



HAL
open science

L'évolution de la pratique de l'endodontie en France

Cédric Treguer

► **To cite this version:**

Cédric Treguer. L'évolution de la pratique de l'endodontie en France. Autre [q-bio.OT]. 2012. dumas-00906684

HAL Id: dumas-00906684

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00906684>

Submitted on 20 Nov 2013

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.

**THÈSE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ÉTAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

présentée par

Cédric TREGUER

Né le 26/03/1986 à BREST

Année : 2012

Thèse N° : 29019

Préparée à l'UFR d'odontologie de BREST

**L'EVOLUTION DE LA PRATIQUE DE
L'ENDODONTIE EN FRANCE**

Thèse soutenue le 7 décembre 2012

devant le jury composé de :

Reza ARBAB CHIRANI

Professeur des Universités, UFR Odontologie / *Président / Directeur*

Valérie CHEVALIER-HERISSET

Maître de Conférences des Universités, UFR Odontologie / *Assesseur*

Hervé FORAY

Maître de Conférences des Universités, UFR Odontologie / *Assesseur*

Emilie THIEBAUT

Assistante Hospitalière Universitaire, UFR Odontologie / *Assesseur*

Karen VALLAEYS

Chargée d'enseignement, UFR Odontologie / *Assesseur*

Yves-Marie QUEAU

Praticien Attaché, Service Odontologie / *Invité*

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

PRESIDENT

Monsieur Pascal OLIVARD

DIRECTEUR GENERAL DES SERVICES

Monsieur Stéphane CHARPENTIER

CORPS PROFESSORAL DE L'U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE BREST

Année Universitaire 2012-2013

DOYEN

Monsieur Alain ZERILLI

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

57-03 Sciences Biologiques
58-01 Odontologie Conservatrice
58-02 Prothèse

Monsieur Jacques-Olivier PERS
Monsieur Reza ARBAB CHIRANI
Monsieur Gérard DERRIEN

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

56-01 Pédodontie
56-01 Pédodontie
56-03 Prévention Epidémiologie
56-03 Prévention Epidémiologie
57-01 Parodontologie
57-02 Chirurgie Buccale et Pathologique
57-02 Chirurgie buccale et Pathologique
57-03 Sciences Biologiques
58-01 Odontologie Conservatrice
58-02 Prothèse
58-02 Prothèse
58-03 Sciences anatomiques et physiologiques,
occlusodontiques, biomatériaux,
biophysique et radiologie
58-03 Sciences anatomiques et physiologiques,
occlusodontiques, biomatériaux,
biophysique et radiologie

Monsieur Hervé FORAY
Madame Frédérique d'ARBONNEAU
Monsieur Alain ZERILLI
Monsieur Bertrand PIVER
Monsieur Guy LE TOUX (en disponibilité)
Madame Sylvie BOISRAME-GASTRIN
Monsieur Michel LEGENS (en disponibilité)
Mademoiselle Laëtitia LE POTTIER
Madame Valérie CHEVALIER-HERISSET
Monsieur Vincent JARDEL
Madame Elisabeth LEIZE-ZAL
Madame Céline BODERE

Monsieur Brice CHAUVEL

ASSISTANTS

56-02 Orthopédie Dento Faciale
57-01 Parodontologie
57-01 Parodontologie
57-02 Chirurgie Buccale et Pathologique
57-02 Chirurgie Buccale et Pathologique
58-01 Odontologie Conservatrice
58-01 Odontologie Conservatrice
58-02 Prothèse
58-02 Prothèse

Madame Kristelle MELONE-BODERE
Monsieur Sébastien BEUZIT
Monsieur Jérémy SANTUCCI
Mademoiselle Julie LELIEVRE
Monsieur Cédric LANSONNEUR
Mademoiselle Emilie THIEBAUT
Mademoiselle Charlotte GOUEDARD
Monsieur Bassem HIJAZI
Monsieur Gabriel SCOLAN

ASSISTANTS ASSOCIES

57-03 Sciences Biologiques

Monsieur Pierre POCHARD

A Monsieur le Professeur Reza ARBAB CHIRANI

- Professeur des Universités - Praticien hospitalier
- Chef de Service

Vous nous faites l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse.

Nous vous remercions de bien avoir voulu diriger ce travail, et d'avoir montré le plus grand intérêt à son élaboration.

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour la qualité de votre enseignement. Nous avons su apprécier vos qualités de pédagogue et votre humanisme.

A Madame le Docteur Valérie CHEVALIER-HERISSET

- Maître de Conférences des Universités - Praticien hospitalier

Vous nous faites l'honneur de siéger au sein du jury de cette thèse.

Vous nous avez permis de profiter pleinement de vos connaissances tout au long de notre cursus. Nous n'oublierons pas votre gentillesse et votre disponibilité en clinique.

Soyez assurée de notre sincère reconnaissance pour votre investissement auprès des étudiants.

A Monsieur le Docteur Hervé FORAY

- Maître de Conférences des Universités - Praticien hospitalier

Vous nous faites l'honneur de siéger au sein du jury de cette thèse.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre profonde reconnaissance pour vos précieux conseils, et le partage de votre expérience clinique tout au long de notre cursus, notamment de votre savoir-faire avec les enfants.

A Madame le Docteur Emilie THIEBAUT

- Assistante Hospitalière Universitaire

Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de juger notre travail.

Nous avons été très sensibles à l'intérêt que vous portez aux étudiants, de par votre aide et votre disponibilité en clinique. Nous n'oublierons pas votre grande sympathie.

Veillez trouver ici le témoignage de notre vive reconnaissance.

A Madame le Docteur Karen VALLAEYS

- Chargée d'enseignement

Nous vous remercions d'avoir accepté spontanément de faire partie de notre jury.

Nous vous prions de trouver dans ce travail l'expression de notre profonde gratitude et de notre sincère reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Yves-Marie QUEAU

- Praticien Attaché

Vous nous faites l'honneur de siéger au sein du jury de cette thèse.

Nous vous adressons toute notre reconnaissance et nos remerciements pour votre aide et vos précieux conseils en clinique. Nous n'oublierons pas votre sens de l'humour.

A mes parents,

Maman, pour ton soutien et ta présence tout au long de mes études. Je tenais à te remercier tout particulièrement d'avoir accéléré le déroulement de cette enquête en m'aidant à préparer les mille courriers à envoyer, de jour comme de nuit.

Papa, à qui je dois ma réussite aujourd'hui, pour m'avoir donné le goût du travail, et avoir suscité mon intérêt pour cette profession. Merci pour tout le savoir et les compétences que tu m'as transmis.

A ma sœur Aurore,

Ton tour ne tardera pas. J'espère que je t'ai donné le bon exemple dans ce parcours universitaire. Je te souhaite le même bonheur pour la fin de tes études...

A ma grand-mère « Jeannette », mes oncles et mes tantes, mes cousins et mes cousines,

Pour votre présence et vos encouragements.

A ma compagne Marina,

Pour ton soutien et ta présence durant toute la rédaction de ce travail. Merci pour le temps que tu as consacré à m'expliquer l'art et la manière d'une belle mise en page.

A tous mes amis,

Pour votre sens de l'humour, et toutes les soirées que nous avons partagées durant nos études, et qui resteront gravées dans nos mémoires.

A Jean-Luc et Yoann GRALL, et toute l'équipe,

Pour m'avoir accueilli avec sympathie dans votre laboratoire de prothèses à mes débuts afin que je me perfectionne en travaux pratiques. C'est toujours un plaisir de travailler avec vous.

A tous les enseignants et au personnel du centre de soins et de la faculté dentaire de Brest,

Qui nous ont toujours aidés dans notre cursus universitaire et dans notre pratique clinique.

Au prothésiste du centre de soins « Dédé », en particulier,

Pour ton aide et ta patience avec les jeunes !

A la société Micro-Méga® et Audrey Stefany, en particulier,

Nous tenions à vous remercier d'avoir participé à notre enquête en acceptant de financer ce projet.
Nous avons été très sensibles à vos encouragements.

A Audrey Spreng, guichetière à La Poste de Brest,

Pour votre amabilité et votre disponibilité lors de la gestion des courriers de cette enquête.

A tous les praticiens qui ont bien voulu répondre au questionnaire de notre enquête,

Sur leur temps de travail, parfois avec beaucoup d'humour.

Je certifie sur l'honneur ne pas avoir repris pour mon propre compte des propos,
des citations, des illustrations déjà publiés.

BREST, le 5 novembre 2012

TREGUER Cédric

L'EVOLUTION DE LA PRATIQUE DE L'ENDODONTIE EN FRANCE

PLAN

INTRODUCTION.....	14
CHAPITRE 1. GENERALITES SUR L'ENDODONTIE.....	16
1.1. Définition et objectifs du traitement endodontique.....	16
1.2. Indications et contre-indications du traitement endodontique.....	16
CHAPITRE 2. TECHNIQUES ENDODONTIQUES MECANISEES.....	18
2.1. Historique de l'emploi de l'alliage Ni-Ti en endodontie.....	18
2.2. Concept des techniques endodontiques mécanisées.....	19
2.3. Impératifs de la préparation canalaire.....	19
2.3.1. Impératifs biologiques.....	20
2.3.2. Impératifs mécaniques.....	20
2.3.2.1. Respect du trajet canalaire initial.....	20
2.3.2.2. Aménagement d'une conicité majorée et régulière	21
2.3.2.3. Préservation des structures apicales.....	21
2.4. Les propriétés du Ni-Ti.....	22
2.4.1. Superélasticité.....	22
2.4.2. Flexibilité.....	23
2.4.3. Efficacité de coupe.....	23
2.4.4. Résistance à la fracture et à la corrosion.....	23
2.4.5. Biocompatibilité tissulaire.....	24
2.5. Instrumentation mécanisée.....	24
2.5.1. Intérêts cliniques des instruments en Ni-Ti.....	24
2.5.2. Limites des instruments en Ni-Ti.....	25
2.5.3. Précautions d'emploi clinique.....	25

2.5.4. Diversité des systèmes mécanisés.....	26
2.5.4.1. Indications.....	27
2.5.4.2. Procédés de fabrication.....	28
2.5.4.3. Caractéristiques géométriques.....	28
2.5.4.4. Traitements de surface.....	30
2.5.4.5. Nouveaux systèmes.....	31
2.5.5. Utilisation des instruments soniques et ultrasoniques en endodontie.....	32
CHAPITRE 3. ENQUETE SUR L'EVOLUTION DE LA PRATIQUE DE L'ENDODONTIE EN FRANCE.....	33
3.1. Objectifs de l'enquête.....	33
3.2. Matériel et méthode.....	33
3.3. Résultats et analyse.....	35
3.4. Discussion.....	48
3.5. Conclusions.....	53
CONCLUSION.....	54
BIBLIOGRAPHIE.....	55
ANNEXES.....	64

INTRODUCTION

L'endodontie est la discipline de l'odontologie qui concerne la prévention, le diagnostic et le traitement des maladies de la pulpe et du péri-apex. Son objectif est la conservation sur l'arcade des dents atteintes de ces pathologies, après leur avoir redonné préalablement un état de santé biologiquement, cliniquement et radiographiquement contrôlable ainsi qu'une fonction normale. Lors de pathologies irréversibles potentielles ou avérées de la pulpe dentaire, un traitement endodontique est réalisé.

La mise en forme canalaire constitue une des étapes du traitement endodontique. L'instrumentation, associée à une irrigation adaptée, permet d'atteindre les objectifs biologiques et mécaniques de la préparation canalaire qui doit être impérativement réalisée sous champ opératoire. A l'heure actuelle, il existe une très grande variété d'instruments sur le marché, constitués d'acier inoxydable ou de nickel-titane (Ni-Ti), utilisés avec des techniques manuelles et/ou mécanisées. Aussi, des outils peuvent être utilisés en complément, comme le localisateur d'apex ou l'instrumentation sonore ou ultrasonore. Ces derniers peuvent apporter une aide précieuse dans la réalisation de cet acte. Enfin, le développement de la radiographie numérique, depuis le milieu des années 1980, permet de réaliser aujourd'hui des clichés d'une grande qualité, avec une rapidité accrue.

Grâce à l'avènement de l'alliage Ni-Ti, un grand pas a été franchi en endodontie. Les techniques associant l'utilisation de cet alliage et la rotation continue sont apparues durant les années 1990. Elles révolutionnent le domaine de l'endodontie car cet alliage semble plus s'adapter aux variations anatomiques du système endodontique en se conformant aux courbures du canal qu'il parvient à négocier tout en respectant la trajectoire canalaire originelle. Ainsi, ces techniques présentent de nombreux avantages par rapport aux techniques manuelles classiques : une conicité majorée contribuant à une meilleure préparation canalaire, une diminution du risque de transport canalaire, un gain de temps, etc. De plus, il n'existe que très peu de contre-indications à leur emploi. Cependant, il est important de respecter rigoureusement les protocoles préconisés par les fabricants et les précautions d'emploi clinique afin de limiter les complications de ces techniques.

Dans un premier temps, nous aborderons les généralités sur l'endodontie. Nous déterminerons l'objectif et les indications d'un traitement endodontique.

Dans un second volet, nous nous pencherons sur les différents aspects des techniques endodontiques mécanisées.

Enfin, nous exposerons l'évaluation réalisée sur la pratique de l'endodontie en France, et plus particulièrement sur l'utilisation de l'instrumentation mécanisée, à travers une enquête que nous avons menée auprès de mille chirurgiens-dentistes français.

CHAPITRE 1. GENERALITES SUR L'ENDODONTIE

1.1. Définition et objectifs du traitement endodontique

La définition du traitement endodontique nous est donnée par l'Agence Nationale pour le Développement de l'Evaluation Médicale (ANDEM remplacée de nos jours par la Haute Autorité de Santé ou HAS) : le traitement endodontique (TE) est une procédure qui s'applique de l'extrémité coronaire à l'extrémité apicale d'un réseau canalaire d'une dent ou d'une racine dentaire et qui consiste après diagnostics étiologique, positif et différentiel, à :

- éliminer et à neutraliser toutes substances organiques (résidus tissulaires, bactéries, produits de l'inflammation) contenues dans le réseau canalaire. Il s'agit du débridement ou parage canalaire,
- élargir le canal principal,
- obturer le réseau canalaire (ANDEM, 1996).

Pour réaliser un traitement endodontique efficace, l'action doit être « chimiomécanique ». En effet, le parage canalaire par les instruments doit être associé à une irrigation abondante et régulière par une solution de désinfection.

Le traitement endodontique a pour objectif de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade (HAS, 2008).

Par la suite, la dent traitée devra être reconstituée par une obturation coronaire ou une reconstitution prothétique si elle est trop délabrée, afin d'assurer l'étanchéité maximale du traitement et d'éviter que les canaux ne soient recolonisés par les bactéries.

1.2. Indications et contre-indications du traitement endodontique

Les indications et contre-indications du traitement endodontique ont été établies précisément par la Haute Autorité de Santé (HAS).

Le traitement endodontique est indiqué dans les cas suivant :

- Pulpite irréversible ou pulpe nécrosée avec ou sans signes cliniques et/ou radiographiques de parodontite apicale.
- Pulpe vivante dans les cas suivants : pronostic défavorable de la vitalité pulpaire, probabilité élevée d'exposition pulpaire au cours de la restauration coronaire n'autorisant pas le coiffage direct, amputation radulaire ou hémisection.

Néanmoins, il existe certaines contre-indications au traitement endodontique :

- Contre-indications d'ordre médical :
 - formelle : cardiopathie à haut risque d'endocardite infectieuse si la pulpe est nécrosée,
 - relative : cardiopathie à haut risque d'endocardite infectieuse si la dent est vivante et cardiopathie à risque moins élevé dans tous les cas. Chez ces patients, les soins endodontiques ne doivent être réalisés que si trois conditions sont remplies : champ opératoire étanche (digue), totalité de l'endodonte accessible, réalisation en une seule séance.
- Dent sans avenir fonctionnel, ne pouvant être restaurée de manière durable.
- Dent avec un support parodontal insuffisant.

CHAPITRE 2. TECHNIQUES ENDODONTIQUES MECANISEES

2.1. Historique de l'emploi de l'alliage Ni-Ti en endodontie

L'instrumentation endodontique manuelle, technique la plus ancienne, est souvent à l'origine de déviations de trajectoires canalaire (transport), de déplacement foraminaire, ou de redressement des courbes. Cette constatation est en grande partie due à la grande rigidité de l'alliage en acier inoxydable constituant ces instruments. Pour pallier l'insuffisance de ces derniers et améliorer la négociation des courbures, les concepts ont évolué. Différents concepts de préparation ont été proposés par les auteurs : méthode sérielle (1974), "Step Back" (1979), anticurvature filing (1980), "crown down" (1980), appui pariétal (1985). Parallèlement, la dynamique instrumentale a été reconsidérée. Dès 1985, Roane démontre la supériorité de la rotation continue pour le respect des trajectoires et le centrage des instruments manuels en acier à pointe modifiée (Roane *et al.* 1985). En 1988, Walia, Brantley et Gerstein ont envisagé l'emploi d'un alliage très élastique en endodontie (Walia *et al.* 1988). Les premiers instruments endodontiques fabriqués à partir de Ni-Ti font ainsi leur apparition (Fig 2.1). Puis, au début des années 1990, en reprenant cette idée, Mac Spaden et Ben Johnson innovent en utilisant ces limes en nickel-titane avec une assistance opératoire, la rotation continue à basse vitesse, afin de rendre ces instruments efficaces en ampliation. La rotation continue offre alors de nombreux avantages par rapport aux techniques traditionnelles, notamment une meilleure préparation canalaire et un gain de temps important. Ainsi, les premiers instruments en Ni-Ti mécanisés (Canal Master[®] et Lightspeed[®]) font leur apparition aux Etats-Unis. Par la suite, les fabricants n'ont cessé de proposer de nouveaux systèmes de plus en plus innovants. Ces derniers diffèrent par la modification de plusieurs paramètres tels que la géométrie, le pas, la forme de la pointe, etc.



Figure 2.1. Préparation d'un canal avec instrumentation mécanisée au niveau d'une molaire mandibulaire sous champ opératoire (Radiographie : UF OC/Soins spécifiques, Service d'odontologie, CHRU Brest).

2.2. Concept des techniques endodontiques mécanisées

L'apparition dans les années 1990 des instruments en Ni-Ti a modifié et considérablement facilité les traitements endodontiques. Ces instruments sont fondamentalement différents des instruments en acier par la nature même de leur alliage et par le fait qu'ils travaillent en rotation continue, à vitesse lente et constante.

Grâce aux qualités de mémoire de forme et de superélasticité de ces alliages, le profil instrumental a pu être totalement modifié tant au niveau des conicités que du dessin des lames et de la géométrie de la pointe.

L'intérêt clinique est considérable car ces modifications améliorent l'efficacité de coupe, permettent un meilleur respect des trajectoires et une évacuation accrue des débris, réduisent l'extrusion des débris apicaux ainsi que les bouchons et les pertes de longueur, et, enfin, augmentent la résistance à la fracture (Claisse-Crinquette, 2011).

En outre, la progression corono-apicale avec des conicités majorées et l'accès plus rapide à l'apex améliorent l'irrigation et, par conséquent, l'élimination des débris et la désinfection apicale (Claisse et Haikel, 2003).

Si les instruments en Ni-Ti en rotation continue ont révolutionné notre pratique quotidienne, il faut reconnaître qu'une des complications possibles liées à leur emploi reste la fracture instrumentale, due notamment aux phénomènes de vissage et à la fatigue cyclique qui est en adéquation avec le nombre de rotations effectuées (Alapati *et al.* 2003).

2.3. Impératifs de la préparation canalaire

L'objectif principal du traitement endodontique est la désinfection complète du système canalaire, dans le but d'isoler l'endodonte du parodonte et de rétablir des conditions favorables à la cicatrisation des tissus périapicaux. Quelle que soit la technique d'endodontie utilisée, qu'elle soit manuelle ou mécanisée, la préparation et la mise en forme canalaire doivent répondre à des impératifs biologiques et mécaniques. Ainsi, en 1974, Schilder définit précisément les objectifs de la mise en forme canalaire, qui restent d'actualité encore aujourd'hui :

- la suppression du tissu organique pulpaire et des irritants potentiels ou avérés,
- le respect du trajet canalaire initial,
- la préservation des structures apicales,
- l'aménagement d'une conicité majorée et régulière. Le but est de réaliser par la suite une obturation tridimensionnelle, contrôlée, durable et hermétique, qui va conditionner la réussite du traitement endodontique.

2.3.1. Impératifs biologiques

L'élimination de la totalité du contenu organique du système canalaire est l'objectif biologique primordial du traitement endodontique. Il s'agit du tissu pulpaire, des débris nécrotiques, des germes et des produits de dégradation, puis éventuellement de son contenu minéral pathologique, des pulpolithes ou calcifications diverses. Pour atteindre cet objectif, l'action doit être chimiomécanique. En effet, le nettoyage canalaire repose sur l'utilisation synergique de l'action mécanique instrumentale et de l'action chimique de la solution d'irrigation, elle-même facilitée par la mise en forme canalaire (Machtou, 1993). Des études démontrent que lors de la mise en forme endodontique, plus de 40% des surfaces radiculaires ne sont pas préparées (Peters *et al.* 2001).

La préparation canalaire doit répondre à des impératifs mécaniques bien établis.

2.3.2. Impératifs mécaniques

2.3.2.1. Respect du trajet canalaire initial

Lorsqu'on entreprend un traitement endodontique, il est important que la mise en forme du canal soit calquée sur la trajectoire initiale, à la fois dans le sens longitudinal et transversal. La recherche d'une préparation finale "homothétique" reproduisant en l'amplifiant la forme initiale du canal a motivé dans les années 1980 le développement de techniques de mise en forme caractérisées par un élargissement pariétal homogène (Laurichesse, 1982). Parfois, la complexité anatomique du réseau endocanalaire, notamment la présence de canaux courbes, peut rendre cette tâche difficile. Ainsi, l'élargissement des portions canalaires courbes au niveau des orifices d'accès, se fait préférentiellement au détriment des parois opposées à la courbure, avec pour objectif principal de permettre un accès plus direct aux portions apicales (Scianamblo, 1993). La présence de courbures canalaires reste donc un problème d'actualité auquel sont souvent confrontés les praticiens. Par ailleurs, cette complexité anatomique est souvent, et depuis très longtemps, incriminée dans les échecs des traitements endodontiques (Simon, 2005 ; Peters *et al.* 2001 ; Hess et Zurcher, 1929). La négociation des courbures devient difficile avec les instruments usinés en acier inoxydable (Mac Spadden, 1993). Cependant, grâce à l'avènement de l'alliage Ni-Ti, une aide précieuse a été apportée aux cliniciens. En effet, la négociation des courbures est rendue plus facile et plus adaptée, grâce à la grande flexibilité de l'instrumentation Ni-Ti (Fig 2.2). Une étude comparative des instruments en Ni-Ti avec les instruments en acier inoxydable dans l'aptitude à maintenir le trajet initial des canaux courbes a été menée. Les meilleurs résultats avaient été obtenus avec les instruments en Ni-Ti, qu'ils soient manuels ou mécanisés (Espesito *et al.* 1994 ; Samyn *et al.* 1996).

Figure 2.2. Traitement de canaux à courbure prononcée au niveau d'une molaire maxillaire avec instrumentation WaveOne™ (Radiographie : www.eugenol.com).

2.3.2.2. Aménagement d'une conicité majorée et régulière

L'obtention d'une conicité majorée et régulière, de la chambre pulpaire vers l'apex, est réalisée facilement grâce aux techniques actuelles mécanisées (Fig 2.3). Cela permet une instrumentation aisée de la région apicale. De plus, le nettoyage est rendu plus efficace. En effet, l'irrigation est optimale grâce à une meilleure pénétration de l'aiguille de la seringue à l'intérieur du canal. Enfin, cela permet la réalisation d'une obturation dense, tridimensionnelle, contrôlée, durable et étanche.

Figure 2.3. Grande, moyenne et petite conicités (www.lecourrierdudentiste.com).

2.3.2.3. Préservation des structures apicales

Le foramen apical doit être maintenu dans sa position spatiale d'origine. Il ne doit pas être déplacé, déchiré ou perdu lors de la mise en forme canalaire. Sa préservation dépend en grande partie du respect de la trajectoire canalaire initiale dans les portions apicales du canal et de l'aménagement d'une conicité régulière. En cas de non-respect de cet impératif, les transports foraminaux engendrés ont pour conséquence d'empêcher le scellement étanche des derniers millimètres apicaux (Fig 2.4 et 2.5). Le concept de mise en forme corono-apicale « crown-down » permet un aménagement progressif de la conicité apicale, et donc une meilleure préparation des courbures apicales sans forcer le passage d'instruments, à la longueur de travail désirée.

Par ailleurs, le diamètre initial du foramen doit être maintenu. Sa préservation est conditionnée par le respect des impératifs précédents. Elargir le foramen augmente le risque de transports foraminaux, complique la réalisation d'une conicité apicale et favorise les dépassements de matériaux d'obturation.

Figure 2.4. Transport externe (d'après Lasfargues, 1997).

Figure 2.5. Transport interne et création d'un épaulement (d'après Lasfargues, 1997).

A l'inverse, une réduction du diamètre initial du foramen, notamment par perte de sa perméabilité, a pour conséquence de maintenir in situ autant d'irritants susceptibles d'initier et d'entretenir une réaction inflammatoire péri-apicale. Classiquement, en l'absence de résorption apicale et dans le cas d'apex matures, le diamètre foraminaux moyen se situe autour de 15/100e de mm. Un diamètre foraminaux compris entre 20/100e et 25/100e de mm, si la préparation est suffisamment conique, permet dans tous les cas un scellement foraminaux efficace.

2.4. Les propriétés du Ni-Ti

2.4.1. Superélasticité

Les alliages en Ni-Ti appartiennent à la famille des alliages à mémoire de forme (AMF) (Berveiller et Patoor, 1994). Ces derniers présentent des propriétés particulières par rapport aux alliages métalliques classiques, intéressantes dans le domaine de l'endodontie.

Les AMF ont la capacité de garder une configuration initiale prédéfinie et d'y revenir après avoir subi une déformation, si on les soumet à des cycles thermiques ou mécaniques appropriés (Lee *et al.* 1988 ; Serene *et al.* 1995). Cette propriété se traduit, au niveau macroscopique, par deux comportements caractéristiques : la superélasticité et la mémoire de forme.

La superélasticité, en particulier, fait référence à la capacité du matériau de subir des déformations importantes (jusqu'à 10–15%) sans montrer de déformation résiduelle permanente (Auricchio *et al.* 2003). Les propriétés superélastiques du Ni-Ti sont connues depuis plus de quarante ans et furent découvertes par Buelher et Wang (Buelher et Wang, 1967).

D'autre part, la mémoire de forme se rapporte à la capacité du matériau de présenter des déformations inélastiques lors de cycles de charge-décharge mécanique, ces déformations pouvant être récupérées par des cycles thermiques (Auricchio *et al.* 2003).

Au niveau microstructural, il existe une transformation de phase réversible entre un état structural haute température appelé austénite et un état structural basse température appelé martensite (Fig 2.6). Cette transformation peut être liée à la température mais aussi à une contrainte (Berveiller et Patoor, 1994).

Figure 2.6. Superélasticité du Ni-Ti (d'après Lasfargues, 1997).

Grâce à ces propriétés, les instruments endodontiques en Ni-Ti peuvent subir dix fois plus de contraintes que ceux conventionnels sans se déformer ou s'altérer (Mac Spadden, 1993).

Initialement il existait des pourcentages variables de Nickel et de Titane, selon les fabricants. Actuellement, on utilise des alliages constitués de 50% de Nickel et de 50% de Titane, pour que le comportement élastique soit maximal.

Cependant, s'il est vrai que le Ni-Ti peut subir des forces importantes sans modification plastique, il ne supporte pas de changements brutaux des forces qu'on lui impose. Aussi, faut-il exercer pendant la préparation endodontique, des forces légères et régulières sous vitesse constante (Nebot et Curnier, 1997).

2.4.2. Flexibilité

La flexibilité du Ni-Ti se traduit par le fait que la force de rappel de l'instrument vers sa position d'origine est faible. Ainsi, les instruments respectent en permanence la trajectoire du canal (Fig 2.7). Par conséquent, les instruments en Ni-Ti doivent être utilisés sans la nécessité d'une précourbure, contrairement aux instruments en acier inoxydable qui doivent être préalablement précourbés. Cette propriété étudiée au travers du moment de flexion et de l'angle de déformation permanente démontre une nette supériorité du Ni-Ti sur les instruments en acier inoxydable. La flexibilité du Ni-Ti est bien plus grande que celle des limes en acier inoxydable (Walia *et al.* 1998 ; Haikel *et al.* 1998b). Cette propriété autorise l'augmentation de la conicité des instruments, jusque-là fixée à 2% par la norme ISO, de façon à calibrer l'instrumentation à la forme recherchée lors de la préparation canalaire (Ben Johnson, 1994 ; Mac Spadden, 1993). Par ailleurs, la flexibilité du Ni-Ti se conserve après des cycles d'utilisation et de stérilisation répétés (Walia *et al.* 1988).

Figure 2.7. Flexibilité du Ni-Ti (www.amtouch.com et www.lecourrierdudentiste.com).

2.4.3. Efficacité de coupe

L'efficacité de coupe d'un instrument peut être exprimée par rapport à la quantité de dentine éliminée par unité d'énergie émise. Elle est variable en fonction du matériau et de la dimension de l'instrument, et de la géométrie de la section et des bords coupants (Haikel *et al.* 1998a). Les instruments en Ni-Ti ont une efficacité de coupe réduite en utilisation manuelle. Cependant, celle-ci se trouve majorée en rotation continue (Fig 2.8) (Lasfargues, 1997). Enfin, elle est due en grande partie à l'augmentation de conicité des instruments (Walia *et al.* 1988).

Figure 2.8. Réduction de la surface de coupe (d'après Lasfargues, 1997).

2.4.4. Résistance à la fracture et à la corrosion

La résistance à la fracture dépend du mode d'utilisation de l'instrument. Les instruments en Ni-Ti doivent être utilisés sans effort et sans résistance. La rupture du Ni-Ti se produit selon un mode ductile lorsque la contrainte est trop importante, c'est-à-dire quand un défaut, induit par la déformation plastique, devient critique et se propage.

La résistance des limes Ni-Ti, évaluée *in vitro* par le test de torsion, est égale ou supérieure à celle des limes en acier (Walia *et al.* 1988 ; Rowan *et al.* 1995).

Cependant, les instruments endodontiques en Ni-Ti ont une faible résistance à la rupture lors d'un usage répété (Pruett, 1997). De plus, la fracture peut se produire sans signe précurseur évident (Martin

et al. 2003 ; Chaves Craveiro De Melo *et al.* 2002 ; Haikel *et al.* 1999). C'est pourquoi il est nécessaire de contrôler régulièrement l'état microstructural de ces instruments (Fig 2.9). Certains auteurs préconisent, par ailleurs, l'usage clinique unique de ces instruments.

Enfin, la résistance à la fatigue serait inchangée après stérilisation à l'autoclave (Mize *et al.* 1998).



Figure 2.9. Rupture d'un instrument Ni-Ti au niveau d'une prémolaire maxillaire (Radiographie : UF OC/Soins spécifiques, Service d'odontologie, CHRU Brest).

2.4.5. Biocompatibilité tissulaire

Les alliages en Ni-Ti sont reconnus pour présenter une excellente biocompatibilité tissulaire. Evaluée *in vitro*, la biocompatibilité ainsi que la résistance à la corrosion sont identiques à celles des aciers inoxydables (Putters *et al.* 1992 ; Edie *et al.* 1981). Toutefois, étant donné le temps de contact très restreint de l'instrument avec les parois dentaires, la notion de biocompatibilité n'est pas importante à prendre en considération.

2.5. Instrumentation mécanisée

2.5.1. Intérêts cliniques des instruments en Ni-Ti

Les instruments en Ni-Ti sont plus adaptés que ceux en acier inoxydable. Grâce à une conicité majorée, une pointe modifiée, et un angle de coupe et d'hélice légèrement positifs, ils permettent une meilleure préparation canalair.

La superélasticité du Ni-Ti favorise le respect de l'anatomie canalair originelle lors de la préparation et permet le maintien de la constriction du foramen apical, ce qui réduit les phénomènes d'évasement et de transport. Le risque d'erreurs peropératoires, telles que la butée, le faux canal, ou encore la perforation, est plus réduit (Calas et Vulcain, 1999). Enfin, le trajet canalair initial et le centre de gravité de la dent sont mieux respectés avec moins de transport (Iqbal *et al.* 2003 ; Gambill *et al.* 1996).

La conicité augmentée de l'instrument permet une préparation coronopicale optimale sur les plans mécanique (meilleur parage et évacuation améliorée des débris) et chimique (irrigation facilitée et profonde) (Schäfer *et al.* 2004 ; Martin *et al.* 2002 ; Schrader *et al.* 1999).

L'amélioration de l'évacuation par voie coronaire et une moindre extrusion des débris au niveau périapical permettent de diminuer les risques de complications per et postopératoires (Kus *et al.* 2008 ; Bidar *et al.* 2004).

La séquence instrumentale est ergonomique (le nombre d'instruments est réduit) et efficace (diminution importante du temps de travail), tout en respectant les objectifs de la préparation canalaire. Ainsi, la fatigue se fait moins ressentir, à la fois pour le praticien et le patient (Hulsmann *et al.* 2005).

Les règles d'hygiène et d'asepsie ne sont pas entravées par l'utilisation des techniques mécanisées. La stérilisation et l'emploi des irrigants, notamment l'hypochlorite de sodium, ne semblent pas ou peu affecter les propriétés des instruments (Viana *et al.* 2006 ; Haikel *et al.* 1998). Par ailleurs, les résultats de ces techniques sont fiables et reproductibles, même lors de leur utilisation par des opérateurs relativement inexpérimentés (TU *et al.* 2008 ; Gluskin *et al.* 2001). De plus, ces dernières peuvent être employées pour le traitement des dents temporaires (Kummer *et al.* 2008). Enfin, les instruments de préparation Ni-Ti sont aussi adaptés pour le retraitement endodontique (Somma *et al.* 2008).

2.5.2. Limites des instruments en Ni-Ti

Il existe peu de limites quant à l'utilisation de l'instrumentation Ni-Ti. Ces techniques peuvent être rendues difficiles chez les patients dont l'ouverture buccale est limitée. Certains systèmes permettent de remédier à ce problème, notamment le système InGet[®]. La présence de fortes courbures canalaires peut contre-indiquer l'utilisation de l'instrumentation Ni-Ti. En effet, le risque de fracture instrumentale est majeur lors de la préparation des canaux comportant des courbures sévères (Hulsmann *et al.* 2005). Les critères de Schneider permettent de définir radiologiquement le degré de courbure (Schneider, 1971) (Fig 2.10). Enfin, ces techniques sont contre-indiquées chez les patients allergiques au nickel, même si le temps et la surface de contact sont très réduits.

Figure 2.10. Méthode de Schneider pour évaluer l'angle de courbure (d'après Schneider, 1971).

2.5.3. Précautions d'emploi clinique

L'utilisation des techniques mécanisées requiert un certain nombre de précautions, afin de diminuer le risque d'erreurs peropératoires.

Le choix de la séquence instrumentale se fait à partir de la radiographie préopératoire. Celle-ci doit être aussi précise que possible car elle permet une première estimation de la longueur de travail et des éventuelles difficultés. Ainsi, le praticien choisira la séquence instrumentale la plus adaptée en

fonction des spécificités anatomiques du canal à préparer. En cas de courbures canalaires, un premier passage avec des instruments manuels est fortement conseillé.

Chaque fabricant préconise un protocole spécifique qu'il faut absolument respecter (séquence instrumentale, vitesse de rotation, ...). Il ne faut en aucun cas sauter un instrument.

Les instruments doivent être introduits et retirés du canal en marche et non pas à l'arrêt, afin d'éviter tout risque de blocage.

La préparation doit s'effectuer par un mouvement de va-et-vient, de faible amplitude (1 à 2mm), sans pression excessive. Il ne faut jamais forcer le passage d'un instrument. En cas de résistance, il ne faut pas hésiter à ré irriguer ou à récapituler avec un instrument manuel de plus faible diamètre.

L'irrigation doit être constante et abondante, 10 mL par canal au minimum, associant une solution antiseptique (hypochlorite de sodium) et un agent chélateur de calcium (EDTA). Elle doit être réalisée après chaque passage d'instrument.

La fatigue des instruments en Ni-Ti est un élément important à prendre en compte. En effet, ces derniers subissent constamment l'effet des contraintes mécaniques. Il est donc indispensable d'inspecter et de nettoyer régulièrement les instruments. En cas de suspicion d'un défaut sur un instrument, celui-ci devra être supprimé immédiatement. Par ailleurs, il est nécessaire de limiter le nombre d'utilisations pour chaque séquence, même s'il est difficile d'établir le nombre optimal. L'usage unique serait une solution, mais il est coûteux. Certains systèmes possèdent un moyen de comptage, indiquant ainsi le nombre d'utilisations à ne pas dépasser (ex. le curseur sur les boîtes pour le système Revo-S[®], le système SafetyMemoDisc pour le système Race[®]) (Fig 2.11). Ce moyen de contrôle est intéressant, mais ne permet pas de déterminer précisément la durée de vie des instruments. En effet, leur nombre d'utilisations dépend des conditions cliniques. Il sera donc variable suivant les difficultés rencontrées (accès difficile, présence de courbures canalaires, minéralisation, etc).

Figure 2.11. Le SafetyMemoDisc de Race[®] avec la marguerite à effeuiller (www.dental-revue.ru).

Il est à noter que les fabricants proposent de plus en plus des séquences endodontiques à instrument unique (ex. Reciproc[®], OneShape[®]). Si cela emmène une ergonomie améliorée incontestable, il est important de respecter la phase d'irrigation (temps, volume) qui ne doit pas être écourtée.

2.5.4. Diversité des systèmes mécanisés

Actuellement, il existe une panoplie de systèmes endodontiques mécanisés sur le marché (Fig 2.12). Nous pouvons les classer selon différents critères : indications, procédés de fabrication, caractéristiques géométriques, ou encore le traitement de surface subi. Notons que la plage de vitesses adéquate peut être obtenue soit par l'intermédiaire d'un contre-angle réducteur de vitesse placé au

niveau de l'unit (fonctionnement pneumatique), soit grâce à un contre-angle normal placé au niveau d'un moteur externe au fauteuil (fonctionnement électrique).

Figure 2.12. Exemples de systèmes mécanisés. A. Hero 642[®] ; B. Revo-S[®] ; C. MTwo[®] .

2.5.4.1. Indications

Tous les types de traitement endodontique peuvent être réalisés à l'aide de ces systèmes mécanisés, aussi bien les traitements initiaux que les retraitements, sur dents permanentes ou temporaires. Cependant, certains coffrets ou instruments sont spécifiques aux reprises de traitement (ex. R-Endo[®]), à la désobturation canalaire (ex. limes D1/D2/D3 de ProTaper[®], jeu spécifique de désobturation Race[®]), ou encore à la préparation apicale (ex. Heroapical[®], S-Apex de Race[®] (Fig 2.13)).

Figure 2.13. Le système S-Apex de Race[®] (D1>D2)
(<http://www.smiledentaljournal.com>).

Selon les difficultés décelables par le praticien, notamment les fortes courbures canalaires, la plupart des systèmes proposent différentes séquences, avec un nombre variable de un à sept instruments (Fig 2.14). Les indications et les séquences des principaux systèmes utilisés par les praticiens sont présentées dans le tableau 2.1.

Figure 2.14. Séquence de base Revo-S[®] avec ses trois instruments (www.annuairedentaire.com).

Tableau 2.1. Principaux systèmes endodontiques mécanisés : année de commercialisation en France, indication, nombre de séquences et nombre d'instruments par séquence (Claisse-Crinquette, 2011 ; Arbab-Chirani *et al.* 2010 ; et les données fournies par les fabricants).

Nom du système	Année de commercialisation en France	Indication	Nombre de séquences	Nombre d'instruments par séquence
Hero 642 [®]	1996	TE/RTE	3	Min : 3 Max : 6
HeroShaper [®]	2001	TE	3	Min : 2 Max : 4
Mtwo [®]	2006	TE/RTE	1	Min : 3 Max : 4-6
ProTaper [®]	2006	TE/RTE (RTE : jeu spécifique de désobturation)	1	Min : 3 Max : 4-7
Race [®]	2001	TE/RTE (RTE : jeu spécifique de désobturation)	Séquence non établie (choix du praticien)	Min : 3 Max : 5
R-Endo [®]	2003	RTE	1	Min : 4 Max : 4
Revo-S [®]	2008	TE	1	Min : 3 Max : 6
Reciproc [®]	2011	TE	3	1
WaveOne [™]	2011	TE	3	1

2.5.4.2. Les procédés de fabrication

La grande majorité des instruments en Ni-Ti destinés à la préparation canalaire sont fabriqués selon le procédé d'usinage : la partie active de la lame est usinée et raccordée au manche par l'intermédiaire de la tige. Cependant, certains instruments sont fabriqués selon un procédé de torsion (ex. Twisted Files[®]). La modification et l'amélioration des propriétés instrumentales, avec une augmentation de la résistance mécanique et de la flexibilité, sont actuellement mises en avant dans la littérature (Gambarini *et al.* 2008). Néanmoins, le nombre de travaux étant limité sur ce type de procédé, les recherches doivent être poursuivies.

2.5.4.3. Les caractéristiques géométriques

Les instruments en Ni-Ti peuvent être décrits selon différents paramètres géométriques : longueur, diamètre, conicité, section, etc. Les longueurs classiques proposées par les fabricants sont en général de 21 mm, 25 mm, 29 mm et 31 mm. En ce qui concerne les diamètres, ils sont compris entre 0,20 mm à 0,60 mm. Quant aux conicités, elles changent selon les systèmes, et varient de 2 % à 12 %. Elles peuvent même atteindre jusqu'à 19 % pour les instruments courts dédiés à l'ouverture coronaire. En

général, une même séquence comprend des instruments de différentes conicités. Enfin, la section des instruments est souvent symétrique (triangulaire, pentagonale, triple hélicoïdale, etc.) (Tab 2.2).

Tableau 2.2. Différents systèmes endodontiques : éléments géométriques (Claisse-Crinquette, 2011 ; Arbab-Chirani *et al.* 2010 et les données fournies par les fabricants).

Nom du système	Section	Conicité Forme pointe	Variation sur le même instrument		Diamètre des instruments Vitesse de rotation
			Conicité	Pas	
Hero 642 [®]	 Triple hélice	2%-4%-6% Non coupante	Non	Oui	0,20 à 0,45mm 300 à 600 t/min
HeroShaper [®]	 Triple hélice	4%-6% Non coupante	Non	Oui	0,20 à 0,45mm 300 à 600 t/min
Mtwo [®]	 Triple hélice	4%-5%-6%-7% Non coupante	Non	Oui	0,10 à 0,40mm 250 à 350 t/min
ProTaper [®]	 Triangle	5%-6%-7%-8%-9% Non coupante	Oui	Oui	0,20 à 0,50mm 250 à 350 t/min
Race [®]	 Triangle	2%-4%-6% Non coupante	Non	Non	0,15 à 0,60mm 300 à 600 t/min
R-Endo [®]	 Triple hélice	4%-6%-8%-12% Non coupante	Non	Oui	0,25mm 300 à 400 t/min
Revo-S [®]	 Dissymétrie avec une face décalée	4%-6% Non coupante	Non	Oui	0,25 à 0,40mm 250 à 400 t/min
Reciproc [®]	 Assymétrie S inversé	5%-6%-8% Non coupante	Non	Oui	0,25 à 0,50mm 300 t/min
WaveOne [™]	 Variable	6%-8% Non coupante	Oui (sauf le fin)	Oui	0,21 à 0,40mm 300 t/min

Cependant, elle peut être asymétrique sur certains systèmes (ex. K3[®], Revo-S[®]). Cela favoriserait l'efficacité de coupe, le centrage et l'évacuation des débris (Martin et Cunningham, 1985).

Il existe d'autres paramètres caractérisant les instruments Ni-Ti tels que la présence ou non de méplat radial, l'existence ou non de variation de pas ou/et de conicité sur le même instrument, l'angle d'hélice, l'angle de coupe ou encore la forme de la pointe.

La présence de méplat radial sur les lames d'un instrument permet d'optimiser le centrage de celui-ci dans le canal et donc de respecter les trajectoires, de limiter le phénomène d'aspiration ou vissage et d'augmenter la résistance des lames et la flexibilité du corps de l'instrument. Cependant, ces instruments présentent une faible efficacité de coupe. (Xu *et al.* 2006 ; Hulsmann *et al.* 2005 ; Pertot et Pommel, 2003). Ces derniers possédant un ou plusieurs méplats radiaux, sont dits « non coupants » ou « passifs » (ex. Alpha[®], Race[®], ...), par opposition aux instruments ne présentant pas de méplats radiaux, qualifiés de « coupants » ou « actifs » (ex. ProTaper[®], Mtwo[®], ...) (Pertot et Pommel, 2003). A l'inverse, si ces instruments présentent une très bonne efficacité de coupe, leur flexibilité est moindre notamment pour des conicités importantes. Cela peut être à l'origine de phénomènes d'aspiration ou de vissage, et accroît le risque de fracture instrumentale. Pour remédier à ce problème, les fabricants ont développé des instruments avec une conicité apicale augmentée. D'autres modifications des caractéristiques géométriques ont été apportées, tels qu'une variation progressive de pas et/ou d'angle d'hélice le long de l'instrument (ex. HeroShaper[®], Twisted Files[®], ...) (Fig 2.15), ou une conicité variable sur le même instrument (ex. ProTaper[®]) (Diemer et Calas, 2004 ; Pertot et Pommel, 2003). De plus, cela permet une meilleure évacuation des débris.

Figure 2.15. Aspect longitudinal de l'instrument Hero 642[®].
Variation progressive de l'angle et du pas de la pointe vers
la partie cervicale (www.lecourrierdudentiste.com).

D'autre part, l'angle de coupe et la forme de la pointe sont identiques pour la majorité des systèmes, avec un angle légèrement positif (Fig 2.16) et une pointe non coupante (Fig 2.17), ce qui permet d'augmenter l'efficacité de coupe tout en diminuant le risque de blocage instrumental.

Figure 2.16. Angle de coupe et de dégagement positifs
du Hero 642[®] (www.lecourrierdudentiste.com).

Figure 2.17. Pointe non agressive du Hero642[®]
(www.lecourrierdudentiste.com).

2.5.4.4. Traitements de surface

Les instruments en Ni-Ti peuvent subir différents traitements de surface : électropolissage, dépôt de titane, désoxydation, etc. Cela a pour but d'améliorer leurs propriétés, en les rendant plus résistants à la fracture, et de diminuer les effets néfastes des cycles de stérilisation, qui auraient une influence sur leur efficacité de coupe. Les travaux réalisés dans ce domaine sont peu nombreux et ne permettent pas

actuellement de se prononcer sur les éventuelles améliorations escomptées (Boessler *et al.* 2009 ; Schäfer, 2002). Les recherches doivent être poursuivies sur ce plan.

2.5.4.5. Nouveaux systèmes

Afin de faciliter encore les traitements endodontiques, de pallier les inconvénients des systèmes de rotation continue, d'optimiser les qualités des instruments Ni-Ti et de reproduire mécaniquement le mouvement des forces balancées, un nouveau concept de réciprocité asymétrique a vu le jour récemment avec les systèmes Reciproc[®] et WaveOne[™]. Le concept repose sur la réalisation de la mise en forme canalaire à l'aide d'un instrument unique en Ni-Ti (ex. M-Wire[®]), animé d'un mouvement de réciprocité asymétrique fondé sur le mouvement des forces équilibrées, décrit dès 1985 par Roane (Roane *et al.* 1985). Ces caractéristiques sécurisent les préparations canalaires en limitant les risques de fracture souvent évoqués en rotation continue.

La réciprocité consiste en une alternance de mouvements, antihoraires et horaires, d'amplitude variable, qui permettent une rotation de 360° en trois cycles de mouvements alternatifs.

A l'inverse des autres systèmes à mouvement alternatifs tels que le Giromatic[®] ou le Canal Finder[®] et l'Endo-Express[®], dont l'amplitude est identique dans les deux sens (1/4 ou 1/8^{ème} de tour), le mouvement alternatif de réciprocité présente une rotation antihoraire d'environ 150°, supérieure à la rotation horaire qui est voisine de 30°. Cela permet aux instruments de progresser apicalement dans les canaux dans le sens antihoraire (Fig 2.18).

Figure 2.18. Le mouvement alternatif de réciprocité
(Claisse-Crinquette, 2011 et www.sop.asso.fr).

Grâce à leur pas inversé à gauche, contrairement à tous les autres, ces instruments coupent en sens antihoraire et ils se désengagent en sens horaire.

Leur section et leur efficacité de coupe permettent d'utiliser de petits angles de rotation qui ne dépassent pas les limites d'élasticité de l'instrument. Cela réduit ainsi considérablement les risques de fracture par torsion liés au vissage et au blocage rencontrés avec la rotation continue ainsi que les fractures par fatigue cyclique associées au nombre de rotations effectuées par l'instrument (Claisse-Crinquette, 2011).

Le moteur utilisé pour les préparations canalaires en réciprocité possède une unité centrale, un micro-moteur avec ou sans câble et connecteur, un contre-angle réducteur 6/1, une pédale de déclenchement avec câble et un chargeur de batterie externe.

Deux moteurs, fabriqués par Dentsply, sont actuellement disponibles sur le marché : le VDW Reciproc[®], commercialisé en France par Dentsply VDW, et le moteur WaveOne[™] (Fig 2.19), commercialisé par Dentsply Maillefer.

Ces moteurs, globalement identiques, possèdent plusieurs programmes qui leur permettent de travailler indifféremment en rotation continue, avec des vitesses et une valeur de contrôle de torque modifiables, ou en réciprocité. Les angles de réciprocité sont pré réglés, non modifiables et propres à chaque instrument. Ils ont été calculés et programmés en fonction des caractéristiques instrumentales afin d'éviter de bloquer, de visser ou de dépasser la limite d'élasticité de l'alliage.

L'instrument effectue environ 10 cycles de réciprocité par seconde, ce qui correspond approximativement à une vitesse de 300 tr/min (Claisse-Crinquette, 2011).

Figure 2.19. A. Le moteur WaveOne™
(<http://www.dentsply.co.uk>).

2.5.5. L'utilisation des instruments soniques et ultrasoniques en endodontie

L'intégration de l'instrumentation ultrasonique dans la phase de préparation canalair et en chirurgie endodontique a été envisagée et rapportée pour la première fois au milieu du siècle dernier (1957) par Richman aux États-Unis (Richman, 1957). Cependant, il faudra attendre les années 90 pour voir apparaître de véritables instruments ultrasonores dédiés à l'endodontie, grâce à l'avènement du microscope opératoire (Kim, 2004). Le bouleversement de l'endodontie avec l'avènement de la rotation continue a également permis un développement de la technologie ultrasonore dans ce domaine. Les inserts ultrasonores sont devenus des outils efficaces qui peuvent faciliter considérablement le traitement endodontique, dans les meilleures conditions. Une utilisation adéquate de l'instrumentation ultrasonore, notamment pour une activation de l'irrigant, permettrait une meilleure préparation chimio-mécanique et une élimination optimale de la boue dentinaire (smear layer) (Bahcall et Olsen, 2007 ; Hulsmann *et al.* 2005). Ainsi, cela permettrait de contourner les difficultés d'un traitement endodontique telles que les calcifications et les différents obstacles que nous pouvons rencontrer (ciment de scellement, résine, tenon). De plus, ces inserts s'avèrent très utiles dans le cas de retraitements endodontiques. Enfin, cette technologie peut être employée dans la récupération des instruments fracturés et la chirurgie endodontique (Simon, 2005; Shearer et McManners, 2008). Cependant, l'utilisation de l'instrumentation ultrasonore est controversée dans la littérature. En effet, des erreurs peropératoires lors de la mise en forme ont été relevées : fractures, extrusion apicale de débris, perforations, formation de butées par blocage des instruments, redressement exagéré des courbures canalaires, perte de la longueur de travail (Hulsmann *et al.* 2005 ; Fogarty, 1991 ; Dietschi *et al.* 1984). Diverses instrumentations sont proposées par les fabricants (Fig 2.20). Il s'agit principalement d'inserts endodontiques montés sur des générateurs ultrasonores (ex. inserts Endosoft ESI®, limes K/inserts endodontiques ET®, inserts Pro-Ultra endo®).

Figure 2.20. Le système Sonicmax et ses inserts ultrasonores (www.amazon.fr).

CHAPITRE 3. ENQUETE SUR L'UTILISATION DES TECHNIQUES ENDODONTIQUES MECANISEES EN FRANCE

3.1. Objectifs de l'étude

Le but général de notre étude a été d'établir les habitudes de travail quant à la pratique de l'endodontie en France, et plus particulièrement à l'utilisation de l'instrumentation endodontique mécanisée, à travers un échantillon de chirurgiens-dentistes national. Ainsi, nous avons pu déterminer l'intérêt que portent les chirurgiens-dentistes à cette technique en perpétuelle évolution, et l'impact que peut avoir celle-ci dans leur pratique quotidienne. Nous nous sommes intéressés aux différents types de systèmes mécanisés employés par les praticiens. Nous avons voulu déterminer les différents protocoles, propres à chacun, élaborés pour la préparation canalaire, et l'équipement utilisé en conséquence. Enfin, nous avons recueilli les impressions des chirurgiens-dentistes quant à l'instrumentation mécanisée par rapport à l'instrumentation manuelle.

3.2. Matériel et méthode

Il s'agissait d'une enquête, un sondage portant sur l'endodontie, et plus particulièrement, sur l'utilisation de l'instrumentation endodontique mécanisée. Une étude similaire, intéressant uniquement le Finistère avait déjà été réalisée quelques années auparavant. Cette nouvelle enquête a été établie au moyen d'un questionnaire soumis à un échantillon de mille chirurgiens-dentistes, répartis dans les 95 départements que compte la France métropolitaine.

La totalité des praticiens a reçu le questionnaire par voie postale. Les noms de ces derniers et leurs coordonnées ont été empruntés sur le site www.annuaire-chirurgiens-dentistes.com. Le tirage au sort s'est fait en sélectionnant, pour chaque département, les premiers noms apparaissant dans l'ordre alphabétique. Dans le but d'homogénéiser la population d'étude, la taille de l'échantillon retenu dans chaque département est proportionnelle par rapport au nombre total de chirurgiens-dentistes exerçant en France, avec une répartition égale hommes/femmes. Le recueil des données s'est conclu deux mois après le jour de l'envoi des courriers.

Le questionnaire était anonyme, de manière à garantir l'objectivité des réponses. Celui-ci ne comportait que deux pages, ce qui a sans doute incité bon nombre de praticiens à participer à notre étude et permis ainsi d'obtenir un taux de réponse satisfaisant. Le questionnaire comporte quarante-deux questions courtes, dont quarante d'entre-elles fermées, en vue de faciliter le traitement des données. Les réponses proposées se présentaient sous forme de cases à cocher.

Les données ont été enregistrées, traitées et analysées à l'aide du logiciel Sphinx.

Le questionnaire se constituait de différents items :

❖ Renseignements d'ordre général

Ces informations concernant l'état civil et l'activité des chirurgiens-dentistes se sont avérées nécessaires pour présenter la population d'étude. Cela nous renseignait sur leur sexe, leur âge, la date d'obtention de leur diplôme de doctorat, leur faculté d'origine, le type d'activité (création, reprise de cabinet,...), la durée d'exercice dans leur installation actuelle, la proximité d'une faculté dentaire, et leur opinion sur l'endodontie. Tous ces éléments décrivant les caractéristiques de la population d'étude ont été pris en considération dans l'analyse des résultats de l'enquête.

❖ Approche de l'endodontie

Ces items ont permis de définir précisément les rapports des praticiens avec les systèmes endodontiques mécanisés, nous renseignant sur leur fréquence et durée d'utilisation, ainsi que sur les formations suivies.

❖ Systèmes endodontiques mécanisés

Ces items nous ont permis de savoir quels étaient les systèmes mécanisés les plus utilisés par les chirurgiens-dentistes français, et de connaître la raison de ces choix et des éventuels changements de système au cours de leur exercice.

❖ Protocole utilisé pour la préparation canalaire

Ces items ont eu pour but de déterminer la manière dont les praticiens abordent un canal lors d'un traitement endodontique, en s'intéressant à la manière d'employer les techniques mécanisées, à l'irrigation canalaire, et aux différents types d'obturation choisis.

❖ Equipement des praticiens

Les items de cette partie du questionnaire ont permis de prendre connaissance de l'équipement des chirurgiens-dentistes pour faire face aux difficultés qu'ils peuvent rencontrer lors d'un traitement endodontique, à savoir la radiographie numérique, le localisateur d'apex, le champ opératoire (digue), et les ultrasons. Nous avons déterminé leur fréquence d'utilisation.

❖ Impressions quant aux systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles

Ces items ont recueilli les impressions des praticiens quant aux systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles, notamment sur leur apprentissage, leur efficacité clinique, leur manipulation, leur coût, et sur la durée de l'acte.

3.3. Résultats et analyse

3.3.1. Population d'étude

Nous avons obtenu un taux de réponses de 36,2%, 362 praticiens ayant répondu au questionnaire.

3.3.1.1. Répartition par sexe

Sur les 362 sujets de l'étude, 200 étaient des hommes (55% de la population d'étude) et 162 étaient des femmes (45% des sujets) (Fig 3.1). Ainsi, le sexe ratio hommes/femmes était de 1,23. La majorité des praticiens sondés était donc de sexe masculin.

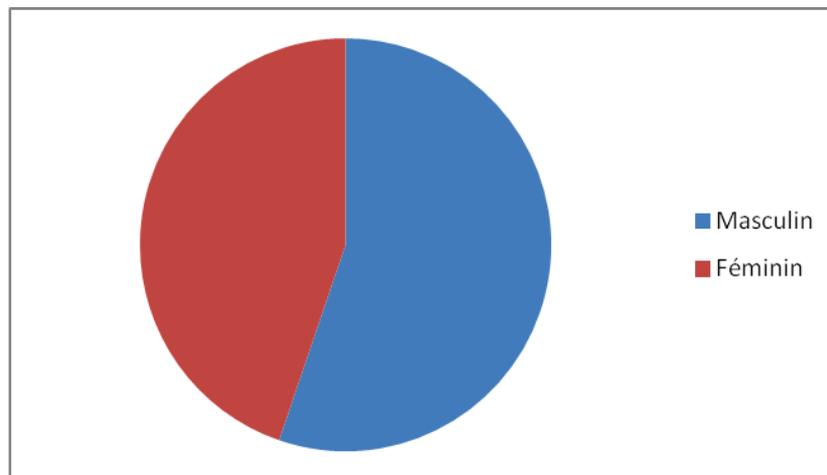


Figure 3.1. Répartition des praticiens en fonction du sexe.

3.3.1.2. Tranches d'âge

Nous avons pu constater que la population étudiée était relativement âgée. En effet, la catégorie d'âge la plus représentée dans l'échantillon était celle des plus de 40 ans, ce qui correspond à 82% des chirurgiens-dentistes. Puis, suivaient la catégorie des 35-40 ans représentant 11% des sondés, et celle des 30-35 ans représentant 6% des sujets. Un seul praticien entrait dans la catégorie des 25-30 ans. Enfin, aucun praticien interrogé n'avait moins de 25 ans (Fig 3.2).

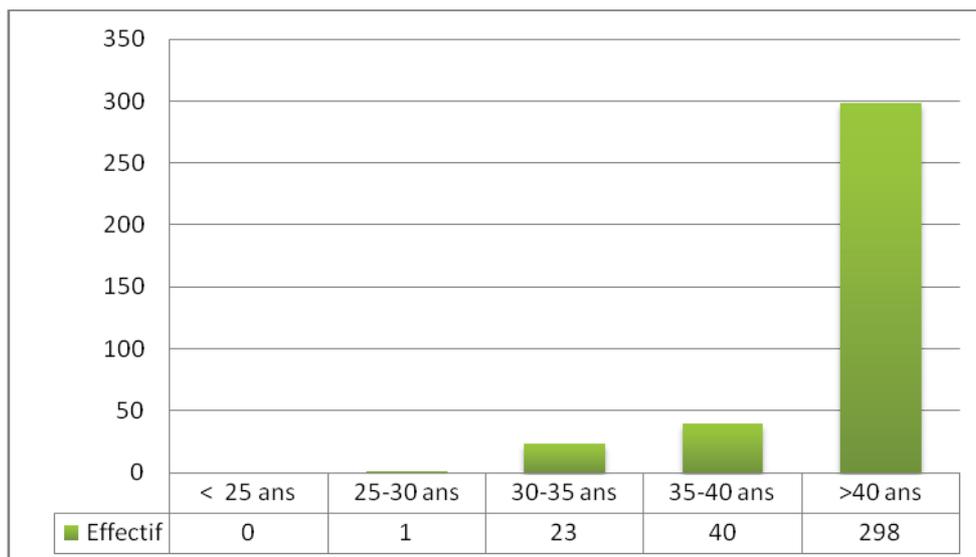


Figure 3.2. Répartition des praticiens en fonction de l'âge.

3.3.1.3. Date d'obtention du Diplôme d'Etat de Doctorat en Chirurgie-dentaire

La grande majorité des chirurgiens-dentistes interrogés (soit 90% des sondés) a obtenu son Diplôme d'Etat de Doctorat en Chirurgie-dentaire avant 2001. 3% des sondés ont été diplômés entre 2001 et 2003, 3% entre 2003 et 2005, 3% entre 2005 et 2007. Seulement quelques praticiens ont été diplômés après 2007 (Fig 3.3).

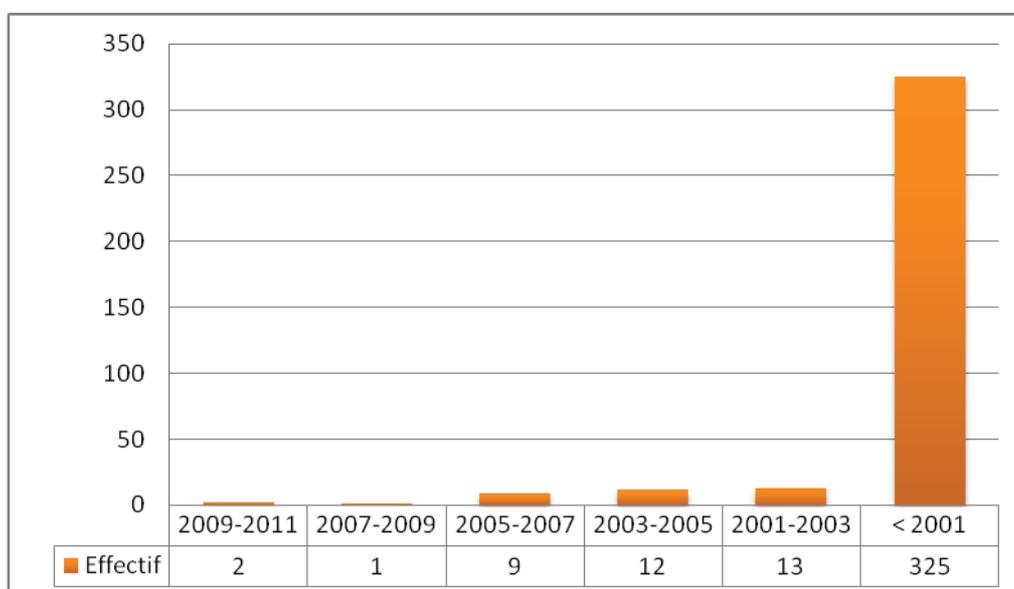


Figure 3.3. Répartition des praticiens selon l'obtention du Diplôme d'Etat de Doctorat en Chirurgie-dentaire.

3.3.1.4. Répartition selon les facultés d'origine

Nous avons pu constater que les praticiens ayant participé à notre enquête étaient répartis uniformément selon les différentes facultés dont ils sont issus en France.

3.3.1.5. Type d'activité

Concernant le type d'activité, la répartition des sujets était quasi égale. En effet, 175 chirurgiens-dentistes ont créé un cabinet, ce qui correspond à 48% de la population d'étude, tandis que 187 praticiens en ont repris un, ce qui représente 52% des sujets.

3.3.1.6. Temps d'exercice dans l'installation actuelle

Notons que 65% des praticiens sondés exerçaient depuis plus de quinze ans dans leur installation actuelle. 16% étaient installés depuis dix à quinze ans, 13% depuis cinq à dix ans. Enfin, une minorité de chirurgiens-dentistes (6% des sondés) s'est installé récemment, il y a moins de cinq ans (Fig 3.4).

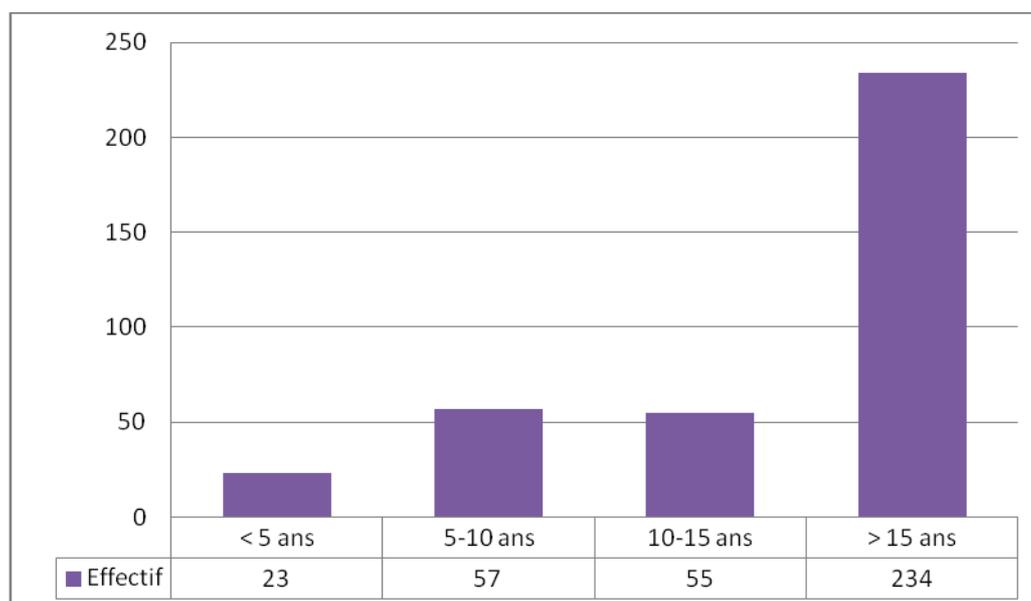


Figure 3.4. Répartition des praticiens en fonction du temps d'exercice dans l'installation actuelle.

3.3.1.7. Proximité d'une faculté dentaire

La figure 3.6 montre bien la répartition des praticiens selon la proximité d'une faculté dentaire par rapport à leur lieu d'exercice. Nous avons pu observer qu'une grande partie des cabinets (45%) était assez proche d'une faculté dentaire (à une distance inférieure à 50km). A l'inverse, seulement 4% en étaient très éloignés (plus de 250km) (Fig 3.5).

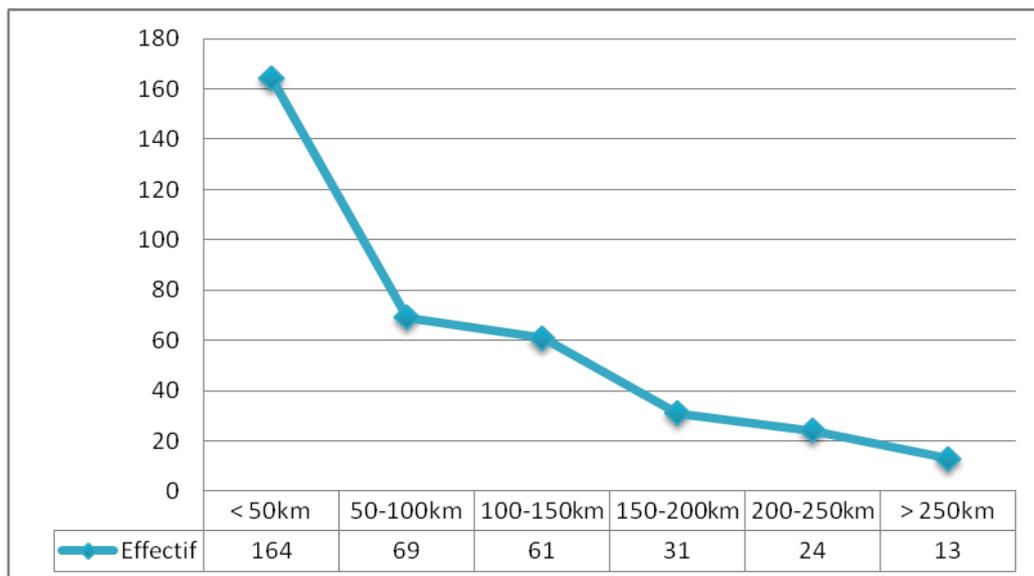


Figure 3.5. Distribution des praticiens selon la proximité d'une faculté dentaire.

3.3.1.8. Opinion sur l'endodontie

Seulement 116 praticiens interrogés (32%) pensaient que l'endodontie devrait constituer une spécialité odontologique ; 177 praticiens (49%) pensaient l'inverse. D'autre part, 57 d'entre eux (16%) n'avaient pas d'opinion sur le sujet. Enfin, les douze derniers (3%) ne souhaitaient pas se prononcer sur le sujet.

3.3.1.9. Conclusions sur la population d'étude

Le profil largement majoritaire du clinicien ayant participé à notre enquête est le suivant : de sexe masculin, relativement âgé (plus de 40 ans), diplômé avant 2001, installé depuis plus de quinze ans dans son lieu d'exercice, se situant à une distance relativement proche d'une faculté dentaire, et qui ne voit pas l'endodontie comme une spécialité odontologique.

3.3.2. Résultats de l'enquête

D'après notre étude, sur les 362 praticiens interrogés, 345 suivaient les actualités et évolutions des systèmes de préparation endodontique mécanisés, ce qui correspond à 95% des sondés.

Les résultats ont montré que 341 chirurgiens-dentistes, représentant 94% de la population d'étude, utilisaient une technique d'endodontie mécanisée dans leur pratique clinique. Seulement vingt et un chirurgiens-dentistes (6% des sondés) utilisaient exclusivement une instrumentation manuelle.

Parmi les vingt et un chirurgiens-dentistes se refusant à utiliser une instrumentation mécanisée, la raison la plus évoquée était le risque de fracture instrumentale, pour dix-sept d'entre eux. La deuxième

raison avancée était un problème de coût, pour onze d'entre eux. Par ailleurs, huit praticiens rapportaient une difficulté de manipulation de ces techniques mécanisées, constituant un obstacle quant à leur utilisation. Trois chirurgiens-dentistes déploraient une préparation canalaire non conforme à leurs attentes. Deux praticiens ont relevé trop d'erreurs peropératoires. Enfin, quatre chirurgiens-dentistes ont évoqué des raisons autres que celles proposées dans le questionnaire (Fig 3.6).

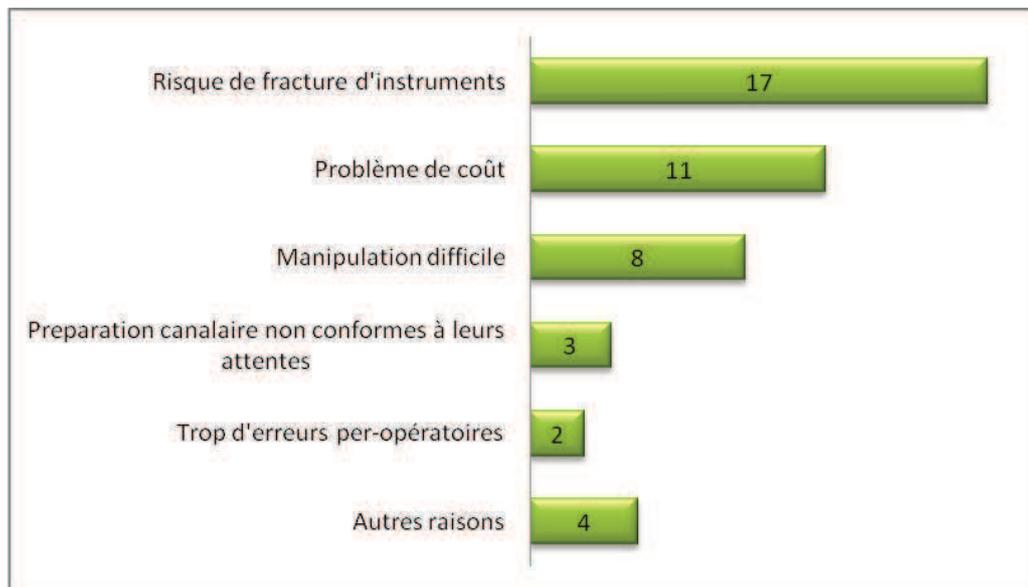


Figure 3.6. Distribution des vingt et un praticiens se refusant à utiliser une instrumentation endodontique mécanisée selon les raisons évoquées.

Parmi les 341 sondés employant une technique mécanisée, nous avons pu constater une variation à la hausse de l'effectif de praticiens, suivant le nombre d'années d'utilisation de ce type de système. Notons que la catégorie de la population utilisant des systèmes mécanisés depuis plus de dix ans était la plus importante, comptant 141 chirurgiens-dentistes (soit 41% des sondés) (Tab 3.1 et Fig 3.7).

Tableau 3.1. Répartition des praticiens selon la durée d'utilisation des systèmes mécanisés.

Années d'utilisation	Effectif	Pourcentage (%)
1-2 ans	8	2
3-4 ans	34	10
5-6 ans	47	14
7-8 ans	50	14
9-10 ans	61	18
> 10 ans	141	41
TOTAL	341	100

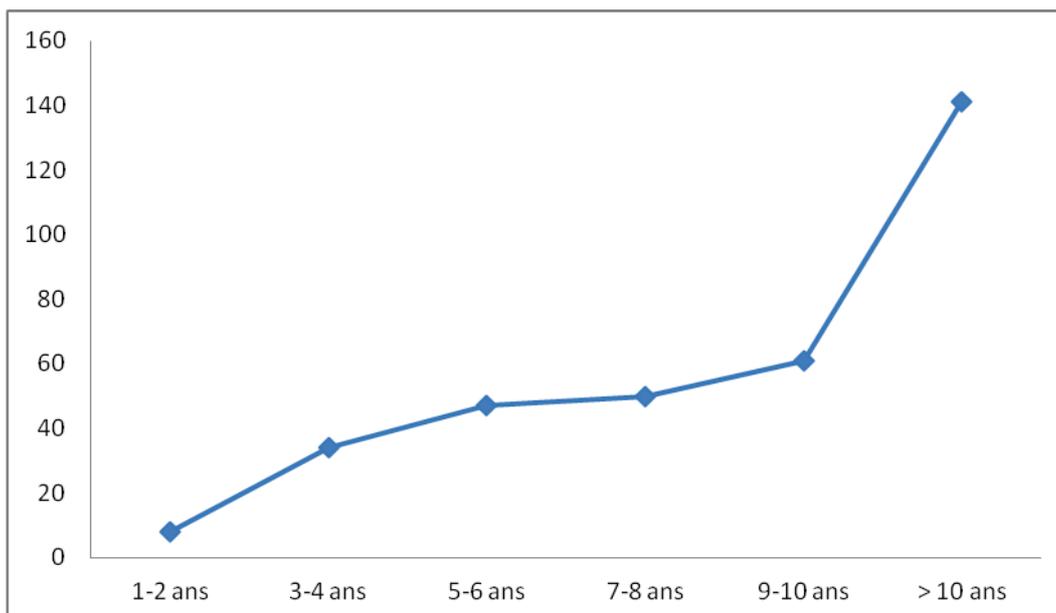


Figure 3.7. Nombre de praticiens en fonction de la durée d'utilisation des systèmes mécanisés.

Parmi les utilisateurs de systèmes endodontiques mécanisés, 82% d'entre eux rapportaient une utilisation systématique de ces systèmes. 4% gardaient une utilisation occasionnelle. Enfin, 14% ont déclaré employer ces systèmes selon le cas clinique (Tab 3.2).

Tableau 3.2. Distribution des praticiens selon le type d'utilisation des systèmes mécanisés.

Utilisation	Effectif	Pourcentage (%)
Systématique	278	82
Occasionnelle	15	4
Selon le cas clinique	48	14
TOTAL	341	100

Les praticiens ont été formés différemment par rapport aux techniques de préparation canalaire mécanisée :

- 54% par une formation post-universitaire,
- 45% par les congrès, colloques,
- 43% par la presse spécialisée,
- 35% par les démonstrations de laboratoire,
- 21% par la formation initiale,
- 15% par les confrères,
- 6% par une formation autre que celles proposées dans le questionnaire,
- 7% n'ont reçu aucune formation (Fig 3.8).

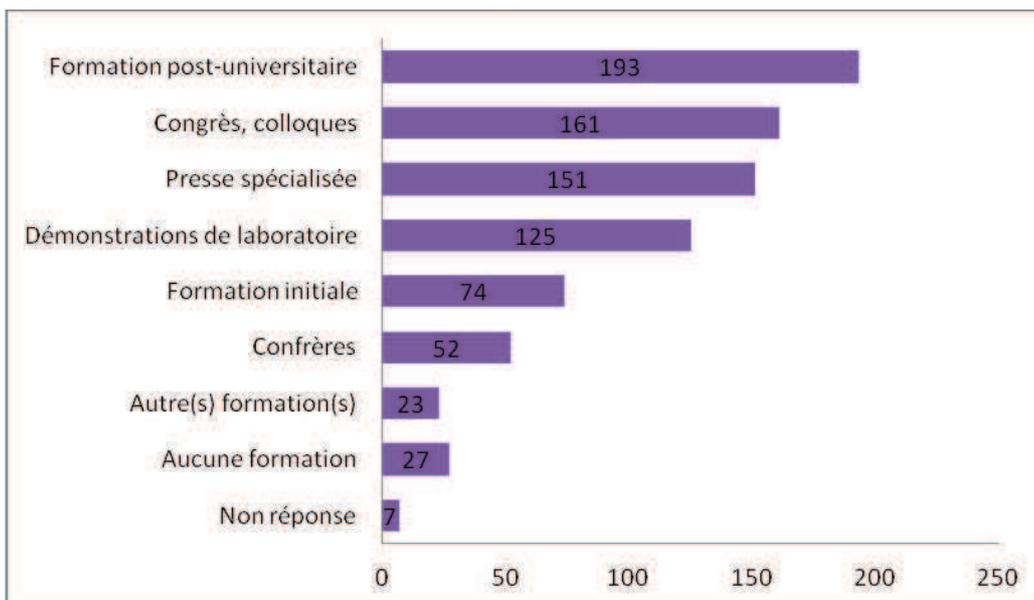


Figure 3.8. Distribution des praticiens selon les formations suivies.

Notre étude a révélé que 158 praticiens (53% des sondés) suivaient régulièrement des formations sur la préparation canalaire.

Les résultats ont montré que, parmi les différents systèmes d'endodontie mécanisés, ProTaper® était incontestablement le système le plus utilisé. En effet, près de la moitié des praticiens sondés (48%) avaient recours à ce système. En deuxième position, nous avons retrouvé, à fréquence d'utilisation égale (16%), les systèmes Hero-Shaper®, Revo-S® et MTwo®, suivis de près par le système Hero 642® utilisé par 14% des praticiens. Par ailleurs, 10% des chirurgiens-dentistes utilisaient les systèmes R-Endo® et Race®. Les nouveaux systèmes, WaveOne™ et Reciproc®, apparus récemment sur le marché, étaient employés par quelques praticiens (respectivement 5% et 6%). Enfin, 18% des praticiens se servaient d'autres systèmes que ceux cités dans le questionnaire (Fig 3.9).

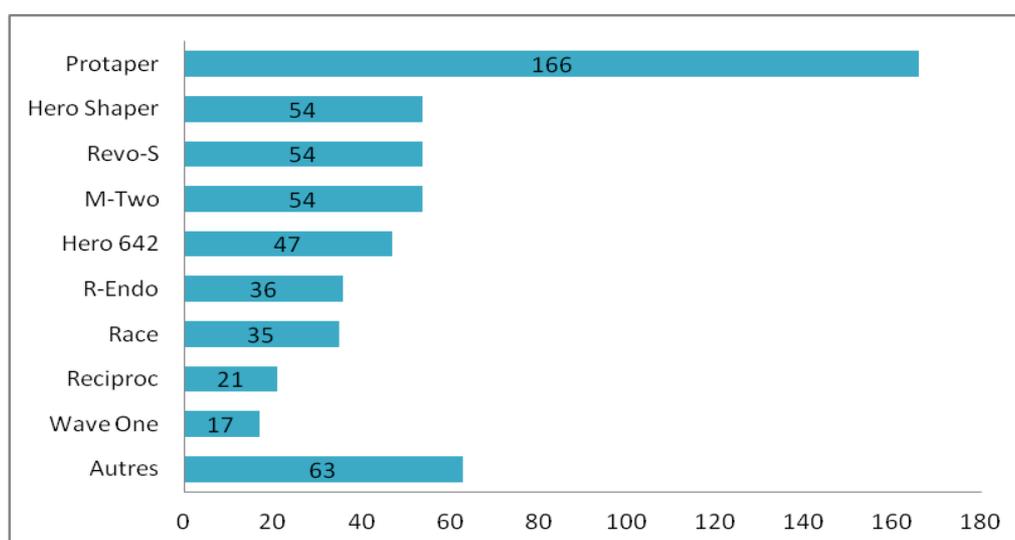


Figure 3.9. Distribution des différents systèmes mécanisés employés dans l'échantillon.

Nous avons pu remarquer que, sur les 341 utilisateurs de techniques mécanisées, 151 praticiens (44% des sondés) possédaient plusieurs systèmes, qu'ils emploient avec discernement selon le cas clinique.

Il est à noter que 181 chirurgiens-dentistes (53% des sondés) avaient changé de système depuis qu'ils utilisaient ces techniques mécanisées. L'évolution technologique, l'efficacité de coupe, la simplification du protocole, notamment par la réduction du nombre d'instruments par séquence, et la diminution du risque de fracture instrumentale étaient les principales raisons évoquées de ce changement.

Parmi les 144 chirurgiens-dentistes exerçant en groupe dans notre échantillon, 117 praticiens (81% des sujets) avaient un ou plusieurs associés qui utilisaient un système endodontique mécanisé, contre quinze (10% des sujets). Enfin, 12 praticiens (8% des sujets) ne savaient pas comment travaillaient leurs associés.

Parmi les 188 chirurgiens-dentistes concernés par une reprise d'activité, seulement 34 praticiens (18% des sujets) ont eu un prédécesseur qui utilisait un système d'endodontie mécanisé, contre 123 (65% des sujets). 31 praticiens (16% des sujets) ne savaient pas comment a travaillé leur prédécesseur. Il est à noter que 44% des chirurgiens-dentistes qui avaient un prédécesseur équipé d'un système mécanisé avaient conservé le même système que celui-ci au cours de leur exercice.

Une minorité de chirurgiens-dentistes (12% des sondés) se servait de leur système mécanisé seul, tandis que 54% l'utilisaient en association avec une technique manuelle. Par ailleurs, 34% associaient ces deux techniques selon le cas clinique (Tab 3.3).

Tableau 3.3. Distribution des praticiens selon le mode d'utilisation des systèmes mécanisés.

Utilisation	Effectif	Pourcentage (%)
Seul	41	12
En association avec une technique manuelle	183	54
Selon le cas clinique	117	34
TOTAL	341	100

La grande majorité des chirurgiens-dentistes (87% des sondés) utilisait leur système mécanisé pour les retraitements endodontiques. La plupart des praticiens (76% des sondés) pensaient qu'un protocole particulier avec un éventuel matériel spécifique soient nécessaires pour le retraitement endodontique, ce qui met en évidence la grande difficulté de cet acte délicat.

D'après notre étude, les chirurgiens-dentistes avaient plus tendance à utiliser un contre-angle réducteur de vitesse. En effet, cela concernait 56% d'entre eux. 29% se servaient d'un contre-angle débrayable. 24% faisaient usage d'un contre-angle à variation de couple. 6% employaient un contre-angle autre que ceux proposés dans le questionnaire. Enfin, 6% des chirurgiens-dentistes ne savaient pas quel type

de contre-angle ils utilisaient (Tab 3.4). Par ailleurs, notons que la part de praticiens ayant recours à des moteurs externes à l'unit représentait 37% de la population d'étude.

Tableau 3.4. Les différents types de contre-angle employés par les praticiens.

Types de contre-angle	Effectif	Pourcentage (%)
Contre-angle réducteur de vitesse	193	56
Contre-angle débrayable	100	29
Contre-angle à variation de couple	81	24
Autre(s)	21	6
Ne savent pas	22	6
Non réponse	18	/

En ce qui concerne le type d'obturation, nous avons pu constater que la condensation latérale à froid était la technique la plus employée par les praticiens, impliquant 42% des sondés. Ensuite, le système à tuteur et la condensation verticale à chaud étaient utilisés à fréquence égale (20%). La thermocompaction intéressait 15% des praticiens. Enfin, beaucoup de chirurgiens-dentistes interrogés (31%) ont déclaré employer une autre technique d'obturation que celles citées dans le questionnaire (Tab 3.5).

Tableau 3.5. Les différentes techniques d'obturation adoptées par les praticiens.

Techniques d'obturation	Effectif	Pourcentage (%)
Condensation latérale à froid	147	42
Système à tuteur	70	20
Condensation verticale à chaud	68	20
Thermocompaction	51	15
Autre(s) technique(s)	107	31
Non réponse	14	/

Concernant l'irrigation canalaire, nous avons pu remarquer que l'hypochlorite de sodium était la solution d'irrigation la plus employée, concernant 90% des chirurgiens-dentistes. 55% déclaraient avoir recours à l'EDTA. 6% utilisaient une solution d'hypochlorite associée à un autre produit. Seulement 1% des praticiens irriguaient les canaux à l'aide d'acide citrique. Enfin, 6% utilisaient d'autres produits (Tab 3.6).

Tableau 3.6. Les différentes solutions d'irrigation employées par les praticiens.

Solutions d'irrigation	Effectif	Pourcentage (%)
Hypochlorite de sodium	320	90
EDTA	194	55
Hypochlorite de sodium associé à un autre produit	23	6
Acide citrique	5	1
Autre(s) produit(s)	23	6
Non réponse	8	/

Il est à préciser que la quantité de solution d'irrigation employée par canal différait selon les praticiens. En effet, 25% d'entre eux l'estimaient à un volume inférieur à 5 cm³, 29% à 10 cm³, 12% à 15cm³, et 12% à 20 cm³. 23% des chirurgiens-dentistes n'ont pas été capables de donner une estimation de ce volume (Fig 3.10).

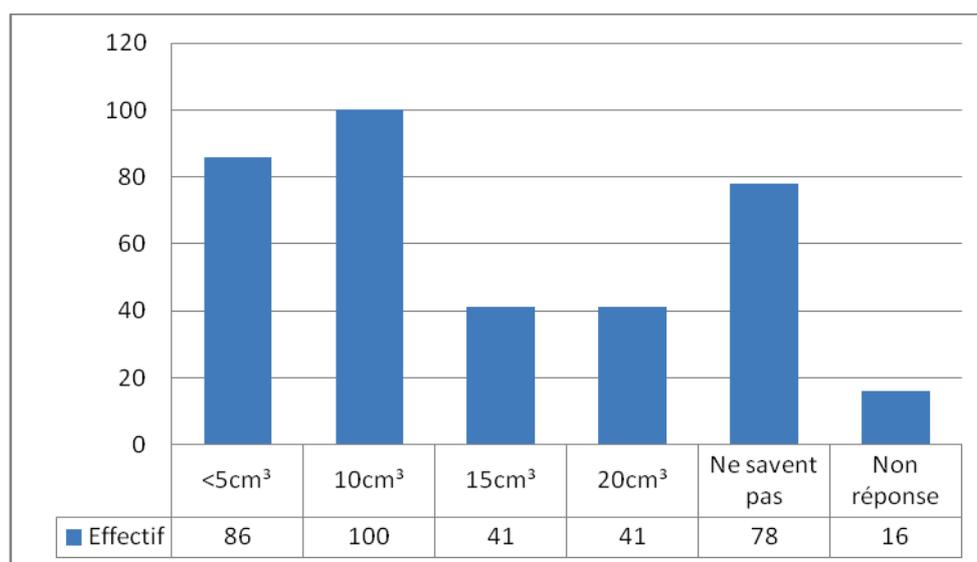


Figure 3.10. Estimation de la quantité de solution d'irrigation employée par canal.

D'autre part, il est à noter que 70% des praticiens interrogés irriguaient systématiquement le canal après chaque passage d'instrument, contre 15%. En outre, 15% ont déclaré le faire uniquement selon le cas clinique (Tab 3.7).

Tableau 3.7. Irrigation systématique du canal après chaque passage d'instrument.

	Effectif	Pourcentage (%)
Oui	247	70
Non	52	15
Selon le cas clinique	54	15
Non réponse	9	/
TOTAL	362	100

Notre étude a révélé qu'à l'heure actuelle, la grande majorité des chirurgiens-dentistes était équipée d'un système de radiographie numérique. Dans notre échantillon, Nous avons compté 323 sujets équipés, ce qui concerne donc 90% des sondés. 34 chirurgiens-dentistes n'en possédaient pas, ce qui correspond à 10% des sondés. Cinq praticiens se sont abstenus de répondre (Fig 3.11).

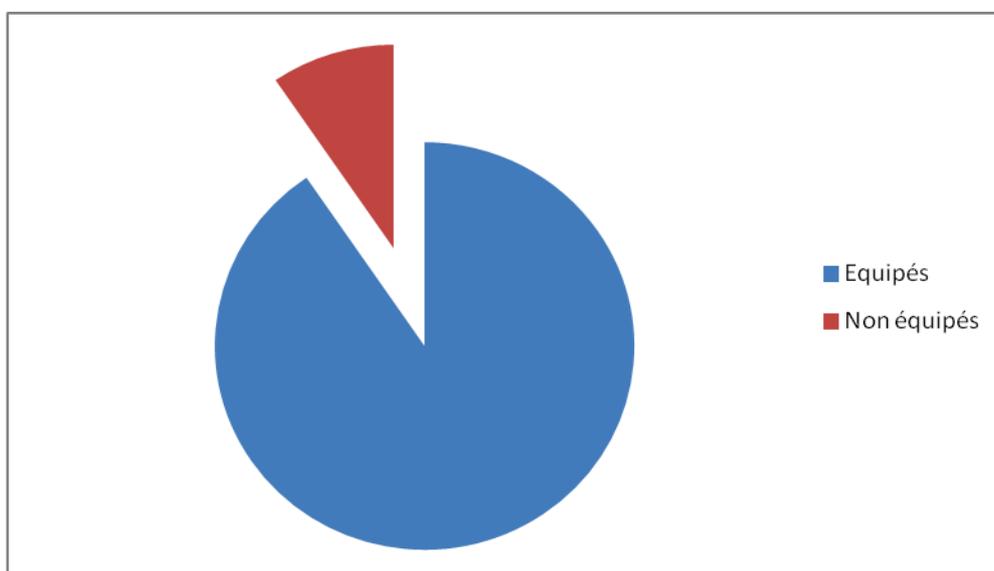


Figure 3.11. Praticiens équipés d'un système de radiographie numérique dans l'échantillon.

Les résultats ont montré que 55% des chirurgiens-dentistes étaient équipés d'un localisateur d'apex. Parmi les praticiens équipés, 53% l'utilisaient systématiquement, tandis que 47% s'en servaient occasionnellement.

Par ailleurs, nous avons constaté que 38% des chirurgiens-dentistes utilisaient la digue (champ opératoire) en endodontie. Parmi les utilisateurs, 39% la mettaient en place systématiquement lors d'un traitement endodontique, alors que 61% le faisaient de manière occasionnelle.

Enfin, notons que 53% des chirurgiens-dentistes avaient recours à une instrumentation ultrasonore en endodontie. Pour 22% d'entre eux, leur emploi était systématique, tandis que 78% s'en aidaient occasionnellement (Tab 3.8 et Fig 3.12).

Tableau 3.8. Utilisation du localisateur d'apex, de la digue et des ultrasons dans l'échantillon.

Utilisation	Localisateur d'apex	Digue	Ultrasons
Oui	195	136	190
Systématiquement	103	53	42
Occasionnellement	92	83	148
Non	160	220	166
Non réponse	7	6	6

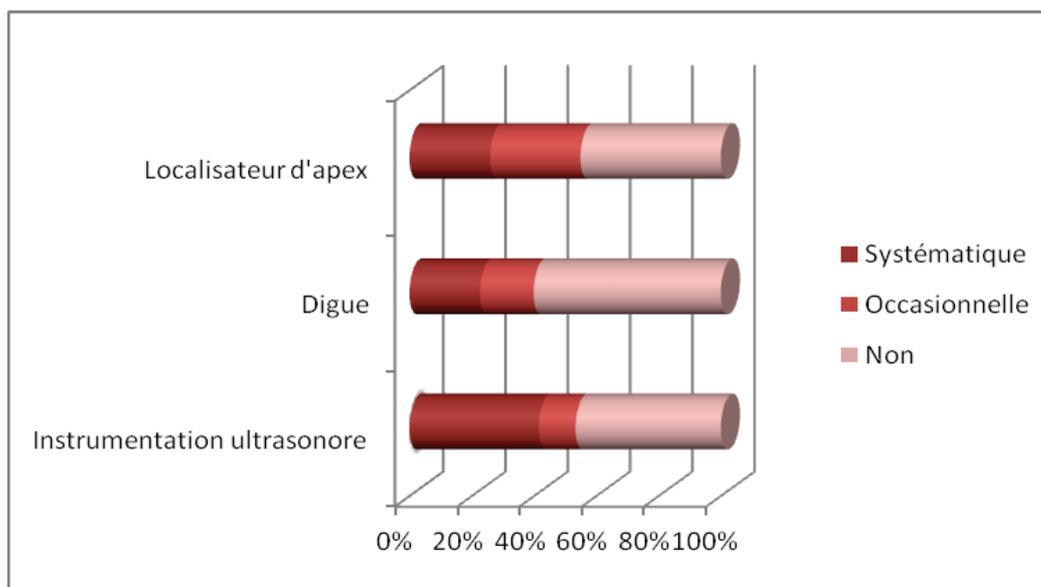


Figure 3.12. Utilisation du localisateur d'apex, de la digue et des ultrasons dans l'échantillon (en %).

En comparaison avec les techniques manuelles, la plupart des chirurgiens-dentistes (64% des sondés) trouvaient l'apprentissage des techniques mécanisées plus facile, tandis que 15% le considéraient plus difficile. Par ailleurs, 21% n'y voyaient aucune différence (Tab 3.9).

Tableau 3.9. Apprentissage des systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles.

Apprentissage	Effectif	Pourcentage (%)
Plus facile	220	64
Plus difficile	53	15
Aucune différence	71	21
Non réponse	18	/
TOTAL	362	100

Concernant l'efficacité clinique, la grande majorité des praticiens (91% des sondés) l'estimait plus importante, contre quelques praticiens (2% des sondés) la jugeant moins importante. D'autre part, 7% ont déclaré ne trouver aucune différence (Tab 3.10).

Tableau 3.10. Efficacité des systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles.

Efficacité	Effectif	Pourcentage (%)
Plus importante	319	91
Moins importante	6	2
Aucune différence	24	7
Non réponse	13	/
TOTAL	362	100

Au sujet de la durée de l'acte, 73% des chirurgiens-dentistes trouvaient celle-ci plus courte, alors qu'une minorité de praticiens (12% des chirurgiens-dentistes interrogés) indiquaient une durée plus longue. 15% n'y voyaient aucune différence (Tab 3.11).

Tableau 3.11. Durée de l'acte avec les systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles.

Durée de l'acte	Effectif	Pourcentage (%)
Plus courte	255	73
Plus longue	41	12
Aucune différence	54	15
Non réponse	12	/
TOTAL	362	100

A propos de la manipulation, une grande partie des praticiens (70% des sondés) la considérait plus facile, tandis que 14% l'estimaient plus difficile. Par ailleurs, 15% n'y voyaient aucune différence (Tab 3.12).

Tableau 3.12. Manipulation des systèmes mécanisés par rapport aux techniques manuelles.

Manipulation	Effectif	Pourcentage (%)
Plus facile	246	70
Plus difficile	50	14
Aucune différence	53	15
Non réponse	13	/
TOTAL	362	100

Par ailleurs, la grande majorité des chirurgiens-dentistes, soit 92% des praticiens, signalaient un coût plus élevé, contre seulement 1%. D'autre part, 7% ne faisaient pas la différence (3.13).

Tableau 3.13. Coût des systèmes mécanisés par rapport à l'instrumentation manuelle.

Coût	Effectif	Pourcentage (%)
Plus élevé	317	92
Moins élevé	3	1
Aucune différence	25	7
Non réponse	17	/
TOTAL	362	100

Enfin, concernant le risque d'erreurs peropératoires (butées, faux canaux, perforations, ...), 36% des chirurgiens-dentistes le jugeaient plus important tandis que 32% le considéraient moins important. Par ailleurs, 32% ont déclaré ne trouver aucune différence (Tab 3.14).

Tableau 3.14. Risque d'erreurs per-op des systèmes mécanisés par rapport à l'instrumentation manuelle.

Risque d'erreurs per-op	Effectif	Pourcentage (%)
Plus important	125	36
Moins important	110	32
Aucune différence	111	32
Non réponse	16	/
TOTAL	362	100

3.4. Discussion

Dans notre étude, des praticiens n'ont pas répondu à certaines questions, sans doute par omission, ou parfois par incompréhension. C'est pourquoi le nombre de praticiens sondés variait selon chaque question, et était souvent légèrement inférieur au nombre total des praticiens à avoir participé à notre enquête. Il en a été tenu compte dans le calcul des pourcentages.

A l'origine, les questionnaires ont été envoyés à un échantillon de mille chirurgiens-dentistes. 362 d'entre eux y ont participé, ce qui nous a conduit à un taux de réponses relativement élevé, de 36,2%. Cet échantillon représente environ 1% de la population des chirurgiens-dentistes français, si on se réfère au nombre de chirurgiens-dentistes omnipraticiens recensés par le Conseil de l'Ordre en France métropolitaine, s'élevant à environ 37000 à l'heure actuelle. Nous avons été agréablement surpris car nous espérions un taux de réponse beaucoup plus faible, que nous estimions entre 20 et 30%. Ce fort taux de participation a été certainement dû au fait que le questionnaire était court et bien ciblé. En effet, celui-ci pouvait être complété aisément en moins de cinq minutes. De plus, ce dernier se présentait sous une forme simplifiée grâce à des cases à cocher qui ont certainement facilité le remplissage. D'autre part, ce relatif fort taux de participation a témoigné de l'intérêt qu'ont porté les

praticiens au sujet de l'enquête, à savoir les techniques d'endodontie mécanisées et à l'endodontie en général, réalisée quotidiennement dans les cabinets dentaires.

Toutefois, cela pourrait être à l'origine de biais également. Il est très probable que seuls les praticiens les plus concernés et motivés par l'endodontie aient répondu à l'enquête.

Les questionnaires ont été envoyés à un nombre égal d'hommes et de femmes. Nous nous attendions donc à avoir une répartition égale hommes/femmes dans l'échantillon retenu. Or, celle-ci n'était pas tout à fait équilibrée. En effet, une majorité d'hommes a participé à l'enquête. L'échantillon était ainsi constitué de 200 hommes pour seulement 165 femmes. Par ailleurs, nous pouvons remarquer que, dans la catégorie des 30-35 ans et celle des 35-40 ans, les femmes ont été plus nombreuses à avoir répondu au questionnaire que les hommes. En revanche, l'effectif des hommes était nettement plus important dans la catégorie des plus de 40 ans (Fig 3.13).

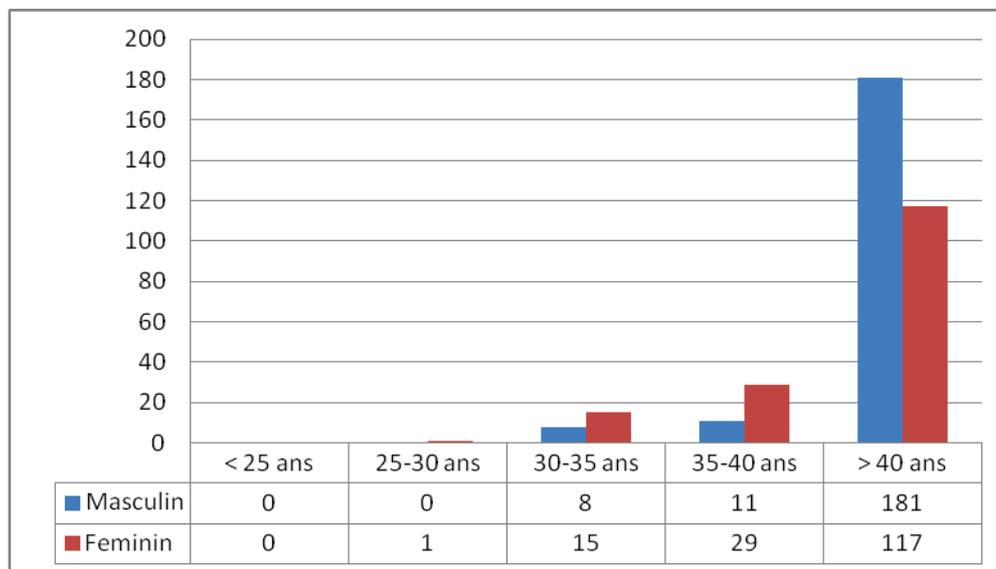


Figure 3.13. Répartition des classes d'âge en fonction du sexe.

D'autre part, la distribution des praticiens selon les tranches d'âge n'était pas du tout homogène. En effet, 82% des chirurgiens-dentistes ayant participé à l'enquête étaient âgés de plus de 40 ans. La distribution de l'échantillon retenu n'était pas comparable à celle des chirurgiens-dentistes en France. Malgré la hausse de l'âge moyen de ces derniers, nous nous attendions à plus de retours de la part de praticiens plus jeunes. A cela nous pouvons évoquer deux hypothèses. La première s'appuie sur le fait que la population ciblée qui a reçu le questionnaire était relativement âgée. L'autre hypothèse, plus probable, repose sur le fait que ce sont les praticiens les plus âgés de la population ciblée qui auraient participé à l'enquête, s'intéressant davantage à cette dernière.

L'âge des praticiens est à mettre en relation avec la date d'obtention de leur diplôme et la durée d'exercice dans leur installation actuelle. En effet, le fait que la grande majorité des praticiens (soit

90% des sondés) ait obtenu leur diplôme avant 2001 est directement lié à l'âge de ces derniers. Pareillement, l'âge de la population étudiée explique que 65% des chirurgiens-dentistes de l'échantillon exerçaient depuis plus de quinze ans dans leur installation actuelle. Il est à remarquer qu'il nous était très difficile, voire impossible, de sélectionner les praticiens inclus dans l'étude selon leurs années de naissance de façon à équilibrer les tranches d'âge. Il s'agit d'un biais de l'enquête difficilement maîtrisable dans ce type d'évaluation.

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que les praticiens étaient installés en général assez proches des seize facultés d'odontologie françaises. En effet, 45% d'entre eux étaient installés à moins de 50 km. En s'éloignant des facultés, l'effectif des chirurgiens-dentistes s'est vu diminuer. Ces dernières se situant dans les grandes villes, la distribution observée est sans doute à mettre en relation avec la pénurie de chirurgiens-dentistes en milieu rural.

Nous avons été surpris de voir que seulement 32% des praticiens sondés pensaient que l'endodontie devrait constituer une spécialité odontologique. Nous pouvons supposer que cela s'explique également par l'âge avancé de la population d'étude. En effet, les chirurgiens-dentistes sondés ont bénéficié, au cours de leur cursus, d'un enseignement qui n'est pas la même qu'à l'heure actuelle, où les techniques mécanisées sont en perpétuelle évolution. Une population plus jeune aurait sans doute porté un autre regard sur l'endodontie.

Les résultats de l'enquête ont révélé que la grande majorité des praticiens (95% des sondés) se tenait au courant des actualités et évolutions des systèmes endodontiques. Cela s'explique probablement par le fait que la plupart des chirurgiens-dentistes sondés se situaient assez proche d'une faculté dentaire. Par ailleurs, l'endodontie étant un acte très fréquent du cabinet dentaire, mais aussi souvent délicat à réaliser, les cliniciens se voient dans l'obligation de se former régulièrement dans cette discipline.

Nous avons vu que 94% des praticiens utilisaient une technique d'endodontie mécanisée. Il est clairement établi que l'emploi des systèmes mécanisés s'est généralisé et apporte une grande satisfaction à ses utilisateurs. Cependant, 6% utilisaient encore exclusivement une instrumentation manuelle, ce qui reste malgré tout un pourcentage non négligeable. Pourtant, sur les vingt et un chirurgiens-dentistes concernés, dix-huit se sont tenu informés sur les systèmes mécanisés. Le véritable problème serait le risque de fracture instrumentale, évoqué par dix-sept d'entre eux. De ce fait, ces derniers sont vraisemblablement des praticiens déçus qui, après avoir essayé les systèmes mécanisés, ont décidé de les abandonner à la suite de fractures instrumentales répétées. Nous pouvons nous demander si le protocole recommandé par les fabricants a été scrupuleusement respecté. Il est à remarquer qu'aucune étude ne démontre un pourcentage de fracture instrumentale plus important lorsque l'on utilise les systèmes assistés. Certaines impressions, contre lesquelles il convient de lutter, n'ont aucun fondement scientifique.

Nous avons pu remarquer que, parmi les utilisateurs de systèmes mécanisés, une large majorité de chirurgiens-dentistes (soit 82% des sondés) a déclaré en avoir une utilisation systématique. De plus, la grande majorité des chirurgiens-dentistes (87% des sondés) a déclaré les utiliser pour le retraitement endodontique. Comme nous l'avons vu précédemment, ces systèmes répondent à tous les types de traitement endodontique. Il n'existe que très peu de contre-indications. Ces résultats ont montré que les canaux difficiles à traiter, notamment ceux présentant de fortes courbures canalaires, ne semblaient pas être un frein à l'emploi de ces techniques. Les quelques contre-indications existantes quant à l'emploi des systèmes mécanisés sont-elles bien connues des praticiens ? Cette méconnaissance ne serait-elle pas à l'origine de complications peropératoires telles que la fracture instrumentale ? Ces questions sont légitimes à poser.

Une grande partie des chirurgiens-dentistes (54%) a reçu une formation post-universitaire sur les techniques de préparation canalairé mécaniséé alors que la formation initiale ne concernait que 20% des sondés. De même, beaucoup de praticiens ont été formés lors des congrès ou colloques (45%), et par la presse spécialisée (43%). Il existe un lien direct avec l'âge des praticiens ayant participé à l'enquête. En effet, au moment de la formation initiale des chirurgiens-dentistes les plus âgés, les techniques mécanisées ne s'étaient pas encore aussi développées.

L'enquête a révélé que les chirurgiens-dentistes avaient une nette préférence pour cinq systèmes : ProTaper[®], HeroShaper[®], Revo-S[®], MTwo[®] et HeroShaper[®]. Les nouveaux systèmes WaveOne[™] et Reciproc[®], bien qu'apparus il y a moins de deux ans sur le marché et malgré un coût important, ont séduit un pourcentage non négligeable de praticiens (respectivement 5% et 6%). Par ailleurs, il a été surprenant de constater qu'un nombre important de chirurgiens-dentistes (18% des sondés) avaient opté pour des marques peu connues, non proposées dans le questionnaire. Les résultats ont montré que 44% avaient recours à plusieurs systèmes mécanisés, et que 53% avaient déjà changés de système depuis leur emploi. Beaucoup de chirurgiens-dentistes ne s'arrêteraient donc pas à un système particulier mais, bien au contraire, n'hésiteraient pas à tester différents modèles et seraient ouverts à tout changement. Ils suivraient donc l'évolution technologique et profiteraient ainsi de la grande diversité des systèmes proposés sur le marché à l'heure actuelle. D'autre part, nous avons pu observer que seulement 12% utilisaient leur système mécanisé seul, 54% en association avec une technique manuelle, et 34% associant ces deux techniques selon le cas clinique. Même si l'instrumentation manuelle a beaucoup évolué ces dernières années et a tendance à s'effacer au profit des techniques mécanisées, elle reste toujours d'actualité car elle est importante lors de la phase initiale du traitement endodontique (perméabilisation), notamment pour le repérage des orifices canalaires et la pénétration initiale des canaux.

Nous avons vu que le type de contre-angle le plus utilisé était celui réducteur de vitesse, impliquant 56% d'entre eux. Concernant la phase d'obturation, la condensation latérale à froid était la technique la plus utilisée par les chirurgiens-dentistes, concernant 56% d'entre eux. Cette technique était souvent employée en association avec la condensation verticale à chaud, adoptée par 20% des sondés. Le système à tuteur semble séduire de plus en plus d'adhérents, puisque ce dernier était utilisé par 20% des praticiens. Par ailleurs, à notre grande surprise, nous avons pu constater qu'une grande partie des chirurgiens-dentistes (31% des sujets) employait d'autres techniques d'obturation que celles citées dans le questionnaire. Il s'agit probablement de l'obturation mono cône, l'injection de gutta chaude, ou la diffusion de pâte endodontique au bourre-pâte. Concernant la phase d'irrigation canalaire, l'hypochlorite de sodium restait la solution la plus utilisée, impliquant la grande majorité des chirurgiens-dentistes (96% des sondés). Aussi, l'EDTA était employée par un praticien sur deux. La plupart des chirurgiens-dentistes (70% des sujets) irriguaient le canal convenablement après chaque passage d'instruments, ceci malgré de grandes divergences à propos du volume de solution utilisé. Aussi, savent-ils évaluer ce dernier correctement ?

Les résultats ont montré qu'une large majorité de praticiens (90% des sondés) possédait un système de radiologie numérique, ce qui reflète ainsi la tendance générale vers les nouvelles technologies. Cependant, même si la radiologie numérique a pris de plus en plus d'ampleur, 10% des chirurgiens-dentistes sondés travaillaient encore avec la radiologie argentique, ce qui reste un pourcentage non négligeable. Cela prouve que celle-ci n'est pas encore totalement dépassée. Il est intéressant de préciser que la totalité des utilisateurs du film argentique appartenait à la catégorie des plus de 40 ans. Cela s'explique sans doute par le fait qu'au moment de la formation des chirurgiens-dentistes ayant plus de vingt ans d'expérience, le système numérique n'avait pas encore fait son apparition. Ils ont donc reçu, au cours de leur cursus, une formation basée sur le film argentique qu'ils ont pleinement mis en pratique durant leurs premières années d'exercice. Nous pouvons supposer qu'après l'apparition du système numérique, certains d'entre eux étant totalement satisfaits du film argentique ont alors décidé de conserver ce système. Là aussi, les impressions injustifiées, d'une qualité moindre pour la radiographie numérique, fait que certains n'évoluent pas vers les nouvelles technologies malgré tous les avantages de celles-ci.

D'autre part, il s'avère que le localisateur d'apex est devenu au fil du temps un outil précieux en endodontie, utilisé par de plus en plus de praticiens (55% selon notre étude).

Par ailleurs, les résultats ont montré que 38% des sujets utilisaient un champ opératoire en endodontie. Bien que la pose de ce dernier lors de tout traitement endodontique soit recommandée par la HAS, il est clair qu'à l'heure actuelle, beaucoup de chirurgiens-dentistes ne s'y tiennent pas, par craintes de « perte de temps » ou « d'inconfort pour le patient ». Toutefois, ces résultats nous ont paru très encourageants, d'autant plus que la population d'étude était relativement âgée. Cela se traduirait par une prise de conscience des risques d'un traitement sans champ opératoire (contamination bactérienne,

possibilités d'ingestion ou d'inhalation d'instruments,...). Nous pouvons supposer que les différentes formations suivies dans le domaine de l'endodontie ont pu concourir à ces bons résultats. Néanmoins, il est important de préciser que, parmi les utilisateurs de la digue, 61% ont déclaré s'en servir occasionnellement. Il est possible que ces derniers ne l'utilisent qu'en réalité très peu. En effet, certains praticiens ont expliqué, en commentaire, qu'ils ne posaient la digue que sur les molaires mandibulaires ou en cas de débit salivaire important !!! Les risques ne sont pas moins importants dans ces cas cliniques. Les croyances ou impressions doivent pouvoir évoluer dans ce domaine également. Enfin, nous avons pu constater qu'un dentiste sur deux avait recours à une instrumentation ultrasonore, dont un sur cinq systématiquement. Si l'utilisation des ultrasons en endodontie est restée relativement restreinte ces dernières décennies, il semble que ce type d'outils ne cesse de séduire de nouveaux adeptes, notamment grâce au bouleversement qu'a connu l'endodontie avec l'avènement de la rotation continue.

En comparaison avec les techniques manuelles, l'étude a révélé que la majorité des chirurgiens-dentistes trouvait dans les techniques mécanisées un apprentissage plus facile, une efficacité clinique plus importante, et une durée de l'acte plus courte. Les systèmes mécanisés apportent donc grande satisfaction, malgré un risque d'erreurs opératoires ressenti par les praticiens et un certain coût.

3.5. Conclusions

Notre étude a mis en évidence de grandes divergences selon les praticiens tant dans le protocole élaboré pour la préparation et l'obturation canalaires que dans l'instrumentation utilisée et l'équipement à leur disposition. Ainsi, chaque clinicien a sa propre vision de l'endodontie. Les croyances ou impressions non justifiées concernant les indications des techniques mécanisées et l'emploi de la digue doivent pouvoir encore évoluer. Toutefois, nous avons pu constater une tendance générale vers les nouvelles technologies. Aussi, nous avons vu que la grande majorité des chirurgiens-dentistes suivait les actualités et l'évolution des systèmes endodontiques mécanisés. Le fort taux de participation à l'enquête a reflété l'intérêt que portent certains praticiens à cette discipline. Ce questionnaire a sans doute été pour eux un moyen de se situer, et de prendre conscience que leur technique habituelle n'était pas unique. Notons qu'une dizaine de chirurgiens-dentistes a tenu à être informée des résultats de l'enquête par courriel. Ce questionnaire a peut-être incité certains chirurgiens-dentistes à s'informer et se former davantage dans ce domaine, à tester d'autres systèmes mécanisés ou d'autres techniques d'endodontie ?

CONCLUSION

Comme nous l'avons vu, l'endodontie a considérablement évolué ces dernières années. Grâce à l'avènement de la rotation continue dans les années 1990, les instruments endodontiques en Ni-Ti se sont aujourd'hui imposés dans les étapes de nettoyage et de mise en forme du système canalaire. Cela a constitué un progrès indéniable.

Ces techniques mécanisées permettent d'atteindre les objectifs biologiques et mécaniques que nous devons nous fixer lors de tout traitement endodontique. Ainsi, elles permettent le nettoyage, la désinfection et l'élargissement adéquats du canal tout en respectant l'anatomie endocanalaire, de manière à ne pas fragiliser la dent. Cette préparation doit être accompagnée par le passage d'une solution d'irrigation adaptée (préparation chimiomécanique) et la mise en place d'un matériau d'obturation étanche et compactable.

Ces techniques assistées apportent indiscutablement un meilleur confort à la fois pour le patient et pour le praticien. Selon notre étude, la majorité des chirurgiens-dentistes établissent une nette supériorité des techniques mécanisées par rapport aux techniques manuelles traditionnelles, de part un apprentissage plus facile, une efficacité clinique plus importante, et une diminution importante de la durée de l'acte. Néanmoins, les techniques mécanisées ne peuvent être efficaces qu'à condition d'être maîtrisées.

Les fabricants ne cessent de proposer de nouveaux systèmes de plus en plus innovants. Il semble que ces derniers évoluent vers une minimisation du risque de fracture instrumentale et une simplification progressive des gestes, notamment par une diminution du nombre d'instruments par séquence, dans le but de gagner davantage en rapidité. Nous l'avons vu avec l'apparition récente sur le marché des systèmes de mise en forme canalaire mono-instrumentale. Encore faut-il que le coût de tels systèmes soit compatible avec l'exercice de la profession, à l'heure où les charges professionnelles occupent une part très importante, sans cesse grandissante. Quoi qu'il en soit, face à cette panoplie d'instruments, les praticiens n'ont que l'embarras du choix.

Cette évolution constante doit conduire les praticiens à se former et s'informer régulièrement afin de choisir les matériels, techniques et protocoles opératoires endodontiques correspondant le mieux à leurs attentes.

BIBLIOGRAPHIE

ALAPATI SB, BRANTLEY WA, SVEC TA, POWERS JM, MITCHELL JC.
Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files.
J Endod. **2003**;29:667-9.

ANDEM (Agence Nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale)
Recommandations et références dentaires, **1996**.

ARBAB-CHIRANI R, CHEVALIER V, ARBAB-CHIRANI S, CALLOCH S.
Instrumentation canalaire de préparation.
Elsevier Masson SAS; **2010**.

AURICCHIO F, PETRINI L, CACCIAFESTA V, PIETRABISSA R.
On the mechanics of superelastic orthodontical appliances.
Dental Biomechanics. **2003**;132–58.

BAHCALL JK, OLSEN EK.
Integrating ultrasonic tips into the endodontic treatment armamentarium.
Dent Today. **2007**;26:120-3.

BEN JOHNSON W.
Congrès de l'Association Dentaire Française.
Paris, **1994**.

BERVEILLER M, PATOOR R.
Comportement thermomécanique des matériaux usuels et des alliages à mémoire de forme.
Technologie des alliages à mémoire de forme.
Ed Hermès, Paris, **1994**.

BIDAR H, RASTEGAR AF, GHAZIANI P, NAMAZIKHAH MS.
Evaluation of apically extruded debris in conventional and rotary instrumentation techniques.
J Calif Dent Assoc. **2004**;32:665-71.

BOESSLER C, PAQUE F, PETERS OA.
The effect of electropolishing on torque and force during simulated root canal preparation with
ProTaper shaping files.
J Endod. 2009;3:102-6.

BUEHLER WJ, WANG FE.

A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering.

Ocean Eng. **1967**; 1:105-20.

CALAS P, VULCAIN JM.

Le concept du Hero 642.

Rev Odontostomatol (Paris). **1999**; 28:47-55.

CHAVES CRAVEIRO DE MELO M, GUIOMAR DE AZEVEDO BAHIA M,

LOPES BUONO VT.

Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments.

J Endod. **2002**; 28:765-69.

CLAISSE A, HAIKEL Y.

Les systèmes nickel-titane en rotation continue : Quantec 2000, Profile, Hero 642, GT rotary files, ProTaper, Hero Shaper, Mtwo.

Paris, ADF, **2003**.

CLAISSE-CRINQUETTE A.

Systèmes RECIPROC[®] et WaveOne[™]. Mise en forme mono-instrumentale.

Clinic. **2011**;32:591-601.

DIEMER F, CALAS P.

Effect of pitch length on the behavior of rotary triple helix root canal instruments.

J Endod. **2004**;30:716-8.

DIETSCHI LM, CRUCHI S, HOLZ J, BAUNE LJ.

Préparation du canal radiculaire à l'aide d'ultrasons. Etude au MEB.

Rev Fr Endod. **1984**;15-27.

EDIE et al.

Surface corrosion of nitinol and stainless steel under clinical conditions.

Angle orthod. **1981**;51:319-24.

ESPOSITO PT, CUNNINGHAM CJ.

A comparison of canal preparation with nickel- titanium and stainless-steel instruments.

J Endod. 1994;20:531-4.

FOGARTY TJ,

Montgomery S. Effect of preflaring on canal transportation. Effect of ultrasonic, sonic and conventional techniques.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol. **1991**;72:345-50.

GAMBARINI G, GRANDE NM, PLOTINO G, SOMMA F, GARALA M, DE LUCA M, et al.

Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods.

J Endod. **2008**;34:1003-5.

GAMBILL JM, ALDER M, DEL RIO CE.

Comparison of nickel–titanium and stainless steel hand. Instrumentation using computed tomography.

J Endod. **1996**;22:369-75.

GLUSKIN AH, BROWN DC, BUCHANAN LS.

A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators.

Int Endod J. **2001**;34:476-84.

HAIKEL Y, SERFATY R, WILSON G, SPEISSER M, ALLEMANN C.

Mechanical properties of NiTi endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment.

J Endod. **1998a**;24:731-5.

HAIKEL Y, SERFATY R, WILSON G, SPEISSER M, ALLEMANN C.

Mechanical properties of NiTi endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment.

J Endod. **1998b**;24:736-9.

HAIKEL Y, SERFATY R, BATEMAN G, SENGER B, ALLEMANN C.

Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments.

J Endod. **1999**;25:434–40.

HAS (Haute Autorité de Santé)

Service évaluation des actes professionnels, Septembre **2008**.

HESS W, ZURCHER E.

The anatomy of the root canals of the teeth of the permanent and deciduous dentitions.

New York: William Wood; **1929**.

HULSMANN M, PETERS OA, DUMMER PM.

Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means.

Endod Topics. **2005**;10:30-76.

IQBAL MK, MAGGIORE F, SUH B, EDWARDS KR, KANG J, KIM S.

Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques.

J Endod. **2003**;29:587-91.

KIM S.

The microscope and endodontics,

Dent Clin N Am. **2004**;48:11-18.

KUMMER TR, CALVO MC, CORDEIRO MM, DE SOUSA VIEIRA R,

DE CARVALHO ROCHA MJ.

Ex vivo study of manual and rotary instrumentation techniques in human primary teeth.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. **2008**;105:84-92.

KUSTARCI A, AKPINAR KE, ER K.

Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. **2008**;105:257-62.

LASFARGUES JJ.

Evolution des concepts de préparation : nouveaux concepts-nouvelles techniques.

Inf Dent. **1997**;22:1469-89.

LAURICHESSE JM, LAUNAY Y, CLAISSE A.

L'ampliation canalaire par assistance mécanique: concept, technique et résultats.

Rev Fr Endod. **1982**;1(1):51-72.

LEE JH, PARK JB, ANDREASEN GF, LAKES RS

Thermomechanical study of NiTi alloys.

J Biomed Mater Res. **1988**;22:573–88.

MACHTOU P.

Endodontie. Guide clinique.

CdP, **1993**.

MAC SPADDEN JT.

Une nouvelle approche pour la préparation et l'obturation canalaire : les instruments mécanisés en NiTi.

Rev Fr Endo. **1993**;12(1):9-19.

MARTIN D, AMOR J, MACHTOU P.

Endodontie mécanisée. Le système ProTaper®: principes et guide d'utilisation.

Rev Odontostomatol. **2002**;31:33-42.

MARTIN H, CUNNINGHAM WT.

Endosonics-The ultrasonic synergistic system of endodontics .

Endod Dent Traumatol. **1985**;1:201-6.

MARTIN B, ZELADA G, VARELA P, BAHILLO JG, MAGAN F, AHN S, RODRIGUEZ C.

Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments.

Int Endod J. **2003**;36:262–6.

MIZE SB, CLEMENT DJ, PRUETT JP, CARNES D L JR.

Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments.

J Endod. **1998**;24:843–7.

NEBOT D, CURNIER F.

A propos des instruments en nickel- titane.

Inf DENT. **1997**;31:2195-8.

PERTOT W, POMMEL L.

Réussir un traitement endodontique.

Paris: éditions Quintessence International, **2003**.

PETERS OA, SCHÖNENBERGER K, LAIB A.

Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography.

International Endodontic Journal. **2001**;34:221-30.

PRUETT JP, CLEMENT DJ, GARNES Jr DL.

J Endod. **1997**;21:77-85.

PUTTERS *et al.*

Comparative cell culture effects of shape memory metal (nitinol), nickel and titanium: a biocompatibility estimation.

Eur Surg Res. **1992**;24:378-82.

RICHMAN MJ.

The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection.

J dent Med. **1957**;12:12-18.

ROANE JB. *et al.*

The balanced force concept for instrumentation of curved canal.

J Endod. 1985;11:203-11.

ROWAN *et al.*

Torsional properties of nickel titanium versus steel endodontic files.

J Endod. **1995**;21:216.

SAMYN JA., NICHOLLS JL., STEINER JC.

Instruments in molar root preparation.

J Endod. **1996**;22:177-89.

SCHÄFER E.

Effect of sterilization on the cutting efficiency of PVD coated nickel-titanium endodontic instruments.

Int Endod J. **2002**;35:867-72.

SCHÄFER E, SCHULZ-BONGERT U, TULUS G.

Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study.

J Endod. **2004**;30:432-5.

SCHNEIDER SW.

A comparison of canal preparations in straight and curved root canals.
Oral Surg. **1971**;32:271-5.

SCHRADER C, ACKERMANN M, BARBAKOW F.

Step-by-step description of a rotary root canal preparation technique.
Int Endod J. **1999**;32:312-20.

SCIAMBLO MJ.

La préparation de la cavité endodontique.
Réal Clin. 1993;4(1):9-34.

SERENE TP, ADAMS JD, SAXEN AA.

Nickel-Titanium Instruments: Applications in Endodontics
Mosby, St Louis, USA: Ishiyaku Euro America, Inc., **1995**.

SHEARER J, MCMANNERS J.

Comparison between the use of an ultrasonic tip and a microhead handpiece in periradicular surgery:
A prospective randomised trial.
Br J Oral Maxillofac Surg. **2008** (Nov7 [Epub ahead of print]).

SHEN Y, HAAPASALO M.

Three-dimensional analysis of cutting behavior of nickel-titanium rotary instruments by
microcomputed tomography.
J Endod. **2008**;34:606-10.

SIMON S.

Économie tissulaire et traitement endodontique.
In: Lasfargues JJ, editor. Concepts cliniques en endodontie.
Paris: éditions, SNPMD, **2005**;47-57.

SOMMA F, CAMMAROTA G, PLOTINO G, GRANDE NM, PAMEIJER CH.

The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root
canal filling materials.
J Endod. **2008**;34:466-9.

TU MG, CHEN SY, HUANG HL, TSAI CC.

Endodontic shaping performance using nickel-titanium hand and motor ProTaper systems by novice dental students.

J Formos Med Assoc. **2008**;107:381-8.

VIANA AC, GONZALEZ BM, BUONO VT, BAHIA MG.

Influence of sterilization on mechanical properties and fatigue resistance of nickel-titanium rotary endodontic instruments.

Int Endod J, **2006**;39:709-15.

WALIA H., BRANTLEY WA., GERSTEIN H.

An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files.

J Endod. **1988**;14:346-51.

XU X, ENG M, ZHENG Y, ENG D.

Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections.

J Endod. 2006;32:372-5.

Document extrait d'un site web :

BENKIRANE I, JABRI M, LAHLOU K, EL OUAZZANI A.

Préparation endodontique avec le système Hero 642.

<http://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/preparation-endodontique-avec-le-systeme-hero-642.html>, 06/04/2012.

Document extrait d'un site web :

BENKIRANE I, JABRI M, Pr. LAHLOU K, EL OUAZZANI A.

Introduction du Nickel-Titane en Endodontie.

<http://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/introduction-du-nickel-titane-en-endodontie.html>, 10/04/2012.

Document extrait d'un site web :

HAS (Haute Autorité de Santé).

TRAITEMENT ENDODONTIQUE. Texte court du rapport d'évaluation technologique.

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/texte_court_traitement_endodontique.pdf, 05/07/2012.

Annexe :

Le questionnaire adressé aux praticiens

TECHNIQUE D'ENDODONTIE MECANISEE

QUESTIONNAIRE

INFORMATIONS CONCERNANT VOTRE ETAT CIVIL ET VOTRE ACTIVITE

1. Quel est votre sexe ?

- Masculin Féminin

2. Quelle est votre tranche d'âge ?

- <25 ans 25-30 ans 30-35 ans 35 40 ans >40 ans

3. Vous avez obtenu votre Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire...

- Entre 2009 et 2011 2007-2009 2005-2007 2003-2005 2001-2003 Antérieur à 2001

4. Quelle est votre faculté d'origine ?

5. S'agit-il d'une création ou d'une reprise d'activité ?

- Création Reprise

6. Depuis combien de temps exercez-vous dans votre installation actuelle ?

- <5ans 5-10ans 10-15ans >15ans

7. Votre lieu d'exercice se situe-t-il à quelle distance d'une faculté dentaire :

- Moins de 50Km 50-100Km 100-150 Km 150-200Km 200-250Km Plus de 250Km

8. Pensez vous que l'endodontie devrait constituer une spécialité odontologique ?

- Oui Non Ne souhaite pas répondre N'a pas d'opinion sur ce sujet

INFORMATIONS CONCERNANT LES TECHNIQUES D'ENDODONTIE MECANISEES

9. Suivez vous les actualités et évolutions des systèmes de préparation endodontique mécanisés ?

- Oui Non

10. Utilisez-vous une technique d'endodontie mécanisée dans votre pratique clinique?

- Oui Non

11. Si non, quel est l'obstacle quant à son utilisation ?

- Préparation canalairre non conforme à vos attentes Trop d'erreurs per-opérateurs Manipulation difficile Problème de coût
 Risque de fracture Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

12. Depuis combien de temps utilisez vous ce type de système ?

- 1-2 ans 3-4 ans 5-6 ans 7-8 ans 9-10 ans Plus de 10 ans

13. Quel type d'utilisation en avez-vous ?

- Systématique Occasionnelle Selon le cas clinique

14. Quelle formation avez-vous eu par rapport aux techniques de préparation canalairre mécanisée ? (Plusieurs réponses possibles)

- Aucune formation Formation initiale Formation post-universitaire Presse spécialisée Congrès, colloques Démonstrations de laboratoire
 Confères Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (7 au maximum).

15. Suivez vous régulièrement des formations sur la préparation canalairre ?

- Oui Non

16. Quel(s) système(s) d'endodontie mécanisée utilisez-vous actuellement ?

- Hero 642® Hero Shaper® Revo-S® Protaper® Race® Mtwo® Wave One™ Reciproc® Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

17. Utilisez-vous plusieurs systèmes à la fois ?

- Oui Non

18. Avez-vous changé de système depuis que vous utilisez ces techniques ?

- Oui Non

19. Si oui, pourquoi ?

20. Si vous exercez en groupe, vos associés utilisent-ils un système d'endodontie mécanisée ?
 Oui Non Ne sait pas
21. En cas de reprise d'activité, votre prédécesseur utilisait-il une technique d'endodontie mécanisée ?
 Oui Non Ne sait pas
22. Si oui, avez-vous conservé le même système endodontique ?
 Oui Non Ne sait pas
23. Vous servez-vous de votre système d'endodontie seul ou en association avec une technique manuelle ?
 Oui En association Selon le cas clinique
24. Continuez-vous à utiliser les instruments manuels pour toutes les étapes de la préparation canalair ?
 Ponctuellement En cas de difficultés
25. Vous servez-vous de votre système d'endodontie mécanisée pour les reprises de traitement endodontique ?
 Oui Non
26. Pensez-vous qu'un protocole particulier avec un éventuel matériel spécifique soit nécessaire pour la reprise de traitement endodontique ?
 Oui Non
27. Quel type de contre-angle utilisez-vous en rotation continue ?
 Contre-angle réducteur de vitesse Contre-angle débrayable Contre-angle à variation de couple Autres Ne sait pas
28. Utilisez-vous des moteurs externes à l'unité ?
 Oui Non
29. Quelle(s) technique(s) d'obturation utilisez-vous ?
 Condensation latérale à froid Condensation verticale à chaud Thermocompaction Système à tuteur Autre technique
Vous pouvez cocher plusieurs cases.
30. Quelle(s) solution(s) d'irrigation utilisez-vous ?
 Hypochlorite de sodium Hypochlorite de sodium associé à un autre produit EDTA Acide citrique Autres produits
Vous pouvez cocher plusieurs cases.
31. A quel volume estimez-vous la quantité de solution d'irrigation employée par canal ?
 <5 cm³ 10 cm³ 15 cm³ >20 cm³ Ne sait pas
32. Irriguez-vous le canal après chaque passage d'instrument ?
 Oui Non Selon le cas clinique
33. Êtes-vous équipé d'un système de radiographie numérique ?
 Oui Non
34. Utilisez-vous un localisateur d'apex ?
 Non Systématiquement Occasionnellement
35. Utilisez-vous le champ opératoire en endodontie (digue) ?
 Non Systématiquement Occasionnellement
36. Utilisez-vous une instrumentation ultrasonore en endodontie ?
 Non Systématiquement Occasionnellement
37. En comparaison avec les techniques manuelles, quelle est votre impression générale par rapport aux techniques mécanisées ?
Concernant l'apprentissage ?
 + facile + difficile aucune différence
38. Concernant l'efficacité clinique :
 + importante - importante aucune différence
39. Concernant la durée de l'acte :
 + longue + courte aucune différence
40. Concernant la manipulation :
 + facile + difficile aucune différence
41. Concernant le coût :
 + élevé - élevé aucune différence
42. Concernant le risque d'erreurs (butées, faux canal, perforation, etc...) :
 + important - important aucune différence

Annexe :

La distribution des praticiens sondés

selon les départements

Référence : carto.ordre-chirurgiens-dentistes.fr, situation au 14 octobre 2011.

N°	Département	Nb. praticiens	Nb. envois
1	Ain	307	8
2	Aisne	209	6
3	Allier	181	5
4	Alpes de Hautes-Provence	97	3
5	Hautes-Alpes	98	3
6	Alpes-Maritimes	1162	31
7	Ardèche	155	4
8	Ardennes	129	3
9	Ariège	96	3
10	Aube	148	4
11	Aude	216	6
12	Aveyron	171	5
13	Bouches-du-Rhône	1624	44
14	Calvados	295	8
15	Cantal	78	2
16	Charente	170	5
17	Charente-Maritime	355	10
18	Cher	135	4
19	Corrèze	137	4
2A	Corse-du-Sud	107	3
2B	Haute-Corse	103	3
21	Côte-d'Or	282	8
22	Côtes d'Armor	330	9
23	Creuse	42	1
24	Dordogne	201	5
25	Doubs	272	7
26	Drôme	305	8
27	Eure	204	6
28	Eure-et-Loir	167	5
29	Finistère	566	15
30	Gard	472	13
31	Haute-Garonne	1081	29
32	Gers	113	3
33	Gironde	1071	29
34	Hérault	852	23
35	Ille-et-Vilaine	605	16
36	Indre	92	2
37	Indre-et-Loire	302	8
38	Isère	706	19
39	Jura	124	3

40	Landes	230	6
41	Loir-et-Cher	140	4
42	Loire	398	11
43	Haute-Loire	109	3
44	Loire-Atlantique	817	22
45	Loiret	279	7
46	Lot	91	2
47	Lot-et-Garonne	181	5
48	Lozère	37	1
49	Maine-et-Loire	368	10
50	Manche	180	5
51	Marne	345	9
52	Haute-Marne	88	2
53	Mayenne	118	3
54	Meurthe-et-Moselle	511	14
55	Meuse	75	2
56	Morbihan	425	12
57	Moselle	615	17
58	Nièvre	103	3
59	Nord	1273	34
60	Oise	312	8
61	Orne	99	3
62	Pas-de-Calais	609	16
63	Puy-de-Dôme	466	13
64	Pyrénées-Atlantiques	560	15
65	Hautes-Pyrénées	160	4
66	Pyrénées-Orientales	295	8
67	Bas-Rhin	851	23
68	Haut-Rhin	457	12
69	Rhône	192	5
70	Haute-Saône	87	2
71	Saône-et-Loire	249	7
72	Sarthe	214	6
73	Savoie	263	7
74	Haute-Savoie	497	13
75	Paris	2937	80
76	Seine-Maritime	472	13
77	Seine-et-Marne	598	16
78	Yvelines	803	22
79	Deux-Sèvres	136	4
80	Somme	184	5
81	Tarn	202	5
82	Tarn-et-Garonne	123	3

83	Var	767	21
84	Vaucluse	390	11
85	Vendée	317	9
86	Vienne	174	5
87	Haute-Vienne	179	5
88	Vosges	199	5
89	Yonne	132	4
90	Territoire-de-Belfort	76	2
91	Essonne	624	17
92	Hauts-de-Seine	1146	31
93	Seine-Saint-Denis	672	18
94	Val-de-Marne	809	22
95	Val-d'Oise	543	15
TOTAL		36937	1000