75} ; il en serait de même avec la comparaison de

⁷¹ Subbiya et al., « Effect of three different rotary instrumentation systems on postinstrumentation pain ».

⁷² Veltri et al., « A comparative study of Endoflare–Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals ».

⁷³ Comparin et al., « Clinical Research ».

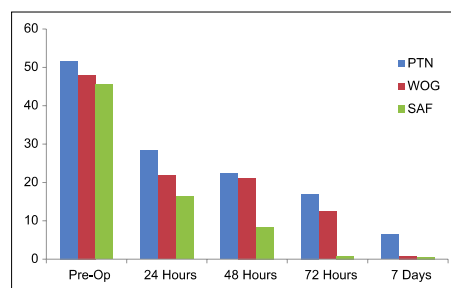
⁷⁴ Saha et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics ».

ProTaper® Universel et Wave-One® qui ont en commun une section transversale triangulaire⁷⁶. Selon ces auteurs, le design instrumental pourrait avoir un impact sur les syndrômes douloureux post-opératoires, bien que des auteurs contredisent cette hypothèse^{77 78 79}.

Une étude réalisée en 2018 par Saha et al.⁸⁰ s'est intéressée à la comparaison de trois systèmes d'instrumentation comprenant la rotation continue (Protaper® Next), la rotation réciproque (WaveOne® Gold) et Self-Adjusting File® et l'incidence des douleurs post-opératoires. Deux cent quatorze dents (molaires ou prémolaires) ont été aléatoirement réparties selon les trois groupes et traitées par six opérateurs calibrés. Les solutions d'hypochlorite de sodium et chélatante ont été activées soniquement. Le protocole de rinçage final a été scrupuleusement décrit et l'obturation a été réalisée à la gutta-percha et au ciment à base de résine selon une technique de compaction latérale. Plusieurs résultats ont été mis en avant :

- Le groupe de patients dont les dents ont été traitées avec la lime à ajustement automatique met en évidence des scores de douleur significativement plus bas lorsque ces scores sont comparés aux groupes utilisant la rotation continue (à 24, 48, 72 heures, 7 jours) ou groupe de la rotation réciproque (à 38 et 72h).
- Les scores de douleur n'étaient pas significativement différents entre le groupe utilisant la lime à ajustement automatique et la réciprocity à 24 et 7 jours.

Figure 14 : Comparaison des scores moyens de douleurs après utilisation de la rotation continue, alternative et de la lime à ajustement automatique



Source : Saha, « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics : a prospective randomized clinical trial », 2015.

⁷⁵ Jacoub et al., « The influence of two instrumentation techniques with two sealers on post-operative pain after endodontic treatment "randomized clinical trial" ».

⁷⁶ Shokraneh et al., « Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion : a prospective, randomized, double-blind clinical trial ».

⁷⁷ Kherlakian et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ».

⁷⁸ Krithikadatta et al., « Influence of three Ni-Ti cleaning and shaping files on postinstrumentation endodontic pain ».

⁷⁹ Nekoofar et al., « Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain : a randomized clinical trial ».

⁸⁰ Saha et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics ».

L'utilisation du système instrumental par ajustement automatique permettrait de diminuer la quantité de débris apicaux extrudés et ainsi de réduire l'incidence des douleurs post-opératoires ainsi que l'incidence de prise d'antalgique après la réalisation du traitement endodontique. D'autres études seront nécessaires pour appuyer cette conclusion car certains auteurs ne parviennent pas à mettre en évidence de différence quant à l'incidence des douleurs post-opératoires suite à l'utilisation d'une lime à ajustement automatique ou l'utilisation de la rotation continue⁸¹.

⁸¹ Saumya-Rajesh et al., « Post-instrumentation pain after the use of either Mtwo or the SAF system ».

3 : Protocole opératoire

L'incidence de la douleur survenant après la réalisation du traitement endodontique est un sujet préoccupant malgré la création d'instruments de plus en plus perfectionnés. La recherche d'un protocole opératoire associant certains paramètres cliniques, une séquence instrumentale et une technique de libération des solutions d'irrigation pouvant minimiser l'incidence de la douleur post-opératoire reste un sujet, qui, à ce jour, revêt d'un intérêt clinique certain.

3.1 Paramètres cliniques pré-opératoires

3.1.1 Symptomatologie

La symptomatologie pré-opératoire semble être un facteur prédictif de l'apparition de la douleur post-opératoire qu'il convient de prendre en compte. En effet, il semble exister une forte corrélation entre la douleur pré- et post-opératoire⁸². Ainsi, l'incidence de la douleur post-opératoire serait plus faible après un traitement endodontique réalisé chez un patient exempt de tout symptôme douloureux pré-opératoire.

3.1.2 Diagnostic pulpaire et péri-apical

La vitalité pulpaire semble également être un facteur prédictif du niveau de douleur quelque soit l'instrumentation utilisée. En effet, le traitement endodontique réalisé chez des patients comportant des dents à pulpes nécrosées serait à l'origine d'une douleur significativement plus importante comparée aux traitements endodontiques réalisés sur des dents à pulpes vivantes. Cette différence débute à six (pour la réciprocité) ou douze heures (pour rotation continue) après la réalisation du traitement et se poursuit jusqu'à quarante-huit heures⁸³. L'absence de différence rapportée dans les premières heures entre les groupes dont le statut pulpaire varie peut être initialement attribuée à l'effet de l'anesthésie. Il semblerait ainsi que l'extrusion de tissus pulpaire infectés soit à l'origine d'une réponse inflammatoire aiguë plus importante.

⁸² Genet et al., « The incidence of preoperative and postoperative pain in endodontic therapy ».

⁸³ Krithikadatta et al., « Influence of three Ni-Ti cleaning and shaping files on postinstrumentation endodontic pain ».

3.1.3 Anatomie canalaire

Le tissu dentinaire peut se diviser en tissu primaire, secondaire et réactionnel. La dentine primaire est élaborée de façon continue au cours du développement de la dent jusqu'à son édification radiculaire. La dentine secondaire est élaborée à partir du moment où la dent est achevée et est synthétisée tout au long de la vie de la pulpe. Enfin, la dentine réactionnelle (ou tertiaire) se forme uniquement en réaction et en regard d'une agression dentino-pulpaire. Ainsi, selon l'âge et le passé pulpaire, la quantité de dentine sera différente ce qui impactera fatalement la quantité de débris formée lors de la préparation canalaire.

La préparation canalaire des incisives mandibulaires aux canaux ovalaires avec une lime à ajustement automatique a mis en évidence une quantité de débris apicaux plus importante comparée aux autres systèmes⁸⁴. A l'inverse, la préparation canalaire de prémolaires ou molaires aux canaux arrondis avec le système à ajustement automatique a mis en évidence une réduction de la quantité de débris extrudés comparés aux autres systèmes^{85 86}. Ces résultats divergents peuvent être expliqués par le fait que la mise en forme des canaux ovales n'est pas aisée pour les instruments à rotation continue et alternative. Dans ces conditions, il semble que la lime à ajustement automatique soit plus efficace pour atteindre davantage de zones dans les canaux ovalaires par rapports aux systèmes rotatifs car il s'adapte à la forme originale de l'anatomie canalaire. Ainsi, la production plus importante de débris dans les canaux plats par la lime à ajustement automatique pourrait refléter sa plus importante capacité de nettoyage des tissus résiduels et d'élimination de dentine par rapport aux systèmes rotatifs. L'anatomie canalaire pourrait donc guider le choix du praticien concernant l'instrumentation à utiliser pour optimiser l'efficacité mécanique et biologique de la mise en forme canalaire.

3.2 Paramètres cliniques per-opératoires

3.2.1 Nombre de séances

Il est évident que le traitement endodontique réalisé en une unique séance par rapport aux multiples visites permet une réduction de la durée totale du traitement ainsi que des complications liées aux injections répétées et à la mise en place de champ opératoire. Cependant, il n'a pas été mis en avant que la réalisation du traitement endodontique en une ou deux séances puisse avoir une influence sur

⁸⁴ Kirchhoff, Fariniuk, et Mello, « Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems ».

⁸⁵ Pawar et al., « The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT ».

⁸⁶ Farmakis et al., « Apical debris extrusion associated with oval shaped canals ».

le pronostic ou sur l'incidence de complications⁸⁷. Une récente étude prospective⁸⁸ réalisée sur des dents à pulpes vivantes a comparée plusieurs systèmes d'instrumentation et a mis en avant que la douleur post-opératoire après la réalisation du traitement endodontique en une séance était similaire à celle ressentie après un traitement réalisé en deux visites. De plus, la fréquence et l'intensité de la plupart des complications à court et moyen terme ne différaient pas selon le nombre de séance⁸⁹. Ainsi, la prévalence et l'intensité de la douleur post-opératoire après un traitement endodontique en une ou deux séances ne semblent pas significativement différentes.

3.2.2 Cathétérisme

Avant d'effectuer une préparation canalaire à l'aide d'instruments en nickel-titane, un élargissement coronaire et un cathétérisme doivent être réalisés afin de permettre une utilisation plus sûre de l'instrument rotatif. Cette dernière étape autorise la mise en place d'un trajet canalaire régulier avec un diamètre plus grand ou au moins égal par rapport à la taille de la pointe des instruments non tranchants en nickel-titane. Avant l'introduction de l'instrument rotatif utilisé pour la préparation des canaux, l'utilisation d'instruments mécanisés semble permettre une résolution temporelle plus rapide des symptômes douloureux après le traitement, une prévalence plus faible de la douleur lors des quatre premiers jours et une consommation d'antalgique plus faible qu'après une exploration manuelle⁹⁰.

3.2.3 Longueur de travail et respect du diamètre apical

La détermination de la longueur de travail est une étape clé du traitement endodontique. L'échec de cette étape conduit à une instrumentation insuffisante ou une sur-instrumentation du canal. La sur-instrumentation iatrogène entraîne un élargissement du foramen apical, ce qui peut favoriser une augmentation de l'exsudat et du sang dans le canal radiculaire ainsi qu'une extrusion d'irrigants et de débris⁹¹. Cela entraîne un apport nutritif pour les micro-organismes radiculaires résiduels qui peuvent alors proliférer et provoquer l'apparition ou la persistance d'une lésion aigüe ou chronique. De plus, les exacerbations résultantes de la sur-instrumentation sont plus susceptibles de se développer à la suite de lésions mécaniques des tissus péri-radicaux, ce qui est généralement

⁸⁷ Manfredi et al., « Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth ».

⁸⁸ Gathani et Raghavendra, « Comparison of postoperative pain in single visit and multiple-visit endodontic therapy using ProTaper Universal, Hero Shaper and the Self-adjusting File : a split-mouth clinical trial ».

⁸⁹ Yoldas et al., « Postoperative pain after endodontic retreatment ».

⁹⁰ Pasqualini et al., « Postoperative pain after manual and mechanical glide path ».

⁹¹ Villanueva, « Fusobacterium nucleatum in endodontic flare-ups ».

associé à une extrusion apicale d'une quantité importante de débris infectés⁹². À ce jour, différentes techniques permettent d'estimer la longueur de travail.

3.2.3.1 Moyens de détermination

L'utilisation de la radiographie ou de localisateurs d'apex électroniques pendant le traitement sont les deux méthodes couramment utilisées par les praticiens pour déterminer la longueur de travail.

3.2.3.2 Moyen mis en œuvre et impact sur la douleur post-opératoire

Il ne semble pas exister de différence quant à l'intensité de la douleur post-opératoire entre les méthodes de mesure de la longueur de travail ; que le praticien utilise un localisateur d'apex électronique ou un système radiographique⁹³. Dans ces conditions, la réduction de l'exposition aux radiations à l'aide du localisateur d'apex peut être un facteur qui influence la décision du praticien sur le choix de la méthode. Dans ce sens, il existe désormais des systèmes permettant le contrôle de la longueur de travail durant la préparation canalaire (localisateur d'apex couplé au moteur rotatif). Ces systèmes provoqueraient une diminution de la sévérité des douleurs post-opératoires au jour suivant l'intervention comparé à la technique séparant la recherche de la longueur de travail suivie de la mise en forme canalaire⁹⁴. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la protection de la mesure de la longueur de travail puisse être modifiée par une modification de la position de référence en silicone sur la lime ou des points de référence coronaires. Certains moteurs couplés au localisateur intégré permettent simultanément un contrôle de la longueur de travail durant l'instrumentation et le moteur contrôle automatiquement la longueur de travail en arrêtant l'instrumentation lorsque celle-ci atteint la longueur de travail. Cet avantage permettrait de limiter les dommages des tissus péri-apicaux et ainsi les douleurs post-opératoires.

La comparaison de la douleur post-opératoire après un traitement endodontique réalisé a permis de mettre en évidence les points suivants :

- une longueur de travail réduite de 1 mm par rapport à la longueur indiquée par un localisateur d'apex électronique permettrait de réduire la douleur post-opératoire dans les vingt-quatre premières heures⁹⁵.

⁹² Siqueira Jr., « Microbial causes of endodontic flare-ups ».

⁹³ Kara Tuncer et Gerek, « Effect of working Length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain ».

⁹⁴ Arslan et al., « Effect of the simultaneous working length control during root canal preparation on postoperative pain ».

⁹⁵ Cruz Junior et al., « The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain ».

- Le dépassement de la longueur de travail à 1 mm au-delà du foramen apical n'implique pas davantage de douleur post-opératoire comparé à une longueur de travail au foramen apical⁹⁶.

3.2.4 Irrigation canalaire

3.2.4.1 Concentration de l'irrigant

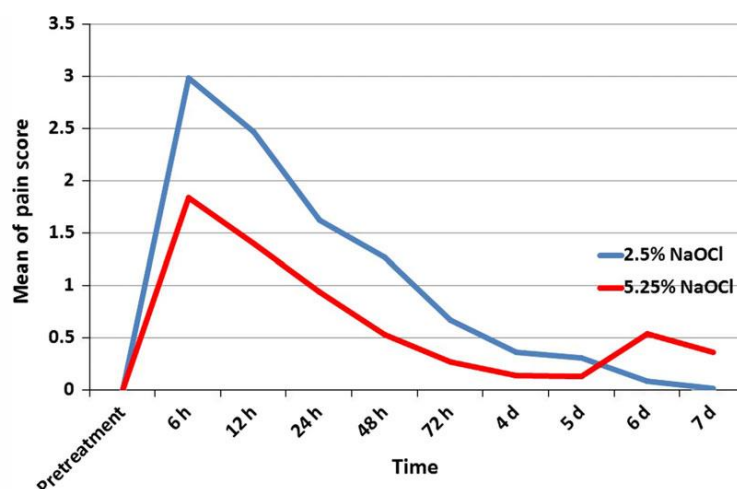
L'hypochlorite de sodium est l'irrigant couramment choisi pour son activité bactéricide et son potentiel à dissoudre les tissus organiques. Durant les soixante-douze heures qui suivent le traitement endodontique, une concentration de 5,25 % d'hypochlorite de sodium serait à l'origine d'une réduction de l'intensité des douleurs post-opératoires comparée à une concentration de 2,5 %⁹⁷. De plus, le nombre de patients prenant des antalgiques suite au traitement est plus élevé dans le groupe dont la concentration d'hypochlorite de sodium est plus faible.

Une des hypothèses soulevées pour expliquer ce résultat réside dans les critères d'inclusion : les patients inclus présentaient des dents dont la pulpe était inflammatoire sans complication péri-apicale. La présence d'une structure péri-apicale « physiologique » permet d'établir une barrière pouvant empêcher l'extrusion des solutions ainsi que des débris malgré la plus grande capacité de dissolution de 5,25 % d'hypochlorite de sodium. De plus, la capacité de dissolution plus élevée d'une solution d'hypochlorite de sodium plus concentrée permettrait de dissoudre les tissus pulpaire restants de manière plus efficace et ainsi ne pas laisser libérer des toxines susceptibles de provoquer une inflammation accrue dans les tissus péri-apicaux.

⁹⁶ Cardoso Tarallo et al., « Influence of working length on post-operative pain after single or two-visit endodontic treatment ».

⁹⁷ Farzaneh et al., « Effect of two different concentrations of sodium hypochlorite on postoperative pain following single-visit root canal treatment ».

Figure 15 : Graphique représentant les valeurs moyennes de douleur ressentie par les patients des deux groupes au cours d'une période de 7 jours suivant le traitement canalaire

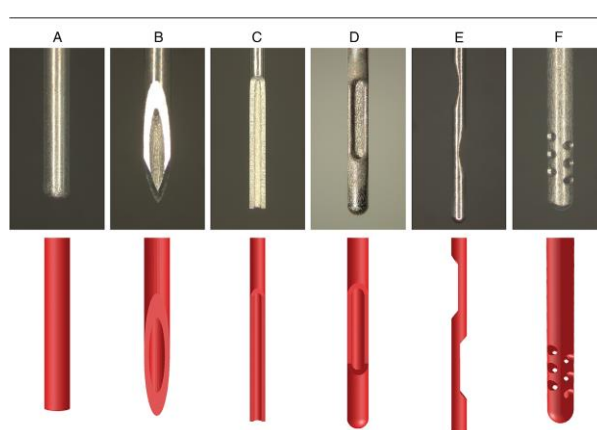


Source : Farzaneh et al., « Effect of two different concentrations of sodium hypochlorite on postoperative pain following single-visit root canal treatment : a triple-blind randomized clinical trial », 2018.

3.2.4.2 Libération de la solution d'irrigation

Il semblerait que le positionnement de l'aiguille à un millimètre en deçà de la longueur de travail entraîne un volume d'irrigant extrudé plus important qu'un retrait de trois millimètres⁹⁸. De plus, l'utilisation d'une aiguille à extrémité fermée permettrait de diminuer la quantité d'irrigant extrudé par rapport à l'utilisation d'une aiguille à extrémité ouverte⁹⁹.

Figure 16 : Illustration de modélisation d'extrémité d'aiguille permettant de délivrer une solution



Source : Boutsoukis et al., « Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model », 2010.

⁹⁸ Boutsoukis, Psimma, et Kastrinakis, « The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo ».

⁹⁹ Boutsoukis, Psimma, et Kastrinakis.

3.2.4.3 Libération continue de la solution d'irrigation

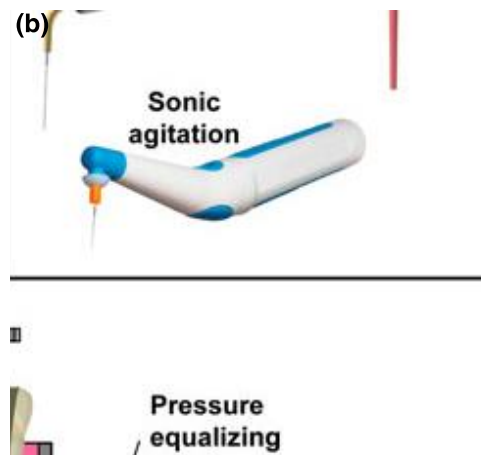
La lime auto-ajustable fonctionne avec un mouvement vibratoire d'aller-retour et une irrigation continue. Ce flux continu d'irrigant ne crée pas de pression dans le canal car le maillage métallique permet l'évacuation libre de l'irrigant. Dans la partie apicale la plus étroite d'un canal préparé avec une lime manuelle, la lime à ajustement automatique, lorsqu'elle est complètement comprimée, a une forme rectangulaire, laissant ainsi plus de 38 % de la section transversale du canal libre pour le reflux de fluide et les débris dentinaires en suspension¹⁰⁰ ce qui limiterait l'extrusion iatrogène de débris ou d'irrigant dans les tissus péri-apicaux.

3.2.5 Agitation des solutions d'irrigation

L'irrigation a pour but de nettoyer et de désinfecter le système canalaire par l'action mécanique des irrigants en écoulement et de leur capacité chimique à exercer une activité bactéricide, à perturber le biofilm et à dissoudre les résidus tissulaires. Elle permet de plus une réduction des frottements entre les instruments et la dentine et augmente l'efficacité de coupe des limes. L'irrigation est le seul moyen d'action chimique dans les zones non accessibles par l'instrumentation mécanique. L'irrigation manuelle conventionnelle à l'aide d'une seringue et d'une aiguille reste une technique largement acceptée lors du traitement endodontique. Cependant, il a été démontré que cette méthode peine à atteindre des zones difficiles d'accès telles que les isthmes ou les canaux latéraux. Ainsi, différentes techniques d'agitation ont été proposées pour améliorer l'efficacité des solutions d'irrigation. Ces techniques permettent une agitation de la solution avec des cônes de gutta percha, des lasers, des appareils soniques ou ultrasoniques. Les données disponibles concernant l'extrusion de débris et d'irrigants lors de l'utilisation de diverses méthodes d'irrigation sont principalement limitées aux études *in vitro*. Peu d'études ont évalué et comparé l'effet des différentes techniques d'agitation des solutions sur l'incidence et la sévérité des douleurs post-opératoires après traitement endodontique.

¹⁰⁰ Kirchoff, Fariniuk, et Mello, « Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems ».

Figure 17 : Image représentant trois systèmes d'activation des solutions d'irrigation



Source : Boutsoukis et al., « The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo », 2014.

3.2.5.1 Agitation manuelle

L'agitation dynamique manuelle a été décrite comme une technique simple de nettoyage des parois des canaux radiculaires. Cela implique l'insertion répétée d'un cône de gutta-percha bien ajusté à la longueur de travail d'un canal préalablement préparé. Un mouvement de va-et-vient est appliqué sur le cône de gutta-percha. Son mouvement permet d'activer hydrodynamiquement une solution. L'intensité de la douleur post-opératoire des patients dont l'agitation de la solution a été réalisée manuellement à l'aide d'un cône de gutta-percha est plus importante à six et vingt-quatre heures que dans les groupes dont l'irrigation a été réalisée à la seringue et exempt de toute agitation de solution ou dont le protocole a inclus une agitation sonore ou ultrasonique¹⁰¹. Ce résultat peut être expliqué par le fait que l'agitation manuelle serait à l'origine d'une extrusion apicale d'irrigant plus importante que les systèmes soniques et ultrasoniques¹⁰².

3.2.5.2 Activation ultrasonique

L'agitation passive par ultrasons a été présentée dans le but d'accroître l'efficacité de la désinfection des canaux en agitant une solution précédemment placée à l'intérieur du canal. Une pointe ultrasonore est activée dans le canal jusqu'à la longueur de travail et est déplacée passivement avec un mouvement de va-et-vient afin d'assurer qu'elle ne se lie pas aux parois du canal.

¹⁰¹ Topçuoğlu, Topçuoğlu, et Arslan, « The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis ».

¹⁰² Boutsoukis, Psimma, et Kastrinakis, « The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo ».

3.2.5.3 Activation sonore

Il s'agit d'un système composé d'une pièce à main sans fil accompagnée d'un moteur sonore. Sa conception permet l'agitation en toute sécurité des solutions intracanales afin de produire une agitation vigoureuse des liquides.

3.2.5.4 Comparaison entre les différentes techniques

Comme dit précédemment, l'activation manuelle de la solution d'irrigation augmente la sévérité des douleurs post-opératoires à six et vingt-quatre heures après la réalisation du traitement. De plus, certains auteurs affirment que l'agitation des solutions désinfectantes et chélatantes, grâce aux moyens soniques ou ultrasoniques, n'entraîne pas de différence quant à la sévérité des douleurs post-opératoires entre ces deux moyens d'agitation et comparé à un traitement exempt d'agitation des solutions¹⁰³. Toutefois, d'autres auteurs ont mis en évidence une diminution de l'intensité des douleurs post-opératoires dans les vingt-quatre premières heures après réalisation du traitement endodontique après une agitation sonore¹⁰⁴ ou ultrasonique¹⁰⁵ de la solution d'irrigation lorsqu'elle est comparée à un rinçage à l'aide d'une seringue et dépourvu de toute agitation de la solution. Ainsi, selon ces derniers résultats, il semble que l'agitation sonore ou ultrasonique de la solution d'irrigation permette une réduction de l'incidence de la douleur post-opératoire. Cela pourrait être expliqué par le fait que l'agitation de la solution permette un meilleur contrôle de la flore microbienne canalaire ainsi que par une réduction de l'extrusion de l'irrigant comparé à l'agitation d'un cône de gutta-percha. En effet, il a été mis en évidence que l'irrigation continue par ultrasons améliore la distribution d'irrigants dans les zones non instrumentées du système canalaire et donc aide à éliminer les débris et les bactéries résiduels en induisant un écoulement acoustique et une cavitation de l'irrigant¹⁰⁶.

3.2.5.5 Pression négative

Les solutions d'irrigation sont traditionnellement libérées dans l'espace canalaire avec une pression positive et des aiguilles de différentes tailles et types de pointes. Cette technique comporte certains

¹⁰³ Topçuoğlu, Topçuoğlu, et Arslan, « The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis ».

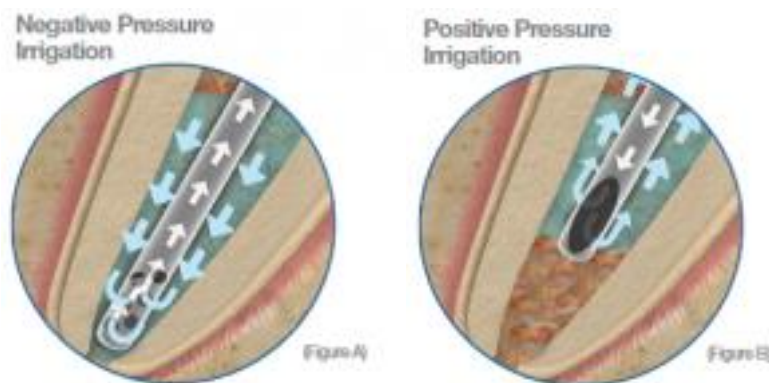
¹⁰⁴ Ramamoorthi, Nivedhitha, et Divyanand, « Comparative evaluation of postoperative pain after using endodontic needle and EndoActivator during root canal irrigation ».

¹⁰⁵ Middha et al., « Effect of continuous ultrasonic irrigation on postoperative pain in mandibular molars with nonvital pulps ».

¹⁰⁶ van der Sluis et al., « Passive ultrasonic irrigation of the root canal ».

inconvenients comme par exemple la difficulté à atteindre la longueur de travail en cas de pression trop faible ou l'extrusion apicale en cas de pression trop importante. Le système d'irrigation à pression négative a été proposé afin d'assurer une irrigation en toute sécurité des canaux radiculaires. Ce système utilise, pour déplacer la solution, une pression négative dans l'extrémité apicale du canal radiculaire. Grâce à ce système, l'incidence de la douleur post-opératoire serait réduite comparé à une irrigation à pression positive à la seringue¹⁰⁷ car l'extrusion apicale y serait diminuée.

Figure 18 : Schéma d'un circuit hydraulique à pression positive (droite) et à pression négative (gauche)



Source : Kavo Kerr group, « Irrigation endodontique », 2017.

3.2.6 Choix de l'instrumentation selon le statut pulpaire

3.2.6.1 Dent à pulpes vivantes

Il a été mis en avant que l'instrumentation canalaire à l'aide du système à ajustement automatique permet de réduire l'intensité des douleurs post-opératoires comparée à l'utilisation d'instruments à rotation continue ou alternative^{108 109 110}.

Lorsque le traitement est réalisé sur un organe dentaire à pulpe vivante, l'utilisation d'instruments utilisant la rotation continue semble réduire la sévérité¹¹¹ et la durée¹¹² des douleurs post-

¹⁰⁷ Topçuoğlu, Topçuoğlu, et Arslan, « The effect of apical positive and negative pressure irrigation methods on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis ».

¹⁰⁸ Saumya-Rajesh et al., « Post-instrumentation pain after the use of either Mtwo or the SAF system ».

¹⁰⁹ Saha et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics ».

¹¹⁰ Jain et al., « Incidence and severity of postoperative pain after canal instrumentation with reciprocating system, continuous rotary single file system, versus SAF system ».

opératoires comparée à l'utilisation de la réciprocité ; tandis que d'autres études mettent en évidence l'inverse^{113 114}. En revanche, si le protocole intègre une agitation ultrasonique de la solution d'hypochlorite de sodium et de la solution chélatante durant une minute, la sévérité de la douleur ne présente pas de différence^{115 116} selon la cinétique utilisée. Une étude activant la solution chélatante soniquement¹¹⁷ a mis en évidence une différence à un unique intervalle situé à sept jours avec une douleur post-opératoire réduite pour le groupe utilisant la réciprocité.

3.2.6.2 Nécrose pulpaire avec/sans complication péri-apicale

Lorsque le diagnostic pulpaire est orienté vers une nécrose pulpaire sans lésion péri-apicale associée, les études sont hétérogènes quant au choix de la cinétique instrumentale. En effet, certains auteurs ne parviennent pas à mettre en évidence de différence quant à la sévérité des douleurs post-opératoires après une instrumentation en rotation continue ou alternative¹¹⁸. Une étude¹¹⁹ confirme ce résultat sans toutefois préciser le diagnostic péri-apical. Cependant, selon certains auteurs, l'utilisation de la rotation continue permettrait de diminuer la sévérité des douleurs post-opératoires après traitement endodontique, comparée à l'utilisation de la réciprocité^{120 121} ou d'une lime à ajustement automatique¹²².

D'autre part, certains auteurs ont mis en évidence que la sévérité des douleurs post-opératoires après réalisation d'un traitement endodontique sur des dents pourvues de pulpes nécrosées et ayant une lésion péri-apicale ne variait pas selon l'instrumentation utilisée, qu'elle soit à rotation continue

¹¹¹ Elias et al., « Postoperative pain after instrumentation with two nickel-titanium systems based on different kinematics in patients with symptomatic irreversible pulpitis : a randomised clinical trial ».

¹¹² Nekoofar et al., « Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain : a randomized clinical trial ».

¹¹³ Neelakantan et Sharma, « Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics : a prospective randomized multicenter clinical study ».

¹¹⁴ Arslan et al., « The effect of various kinematics on postoperative pain after instrumentation ».

¹¹⁵ Kherlakian et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ».

¹¹⁶ Jain et al., « Incidence and severity of postoperative pain after canal instrumentation with reciprocating system, continuous rotary single file system, versus SAF system ».

¹¹⁷ Saha et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics ».

¹¹⁸ Jacoub et al., « The influence of two instrumentation techniques with two sealers on post-operative pain after endodontic treatment "randomized clinical trial" ».

¹¹⁹ Relvas et al., « Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals ».

¹²⁰ Zand et al., « treatment of necrotic teeth using two engine-driven systems and patient's postoperative pain ».

¹²¹ Krithikadatta et al., « Influence of three Ni-Ti cleaning and shaping files on postinstrumentation endodontic pain ».

¹²² Saumya-Rajesh et al., « Post-instrumentation pain after the use of either Mtwo or the SAF system ».

ou une lime à ajustement automatique¹²³. Une autre étude a mis en évidence une diminution de la sévérité de la douleur avec la rotation alternative comparée à la rotation continue¹²⁴.

3.2.6.3 Retraitement endodontique

Lors d'un retraitement endodontique, le choix d'un système rotatif ou à mouvement alternatif ne semble pas changer les scores de douleur à 24, 48 ou 72h après la réalisation du traitement. Cependant, si une douleur pré-opératoire est présente, les patients ont montré des niveaux de douleurs 24h après le traitement plus importants quelque que soit la technique instrumentale utilisée¹²⁵.

3.2.7 Impact de la conicité et du diamètre apical

Une étude a réalisé des traitements endodontiques à l'aide de deux séquences instrumentales à rotation continue (RaCe® et ProTaper®) jusqu'à obtenir des diamètres apicaux de 0,3 et 0,25 millimètre ; ainsi qu'une conicité de 4 et 8 % réciproquement. L'incidence de la douleur post-opératoire ne semble pas être différente selon l'instrumentation utilisée¹²⁶. Deux autres études^{127 128} ont conclu à un résultat similaire après avoir utilisé des instruments aux conicités différentes (6 ou 8 %). Ainsi, la conicité et le diamètre apical ne semblent pas impacter l'incidence ou la sévérité des douleurs post-opératoires. Les études disponibles pour comparer le diamètre apical et la conicité et leurs impacts sur l'incidence de la douleur post-opératoire sont limitées car d'autres biais sont à prendre en considération.

3.2.8 Obturation canalaire

Comme précédemment dit, les irritations du parodonte peuvent avoir une origine mécanique, comme la sur-instrumentation ou l'extrusion de matériaux canaux et peuvent ainsi être associées à la présence d'une douleur post-opératoire. Cela peut donc suggérer que la technique d'obturation canalaire pourrait avoir un impact sur la douleur post-opératoire. Il semble que l'intensité des

¹²³ Gathani et Raghavendra, « Comparison of postoperative pain in singlevisit and multiple-visit endodontic therapy using ProTaper Universal, Hero Shaper and the Self-adjusting File : a split-mouth clinical trial ».

¹²⁴ Shokraneh et al., « Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion : a prospective, randomized, double-blind clinical trial ».

¹²⁵ Comparin et al., « Clinical Research ».

¹²⁶ Shahi et al., « Postoperative Pain after Endodontic Treatment of Asymptomatic Teeth Using Rotary Instruments ».

¹²⁷ Kherlakian et al., « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ».

¹²⁸ Jain et al., « Incidence and severity of postoperative pain after canal instrumentation with reciprocating system, continuous rotary single file system, versus SAF system ».

douleurs post-opératoires soit plus importante après une obturation à l'aide d'un système à tuteur en un temps (Thermafil®) comparée à une technique de condensation latérale à froid ou au système Backfill® - une combinaison du système à tuteur et d'un maître cône de gutta-percha¹²⁹. Après une obturation utilisant la compaction latérale à froid ou le système Backfill®, la douleur post-opératoire diminuait significativement après le premier jour alors que le groupe dont les canaux ont été obturés au Thermafil maintenant une incidence de cinquante pourcent au quatrième jour ; avant de décroître. Cette technique enregistrerait des scores de douleurs plus élevés qui seraient attribués à une extrusion de gutta-percha qui se produit fréquemment¹³⁰ lorsque cette technique est employée.

3.3 Tableau récapitulatif des facteurs orientant le choix de l'instrumentation

Le tableau suivant réuni les différentes données énoncées ci-dessus. Celui-ci reflète les contradictions des études dont le but fut de comparer différents protocoles et leur incidence sur la douleur post-opératoire.

¹²⁹ Alonso-Ezpeleta et al., « Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps : comparison of three different obturation techniques ».

¹³⁰ Scott et Vire, « An evaluation of the ability of a dentin plug to control extrusion of thermoplasticized gutta-percha ».

Tableau 5 : Facteurs orientant le choix de l'instrumentation

Facteurs orientant le choix de l'instrumentation			
Facteurs à considérer			Instrumentation limitant la douleur post-opératoire
Facteurs pré-opératoires	Diagnostic pulpaire	Pulpe vivante	SAF-R-C-R-ALT ¹⁰⁸⁻¹⁰⁹⁻¹¹⁰ R-C-R-ALT ¹¹¹⁻¹¹² R-ALT-R-C ¹¹³⁻¹¹⁴ R-C-R-ALT ¹¹⁵⁻¹¹⁶
		Pulpe nécrosée	
	Diagnostic péri-apical	Absence de complication péri-apicale	R-C-R-ALT ¹¹⁸ R-C-R-ALT ¹²⁰⁻¹²¹ & SAF ¹²²
		Avec complication péri-apicale	R-C-SAF ¹²³ R-ALT-R-C ¹²⁴
	Retraitement		R-C-R-ALT ¹²⁵
	Anatomie canalaire	Ovale	
Plate			
Facteurs per-opératoires	Nombre de séance		Unique ou multiple ⁸⁸
	Exploration canalaire		Mécanisée ⁹⁰
	Détermination de longueur de travail	Méthode	Détermination et préparation simultanée ⁹⁴
	Irrigation canalaire	Concentration	5,25% & 2,5% ⁹⁷
		Design de l'aiguille	Extrémité fermée ⁹⁹
	Agitation solution	Sonique & Ultrasonique & Exempt d'agitation ¹⁰³	
Manuelle ¹⁰¹			
Sonique & Ultrasonique & Exempt d'agitation ¹⁰⁴⁻¹⁰⁵ Pression négative & Exempt d'activation ¹⁰⁷			

R-C Rotation Continue

R-ALT Rotation Alternative

Source : Auteur, Facteurs pré- et per- opératoires orientant le choix de l'opérateur, 2020.

Conclusion

Le succès de la thérapie endodontique est défini non seulement par l'efficacité du nettoyage, de la préparation canalaire et de l'obturation, mais également par le degré d'inconfort post-opératoire. Bien que cette dernière soit une préoccupation majeure pour les patients et les cliniciens, ses causes exactes n'ont pas encore été rapportées de manière claire. La douleur post-opératoire est un évènement multifactoriel, ce qui rend encore plus difficile la conduite d'investigations cliniques associant l'incidence de la douleur à des causes possibles. En effet, l'inflammation péri-apicale aiguë peut être due à des lésions mécaniques, chimiques ou microbiennes des tissus péri-apicaux. Le processus d'instrumentation pouvant entraîner l'extrusion de débris et de bactéries au cours de la préparation chimio-mécanique est une cause importante. Il a été reconnu que l'extrusion de débris apicaux pouvait entraîner une inflammation des tissus péri-radicaux, entraînant une douleur post-opératoire voire des flambées aiguës. Bien que plusieurs études *in vitro* aient évalué l'extrusion de débris avec l'utilisation différents systèmes instrumentaux, peu ont mis en lumière le résultat clinique et son impact sur la douleur post-opératoire. Cela a donc nécessité la mise en place de recherches plus poussées sous forme d'essais cliniques pour étudier la relation entre l'incidence de la douleur post-opératoire et le choix du système instrumental. Cependant, l'une des lacunes majeures rencontrées lors de l'évaluation de la douleur post-opératoire est la nature subjective de cette évaluation et la difficulté inhérente à sa mesure. À ce jour, aucun consensus clair n'a pu être mis en évidence sur l'impact de l'instrumentation sur la douleur post-opératoire car d'autres facteurs rentrent dans l'équation. De plus, les traitements endodontiques sont en perpétuelle évolution avec des indications qui se réduisent et des protocoles qui se perfectionnent. En effet, les données actuelles de la science et les biomatériaux disponibles permettent de repousser les indications du traitement canalaire dans le but de préserver au maximum les tissus pulpaux vitaux. La question de l'extrusion apicale deviendra donc une problématique de moins en moins fréquente, même si le maintien ou l'amélioration de la qualité de vie des patients doit rester au cœur des objectifs des professionnels de santé.

Bibliographie

Alonso-Ezpeleta, L.O., C. Gasco-Garcia, L. Castellanos-Cosano, J. Martín-González, F.J. López-Frías, et J.J. Segura-Egea. « Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps : comparison of three different obturation techniques ». *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal* 17, n° 4 (2012): 721-27.

Arslan, H., E. Doğanay, M. Alsancak, I.D. Çapar, E. Karataş, et H.A. Gündüz. « Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Recipro[®]) instruments with various kinematics ». *International endodontic journal* 49, n° 3 (2016): 307-10. <https://doi.org/10.1111/iej.12449>.

Arslan, H., Y. Güven, E. Karataş, et E. Doğanay. « Effect of the simultaneous working length control during root canal preparation on postoperative pain ». *Journal of endodontics* 43, n° 9 (2017): 1422-27. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.028>.

Arslan, H., R. Khalilov, E. Doğanay, et E. Karatas. « The effect of various kinematics on postoperative pain after instrumentation : a prospective, randomized clinical study ». *Journal of applied oral science* 24, n° 5 (2016): 503-8. <https://doi.org/10.1590/1678-775720160136>.

Boutsioukis, C., Z. Psimma, et E. Kastrinakis. « The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo ». *International endodontic journal* 47, n° 5 (2014): 487-96. <https://doi.org/10.1111/iej.12176>.

Braga, L.C.M., A.C. Faria Silva, V.T.L. Bueno, et M.G. de Azevedo Bahia. « Impact of heat treatments on the fatigue resistance of different rotary nickel-titanium instruments ». *Journal of endodontics* 40, n° 9 (2014): 1494-97. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.03.007>.

Cardoso Tarallo, A., F. De Souza Matos, E. Bresciani, L.R. Paranhos, et C. Ribeiro Camargo. « Influence of working length on post-operative pain after single or two-visit endodontic treatment : a randomised clinical trial ». *Journal of clinical & diagnostic research* 12, n° 10 (2018): 6-11. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/35913.12114>.

Caviedes-Bucheli, J., F. Castellanos, N. Vasquez, E. Ulate, et H.R. Munoz. « The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis : a systematic review and meta-analysis ». *International endodontic journal* 49, n° 3 (2016): 255-70.

Caviedes-Bucheli, J., J.O. Moreno, C.P. Carreño, R. Delgado, D.J. Garcia, J. Solano, E. Diaz, et H.R. Munoz. « The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament ». *International Endodontic Journal* 46, n° 5

(2013): 419- 26. <https://doi.org/10.1111/iej.12005>.

Comparin, D., E.J.L. Moreira, E. M. Souza, G. De-Deus, A. Arias, et E.J.N.L. Silva. « Postoperative pain after endodontic retreatment using rotary or reciprocating instruments : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 43, n° 7 (2017): 1084- 88. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.010>.

Cruz Junior, J.A., M.S. Coelho, A.S. Kato, N. Vivacqua-Gomes, C.E. Fontana, D.G. Rocha, et C.E. Silveira Bueno. « The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain : a prospective and randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 42, n° 1 (2016): 8- 11. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.09.018>.

Dincer, A.N., M.B. Guneser, et D. Arslan. « Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system : WaveOne gold ». *Journal of conservative dentistry* 20, n° 5 (2017): 322- 25. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_407_16.

Ehsani, M., R. Farhang, A. Harandi, S. Tavanafar, M. Raoof, et S. Galledar. « Comparison of apical extrusion of debris by using single-file, full-sequence rotary and reciprocating systems ». *Journal of dentistry of Tehran university of medical sciences* 13, n° 6 (2016): 394- 99.

Elias, M. K., A. A. Soliman, H. M. El-Far, A. G. Ghoneim, et S. I. Gawdat. « Postoperative pain after instrumentation with two nickel-titanium systems based on different kinematics in patients with symptomatic irreversible pulpitis : a randomised clinical trial ». *Endodontic practice today* 13, n° 1 (2019): 21.

Elnaghy, A.M., et S.E. Elsaka. « Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments ». *International endodontic journal* 49, n° 11 (2016): 1073- 78. <https://doi.org/10.1111/iej.12557>.

Farmakis, E.T., G.G. Sotiropoulos, I. Abràmovitz, et M. Solomonov. « Apical debris extrusion associated with oval shaped canals : a comparative study of WaveOne vs Self-Adjusting File ». *Clinical oral investigations* 20, n° 8 (2016): 2131- 38.

Farzaneh, S., M. Parirokh, N. Nakhaee, et P.V. Abbott. « Effect of two different concentrations of sodium hypochlorite on postoperative pain following single-visit root canal treatment : a triple-blind randomized clinical trial ». *International endodontic journal* 51, n° 1 (2018): 2- 11. <https://doi.org/10.1111/iej.12749>.

Gao, Y., J.L. Gutmann, K. Wilkinson, R. Maxwell, et D. Ammon. « Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile Vortex rotary instruments ». *Journal of endodontics* 38, n° 3 (2012): 398- 401. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.11.004>.

Gathani, K., et S.S. Raghavendra. « Comparison of postoperative pain in singlevisit and multiple-visit endodontic therapy using ProTaper Universal, Hero Shaper and the Self-adjusting File : a split-mouth clinical trial ». *Endodontic practice today* 10, n° 1 (2016): 23- 28.

Genet, J.M., P.R. Wesselink, S.K.T. Van Velzen, et S.K. Thoden. « The incidence of preoperative and

postoperative pain in endodontic therapy ». *International endodontic journal* 19, n° 5 (1986): 221- 29.

Hof, R., V. Perevalov, M. Eltanani, R. Zary, et Z. Metzger. « The Self-adjusting File (SAF). Part 2 : Mechanical analysis ». *Journal of endodontics* 36, n° 4 (2010): 691-96. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.028>.

Hou, X., Y. Yahata, Y. Hayashi, A. Ebihara, T. Hanawa, et H. Suda. « Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments ». *International endodontic journal* 44, n° 3 (2011): 253-58. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01818.x>.

Hülsmann, M., T. Rödig, et S. Nordmeyer. « Complications during root canal irrigation ». *Endodontic topics* 16, n° 1 (2007): 27.

Jacoub, M.S., M. Abdel-Rahman Kataia, A.A. Rahman Hashem, et E.A. Hafiz. « The influence of two instrumentation techniques with two sealers on post-operative pain after endodontic treatment “randomized clinical trial” ». *Future dental journal* 4, n° 2 (2018): 175-80. <https://doi.org/10.1016/j.fdj.2018.10.001>.

Jain, N., A.M. Pawar, M. Naganath, A. Gupta, et H. Daryani. « Incidence and severity of postoperative pain after canal instrumentation with reciprocating system, continuous rotary single file system, versus SAF system ». *Endodontic practice today* 10, n° 3 (2016): 153-60.

Jain, V. « Comparative analysis of extrusion of debris and irrigants from the apical foramen using hand and rotary systems ». *International journal of community health & medical research* 3, n° 2 (2017): 66-70.

Kalra, P., A. Rao, E. Suman, R. Shenoy, et B.S. Suprabha. « Evaluation of conventional, protaper hand and protaper rotary instrumentation system for apical extrusion of debris, irrigants and bacteria : an in vitro randomized trial ». *Journal of clinical and experimental dentistry* 9, n° 2 (2017): 254-58. <https://doi.org/10.4317/jced.53340>.

Kara Tuncer, A., et M. Gerek. « Effect of working length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 40, n° 1 (2014): 38- 41. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.004>.

Karataş, E., I. Ersoy, H.A. Gündüz, A.D. Uygun, E. Kol, et F. Çakıcı. « Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris ». *Artificial organs* 40, n° 8 (2016): 774- 77. <https://doi.org/10.1111/aor.12675>.

Kherlakian, D., R.S. Cunha, I.C. Ehrhardt, M.L. Zuolo, A. Kishen, et C.E. Silveira Bueno. « Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system : a prospective randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 42, n° 2 (2016): 171-76. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.011>.

Kirchhoff, A.L., L.F. Fariniuk, et I. Mello. « Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems ». *Journal of endodontics* 41, n° 2 (2015): 237-41.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.023>.

Koçak, S., M.M. Koçak, B.C. Sağlam, S.A. Türker, B. Sağsen, et Ö. Er. « Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems ». *Journal of endodontics* 39, n° 10 (2013): 1278-80. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.013>.

Krithikadatta, J., V. Sekar, P. Sudharsan, et N. Velumurugan. « Influence of three Ni-Ti cleaning and shaping files on postinstrumentation endodontic pain : a triple-blinded, randomized, controlled trial ». *Journal of conservative dentistry* 19, n° 4 (2016): 311-16. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.186442>.

Madhusudhana, K., V.B. Mathew, et N.M. Reddy. « Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems : an in vitro study ». *Contemporary clinical dentistry* 1, n° 4 (2010): 234-36. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.76390>.

Manfredi, M., L. Figini, M. Gagliani, et G. Lodi. « Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth ». *The cochrane database of systematic reviews* 12 (2016): 1469-93. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005296.pub3>.

Middha, M., P. Sangwan, S. Tewari, et J. Duhan. « Effect of continuous ultrasonic irrigation on postoperative pain in mandibular molars with nonvital pulps : a randomized clinical trial ». *International endodontic journal* 50, n° 6 (2017): 522-30. <https://doi.org/10.1111/iej.12666>.

Myers, G.L., et S. Montgomery. « A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques ». *Journal of endodontics* 17, n° 6 (1991): 275-79.

Nayak, G., I. Singh, S. Shetty, et S. Dahiya. « Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems ». *Journal of dentistry of Tehran university of medical sciences* 11, n° 3 (2014): 302-9.

Neelakantan, P., et S. Sharma. « Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics : a prospective randomized multicenter clinical study ». *Clinical oral investigations* 19, n° 9 (2014): 2211-17. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1448-x>.

Nekoofar, M.H., M.S. Sheykhrezae, N. Meraji, A. Jamee, A. Shirvani, J. Jamee, et P.M.H. Dummer. « Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 41, n° 5 (2015): 575-78. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.12.026>.

Oliveira, P.S., N.K.B. da Costa, C.N. Carvalho, et M.C. Ferreira. « Impact of root canal preparation performed by ProTaper Next or Reciproc on the quality of life of patients : a randomized clinical trial ». *International endodontic journal* 52, n° 2 (2019): 139-48. <https://doi.org/10.1111/iej.12990>.

Pasqualini, D., L. Mollo, N. Scotti, G. Cantatore, A. Castellucci, G. Migliaretti, et E. Berutti. « Postoperative pain after manual and mechanical glide path : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 38, n° 1 (2012): 32-36. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.017>.

Pawar, A.M., M.G. Pawar, Z. Metzger, et S.R. Kokate. « The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT ». *Journal of conservative dentistry* 18, n° 2 (2016): 110- 14. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.153057>.

Plotino, G., N. M. Grande, L. Testarelli, et G. Gambarini. « Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments ». *International endodontic journal* 45, n° 7 (2012): 614-18. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.006>.

Ramamoorthi, S., M.S. Nivedhitha, et M.J. Divyanand. « Comparative evaluation of postoperative pain after using endodontic needle and EndoActivator during root canal irrigation : a randomised controlled trial ». *Australian endodontic journal* 41, n° 2 (2015): 78-87. <https://doi.org/10.1111/aej.12076>.

Relvas, J., M. Bastos, A. Marques, A. Garrido, et E. Sponchiado. « Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals : a randomized, controlled clinical trial ». *Clinical oral investigations* 20, n° 8 (2016): 1987-93.

Rosas, S., M. Paço, C. Lemos, et T. Pinho. « Comparison between the visual analog scale and the numerical rating scale in the perception of esthetics and pain ». *International orthodontics* 15, n° 4 (2017): 543-60. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2017.09.027>.

Saha, S., R. Gupta, A. Bhardwaj, A. Misuriya, M. Saha, et A. Nirwan. « Comparison of the incidence of postoperative pain after using a continuous rotary system, a reciprocating system, and a Self-Adjusting File system in single-visit endodontics : a prospective randomized clinical trial ». *Journal of conservative dentistry* 21, n° 3 (2018): 333- 38. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_336_17.

Sathorn, C, P Parashos, et H Messer. « The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review ». *International Endodontic Journal* 41, n° 2 (2008): 91-99.

Saumya-Rajesh, P., J. Krithikadatta, N. Velmurugan, et C. Sooriaprakas. « Post-instrumentation pain after the use of either Mtwo or the SAF system : a randomized controlled clinical trial ». *International endodontic journal* 50, n° 8 (2017): 750- 60. <https://doi.org/10.1111/iej.12702>.

Schilder, H. « Cleaning and shaping the root canal ». *Dental clinics of North America* 18, n° 2 (1974): 269-96.

Scott, A.C., et D.E. Vire. « An evaluation of the ability of a dentin plug to control extrusion of thermoplasticized gutta-percha ». *Journal of endodontics* 18, n° 2 (1992): 52-57. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81370-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81370-1).

Segura-Egea, J.J., R. Cisneros-Cabello, J.M. Llamas-Carreras, et E. Velasco-Ortega. « Pain associated with root canal treatment ». *International endodontic journal* 42, n° 7 (2009): 614-20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01562.x>.

Seltzer, S., et I.J. Naidorf. « Flare-ups in endodontics : I. Etiological factors ». *Journal of endodontics* 11, n° 11 (1985): 472- 78. <https://doi.org/10.1097/00004770-200407000-00005>.

Shahi, S., V. Asghari, S. Rahimi, M. Lotfi, M. Samiei, H. Yavari, S. Shakouie, et S. Nezafati. « Postoperative pain after endodontic treatment of asymptomatic teeth using rotary instruments : a randomized clinical trial ». *Iranian endodontic journal* 11, n° 1 (2016): 38-43. <https://doi.org/10.7508/iej.2016.01.008>.

Shokraneh, A., M. Ajami, N. Farhadi, M. Hosseini, et B. Rohani. « Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion : a prospective, randomized, double-blind clinical trial ». *Clinical oral investigations* 21, n° 1 (2017): 413- 18. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1807-2>.

Siqueira Jr., J.F. « Microbial causes of endodontic flare-ups ». *International endodontic journal* 36, n° 7 (2003): 453-63. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00671.x>.

Siqueira, Jr J.F., I.N. Rôças, R. Souto, M. de Uzeda, et A.P. Colombo. « Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization ». *Oral surgery, oral medicine and oral pathology* 92, n° 4 (2001): 451- 57. <https://doi.org/10.1067/moe.2001.118620>.

Slade, G.D. « Derivation and validation of a short-form oral health impact profile ». *Community dentistry and oral epidemiology* 25, n° 4 (1997): 284- 90.

Sluis, L.W.M. van der, M. Versluis, M.K. Wu, et P.R. Wesselink. « Passive ultrasonic irrigation of the root canal : a review of the literature ». *International endodontic journal* 40, n° 6 (2007): 415- 26.

Subbiya, A., P.S. Cherkas, P. Vivekanandhan, N. Geethapriya, D. Malarvizhi, et S. Mitthra. « Effect of three different rotary instrumentation systems on postinstrumentation pain : a randomized clinical trial ». *Journal of conservative dentistry* 20, n° 6 (2017): 467- 73. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_350_16.

Sundqvist, G. « Ecology of the root canal flora ». *Journal of endodontics* 18, n° 9 (1992): 427-30.

Topçuoğlu, H., G. Topçuoğlu, et H. Arslan. « The effect of apical positive and negative pressure irrigation methods on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 44, n° 8 (2018): 1210-15. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.019>.

Topçuoğlu, H.S., G. Topçuoğlu, et H. Arslan. « The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis : a randomized clinical trial ». *Journal of endodontics* 44, n° 10 (2018): 1451-56. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.008>.

Trowbridge, H. O., et R.C. Emling. *Inflammation : a review of the process*. 5th ed. Paris : Quintessence Publishing Co Inc, 1997.

- Veltri, M., A. Mollo, L. Mantovani, P. Pini, P. Balleri, et S. Grandini. « A comparative study of Endoflare–Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals ». *International endodontic journal* 38, n° 9 (2005): 610-16.
- Verma, M., N. Meena, R.A. Kumari, S. Mallandur, R. Vikram, et V. Gowda. « Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles : an in vitro study ». *Journal of conservative dentistry* 20, n° 2 (2017): 96-99. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.212239>.
- Villanueva, L.E.C.P. « Fusobacterium nucleatum in endodontic flare-ups ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontology* 93, n° 2 (2002): 179-83.
- Vivekanandhan, P., A. Subbiya, S. Mitthra, et A. Karthick. « Comparison of apical debris extrusion of two rotary systems and one reciprocating system ». *Journal of conservative dentistry* 19, n° 3 (2016): 245-49. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.011>.
- Xavier, F., G. Nevaes, M.K. Romeiro, K. Gonçalves, L. Gominho, et D. Albuquerque. « Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems ». *International endodontic journal* 48, n° 7 (2015): 661-65. <https://doi.org/10.1111/iej.12362>.
- Yoldas, O., A. Topuz, A. S. Isçi, et H. Oztunc. « Postoperative pain after endodontic retreatment : single- versus two-visit treatment ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontology* 98, n° 4 (2004): 483-87.
- Zand, V., A.S. Milani, A.H. Dehkharghani, M. Rahbar, et P. Tehranchi. « Treatment of necrotic teeth using two engine-driven systems and patient's postoperative pain : a double-blind clinical trial ». *Iranian endodontic journal* 11, n° 4 (2016): 267-72.

Table des figures

Figure 1 : Graphique représentant la variation de l'intensité de la douleur avant et après réalisation de traitement endodontique chez des patients atteints de pulpite aiguë irréversible	5
Figure 2 : Exemple d'échelle visuelle analogique.....	7
Figure 3 : Tableau d'évaluation numérique de la qualité de la douleur	7
Figure 4 : Schéma mettant en avant une extrusion apicale de micro-organismes et/ou de leurs produits au cours de procédures chimio-mécaniques.....	10
Figure 5 : Schéma d'une préparation chimio-mécanique induisant des modifications dans le système canalaire et favorisant la prolifération de certaines espèces	12
Figure 6 : Facteurs mis en évidence dans l'étiologie des infections endodontiques	12
Figure 7 : Entrée de l'oxygène dans le canal radiculaire pouvant favoriser la prolifération de bactéries anaérobies facultatives	13
Figure 8 : Schéma du modèle utilisé par Myers et Montgomery et al. utilisé pour quantifier l'extrusion apicale de bactéries, irrigants et/ou débris.....	14
Figure 9 : Modèle modifié de la méthode établie par Myers, Montgomery et al. utilisé pour quantifier l'extrusion apicale de bactéries, irrigants et/ou débris.....	15
Figure 10 : Structure austénitique et martensitique du nickel-titane.....	18
Figure 11 : Images en microscopie électronique à balayage de coupes transversales d'instruments Wave-One® Gold (à gauche) et Wave-One (à droite).	20
Figure 12 : Représentation de la quantité de débris apicaux extrudés dans les différents groupes expérimentaux selon la cinétique utilisée lors de l'utilisation de la réciprocité et d'un groupe contrôle	23
Figure 13 : Design d'une lime SAF avec (A) Queue pour fixation à une pièce à main vibrante et (B) le connecteur pour le tube à irrigation	26
Figure 14 : Comparaison de la quantité de débris extrudés entre un système par ajustement automatique avec un débit de 4 ml/min et un système utilisant la réciprocité	30
Figure 15 : Graphique représentant les valeurs moyennes de douleur ressentie par les patients des deux groupes au cours d'une période de 7 jours suivant le traitement canalaire	38
Figure 16 : Illustration de modélisation d'extrémité d'aiguille permettant de délivrer une solution ..	38
Figure 17 : Image représentant trois systèmes d'activation des solutions d'irrigation	40

Table des tableaux

Tableau 1 : Tableau d'évaluation numérique de la douleur	7
Tableau 2 : Prévalence d'espèces bactériennes détectées par hybridation moléculaire dans 27 échantillons d'abcès	11
Tableau 3 : Comparaison de deux systèmes d'instrumentation	19
Tableau 4 : Paramètres de certains systèmes instrumentaux	27
Tableau 5 : Facteurs orientant le choix de l'instrumentation	46

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de l'UFR d'Odontologie – Montrouge

Docteur Marion FLORIMOND

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président d'Université de Paris

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Influence du protocole d'instrumentation canalaire sur la douleur post-opératoire en endodontie

Résumé :

La réalisation du traitement endodontique donne lieu à des complications comme les douleurs post-opératoires. Les étiologies de cette complication sont multiples car elles font intervenir une composante inflammatoire ayant une origine physique, chimique, bactérienne ou une combinaison de ces facteurs. Lors de nos thérapeutiques endodontiques, une extrusion inévitable de débris pulpaire, dentinaires, microbiens voire de matériaux ou de solutions liée à l'instrumentation canalaire serait ainsi à l'origine de l'apparition d'une inflammation locale provoquant une douleur post-opératoire. Le choix de l'instrumentation n'est pas aisé pour tout chirurgien dentiste car la quantité de séquence proposée est importante. Chaque séquence instrumentale possède des caractéristiques propres qui peuvent avoir un impact sur l'extrusion apicale de débris et ainsi sur l'incidence ou la sévérité des douleurs post-opératoires. Les instruments de préparation canalaire proposés diffèrent par les alliages, la cinétique, le profil de section, la conicité, le nombre d'instrument ou encore le diamètre apical. Ces paramètres ont été comparés afin de connaître leur influence d'une part sur la quantité de débris extrudés puis d'autre part sur l'incidence ou la sévérité des douleurs post-opératoires. Il semble que l'instrumentation utilisée pour le cathétérisme, la recherche de la longueur de travail, l'irrigation et l'agitation des solutions influent également sur la douleur post-opératoire. Enfin, certains paramètres cliniques comme la symptomatologie pré-opératoire, le diagnostic pulpaire ou péri-apical ainsi que l'anatomie canalaire peuvent avoir une influence dans le choix de la séquence instrumentale à adopter pour minimiser la douleur post-opératoire et améliorer la qualité de vie des patients.

Discipline :

Endodontie

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

Endodontie -- instrumentation -- Dissertation universitaire ; Parodontite périapicale -- Dissertation universitaire ; Douleur postopératoire -- Thèses et écrits académiques - ; Chirurgie aseptique et antiseptique - Thèses et écrits académiques

English keywords (MeSH) :

Endodontics -- instrumentation -- Academic Dissertation ; Periapical Periodontitis -- Academic Dissertation

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