



HAL
open science

L'activation de la solution d'irrigation en endodontie : quelle place dans les pratiques libérales en Nouvelle-Aquitaine ?

Aurélien Michel Antoine Nastorg

► To cite this version:

Aurélien Michel Antoine Nastorg. L'activation de la solution d'irrigation en endodontie : quelle place dans les pratiques libérales en Nouvelle-Aquitaine ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02089945

HAL Id: dumas-02089945

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02089945>

Submitted on 4 Apr 2019

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.

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2019

Thèse n°19

Thèse pour l'obtention du

DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par NASTORG, Aurélien Michel Antoine

Né le 10 Janvier 1992 à Saint Jean d'Angély

Le 26 Mars 2019

**L'activation de la solution d'irrigation en Endodontie :
Quelle place dans les pratiques libérales en Nouvelle-
Aquitaine ?**

Sous la direction de :

Docteur Hubert CHAUVEAU

Membres du jury :

Mme. BOILEAU, Marie-José

M. CHAUVEAU, Hubert

M. DEVILLARD, Raphaël

M. BOU, Christophe

Présidente

Directeur

Rapporteur

Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 11/01/2019

Président M. TUNON DE LARA Manuel

Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

<i>Directrice</i>	Mme BERTRAND Caroline	58-01
<i>Directeur Adjoint à la Pédagogie</i>	Mr DELBOS Yves	56-01
<i>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</i>	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-01
<i>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</i>	M. LASSERRE Jean-François	58-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Odontologie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-François	PELI	Odontologie restauratrice – Endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-01
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01

ASSISTANTS

Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M,	Jean-Baptiste	CULOT	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
Mme	Severine	DESCAZEUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
			Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
M	Mickaël	HYVERNAUD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Emmanuel	MASSON REGNAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Antoine	POPELUT	Parodontologie	57-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

REMERCIEMENTS

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José BOILEAU
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie dento-faciale 56-01

Je vous remercie sincèrement de l'honneur que vous me faites en ayant accepté de présider ce jury de thèse. Je vous remercie également pour l'enseignement théorique que vous m'avez délivré tout au long de ma formation.

Veillez trouver dans ce travail, Madame le Professeur, l'expression de ma profonde reconnaissance.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Hubert CHAUVEAU
Assistant Hospitalo-Universitaire
Sous-section Odontologie conservatrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail. Vos conseils précieux et votre disponibilité m'ont été d'une grande aide et ont permis l'aboutissement de cette thèse.

Veillez trouver ici le témoignage de mes plus vifs remerciements et de mon très grand respect.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Raphaël DEVILLARD
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Odontologie conservatrice - Endodontie 58-01

Vous me faites le grand honneur de participer à ce jury de thèse en tant que Rapporteur. Je vous remercie pour vos corrections et votre disponibilité ainsi que pour vos enseignements tout au long de ma formation.

Veillez trouver ici, Monsieur le Professeur, le témoignage de ma profonde gratitude et de mon très grand respect.

A notre Assesseur de thèse

Monsieur le Docteur BOU Christophe

Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prévention épidémiologique – Économie de la santé – Odontologie légale

56-02

Merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse. Je vous remercie pour votre aide dans la réalisation de ce travail, pour votre disponibilité et votre sympathie. Merci également pour vos enseignements tout au long de mon parcours.

Veillez trouver dans ce travail, Monsieur, l'expression de mon respect le plus profond.

A Madame Oriez

J'aurais profondément aimé que vous fassiez parti de ce jury de thèse et que vous soyez témoin de ce jour important qui marque la fin de ces belles années d'études. Merci pour votre enseignement théorique et clinique, merci pour votre humanité et pour les remontés de bretelles parfois nécessaires.

Veillez trouver ici le témoignage de mon plus grand respect.

A mes parents,

Merci pour votre amour, votre générosité et votre soutien infaillible durant toutes ces années. Vous êtes les auteurs de mon épanouissement en tant qu'homme et je vous en serais éternellement reconnaissant. Je vous aime.

A Ben et Marjo

Nos différences sont le fruit de nos liens et de notre belle complicité. Merci pour tous les moments de bonheur et de rigolade que nous partageons, qu'ils durent toujours. Votre frère qui vous aime.

A Bon papa et Mamie

*Merci pour tous ces allers-retours fait durant notre jeunesse, merci pour les bons goûters et les belles journées d'été à savourer le plaisir de la campagne.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon affection la plus profonde.*

A Bonne-maman du ciel

*Notre enfance à tous les trois aura été des plus heureuse grâce à toi. Quel bonheur d'avoir sa grand-mère à deux pas de chez soi. Merci pour ton amour, ta générosité, et ton ouverture d'esprit. Merci d'avoir partagé avec nous tes passions pour le théâtre et la musique. Tes trois petits chéris te porteront éternellement dans leur cœur.
Trouves dans ce travail l'expression de mon plus grand amour.*

Aux Jacqs ma deuxième famille

Françoise, François, Romain, Stéphane et Sarah

J'ai découvert avec vous les plaisirs du rhum caca nez, de la montagne, du VTT, des jeux de sociétés et des délires improbables. Merci pour votre joie de vivre, pour votre accueil chaleureux et pour tous ces moments de bonheur. Avec toute mon affection.

Aux Bouliacais, aux Carignanais et à leurs deux petits mignons

Merci pour tous ces bons moments passés avec vous. Merci à Niels, à Baptiste et à Mélissandre. Trouvez ici le témoignage de toute mon affection. Votre brèle.

A Xavier

Merci pour ton sourire.

Je ne peux être qu'heureux d'avoir eu la chance de te rencontrer et d'avoir partagé des moments de bonheur à tes côtés. Tu resteras pour moi un exemple de vie.

Aux m'en flutistes

A Djerem, Totof, Shaggy et Djuich

Merci pour tous ces moments passés avec vous durant ces années. Merci pour cette belle amitié que nous avons créée. Je repartirai avec le plus grand plaisir avec vous à l'autre bout du monde. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma plus sincère amitié.

Aux copains Dentistes

Max, Brandon, Ben, Baptiste, Larri, Thiber, Bidoche, Flo, Malda et tous les copains de fac. Au plaisir d'une escapade oléronaise, d'une coloc, d'une année à l'hôpital, d'un repas d'une cave et d'une soirée. Merci pour ces belles années passées avec vous.

Aux copains de l'ovalie

Au plaisir du partage de la victoire, de la défaite, d'un voyage culturel, d'un kursk et d'un jambon. Merci pour ces beaux moments de camaraderie.

Aux Oléronais

Jorel, Lulu, Antoine, Clara, Alice. A tous ces moments passés sur la lumineuse, à nos églades à la cabanne et à nos ventes de mimosa. Trouvez ici la preuve de toute mon affection.

A mes amis de longue date

Florian, PM, Alex, Alban, Tom, Nono, Dampich, Victor. Notre amitié a vu le jour sur les bancs du lycée, les terrains de rugby ou même les classes de collège puis elle s'est poursuivie aux comptoirs des bars puis dans les amphis de la fac. Bien que nos parcours respectifs ne nous permettent pas de nous voir comme on le souhaiterait cela n'affecte en rien la sincérité de notre amitié. Trouvez ici l'expression de ma profonde affection.

A Céline et Lauren

Aux deux petits écureuils devenus marmottes lors d'une randonnée en montagne. Merci pour tous les bons moments passés avec vous. Trouvez ici le témoignage de ma sincère amitié.

A Sandrine

Merci pour la belle personne que tu es et pour tout le bonheur que tu m'apportes au quotidien. Merci pour toutes ces belles années, pour ton soutien et ta confiance. Tu fais de moi un homme comblé. Trouves ici le témoignage de tout mon amour ma doudou. Je t'aime

Table des matières :

INTRODUCTION	14
PREMIERE PARTIE : CONTEXTE DE L'ETUDE : LES CONNAISSANCES SUR L'IRRIGATION EN ENDODONTIE	15
1 INTERETS DE L'IRRIGATION.....	15
1.1 Objectifs.....	15
1.2 Propriétés de l'irrigant idéal.....	15
2 LES IRRIGANTS.....	16
2.1 L'hypochlorite de Sodium.....	16
2.1.1 Formation et Mode d'action	16
2.1.2 Avantages	16
2.1.2.1 Action antiseptique.....	17
2.1.2.2 Action solvante	17
2.1.2.3 Action lubrifiante	17
2.1.3 Limites.....	18
2.1.3.1 Solution instable	18
2.1.3.2 Toxicité.....	18
2.1.4 Modification de facteurs physico-chimique	19
2.1.4.1 La température	19
2.1.4.2 La concentration	20
2.2 Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA).....	20
2.2.1 Formation et mode d'action.....	20
2.2.2 Avantages	21
2.2.2.1 Action Chélatante	21
2.2.2.2 Action lubrifiante	22
2.2.2.3 Action effervescente.....	22
2.2.3 Limites.....	22
2.2.3.1 Action antibactérienne	22
2.2.3.2 Absence d'action sur les tissus organiques	22
2.2.3.3 Action sur la dentine	23
2.2.3.4 Interaction avec le NaClO	23
2.2.3.5 Coût.....	23
2.2.4 Place dans l'irrigation en endodontie	23
2.3 Mixture of Tetracycline isomer Acid and Detergent (MTAD)	24
2.3.1 Formation et mode d'action.....	24
2.3.2 Avantages	24
2.3.2.1 Action Antibactérienne	24
2.3.2.2 Action chélatante.....	25
2.3.2.3 Biocompatibilité.....	25
2.3.3 Limites.....	25
2.3.3.1 Coût et disponibilité.....	25
2.3.3.2 Résistance à la doxycycline	26
2.3.3.3 Utilisation en association avec le NaOCl.....	26
2.3.4 Place dans l'irrigation	26
2.4 La Chlorhexidine.....	26
2.4.1 Formation et mode d'action.....	27
2.4.2 Avantages	28
2.4.2.1 Action antibactérienne et antifongique	28
2.4.2.2 Action rémanente	28
2.4.2.3 Chlorexidine comme médication intra-canalair	28
2.4.2.4 Action sur le biofilm	28
2.4.2.5 Biocompatibilité.....	29
2.4.3 Limites.....	29
2.4.3.1 Intéraction avec le NaOCl	29
2.4.3.2 Non solvante sur les tissus.....	29
2.4.3.3 Allergies.....	29
2.4.4 Place dans l'irrigation	30
2.5 Le sérum physiologique	30

3	LES MOYENS D'IRRIGATION	31
3.1	<i>Les dispositifs d'irrigation assistée</i>	31
3.1.1	A pression positive	31
3.1.1.1	RinsEndo™ (Durr Dental)	31
3.1.1.2	SAF™ (Self-Adjusting file)	32
3.1.2	A pression négative (aspiration) : Système EndoVac™ (Discus Dental, CulverCity, CA, USA)	33
3.2	<i>Les moyens d'activation mécaniques</i>	34
3.2.1	Méthode conventionnelle avec un cône de gutta	35
3.2.1.1	Principes.....	35
3.2.1.2	Avantages.....	35
3.2.1.2.1	Coût	35
3.2.1.2.2	Élimination des débris	35
3.2.1.2.3	Élimination de la smear layer	36
3.2.1.2.4	Élimination bactérienne	36
3.2.1.3	Limites.....	36
3.2.2	Système sonique.....	36
3.2.2.1	Principes.....	37
3.2.2.2	Avantages.....	38
3.2.2.2.1	Élimination des débris	38
3.2.2.2.2	Élimination de la smear layer	38
3.2.2.2.3	Élimination bactérienne	38
3.2.2.2.4	Action sur les parois canalaire	38
3.2.2.3	Limites.....	38
3.2.3	Système ultra-sonique.....	39
3.2.3.1	Principe	40
3.2.3.2	Avantages.....	41
3.2.3.2.1	Élimination des débris	41
3.2.3.2.2	Élimination de la smear layer	41
3.2.3.2.3	Élimination bactérienne	41
3.2.3.3	Limites.....	41
3.2.3.3.1	Le Coût.....	41
3.2.3.3.2	Action sur les parois canalaire	42
3.3	<i>L'activation photonique : le laser</i>	42
3.3.1	Principes	42
3.3.2	L'irrigation laser activée (LAI)	43
3.3.3	Limites.....	44
3.4	<i>Perspective: XP Endo Finisher (FKG)</i>	44

DEUXIEME PARTIE : ÉTUDE QUANTITATIVE DES PRATIQUES PROFESSIONNELLES SUR L'ACTIVATION DE LA SOLUTION D'IRRIGATION EN ENDODONTIE EN NOUVELLE -AQUITAINE..... 46

1	MATERIEL ET METHODES.....	46
1.1	<i>Objectif de l'étude</i>	46
1.2	<i>Schéma de l'étude</i>	46
1.3	<i>Population de l'étude</i>	47
1.4	<i>Élaboration du questionnaire</i>	47
1.4.1	Première partie : Profil du praticien et habitudes pratiques	47
1.4.2	Deuxième partie : L'irrigation en endodontie	47
1.4.3	Troisième partie : Activation de la solution d'irrigation en endodontie.....	47
1.4.4	Quatrième partie : Perspectives.....	48
1.4.5	Validation du questionnaire	48
1.5	<i>Diffusion du questionnaire et recueil des données</i>	48
1.6	<i>Analyses statistiques</i>	49
2	RESULTATS	49
2.1	<i>L'Échantillon</i>	49
2.2	<i>Profil des praticiens</i>	49
2.2.1	Sexe.....	49
2.2.2	Ville et année de diplôme.....	50
2.2.3	Département d'exercice	52
2.2.4	Date et discipline de dernière formation	52
2.2.5	Formation sur l'irrigation.....	53
2.2.6	Type de désinfection mécanique	54
2.3	<i>Irrigation lors d'un traitement endodontique</i>	55

2.3.1	Utilisation d'une solution d'irrigation	55
2.4	<i>Activation de la solution d'irrigation</i>	57
2.4.1	Absence d'activation	57
2.4.2	Utilisation d'un système d'activation	58
2.5	<i>Perspectives</i>	59
2.5.1	Perspectives sur l'échantillon global	59
2.5.2	Perspectives selon l'irrigation	60
2.5.3	Perspectives selon l'activation	61
2.6	<i>Caractéristiques associées à l'utilisation ou non d'un système d'activation</i>	63
2.6.1	Analyse statistique en fonction du sexe.....	63
2.6.2	Analyse statistique en fonction de la ville et de l'année de diplôme	63
2.6.2.1	Selon la ville de diplôme	63
2.6.2.2	Selon l'année de diplôme	63
2.6.3	Analyse statistique en fonction de la formation sur l'irrigation	64
2.6.3.1	Selon la formation initiale.....	64
2.6.3.2	Selon la formation continue	65
2.6.4	Analyse statistique en fonction du type d'irrigant utilisé lors d'un traitement endodontique initial	65
2.6.5	Analyse statistique en fonction de l'appartenance ou non à une association professionnelle	66
3	DISCUSSION.....	67
	CONCLUSION.....	72
	ANNEXE	73
	BIBLIOGRAPHIE	78

Liste des abréviations

AAP: Association Aquitaine Prothèse

ANSM: Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

CHX: Chlorhexidine

DREES: Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques

EDTA: Éthylène Diamine Tétra Acétique

ESI: Endo Soft Instrument

LT: Longueur de Travail

MTAD: Mixture of Tetracycline Isomer Acid and Detergent

NaOCl: Hypochlorite de Sodium

NiTi: Nickel Titane

PIPS: Photon Induced Photoacoustic Streaming

SAF: Self Adjusting File

SFE: Société Française d'Endodontie

TEI: Traitement Endodontique Initial

US: Ultra-Sons

INTRODUCTION

Nous savons aujourd'hui que la pathologie péri-apicale est une maladie inflammatoire d'origine infectieuse intra canalaire provoquée par une atteinte bactérienne (1). L'objectif du traitement endodontique va être de prévenir et de traiter la parodontite apicale. Lors de ce traitement, instrumentation et irrigation sont indissociables. La mise en forme canalaire va permettre d'éliminer mécaniquement les débris organiques et va également aménager un espace nécessaire à la circulation de solutions d'irrigations qui à elles seules vont assurer la désinfection chimique. En effet, la complexité du système canalaire limite la surface dentinaire concernée par l'instrumentation. L'irrigation permet de nettoyer ces zones inaccessibles. Elle va également permettre d'éliminer une partie des débris organiques et minéraux, formant la *smear layer*, générés par l'action mécanique (2).

Actuellement différents systèmes s'offrent aux praticiens afin d'optimiser l'action de la solution d'irrigation au sein du système canalaire. Parmi eux nous pouvons citer différentes techniques d'activation conventionnelle : agitation manuelle, activation ultrasonique, activation sonique, et les lasers qui sont en cours de développement dans ce domaine (3). La littérature a largement étudié l'ensemble des systèmes d'activation, mais peu d'études s'intéressent à l'utilisation de ces systèmes en pratique libérale. L'objectif de ce travail est d'évaluer les pratiques professionnelles en Nouvelle-Aquitaine concernant l'utilisation des systèmes d'activation de la solution d'irrigation endodontique.

Nous présenterons, dans un premier temps, le contexte de notre étude, les différentes solutions d'irrigation ainsi que les différents moyens d'irrigation. Dans un second temps nous parlerons de la méthode de notre étude puis des résultats obtenus qui seront analysés et discutés.

Première partie : Contexte de l'étude : les connaissances sur l'irrigation en endodontie

1 Intérêts de l'irrigation

1.1 Objectifs

L'irrigation est une étape indispensable lors d'un traitement endodontique. Elle est indissociable de l'instrumentation canalaire.

L'irrigation doit permettre :

- Le nettoyage et la désinfection du système canalaire
- L'élimination des débris minéraux et organiques (*smear layer*) générés par la mise en forme
- Une lubrification du canal afin de réduire le risque de fracture instrumentale (4,5).

1.2 Propriétés de l'irrigant idéal

La solution d'irrigation idéale doit répondre à des caractéristiques mécaniques et biologiques bien particulières. Elle doit présenter les propriétés suivantes :

- Avoir un large spectre antibactérien efficace contre les bactéries aérobies, anaérobies et les microorganismes s'organisant en biofilm
- Dissoudre la pulpe nécrotique et les tissus restants
- Inactiver les endotoxines
- Prévenir la formation de la *smear layer* durant l'instrumentation et la dissoudre après formation
- Avoir une pénétration aisée dans le système endocanalaire
- Avoir une action antibactérienne à long terme appelé rémanence
- Être non toxique et biocompatible (4,6).

La solution d'irrigation doit également être facilement manipulable pour le praticien et ne pas présenter de surcoût important. Une solution d'irrigation répondant à l'ensemble de ces caractéristiques n'ayant toujours pas été trouvée, il est essentiel lors d'un traitement canalaire d'avoir recours à plusieurs irrigants. Chacun ayant des avantages, des inconvénients et des limites.

2 Les irrigants

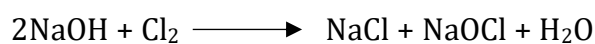
2.1 L'hypochlorite de Sodium

L'hypochlorite de sodium, plus connu sous le nom d'eau de Javel, fait son apparition dans les années 1770s. Dakin proposera plus tard une version tamponnée par du bicarbonate de soude et concentrée à 0,5 % à pH 9 comme désinfectant médical.

En 1919 Coolidge introduira son utilisation en Endodontie.

2.1.1 Formation et Mode d'action

L'hypochlorite de sodium est obtenu à partir de l'ébullition de Chlore sous forme gazeuse (Cl_2) au sein d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) :



En solution aqueuse, l'hypochlorite (NaOCl) se dissocie en acide hypochloreux (HOCl)



En milieu basique l'acide hypochloreux se dissocie à son tour en ion hypochlorite (OCl^-). Ces deux composants sont en équilibre et le niveau de chlore actif est directement lié au pH de la solution. Ce sont ces deux formes actives qui sont responsables des effets antimicrobiens et solvants de la solution. Au fur et à mesure de leur consommation par l'effet oxydant sur les tissus, la quantité d'agents actifs diminue et l'activité de la solution décroît. Seul le renouvellement continu de la solution dans le canal permet d'avoir en permanence de la solution active in situ et d'optimiser la désinfection endocanalaire (7).

2.1.2 Avantages

L'hypochlorite de sodium est la solution d'irrigation la plus utilisée en endodontie. En effet, c'est elle qui répond le mieux aux caractéristiques de la solution d'irrigation idéale. Elle présente de nombreux avantages.

2.1.2.1 Action antiseptique

L'hypochlorite de sodium est principalement utilisé pour son action antiseptique. Elle possède un large spectre antibactérien et est efficace contre les virus, les spores, les levures ainsi que les bactériophages (7).

Les ions OCl^- produits lors de la réaction acido-basique vont inhiber les enzymes bactériennes et provoquer l'oxydation des groupes sulfhydryles constituant la majorité des membranes bactériennes, entraînant ainsi leur destruction (8).

Cette solution est la plus efficace pour l'élimination des germes responsables des pathologies endodontiques comme *Enterococcus Faecalis* (9).

L'hypochlorite de sodium ne permet pas l'élimination de la totalité des bactéries et son efficacité va dépendre de sa concentration ainsi que de son temps de contact au sein du canal. De plus la consommation rapide des agents actifs contre les bactéries nécessite un perpétuel renouvellement de la solution au sein du canal pour optimiser sa désinfection (7).

2.1.2.2 Action solvante

En plus de son action antiseptique, l'hypochlorite de sodium est la seule solution d'irrigation possédant un effet solvant sur les tissus organiques. L'acide hypochloreux ($HOCl$) en contact avec ces tissus organiques va agir comme un solvant et libérer des ions chlorures. Le chlore libéré va dissoudre les tissus pulpaire et l'ensemble des substances organiques. Cette action solvante va être augmentée avec la concentration, le temps de contact et le renouvellement régulier de la solution.

En revanche l'hypochlorite de sodium n'a aucun effet solvant sur les tissus minéraux. C'est pourquoi lors du protocole d'irrigation il devra être associé à d'autres solutions d'irrigation (6,8).

2.1.2.3 Action lubrifiante

L'hypochlorite de sodium a également pour avantages une action de lubrifiant pour les instruments limitant ainsi le risque de fracture instrumentale, une facilité d'utilisation et un coût peu onéreux pour le praticien (6).

2.1.3 Limites

2.1.3.1 Solution instable

L'hypochlorite de sodium est une solution qui réagit rapidement avec les tissus et devient donc inactive. C'est pourquoi il est nécessaire de la renouveler régulièrement au cours du traitement endodontique pour en optimiser l'efficacité.

En solution aqueuse l'hypochlorite de sodium est une solution instable. Il est important d'utiliser des solutions fraîches et de respecter les dates de péremption. Il y a une réaction de dégradation qui est d'autant plus rapide que la solution est concentrée. L'hypochlorite de sodium doit donc être stocké à la dilution commercialisée. Quelle que soit la concentration de la solution, elle devra être conservée à l'abri de la chaleur ($T < 4^{\circ}\text{C}$) et de l'humidité, dans un flacon opaque et durant une durée raisonnable (inférieure à 3 mois)(6).

2.1.3.2 Toxicité

L'hypochlorite de sodium est l'irrigant le plus efficace contre les bactéries de par son large spectre antibactérien. Cependant, sa toxicité peut avoir des conséquences néfastes sur les tissus vivants : hémolyse, ulcération, nécrose (11).

La littérature dentaire rapporte plusieurs dommages survenus lors de l'irrigation du système endo-canalair :

- **Décoloration des vêtements :** C'est sûrement le dommage le plus fréquent. L'hypochlorite de sodium est un agent blanchissant pouvant entraîner de gros dégâts sur les vêtements. Il est nécessaire d'être vigilant lors de la manipulation de celui-ci et de mettre en place des protections (champs opératoires, capuchon de seringue) (12).
- **Dommages sur les yeux :** Le contact de l'hypochlorite de sodium avec les yeux du patient ou du praticien vont entraîner des douleurs immédiates, des brûlures et des rougeurs. Lors de cet incident une perte de cellules épithéliales au niveau de la couche externe de la cornée peut se produire. Il est essentiel de réaliser un rinçage abondant au sérum physiologique et d'orienter le patient vers un ophtalmologue si cela arrive au fauteuil (12).

- **Injection d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical** : L'hypochlorite de sodium projeté au-delà de l'apex va libérer de l'oxygène lors de sa dégradation. La quantité d'oxygène produite sera proportionnelle au volume et à la concentration d'hypochlorite de sodium injecté dans les tissus péri-apicaux. Cela peut causer un hématome et un emphysème sous cutané s'accompagnant généralement de forte douleur. Face à cet incident il sera nécessaire de rassurer le patient et de rincer abondamment le canal avec du sérum physiologique. Le Chirurgien-Dentiste conseillera au patient d'appliquer de la glace les premiers jours pour réduire l'hématome et prescrira des antalgiques ainsi que des antibiotiques.

L'extrusion d'hypochlorite de sodium peut avoir différentes causes : apex ouvert, blocage de l'aiguille dans le canal, pression excessive lors de l'irrigation, résorption radiculaire, sur préparation du canal (12,13).

Une revue systématique de la littérature (Guivarch et al 2017) rapporte que les extrusions d'hypochlorite de sodium sont majoritairement observées sur des molaires maxillaires (41/52 cas) (14).

2.1.4 Modification de facteurs physico-chimique

La modification de certains facteurs physico-chimiques peut entraîner une modification des propriétés de l'hydroxyde de sodium. Cela peut augmenter l'action bénéfique de l'hypochlorite de sodium ou bien au contraire provoquer des effets indésirables.

2.1.4.1 La température

L'augmentation de la température de la solution d'hypochlorite de sodium, à l'aide d'ultrasons ou d'un chauffe biberon par exemple, va décupler l'effet solvant de ce dernier. En effet une solution d'hypochlorite de sodium à concentration égale dissoudra plus rapidement les tissus organiques à 60°C qu'une solution chauffée à 45°C. Une solution à 1% chauffée à 45°C sera aussi efficace qu'une solution à 5,25% chauffée à 20°C.

Cependant bien que la solution soit chauffée préalablement, une fois dans le canal celle-ci revient rapidement à la température de ce dernier (15).

2.1.4.2 La concentration

Quelques études récentes montrent que l'augmentation de la concentration permet d'optimiser l'effet de la solution sur le biofilm. Une solution d'hypochlorite de sodium à 6% serait la plus efficace pour détruire le biofilm. Cependant d'autres études montrent que des concentrations trop importantes auraient un effet délétère sur la dentine.

Avec une concentration inférieure à 1% l'hypochlorite de sodium conserve son activité antiseptique mais perd sa capacité de solvant. Si l'ensemble de ces résultats restent discutés, il semble préférable d'avoir recours à une solution modérément concentrée (2,5-3 %). A cette concentration l'hypochlorite de sodium bénéficie à la fois de son action antiseptique et de sa capacité à dissoudre les tissus organiques. Il convient quelque soit la concentration de renouveler régulièrement la solution afin d'optimiser ses effets (6).

2.2 Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA)

Lors d'un traitement endodontique, les instruments utilisés vont générer la formation de copeaux dentinaires constitués de 70% de phase minérale (hydroxyapatite). Ces copeaux vont généralement se compacter au niveau des parois latérales du canal, du fait des mouvements de va et vient impliqués par les instruments, formant ce que l'on appelle la boue dentinaire ou *smear layer*. Comme vu précédemment, l'hypochlorite de sodium a une action solvante sur la phase organique de cette boue dentinaire, mais il s'avère inactif sur les composants minéraux. C'est le rôle des solutions chélatantes. La solution la plus connue est l'EDTA. Elle a été introduit en endodontie en 1957 par Nygard Ostby avec pour but initial de faciliter la préparation des canaux étroits et calcifiés (4,7).

2.2.1 Formation et mode d'action

L'EDTA est obtenu par dissolution de sels di- ou tri-sodiques d'acide éthylène diamine tétraacétique dans l'eau. Il se présente sous forme liquide en solution aqueuse. L'efficacité de la solution d'EDTA dépend essentiellement de son PH. Elle sera optimale à un PH compris entre 6 et 10 (7).

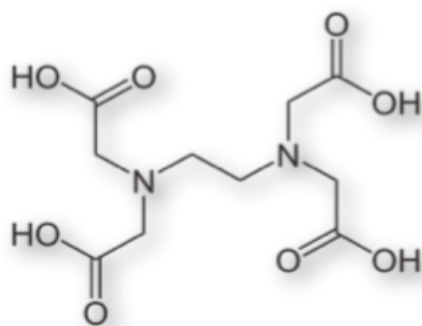


Figure 1 : molécule d'EDTA (16)

L'EDTA va agir sur la phase minérale de la boue dentinaire en produisant de la dentine décalcifiée après réaction avec des ions calcium (3,8,17). Cette réaction complexe entre les ions calcium, présents dans la dentine, et l'EDTA se nomme chélation. Elle va permettre la désorganisation du biofilm adhérent aux parois du canal (6).

2.2.2 Avantages

2.2.2.1 Action Chélatante

L'EDTA est principalement utilisé en endodontie pour son action chélatante sur les composants inorganiques de la *smear layer*, à savoir les débris dentinaires. L'hypochlorite de sodium étant inefficace contre la partie minérale de la boue dentinaire, l'EDTA va permettre la dissolution de cette partie inorganique et donc de la *smear layer*. Cependant, après utilisation de l'EDTA des résidus organiques et inorganiques désorganisés peuvent persister en suspension dans le canal. C'est pourquoi les auteurs préconisent en complément une irrigation à l'hypochlorite de sodium afin d'assurer une élimination complète de la *smear layer* (18).

Indirectement, l'action chélatante de l'EDTA entraîne un élargissement de l'entrée des tubulis dentinaires par déminéralisation de la dentine elle-même. Cela entraîne une augmentation de la perméabilité favorisant la pénétration et donc l'action des irrigants endodontiques utilisés en association avec l'EDTA, ainsi que les matériaux de scellement (4).

2.2.2.2 Action lubrifiante

L'EDTA existe également sous forme de gel afin de permettre la lubrification du canal et des instruments dans le but de réduire le risque de fracture instrumentale. Aucune étude n'a démontré l'efficacité de ces gels. De plus des études montrent une interaction importante entre l'EDTA et l'hypochlorite de sodium pouvant contraindre l'efficacité de ce dernier. L'intérêt lubrifiant des gels d'EDTA reste donc discuté. (6,19,20)

2.2.2.3 Action effervescente

Sous forme de gel, l'EDTA est associé à du peroxyde de carbamide pour certains conditionnements. En contact avec de l'hypochlorite de sodium, cette association entraîne une action effervescente facilitant la remontée des débris dentinaires créés par l'instrumentation. Cela va permettre de diminuer la formation de la *smear layer*. Du fait des interactions existantes entre l'EDTA et l'hypochlorite de sodium, cette action effervescente reste discutée (6).

2.2.3 Limites

2.2.3.1 Action antibactérienne

L'EDTA possède une action antibactérienne très limitée mais son utilisation associée à celle de l'hypochlorite de sodium présente une action antibactérienne plus élevée que le seul recours à l'hypochlorite de sodium. Certaines études rapportent une action antifongique de l'EDTA. (3,21)

2.2.3.2 Absence d'action sur les tissus organiques

L'un des critères de la solution d'irrigation idéale en endodontie est de dissoudre les substrats organiques. L'EDTA n'a aucune action solvante sur les composants organiques. Il est donc indispensable de l'utiliser en association avec l'hypochlorite de sodium. Cependant il est essentiel de respecter un certain protocole du fait de l'interaction existante entre ces deux composés (4).

2.2.3.3 Action sur la dentine

Certaines études rapportent que les solutions chélatantes, en particulier l'EDTA, peuvent entraîner une diminution de la dureté dentinaire notamment au niveau des parois canalaire. Cette réduction de la dureté dentinaire va dépendre du temps de contact entre les parois canalaire et l'EDTA ainsi que de la concentration de la solution d'irrigation. Ceci peut entraîner des perforations et la création de faux canaux lors de la phase instrumentale du traitement endodontique. Il convient donc d'utiliser l'EDTA après la phase d'instrumentation et pendant un temps réduit (4,22)

2.2.3.4 Interaction avec le NaClO

L'inconvénient principal de l'EDTA est son interaction avec l'hypochlorite de sodium (NaOCl). En effet l'EDTA mélangé avec du *NaOCl* va entraîner une diminution de la concentration en chlore et donc une diminution de l'action antiseptique de la solution d'hypochlorite de sodium.

Il convient donc de ne pas mélanger les deux solutions dans le canal mais de les utiliser de manière alternée (23,24).

2.2.3.5 Coût

Contrairement aux solutions d'hypochlorite de sodium, l'EDTA est une solution d'irrigation onéreuse pour le praticien.

2.2.4 Place dans l'irrigation en endodontie

L'EDTA est disponible sous forme de gel ou de solution.

Le gel sera utilisé au cours de l'irrigation, en alternance avec l'hypochlorite de sodium, dans le but d'empêcher la formation de *smear layer* et de lubrifier le canal et les instruments. Si le praticien a recours au gel d'EDTA, il sera indispensable de rincer abondamment le canal au *NaOCl* entre chaque instrument jusqu'à l'obtention d'une solution claire. Ceci va permettre l'élimination totale du gel d'EDTA et donc empêcher son interaction avec l'hypochlorite de sodium.

La solution d'EDTA sera utilisée en tant qu'irrigation finale de manière à éliminer la *smear layer*. Les auteurs s'accordent à dire que l'utilisation d'une solution d'EDTA à 17% pendant une minute, dans le canal, est un bon compromis entre les avantages et les inconvénients. Après rinçage à l'EDTA, un rinçage final à l'hypochlorite de sodium sera réalisé pour l'élimination totale de la *smear layer* préalablement désorganisée. (21)

2.3 Mixture of Tetracycline isomer Acid and Detergent (MTAD)

Le solution de MTAD est une alternative à l'utilisation d'EDTA pour éliminer la boue dentinaire (*smear layer*) (7).

Cet irrigant a été proposé pour la première fois en 2003 par Torabinejad et Johnson à l'université de Loma Linda, en tant que solution de rinçage final (25).

2.3.1 Formation et mode d'action

Le MTAD correspond à un mélange de tétracyclines (la doxycycline 3%), d'un agent déminéralisant (acide citrique 4,25%) et d'un détergent (le polysorbate 80 0,5%) (4,7).

L'action antibactérienne du MTAD va être liée aux propriétés bactéricides de la doxycycline. De manière à ce que celle-ci puisse pénétrer la dentine infectée, l'agent déminéralisant (acide citrique) va éliminer la *smear layer* qui tapisse les parois dentinaires (4,16).

2.3.2 Avantages

2.3.2.1 Action Antibactérienne

La doxycycline, composant le MTAD, est un antibiotique efficace contre la flore bactérienne endodontique et notamment contre *E. faecalis*. Une étude montre que l'utilisation de NaOCl concentré à 1,3% en association avec du MTAD en rinçage final est plus efficace pour la suppression de ce germe que du NaOCl seul (25). De par son action

bactéricides, la doxycycline va inhiber la synthèse de protéine bactérienne, en empêchant l'association d'aminocyl-tRNA avec le ribosome bactérien (3).

2.3.2.2 Action chélatante

Les tétracyclines présentes dans le MTAD possèdent un PH relativement bas pouvant induire une action chélatante sur le calcium et ainsi déminéraliser les surfaces dentinaires. Cette action de déminéralisation va être favorisée par la présence de l'acide citrique (4).

Une étude comparant l'efficacité du MTAD et de l'EDTA à différentes concentrations montre que le MTAD en irrigation finale permettra une meilleure élimination de la *smear layer* que l'EDTA et notamment au niveau du tiers apical. De plus il semblerait que le MTAD soit moins érosif pour les parois dentinaires que l'EDTA (22,25).

2.3.2.3 Biocompatibilité

Le MTAD est un irrigant biocompatible possédant une durée de vie stable mais limitée. Il s'est révélé moins cytotoxique et plus biocompatible que certains irrigants. Une étude menée in vivo par Singla et al. en 2011 montre que le recours à une irrigation avec une solution de NaOCl à 1,3% et du MTAD n'aboutit pas à une incidence accrue de douleur post-opératoire en comparaison à l'utilisation de NaOCl à 5,25% et d'EDTA (25).

2.3.3 Limites

2.3.3.1 Coût et disponibilité

En plus de son coût élevé, en contraste avec l'hypochlorite de sodium qui est très bon marché, le MTAD n'est pas disponible en Europe. En effet la présence d'antibiotiques, et à fortiori de tétracyclines, dans la composition complique considérablement la diffusion de ce produit (7,25). Selon l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé), en vue du manque de données et d'études, rien ne permet de justifier l'utilisation de molécules antibiotiques en application locale en adjonction au traitement endodontique (26).

2.3.3.2 Résistance à la doxycycline

L'utilisation du MTAD en tant qu'irrigant endodontique pourrait être à l'origine de l'apparition de résistance antibiotique du fait de la présence de doxycycline dans ce dernier. Cependant aucune étude in vivo n'a été publiée pour prouver cette hypothèse (4).

2.3.3.3 Utilisation en association avec le NaOCl

Le MTAD a été introduit dans le but de trouver une alternative à l'utilisation de l'hypochlorite de sodium. Cependant son utilisation ne peut être dissociée de celle du NaOCl. En effet une étude montre qu'une irrigation préalable à l'hypochlorite de sodium permettrait d'obtenir de meilleurs résultats sur l'élimination de la *smear layer* et une action antibactérienne plus importante que l'utilisation de MTAD seul. Le MTAD est donc actuellement considéré comme une alternative à l'utilisation d'EDTA (25).

2.3.4 Place dans l'irrigation

Le MTAD est considéré comme une solution de rinçage final. Il est conseillé d'irriguer initialement avec une solution d'hypochlorite de sodium concentrée à 2,5% avant de réaliser un rinçage final durant 5 minutes avec le MTAD (4).

2.4 La Chlorhexidine

La chlorhexidine ou digluconate de chlorhexidine a été développé à la fin des années 1940 dans les laboratoires d'Imperial Chemical Industries Ltd en Angleterre. Parmi une série de polybisguanides synthétisés pour obtenir des agents antibactériens, la chlorhexidine s'est révélée être le plus puissant des bisguanides et le plus stable (4).

2.4.1 Formation et mode d'action

La chlorhexidine est une molécule synthétique bis-guamide formée de deux anneaux 4-chlorophenyl symétriques et de deux groupes biguamides connectés par des chaînes centrales d'hexame-éthylène.

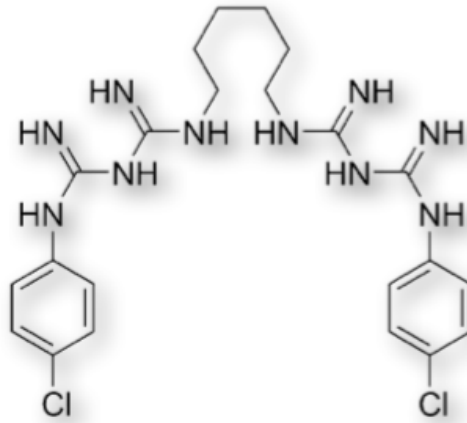


Figure 2 : Molécule de chlorhexidine (16)

Elle est chargée positivement et possède un caractère hydrophobe et lipophile qui lui permet d'interagir directement avec les charges négatives des groupes phosphates des parois bactériennes. La chlorhexidine va donc agir en attaquant les membranes des bactéries et des champignons. (8)

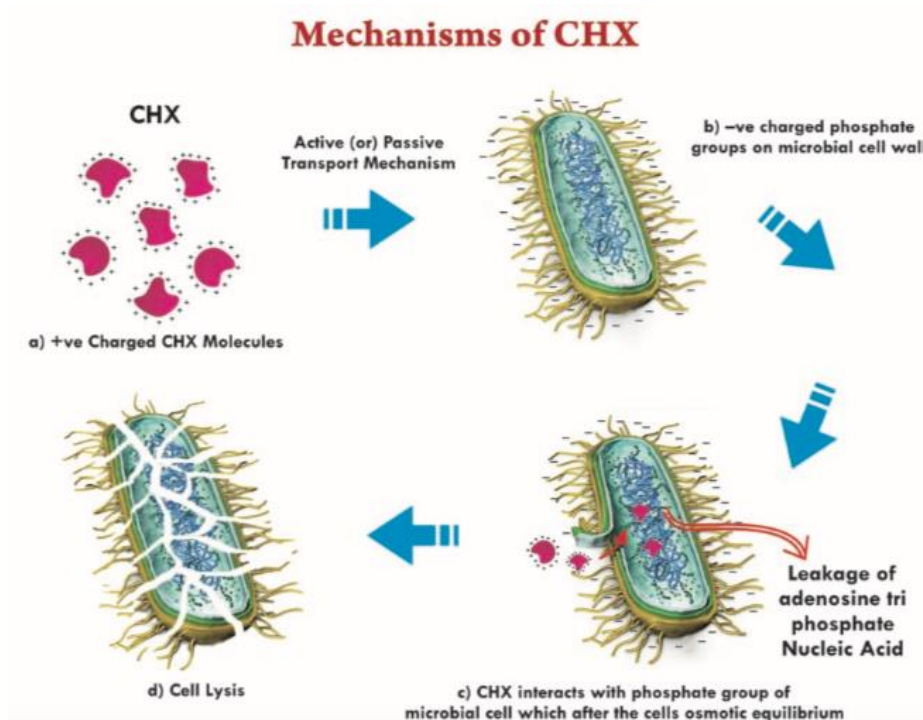


Figure 3 : Mécanisme d'action de la Chlorhexidine (8)

Particulièrement utilisée en odontologie pour la lutte contre la formation de la plaque bactérienne à une concentration de 0,2%, on la retrouve également pour l'irrigation endodontique à une concentration de 2% (8).

2.4.2 Avantages

2.4.2.1 Action antibactérienne et antifongique

La chlorhexidine présente un large spectre antimicrobien. Elle est active contre les bactéries Gram+ et Gram- ainsi que contre les levures. La chlorhexidine est bactéricide à haute concentration (2%) et bactériostatique à plus faible concentration (0,2%) (7).

Des études cliniques rapportent des effets comparables entre la chlorhexidine et l'hypochlorite de sodium sur l'élimination bactérienne (27).

2.4.2.2 Action rémanente

La dentine traitée avec de la chlorhexidine acquiert une rémanence antibactérienne. Les ions positifs relargués par la chlorhexidine peuvent être absorbés par la dentine et prévenir la colonisation bactérienne pendant quelques temps au-delà du temps d'application. Cette action de rémanence sera d'autant plus importante que la concentration de la solution sera élevée (27).

2.4.2.3 Chlorexidine comme médication intra-canaulaire

Du fait de son action antimicrobienne élevée et de son activité rémanente la chlorhexidine peut être utilisée sous forme de liquide ou de gel (Cavity Cleanser de Bisco) comme médication intra canalaire lorsque le traitement endodontique ne peut être effectué en une seule séance (7).

2.4.2.4 Action sur le biofilm

La chlorhexidine présente une action contre le biofilm mais elle est incapable de le détruire entièrement à elle seule. Il faut qu'elle soit en association avec des antibiotiques pour pouvoir le disloquer (27).

2.4.2.5 Biocompatibilité

Ribeiro et al ont évalué la génotoxicité de la chlorhexidine sur des ovocytes de rats. Il en résulte une non toxicité et une biocompatibilité de la chlorhexidine aux concentrations utilisées en clinique (8)

2.4.3 Limites

2.4.3.1 Intéraction avec le NaOCl

La chlorhexidine à 2% pourrait être utilisée en tant que solution d'irrigation finale pour venir compléter le rinçage au NaOCl. Cependant il faudrait s'assurer que le canal soit vidé de toute trace d'hypochlorite de sodium. En effet les deux solutions en contact interagissent et forment des précipités bruns jaunâtres très difficiles à éliminer et qui contiennent du parachloroaniline. Ce produit se décompose à son tour en 1-chloro-4-nitrobenzène qui est une substance reconnue comme carcinogène et mutagène (7,27).

2.4.3.2 Non solvante sur les tissus

La chlorhexidine est recommandée comme solution d'irrigation canalaire car elle possède un large spectre antimicrobien et une faible toxicité. Cependant son incapacité à dissoudre les tissus organiques, contrairement à l'hypochlorite de sodium, est un inconvénient majeur. Sous forme de gel ou en solution la chlorhexidine à 2% n'a ni propriété solvante ni propriété chélatante (27).

2.4.3.3 Allergies

Aux concentrations utilisées en clinique, la chlorhexidine présente une bonne biocompatibilité et une faible toxicité. Cependant, elle peut avoir un certain nombre d'effets secondaires rares comme la gingivite desquamative, la décoloration des dents et de la langue ou une dysgueusie (8).

2.4.4 Place dans l'irrigation

La chlorhexidine, en tant que solution d'irrigation canalaire, a été proposée pour sa moindre toxicité, sa rémanence et son large spectre microbien qui en font une alternative intéressante à l'hypochlorite de sodium. Elle s'est avérée plus efficace face aux *C. albicans* souvent retrouvés lors d'échecs endodontiques. Cependant son absence de propriété chélatante, son inefficacité face au biofilm, et son incapacité à dissoudre les tissus organiques sont les principaux inconvénients de cet irrigant. Pour ces différentes raisons la chlorhexidine prend un véritable intérêt dans la désinfection du système intra-canaire dans l'irrigation terminale (après rinçage préalable au NaOCl et à l'EDTA) notamment dans le cas d'échec du traitement initial. C'est également une alternative intéressante en cas d'allergie au NaOCl. Du fait de son interaction avec l'hypochlorite de sodium il sera nécessaire de débarrasser le système intra-canaire de toute trace de NaOCl avant l'utilisation de la chlorhexidine (27).

2.5 Le sérum physiologique

Le sérum physiologique n'a aucune action antimicrobienne, solvante ou encore chélatante. Cependant, il peut être intéressant de l'utiliser au cours de l'irrigation pour rincer le canal entre chaque utilisation de solutions d'irrigation, de manière à éviter les interactions et les effets néfastes (28). De plus on a pu montrer que l'EDTA suivi de NaOCl en rinçage final produit une érosion de la dentine péricanaire, susceptible de fragiliser la résistance de la dentine radulaire. Dans ce cas, il serait intéressant d'utiliser du sérum physiologique après rinçage à l'EDTA, plutôt que du NaOCl, de manière à éviter cette érosion (29).

Tous ces irrigants, ayants pour objectif la désinfection du système endo-canaire, vont être introduit dans celui-ci grâce à différents moyens d'irrigation.

3 Les moyens d'irrigation

Les moyens d'irrigation peuvent être séparés en deux catégories : l'irrigation passive conventionnelle à la seringue ainsi que l'irrigation active. A la différence de l'irrigation passive, l'irrigation active va avoir recours à différents dispositifs permettant d'optimiser l'efficacité des solutions utilisées, en améliorant la diffusion de celles-ci dans le système endo-canalair. L'irrigation active peut être séparée en trois sous catégories :

- Les dispositifs d'irrigation assistés à pression positive ou négative
- Les moyens d'activation mécaniques : manuel, sonore, ultrasonore
- L'activation photonique : le laser

3.1 Les dispositifs d'irrigation assistée

Comme vu précédemment une irrigation efficace implique un contact direct de la solution avec les éléments qu'elle doit traiter et un renouvellement en quantité et en qualité de celle-ci, afin d'assurer un flux et une activité chimique constante (4).

Bien que l'irrigation soit classiquement réalisée manuellement avec une seringue et une aiguille adaptée, des systèmes d'irrigation mécanisés ont été proposés afin d'améliorer le débit et la circulation de la solution. Ces dispositifs peuvent être classés en deux groupes :

- Dispositifs à pression positive
- Dispositifs à pression négative (dépression ou aspiration) (7).

3.1.1 A pression positive

3.1.1.1 RinsEndo™ (Durr Dental)

Ce dispositif d'irrigation utilise une pièce à main qui se branche sur le cordon turbine de l'unit. Il va délivrer la solution sous forme de flux et de reflux de 65 microlitres grâce à la production d'impulsions à une fréquence de 1,6 Hz. Selon le producteur, la pression délivrée à l'apex serait moindre comparée à celle d'une seringue manuelle (0.3 à 0.5 bars contre 2 à 3 bars). Il est évident que ceci est praticien dépendant. Le RinseEndo™ utilise des canules jetables de 0,45/100 mm de diamètre et de 28 mm de long avec une ouverture latérale de 7 mm. Une cupule permet la protection des éventuelles projections. Les

seringues jetables contenant la solution d'irrigation sont directement reliées au RinseEndo™ (30,31).



Figure 4 : Système RinseEndo™ avec seringue d'irrigation et connecté au raccord turbine (30).

La littérature est controversée concernant l'efficacité du système RinseEndo™. Hauser et al ont montré sa supériorité à faire pénétrer la solution d'irrigation dans les canalicules dentinaires en comparaison à l'irrigation conventionnelle réalisée manuellement avec une seringue et une aiguille adaptée (32). Pour d'autres auteurs l'efficacité du RinseEndo™ à éliminer les débris ou le biofilm serait inférieure à une agitation manuelle de la solution avec un cône de gutta (33,34). Il semblerait que le risque d'extrusion péri apicale de la solution soit plus important avec ce dispositif (31,32).

3.1.1.2 SAF™ (Self-Adjusting file)

Le SAF™ est un instrument creux en NiTi initialement conçu pour la mise en forme canalaire et l'irrigation continue. Cet instrument est composé d'un maillage souple, compressible, flexible et déformable qui doit s'adapter à l'anatomie intra-canalaire. La solution d'irrigation sera délivrée en continue lors de la préparation canalaire, à l'intérieur du maillage. Il est nécessaire d'avoir recours à un contre angle spécifique qui permet des mouvements verticaux de 0,4mm d'amplitude ainsi qu'une rotation axiale libre qui agite la solution d'irrigation (35).



Figure 5 : Instrument SAF™ (7)

Pour ce dispositif aussi la revue de la littérature est controversée. Les premières études montraient une aptitude particulière à nettoyer les parois et à éliminer les bactéries avec une irrigation continue et alternée de NaOCl et d'EDTA (36,37). Une étude plus récente a comparé la capacité du ProTaper® et du SAF™ à éliminer les débris, l'enduit pariétal et à désinfecter les canaux. Les résultats sont favorables au ProTaper® avec une différence significative dans la réduction des bactéries, mais aussi dans la quantité des débris et de l'enduit pariétal qui étaient moindre notamment au niveau du dernier tiers apical. En effet l'extrémité borgne du SAF™ permet de prévenir l'extrusion de la solution d'irrigation mais ne permet pas sa circulation dans les derniers millimètres apicaux (38).

3.1.2 A pression négative (aspiration) : Système EndoVac™ (Discus Dental, CulverCity, CA, USA)

L'EndoVac™ est un dispositif d'irrigation à pression négative. Il a pour particularité d'inverser le flux de l'irrigation. La solution est délivrée dans la cavité d'accès puis attirée vers l'apex par une micro canule insérée dans le canal et reliée à l'aspiration.

Ce système se compose d'une seringue permettant de délivrer la solution d'irrigation au niveau de la cavité d'accès, et d'une tubulure qui est reliée à l'aspiration chirurgicale par un raccord. Cette tubulure peut recevoir à son extrémité deux types de canule d'aspiration. Une macro-canule en plastique, de 0,55 mm, destinée à l'aspiration des gros débris dans la cavité d'accès et dans la partie supérieure du canal, et une micro-canule métallique de 0.32 mm de diamètre, dont l'extrémité est fermée mais perforée par 12 micros pertuis, qui placée à proximité du foramen apical va créer un flux inversé contrairement à l'irrigation classique. La pression apicale négative est obtenue par une irrigation coronaire passive et une aspiration apicale. L'utilisation de la macro-canule va

permettre de prévenir l'obstruction, par les débris, de la micro-canule. Celle-ci va permettre un véritable renouvellement apical de la solution d'irrigation (39).

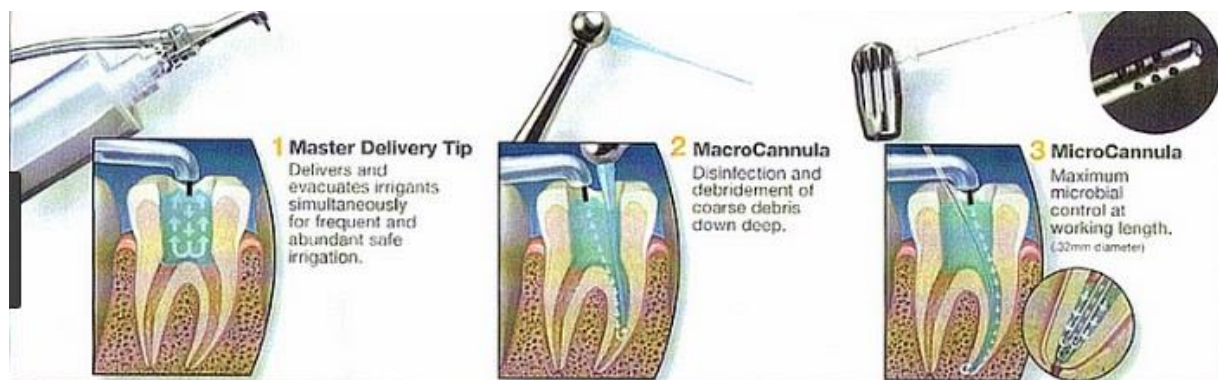


Figure 6 : Protocole d'utilisation du système EndoVac™

La littérature évoque une capacité équivalente à la seringue et aux ultrasons à nettoyer les parois et les isthmes (40) ou supérieure à la seringue (41). Contrairement au SAF™, l'EndoVac™ entraînerait une diffusion plus rapide et plus efficace de l'irrigant au tiers apical (42). De plus il y aurait moins de risque d'extrusion apicale qu'avec le système RinsEndo™ et les sensibilités post-opératoires seraient moindres (31,43).

3.2 Les moyens d'activation mécaniques

L'ensemble des études sur l'irrigation met en évidence une faible pénétration des solutions dans le tiers apical, et ceci même en toute fin de mise en forme canalaire (44,45). L'adjonction d'un dispositif spécifique peut permettre de faciliter la propagation de la solution d'irrigation au niveau de la zone apicale. Les objectifs de ces systèmes sont les suivants : renouveler les solutions d'irrigation et augmenter leur efficacité en les activant. La difficulté de ces dispositifs d'activation est d'obtenir une activation efficace des solvants sans action mécanique sur les parois canalaire afin de ne pas endommager la mise en forme et ne pas générer de nouveaux débris dentinaires (46).

3.2.1 Méthode conventionnelle avec un cône de gutta

La méthode d'agitation manuelle avec un cône de gutta a été proposée dans les années 1980 par Pierre Machtou. Son efficacité a été expérimentalement approuvée (34).

3.2.1.1 Principes

Après la mise en forme canalaire et avant l'obturation finale, un cône de gutta va être adapté au diamètre du foramen apical à la longueur de travail (LT). Ce maître cône peut être utilisé comme agitateur de solution d'irrigation. Une fois le canal rempli de la solution d'irrigation, le cône de gutta sera introduit à LT-1mm et animé d'un mouvement de pompage vertical de 2mm d'amplitude avec une fréquence de deux allers-retours par seconde pendant environ 30 secondes. L'adaptation du cône aux parois canalaires permettrait :

- Une surpression lors des mouvements de va et vient entraînant une meilleure répartition de la solution d'irrigation dans les zones non instrumentées.
- Un déplacement et un renouvellement corono-apical de la solution.

Il sera nécessaire de renouveler la solution d'irrigation et de répéter le processus pendant environ 1 minute par canal (46,47).

3.2.1.2 Avantages

3.2.1.2.1 Coût

Cette méthode d'activation est simple et peu coûteuse car elle ne nécessite pas d'investissement dans un dispositif spécifique (47).

3.2.1.2.2 Élimination des débris

L'activation dynamique manuelle favorise l'élimination des débris et permet d'obtenir des parois canalaires très propres y compris pour les canaux courbés. Le degré de propreté est significativement supérieur à celui obtenu après utilisation d'une seringue d'irrigation conventionnelle (33).

3.2.1.2.3 *Élimination de la smear layer*

Selon les études, l'activation dynamique manuelle permet d'obtenir une bonne élimination de la *smear layer*. Une faible persistance de *smear layer* est observée notamment au niveau des dents monoradiculées droites et des dents pluriradiculées courbes. Les résultats sont significativement équivalents voire supérieurs à des systèmes soniques comme l'Endoactivator™ ou les ultra-sons (33,48).

3.2.1.2.4 *Élimination bactérienne*

Des études ayant reconstituées un biofilm artificiel à base de collagène coloré sur des dents extraites, montrent que l'agitation manuelle favorise l'élimination du biofilm artificiel. On peut considérer *in vivo* que cette méthode d'activation permet de dissocier le biofilm et donc de mettre en suspensions les bactéries qui seront éliminées par une irrigation conventionnelle à la seringue (34,49).

3.2.1.3 *Limites*

Bien que cette technique soit simple et peu coûteuse elle est contraignante car elle impose au praticien un mouvement répétitif qui peut s'avérer fatiguant et fastidieux, notamment pour une dent pluriradiculée.

L'ajustage du cône de gutta peut être modifié lors de la mise en œuvre de cette technique car celui-ci peut se courber lors des mouvements de va et vient (7).

3.2.2 *Système sonique*

Il existe actuellement sur le marché français trois systèmes d'activation sonore : L'Endoactivator™, l'insert SF65 de chez Komet® qui s'adapte directement sur l'unit du fauteuil à l'aide d'un adaptateur, ainsi que l'insert EDDY VDW™ de chez Dentsply Sirona® qui a pour avantage et particularité d'être en polyamide, il est donc moins délabrant pour les parois dentinaires. Ces inserts ayant fait une apparition récente sur le marché il n'y a à ce jour pas de bibliographie les concernant. Par la suite nous nous intéresserons essentiellement au système Endoactivator™.

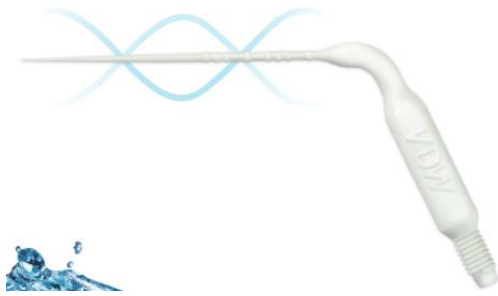


Figure 6a : Insert sonore EDDY VDW™ (Dentsply®)(50)



SF65.000.020
Insert sonore pour l'activation
des solutions de rinçage

Figure 6b : Insert sonore SF65 (Komet®) (51).

3.2.2.1 Principes

L'Endoactivator™ est le principal système d'activation sonore disponible sur le marché français. Il s'agit d'une pièce à main sonore sans fil qui permet la vibration d'inserts en plastiques, flexibles et résistants, de diamètre et de conicité variables. Il en existe trois : petit (diamètre : 15/100^{ème}mm ; conicité : 2%), moyen (diamètre : 25/100^{ème}mm ; conicité : 4%) et large (diamètre : 35/100^{ème}mm ; conicité : 4%). Le choix de l'insert sera fonction du diamètre foraminal en fin de mise en forme canalaire, et sera placé à la longueur de travail moins 1mm. L'Endoactivator™, utilisé à une fréquence comprise entre 1 et 6 kHz, va induire des vibrations qui seront associées à un mouvement vertical de faible amplitude (2-3 mm) provoqué par le praticien. Cette double composante verticale et latérale va provoquer des turbulences hydrodynamiques ayant pour but d'éliminer la *smear layer* et de désagréger le biofilm bactérien (7,47,52). Il semblerait que l'Endoactivator™ ne provoque pas d'extrusion de solution significative au niveau périapical selon une étude menée par Desai et Himel (31).

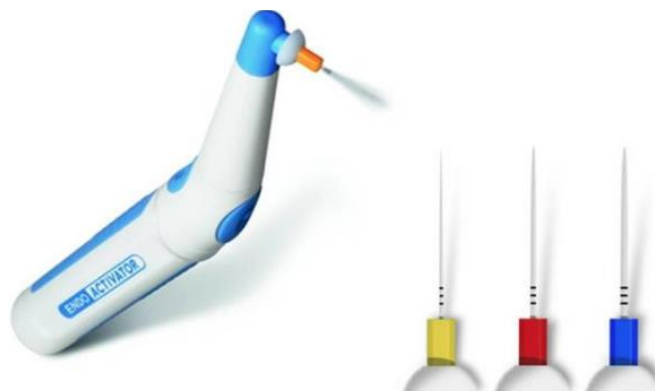


Figure 7 : Système Endoactivator™ et les différents inserts : petit (jaune), moyen (rouge) et large (bleu) (47)

3.2.2.2 Avantages

3.2.2.2.1 *Élimination des débris*

L'Endoactivator™ permet une meilleure élimination des débris comparé à une seringue d'irrigation conventionnelle, quelle que soit la morphologie du canal (53).

3.2.2.2.2 *Élimination de la smear layer*

Les données de la littérature sont controversées concernant l'élimination de la *smear layer*. En effet certaines études montrent, selon un protocole expérimental, une efficacité concernant l'élimination de la *smear layer* et ceci jusqu'au dernier tiers apical (33,54). Au contraire, d'autres études montrent que l'Endoactivator™ n'améliore pas significativement la propreté canalaire ou seulement au niveau coronaire en comparaison à une irrigation conventionnelle à la seringue (55,56).

3.2.2.2.3 *Élimination bactérienne*

Expérimentalement il a été prouvé que l'Endoactivator™ pouvait désintégrer le biofilm (57). Cependant, en fonction des bactéries constituant le biofilm, l'activation sonore n'apporte pas toujours des résultats significativement supérieurs à ceux observés avec une irrigation conventionnelle à la seringue (58). Ici aussi les données sont controversées selon les études.

3.2.2.2.4 *Action sur les parois canalaire*

Les inserts souple en plastique permettent de suivre les parois canalaire sans action abrasive sur celles-ci (7).

3.2.2.3 Limites

L'inconvénient principal de ce système réside dans le coût d'achat. Un réassort des inserts est aussi à prévoir car ils ne sont pas prévu pour des utilisations multiples (7).

3.2.3 Systeme ultra-sonique

Il existe actuellement sur le marché français trois systemes d'activation ultrasonore : l'Irrisafe® (Satelec), l'Endo-Soft Instrument® (ESI®) (EMS) et plus récemment l'EndoUltra™ (MicroMéga®).

L'Irrisafe® et l'EndoUltra™ sont exclusivement destinés à l'activation de la solution d'irrigation lors de la phase finale de rinçage. Il devra être utilisé en alternance avec le renouvellement de la solution d'irrigation. On parle d'irrigation ultrasonore avec irrigation intermittente. L'ESI®, quant à lui, combine l'activation avec un apport continu de solution. Il peut être utilisé tout au long du traitement, associant ainsi renouvellement et activation de la solution d'irrigation (47).

Ces systemes d'activation ultrasonores sont plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés avec une alternance entre cycles d'activation et renouvellement de la solution plutôt qu'un cycle d'activation unique (59). On parle d'irrigation ultrasonore passive pour exprimer l'absence d'instrumentation au niveau des parois canalaires (7).



Figure 8 : Inserts ultrasoniques : Irrisafe ® (à gauche) Endo Soft Instrument ® (à droite) (47)



Figure 9 : Système ultrasonique EndoUltra™ de chez Micro-Méga ® (60)

Le système EndoUltra™ se présente sous forme d'une pièce à main ultrasonique sans fil, utilisant des inserts ultrasonores flexibles, pré courbables, lisses et non coupants (60). L'EndoUltra™ ayant fait son apparition très récemment sur le marché, il n'existe pas encore de bibliographie sur ce système à proprement parlé.

3.2.3.1 Principe

L'énergie ultrasonore présente des fréquences plus élevées que les ondes sonores et de plus faible amplitude. Les systèmes ultrasonores décrits précédemment oscillent à des fréquences comprises entre 25 et 40 kHz ce qui est au-delà de la perception auditive humaine (>20kHz). Ces vibrations vont provoquer des turbulences acoustiques générant des mouvements liquidiens. L'action mécanique induite par ces turbulences entraînerait une meilleure action chimique de la solution d'irrigation. Les ultrasons provoquent également un effet de cavitation qui permet de décoller la boue dentinaire et le biofilm des parois canalaire (7,47). La cavitation est le résultat des vibrations de l'insert ultrasonique qui génère des zones de pression et de dépression entraînant la formation de bulles d'oxygène. Ces bulles vont alors éclater au sein du canal entraînant des zones de vide qui seront comblées par une solution d'irrigation fraîche. Les variations de pression provoquent une lyse cellulaire et donc un nettoyage mécanique (61). Cependant une étude a montré que l'effet de cavitation ne pouvait être obtenu que sous certaines conditions difficilement applicables en clinique : Insert ultrasonore volumineux, fréquence élevée, grand volume de solution d'irrigation. On est donc amené à penser que l'efficacité de l'activation ultrasonique est principalement liée aux turbulences acoustiques (62).

3.2.3.2 Avantages

3.2.3.2.1 *Élimination des débris*

L'activation ultrasonore permet une meilleure élimination des débris, en fin de mise en forme, par rapport à une irrigation conventionnelle à la seringue. L'élimination de ces débris serait d'autant plus importante que la conicité de la préparation canalaire serait grande (63,64).

3.2.3.2.2 *Élimination de la smear layer*

Les résultats concernant l'élimination de la *smear layer* par les ultrasons sont controversés. En effet, alors que Guerisoli et al montrent l'efficacité de l'irrigation ultrasonique à dissoudre la *smear layer*, Saber et Hashem ont récemment montré que ce système ne permettait pas d'obtenir une propreté canalaire significativement supérieure à celle obtenue avec une irrigation conventionnelle à la seringue (48,65). Une dernière étude montre que l'irrigation ultrasonique et l'Endoactivator® présenteraient des résultats similaires concernant la propreté canalaire (54).

3.2.3.2.3 *Élimination bactérienne*

L'activation ultrasonore permet une élimination bactérienne supérieure à celle obtenue avec une irrigation conventionnelle à la seringue lorsqu'il s'agit d'une flore planctonique. Selon la composition du biofilm les résultats vont être controversés (46,61)

3.2.3.3 Limites

3.2.3.3.1 *Le Coût*

Ces systèmes d'activation nécessitent un investissement dans des limes ultrasonores spécifiques.

3.2.3.3.2 Action sur les parois canalaire

En contact avec les parois canalaire, les inserts ultrasonores peuvent induire une élimination non souhaitée et non contrôlée de la dentine radulaire. C'est l'inconvénient principal de ces systèmes puisqu'en pratique ces contacts sont inévitables (66).

De plus sous l'action des contraintes, les limes ultrasonores peuvent se fracturer (7).

3.3 **L'activation photonique : le laser**

Issue de l'acronyme « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation », le premier laser (laser ruby) fut inventé par Théodore Maiman en 1960. En 1964 les lasers Nd:YAG et CO₂ sont développés par les laboratoires Bell aux Etats-Unis. C'est à la fin des années 1960 que ces lasers commencent à être utilisés en chirurgie, notamment en gynécologie. L'utilisation du laser en dentisterie n'apparaît qu'à partir de 1989. Cette source de photon pourra être utilisée pour la désinfection endodontique (67)

3.3.1 Principes

Il s'agit d'un dispositif permettant l'amplification d'une lumière avec émission stimulée de rayonnement électromagnétique. Une source d'énergie externe appelée système de pompage ou système d'excitation envoie une énergie lumineuse ou électrique aux atomes du milieu amplificateur qui génère le faisceau laser. L'onde électromagnétique, initialement émise par le système de pompage, va être amplifiée par excitation des atomes du milieu amplificateur. A chaque extrémité de la cavité optique résonante se trouve d'un côté un miroir totalement réfléchissant et de l'autre un miroir semi-réfléchissant permettant de faire sortir le faisceau laser de la cavité (7,68).

Certains lasers agissent directement sur les microorganismes en produisant un effet bactéricide ou indirectement en produisant de la chaleur dans l'environnement. Les lasers à haute énergie sont efficaces pour la désinfection endodontique mais peuvent avoir des effets néfastes sur les tissus dentaires et péri-radulaires : carbonisation de la dentine, fissures radulaires, ankylose, fonte du ciment, résorption osseuse, nécrose péri radulaire (69). Les lasers peuvent décontaminer le système intra canalaire selon différentes techniques : technique directe, thérapeutique photodynamique ou photoactive désinfection, ou enfin en activant la solution d'irrigation utilisée. C'est ce que

l'on appelle l'irrigation laser activée. Nous aborderons, dans la partie suivante, uniquement l'irrigation laser activée puisqu'il s'agit d'un système d'activation tandis que les autres techniques sont des moyens de désinfection directs à proprement parler (70).

3.3.2 L'irrigation laser activée (LAI)

Récemment, l'énergie laser a été proposée afin d'augmenter l'efficacité antimicrobienne de la solution d'irrigation utilisée, comme par exemple l'hypochlorite de sodium. Le laser le plus approprié pour l'activation de la solution d'irrigation est le Er:YAG. L'objectif de la LAI est d'éliminer la boue dentinaire, mais également le biofilm, jusque dans le tiers apical. Le Er:YAG va permettre une activation de l'irrigant sans dommage thermique. Une fibre de 300 à 600 micromètres est positionnée à la longueur de travail – 5 mm avec une puissance de 11 à 75 mJ et une fréquence de 10 à 15 Hz. Le laser sera alors activé et retiré selon un mouvement hélicoïdal sur une durée de 15 secondes. L'opération sera répétée trois ou quatre fois en alternant rayonnement et irrigation.

Une technique spécifique de LAI s'est récemment développée. Il s'agit de la Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS). Le système est semblable à la LAI basique, mais les niveaux d'énergie utilisés vont être différents : 20 à 50 mJ avec une fréquence de 10 à 15 Hz et des impulsions de seulement 50 microsecondes pour une puissance moyenne de seulement 0,2 à 0,5 W. Cette technique utilise les phénomènes photo-acoustiques et photomécaniques plutôt que l'effet photothermique. Les impulsions laser vont créer des ondes de choc conduisant à la formation d'un flux puissant de fluides à l'intérieur du canal sans effet thermique néfaste. Les ultrasons génèrent un mouvement de fluide qui se propage de 0,5 à 1 mm de la pointe de l'insert. Avec la PIPS les mouvements de fluides se propagent à 21 mm de la pointe. Il suffit donc de laisser la pointe de la fibre dans la chambre pulpaire sans l'engager dans le canal.

L'activation de l'hypochlorite de sodium avec le PIPS permet une meilleure désinfection que l'activation ultrasonore elle-même supérieure à l'irrigation conventionnelle à la seringue (70-72).

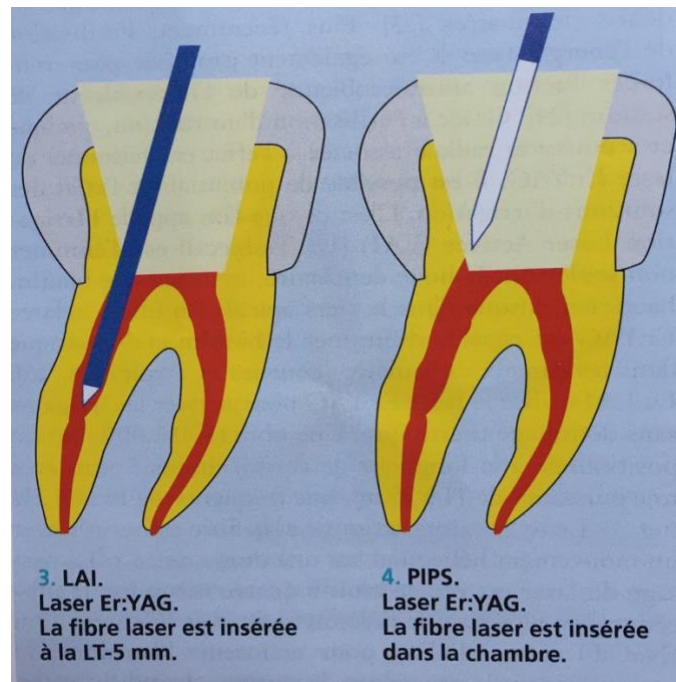


Figure 10 : Insertion de la fibre laser selon la technique utilisée (70)

3.3.3 Limites

Ce système d'activation demande un investissement important mais surtout de bonnes connaissances concernant les protocoles et les règles de sécurité à respecter. Il est nécessaire de suivre une formation sur le laser avant son utilisation (68).

3.4 Perspective: XP Endo Finisher (FKG)

Le XP-endo Finisher® est la dernière innovation proposée par la société FKG. Il s'agit d'une lime, fabriquée à partir d'un alliage en NiTi, très flexible qui va permettre le nettoyage de zones canales inatteignables par l'instrumentation, avec un impact minime sur la dentine. Ceci s'explique du fait d'une augmentation de la surface du champ de travail de l'instrument qui peut atteindre jusqu'à 6mm de diamètre, soit 100 fois celle d'un instrument classique de la même taille (73).

L'alliage utilisé pour la fabrication de cet instrument est l'alliage MaxWire® qui est une technologie brevetée par FKG. Cette matière à base de NiTi réagit à différents niveaux de température et est hautement flexible. Le XP-endo Finisher® repose sur le principe de mémoire de forme. L'instrument est droit dans sa phase M, à température ambiante.

Lorsqu'il est inséré dans le canal et exposé à la température du corps, il passe en phase austénitique. Sa mémoire moléculaire lui permet alors de changer de forme. En rotation, cette forme particulière permet à l'instrument d'atteindre et de nettoyer des zones jusqu'ici inaccessibles avec des instruments classiques.



Figure 11: XP-endo Finisher® (FKG)

Le XP-endo Finisher® va être utilisé après toutes préparations canales réalisées à un diamètre ISO 25 ou supérieur, dans un canal rempli de la solution d'irrigation à une vitesse de 1000 tours/min (74).

Elnaghy et al ont comparé lors d'une étude, l'efficacité du XP-endo Finisher® à éliminer les débris et la boue dentinaire, avec l'Endoactivator™ et une méthode d'irrigation conventionnelle. Il s'avère que le XP-endo Finisher® élimine significativement plus de débris qu'une méthode d'irrigation classique. En revanche il n'existe pas de différence significative avec l'Endoactivator™ (75).

Une seconde étude menée in vitro par Bao et al met en évidence une meilleure élimination du biofilm avec le XP-endo Finisher® en comparaison avec une irrigation conventionnelle à la seringue et une activation ultrasonique (76).

Cet instrument ayant été mis sur le marché récemment, peu d'études existent et le recul clinique n'est pas suffisant. L'alliage proposé par la société FKG n'en demeure pas moins d'être une innovation importante et prometteuse.

Dans la littérature très peu d'étude s'intéresse à la place de l'activation de la solution d'irrigation dans les pratiques professionnelles libérales. C'est pourquoi nous avons décidé de réaliser une étude transversale auprès des chirurgiens-dentistes libéraux en Nouvelle - Aquitaine.

Deuxième partie : Étude quantitative des pratiques professionnelles sur l'activation de la solution d'irrigation en Endodontie en Nouvelle - Aquitaine

1 Matériels et méthodes

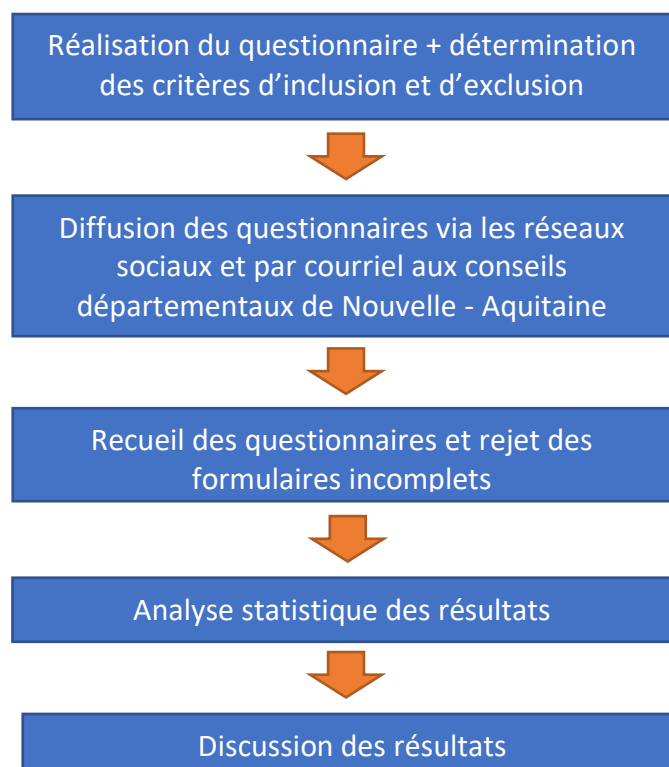
1.1 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les pratiques professionnelles en Nouvelle-Aquitaine concernant l'utilisation des systèmes d'activation de la solution d'irrigation endodontique.

Les objectifs secondaires étaient de réaliser une mise à niveau des connaissances sur les moyens de désinfection du système intra-canaire et d'évaluer les besoins de formation et d'information à ce sujet.

1.2 Schéma de l'étude

Nous avons effectué une étude transversale auprès des chirurgiens-dentistes de Nouvelle-Aquitaine à partir d'un questionnaire suggestif fermé disponible sur internet, en ligne et envoyé par courriel aux Dentistes libéraux de Nouvelle-Aquitaine.



1.3 Population de l'étude

L'étude concerne les omnipraticiens et les endodontistes exerçant en cabinet libéral en Nouvelle-Aquitaine. Cette étude exclue les praticiens exerçant exclusivement en hospitalier, les étudiants en formation initiale ainsi que les étudiants diplômés mais non thésés.

1.4 Élaboration du questionnaire

1.4.1 Première partie : Profil du praticien et habitudes pratiques

La première partie, constituée de dix questions, nous a permis de connaître le profil du praticien (sexe, âge, année et ville de diplôme, ville d'exercice, thème et date de dernière formation continue) ainsi que ses habitudes pratiques concernant le traitement endodontique initial (irrigation et système d'instrumentation utilisés).

1.4.2 Deuxième partie : L'irrigation en endodontie

La deuxième partie, concernant l'irrigation en endodontie, a été divisée en deux rubriques. La première rubrique concernait les praticiens n'ayant pas recours à l'irrigation au cours d'un traitement endodontique initial. Deux questions ont alors été posées : pour quelle(s) raison(s) n'utilisez-vous pas d'irrigant, et dans quel(s) cas seriez-vous prêt à changer votre pratique ?

Après avoir répondu, les praticiens concernés par cette rubrique ont directement été renvoyés à la dernière partie sur les perspectives.

La deuxième rubrique concernait les praticiens ayant recours à une solution d'irrigation lors d'un traitement endodontique initial. Nous avons cherché à savoir quel(s) irrigant(s) ils utilisaient et en quelle quantité. Après avoir répondu à cette rubriques les praticiens ont été orienté vers la troisième partie concernant l'activation.

1.4.3 Troisième partie : Activation de la solution d'irrigation en endodontie

Deux rubriques constituaient cette partie. La première rubrique concernait les praticiens n'ayant pas recours à une méthode d'activation de la solution au cours du traitement

endodontique initial. Nous avons donc cherché à comprendre qu'elles en étaient les raisons et si le recours à un système d'activation était envisageable.

La deuxième rubrique concernait les praticiens ayant recours à un système d'activation de la solution d'irrigation endodontique. Nous avons alors demandé aux praticiens quel(s) étai(en)t ce(s) système(s) utilisé(s), dans quel(s) situation(s) clinique(s) étaient-ils utilisés, depuis combien de temps et enfin s'ils en étaient satisfaits.

Après avoir répondu à cette rubrique, les chirurgiens-dentistes ont été orientés vers la dernière partie du questionnaire concernant les perspectives.

1.4.4 Quatrième partie : Perspectives

Cette dernière partie nous a permis de savoir si les praticiens ayant participé à cette étude étaient intéressés par une formation sur l'irrigation et aussi s'ils faisaient partie d'une association dentaire (AAP,SFE etc.) afin de prendre en compte les éventuels biais de sélection.

1.4.5 Validation du questionnaire

Après avoir construit ce questionnaire autour des différentes parties décrites précédemment, nous avons présenté celui-ci à une population de quelques dentistes ne faisant pas partie de l'étude. Leurs réponses et leurs remarques nous ont permis d'aboutir à une version définitive (Annexe 1).

1.5 Diffusion du questionnaire et recueil des données

Nous avons choisi de publier notre questionnaire d'une part via les réseaux sociaux en postant le lien de notre étude dans des groupes privés, réservés aux chirurgiens-dentistes (SFE, AAP, Dentistes de la Nouvelle-Aquitaine), et d'autre part par email envoyé aux conseils départementaux de Nouvelle-Aquitaine afin qu'ils le transmettent à l'ensemble des praticiens inscrits. Le questionnaire pouvait être directement rempli sur l'email reçu par les praticiens mais également en ligne pour favoriser les réponses. Nous avons réalisé ce questionnaire avec Google Drive^o et nous avons utilisé Gmail^o afin de l'envoyer de manière rapide et simultanée. Le questionnaire a été publié sur les réseaux et envoyé aux conseils de l'ordre une première fois en Janvier 2018. Un rappel auprès des conseils

départementaux a été fait en juin 2018. Le recueil des réponses a été arrêté en octobre 2018. Notons que le recueil des données a également été fait avec Google Drive°.

1.6 Analyses statistiques

Concernant notre analyse statistique, nous avons traduit l'ensemble de nos données en variables qualitatives. Des fréquences ont été calculées pour l'analyse de ces données à l'aide de Google Drive et de Microsoft Excel.

En ce qui concerne les analyses croisées, des tests du Chi2 ont été réalisés, à partir du logiciel XLStat, lorsque les effectifs obtenus ont été supérieurs à 5. Nous avons considéré qu'une p-value < 0,05 était statistiquement significative.

Certaines données concernant le profil des praticiens ont été comparées à la distribution en Nouvelle-Aquitaine, obtenue à partir de la Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES), à l'aide d'un test d'ajustement multinomial réalisé avec XLStat.

2 Résultats

2.1 L'Échantillon

Après le recueil des questionnaires en octobre 2018 nous disposions initialement d'un échantillon de 210 réponses. Après une lecture détaillée de l'ensemble des réponses à nos questionnaires, nous avons décidé de supprimer tous les formulaires incomplets. Nous nous sommes alors retrouvés avec un échantillon définitif de n=164.

2.2 Profil des praticiens

2.2.1 Sexe

Notre échantillon se constitue de 46% d'homme et 54% de femmes. Au niveau de la distribution des Chirurgiens-Dentistes en Nouvelle - Aquitaine cette tendance est

inversée avec un pourcentage d'homme supérieur à celui des femmes : 55% d'hommes pour 45% de femme (77).

La distribution de notre échantillon en comparaison à la distribution en Nouvelle-Aquitaine est résumée dans le *tableau 1*. Nous pouvons remarquer qu'il n'existe pas de différence significative entre notre échantillon et la distribution en Nouvelle-Aquitaine (p-value = 0,090).

	Homme	Femme	Total
Échantillon de l'étude (Effectif observé)	76 46%	88 54%	164
Distribution en Nouvelle-Aquitaine (Effectif théorique)	90 55%	74 45%	164

Tableau 1 : Distribution du sexe des chirurgiens-dentistes de l'échantillon et en Nouvelle-Aquitaine (n=164)

2.2.2 Ville et année de diplôme

Dans notre étude nous avons souhaité situer les praticiens quant à leur faculté d'étude ainsi qu'à la période à laquelle ils ont été diplômés (thèse).

La majorité de notre échantillon est diplômé de la faculté de Bordeaux avec un taux de 50,6% soit 83 praticiens. La faculté de Nantes se situe en deuxième position et représente près d'un quart de notre échantillon soit 23,7% (39 praticiens). Onze praticiens, soit 6,7% de notre échantillon, sont diplômés des facultés de Paris. La répartition de notre échantillon en fonction de la ville de diplôme est résumée dans la *figure 12*.

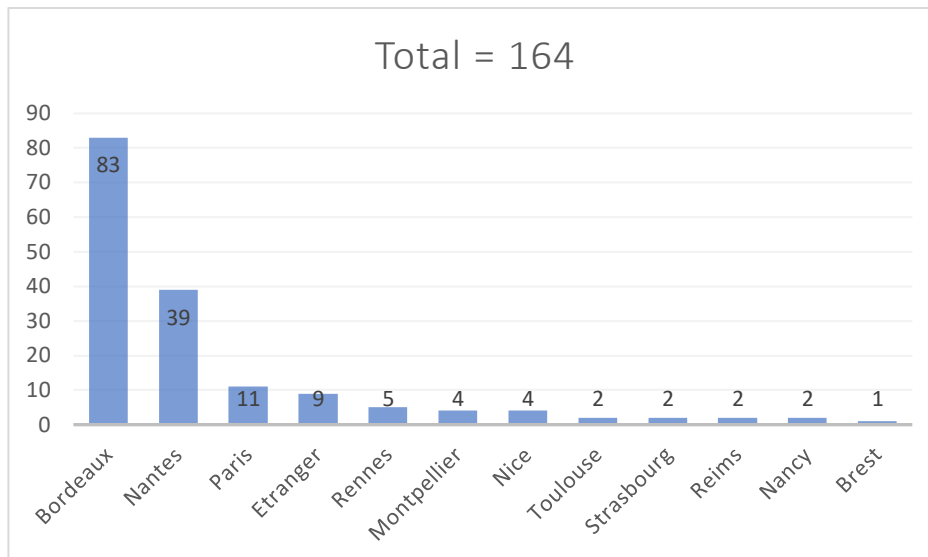


Figure 12 : Répartition de l'échantillon en fonction de la ville de diplôme (n=164)

Concernant l'année de diplôme (soutenance de la thèse), nous pouvons remarquer que notre échantillon est principalement constitué de jeunes diplômés avec 63 praticiens (soit 38,4%) diplômés entre 2010 et 2018, et 49 praticiens (soit 29,8%) diplômés entre 2000 et 2009. La répartition des praticiens en fonction de l'année de diplôme est résumée dans la figure 13.

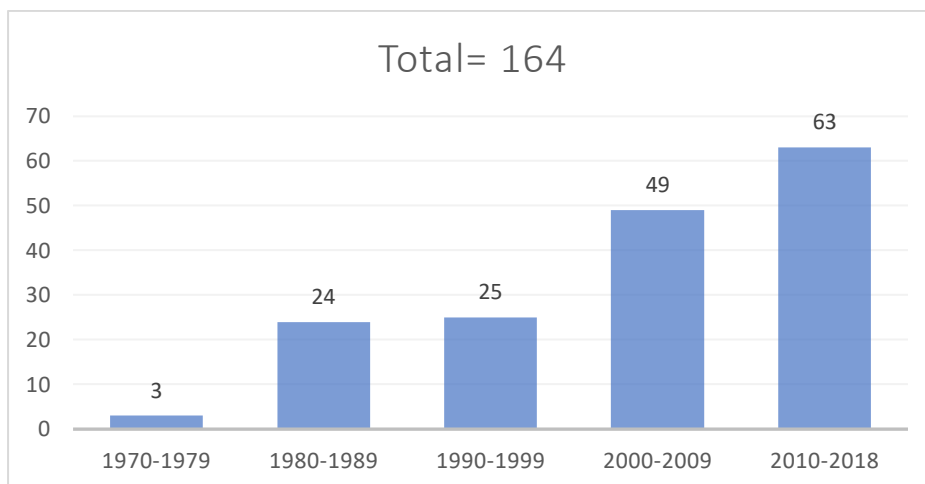


Figure 13 : Répartition de notre échantillon en fonction de l'année de diplôme (n=164)

2.2.3 Département d'exercice

Notre échantillon est constitué de 34,8% de praticiens exerçant en Charente-Maritime, 16,5% en Gironde, et 14% dans les Landes. On peut noter une absence d'effectif concernant les départements de la Corrèze (19), de la Creuse (23) et de la Haute-Vienne (87) au sein de notre échantillon.

Concernant la distribution en Nouvelle-Aquitaine, 32,3% de praticiens exercent en Gironde, 15,8% dans les Pyrénées-Atlantiques, et 10,4% en Charente-Maritime (77).

Nous avons pu observer qu'il existait une différence fortement significative entre la distribution de notre échantillon et la distribution en Nouvelle-Aquitaine (p -value<0,0001). Les distributions de notre échantillon, et en Nouvelle-Aquitaine, en fonction du département d'exercice sont résumées dans le *tableau 2*.

Département	16	17	40	86	79	47	24	64	33	19	87	23	Total
Échantillon de l'étude (effectif observé)	14	57	23	17	15	5	2	4	27	0	0	0	164
Distribution en Nouvelle - Aquitaine (effectif théorique)	8	17	11	9	7	8	9	26	53	6	8	2	164

Tableau 2 : Distributions du département d'exercice des chirurgiens-dentistes de l'échantillon et en Nouvelle-Aquitaine (n=164)

2.2.4 Date et discipline de dernière formation

La plus grande partie de notre échantillon s'est récemment formé avec 76 praticiens (46%) ayant réalisé leur dernière formation en 2017 et 77 (47%) en 2018. Seulement 1 praticiens a réalisé sa dernière formation continue avant 2010.

Les disciplines de dernière formation qui reviennent le plus souvent sont l'endodontie (17%), l'implantologie (14,6%), la parodontologie (9,8%) et la radiographie (7,9%).

Les données concernant ces caractéristiques sont résumées dans les *figures 14 et 15*.

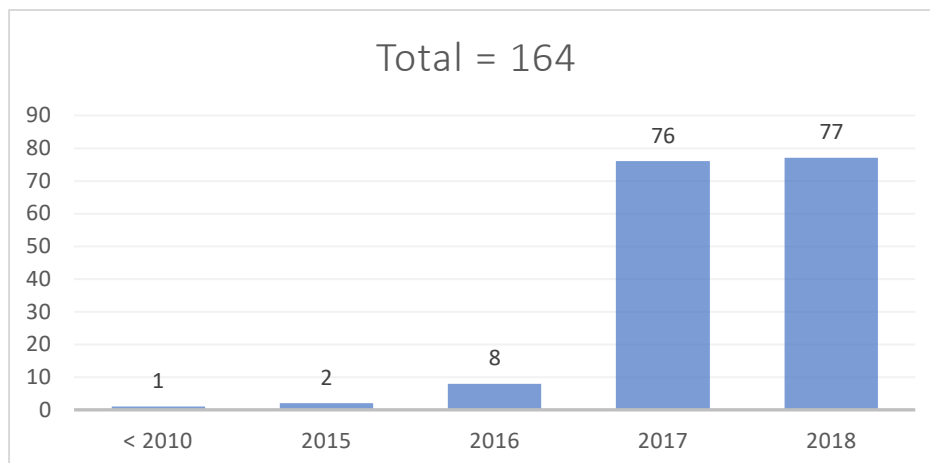


Figure 14 : Répartition de l'échantillon en fonction de la date de dernière formation (n=164)

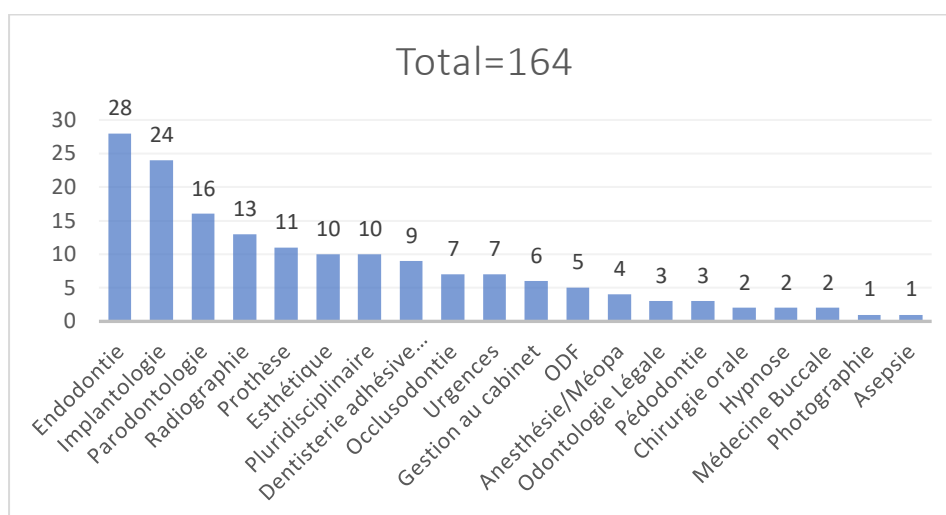


Figure 15 : Répartition de l'échantillon en fonction de la discipline de dernière formation (n=164)

2.2.5 Formation sur l'irrigation

Parmi les praticiens ayant participé à notre étude, 90% affirment avoir été formés sur l'irrigation durant leurs études et 41% ont participé à des formations continues sur l'irrigation.

Ces résultats sont résumés dans la *figure 16*.

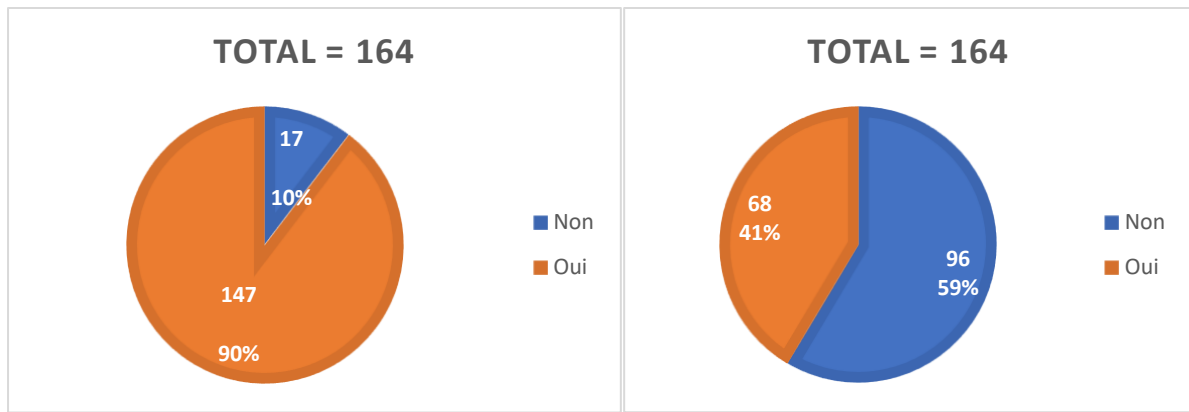


Figure 16

a) Formation sur l'irrigation durant les études.
(n=164)

b) Formation continue sur l'irrigation
(n=164)

2.2.6 Type d'instrument de préparation canalaire

Les moyens de désinfection canalaire mécaniques les plus utilisés par notre échantillon sont : -Le ProTaper® (36%)

-L'instrument unique utilisant un mouvement de réciprocité (19,5%)

-L'instrument unique en rotation continue (18,3%) (figure 17)

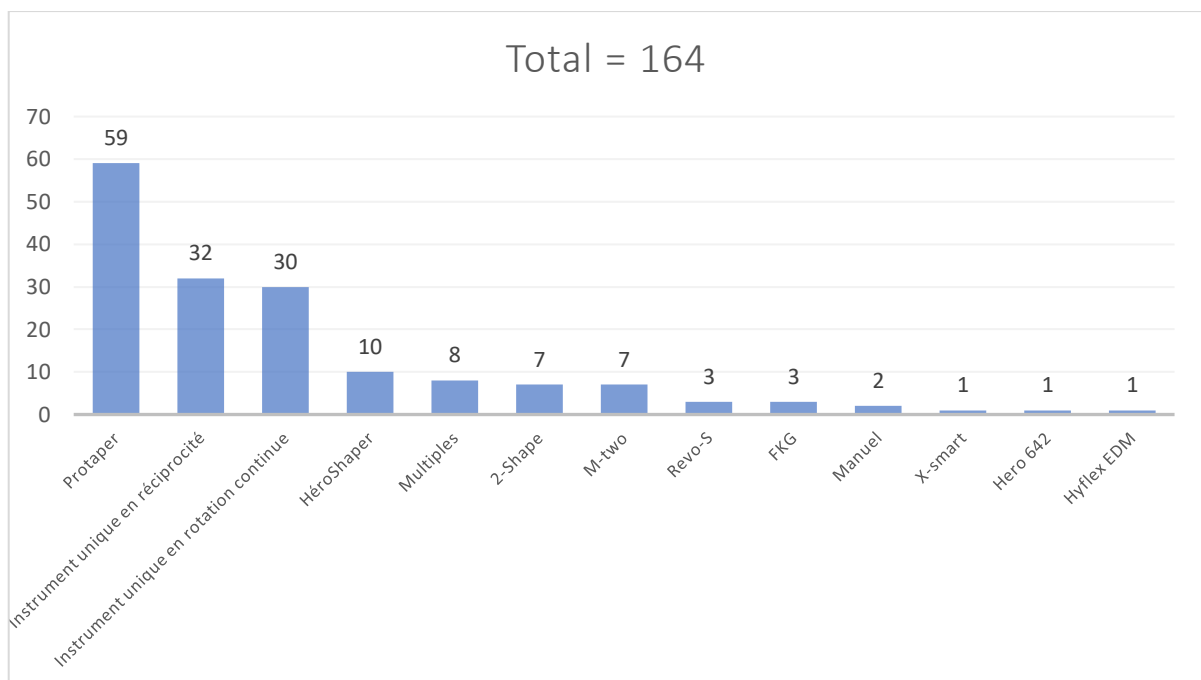


Figure 17 : Répartition des praticiens en fonction du type d'instrument de préparation canalaire utilisé lors d'un traitement endodontique initial (n=164)

2.3 Irrigation lors d'un traitement endodontique

Parmi les 164 praticiens ayant participé à notre étude, 161 ont systématiquement recours à l'irrigation durant un traitement endodontique initial (*figure 18*).

Parmi les 3 praticiens n'utilisant pas de solution d'irrigation, 2 l'expliquent par un manque de formation, de connaissance et de temps et 1 par un manque de conviction dans l'efficacité d'une solution d'irrigation canalaire (*figure 19*).

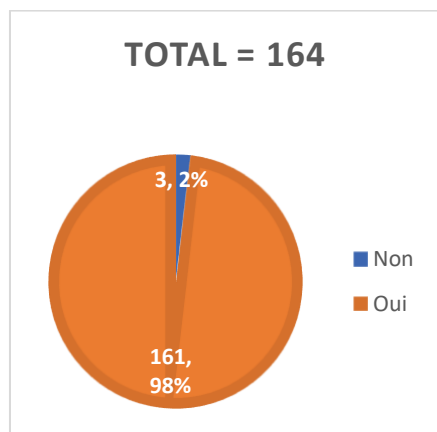


Figure 18 : Répartition des praticiens selon l'utilisation ou non d'un irrigant lors d'un TE initial (n=164)

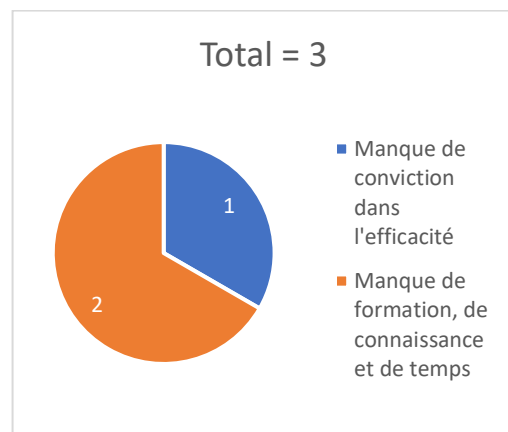


Figure 19 : Raisons des praticiens n'utilisant pas d'irrigant lors d'un TE initial (n= 3)

2.3.1 Utilisation d'une solution d'irrigation

Nous avons ensuite cherché à étudier le(s) type(s) d'irrigant(s) utilisé(s) et en quelle quantité, parmi ces 161 praticiens.

Ainsi 63 (39,1%) utilisent du NaOCl \geq 2,5% en association avec de l'EDTA à 17%, 54 (33,5%) utilisent du NaOCl \geq 2,5% seul, 17 (10,6%) irriguent avec du NaOCl $<$ 2,5% et de l'EDTA à 17%, et 16 (9,9%) avec du NaOCl $<$ 2,5% seul (*Figure 20*).

La quantité de solvant utilisé va dépendre du type d'instrumentation.

On remarque cependant que parmi les 161 praticiens utilisant une solution d'irrigation 58 (36%) utilisent moins de 5mL par canal, 51 (31,7%) entre 5 et 9 ml, 25 (15,5%) entre 10 et 14 ml, 12 (7,5%) entre 15 et 19ml et 15 (9,3%) 20ml ou plus (*Figure 21*).

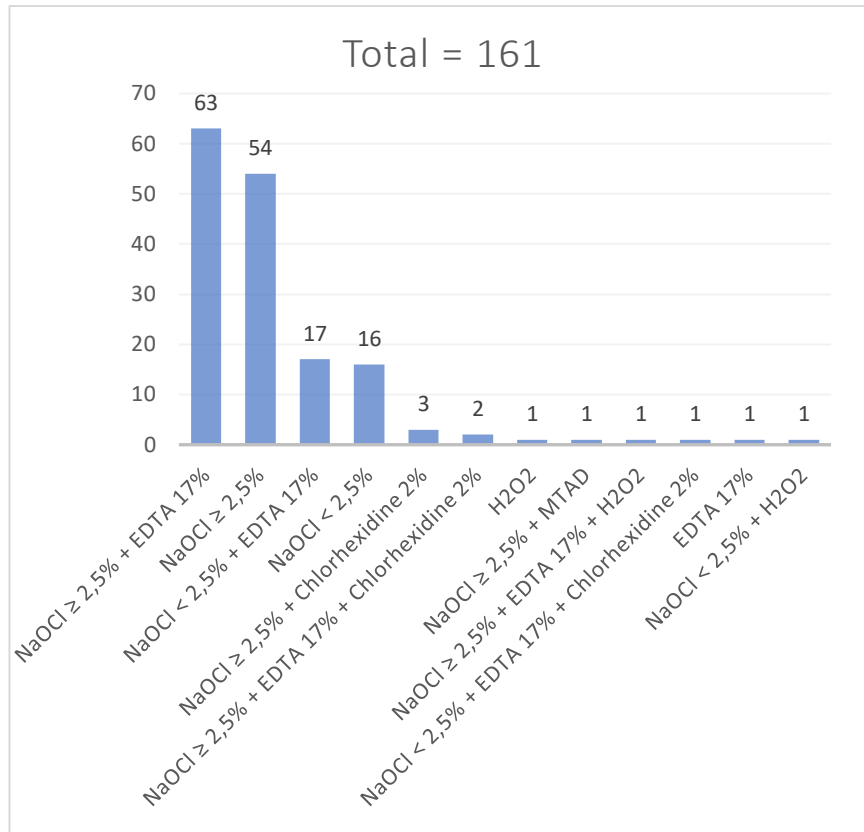


Figure 20 : Répartition des praticiens en fonction du type de solvant utilisé (n=161)

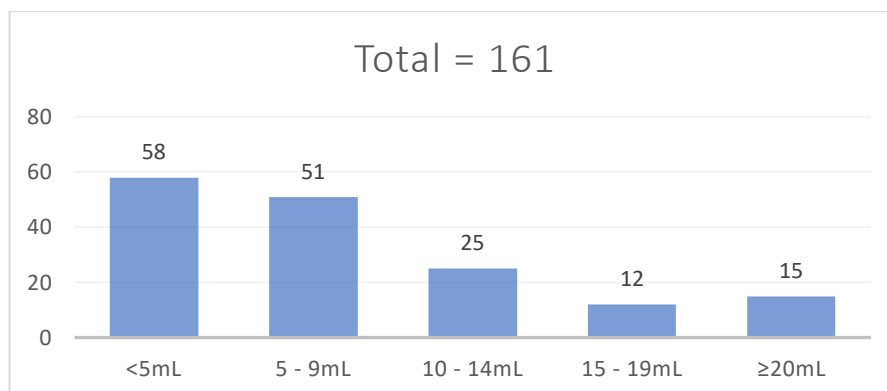


Figure 21 : Répartition des praticiens en fonction de la quantité de solvant utilisée (ml/canal) (n=161)

2.4 Activation de la solution d'irrigation

Au sein des 161 praticiens de notre échantillon ayant recours à l'irrigation lors d'un TEI, 106 (66%) n'utilisent pas de moyens d'activation de l'irrigant contre 55, soit 34%, qui en utilisent un ou plusieurs lors du TEI (*Figure 22*).

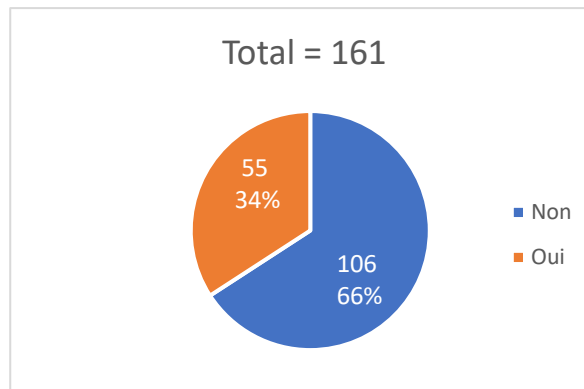


Figure 22 : Proportion de praticien utilisant ou non un système d'activation (n=161)

2.4.1 Absence d'activation

La majorité des 106 praticiens n'ayant pas recours à l'activation de la solution d'irrigation lors d'un TEI, l'explique par un manque de formation et de connaissance (38,7%). La deuxième raison la plus fréquemment retrouvée est le manque de conviction dans l'efficacité de l'activation de la solution d'irrigation (17%). Enfin le manque de temps va se situer en troisième position avec un taux de 10,4% (*Figure 23*).

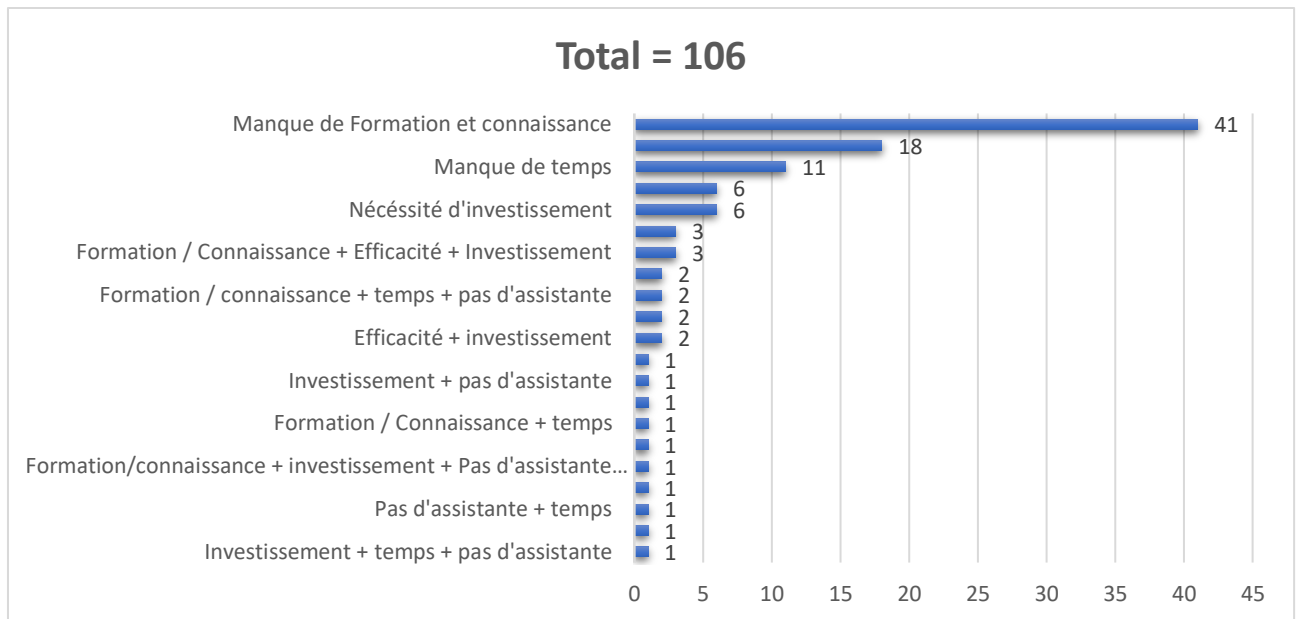


Figure 23 : Répartition des praticiens n'utilisant pas de système d'activation selon la raison (n=106)

2.4.2 Utilisation d'un système d'activation

Les systèmes d'activation les plus fréquemment utilisés parmi les 55 praticiens ayant recours à l'un de ces dispositifs, sont les ultrasons (20/55 ; 36,4%).

Arrivent ensuite les systèmes soniques avec un taux d'utilisation de 20% soit 11 praticiens sur 55. La technique manuelle du cône de gutta est utilisée par 6 praticiens soit 10,9%. Enfin le laser se situe en quatrième position avec un taux d'utilisation de 7,3% soit 4 praticiens sur 55. Les autres praticiens utilisent plusieurs systèmes en association. L'ensemble de ces données sont résumées dans la *Figure 24*.

La majorité des praticiens activent la solution d'irrigation canalaire depuis moins de 5 ans (*Figure 25*).

Enfin 84% de ces praticiens (46/55) utilisent un système d'activation pour tous TEI et 16% (9/55) l'utilisent uniquement en présence d'une nécrose et/ou d'une lésion apicale.

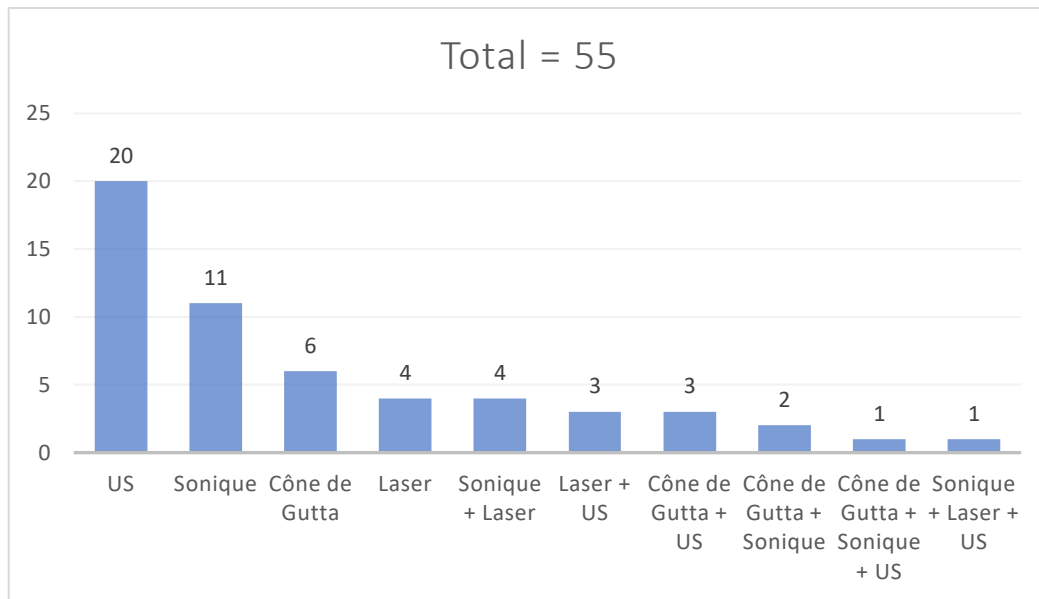


Figure 24 : Répartition des praticiens en fonction du système d'activation utilisé (n=55)

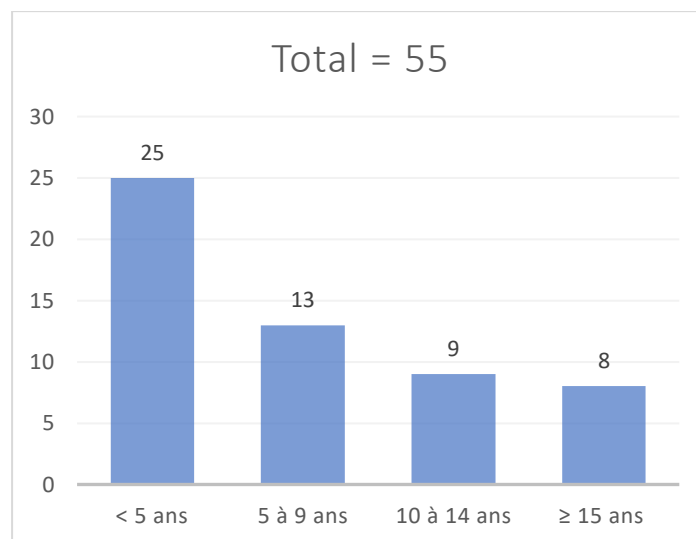


Figure 25 : Répartition des praticiens en fonction de la durée d'utilisation du système d'activation (n=55)

2.5 Perspectives

2.5.1 Perspectives sur l'échantillon global

Concernant l'échantillon global, 99 praticiens (60%), seraient intéressés par une formation sur l'irrigation en endodontie contre 65 praticiens (40%) non intéressés.

Sur l'ensemble des praticiens ayant participé à notre étude, 103 (63%) ne font partie d'aucune association professionnelle. Parmi les 37% (61 praticiens) faisant parti d'une association, 15%, soit 25 praticiens sont membre de la Société Française d'Endodontie (SFE). Ces résultats sont résumés dans la *figure 26*.

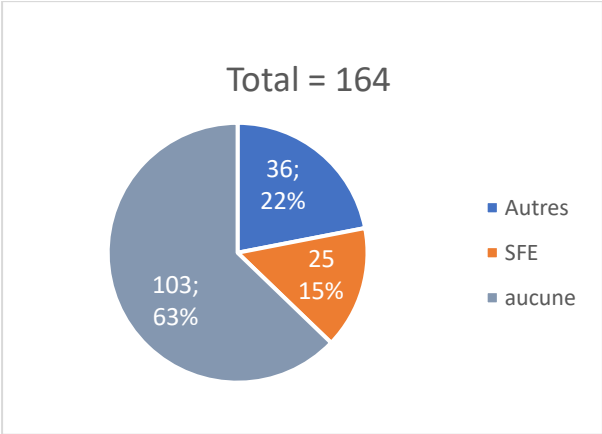


Figure 26 : Répartition des praticiens de l'étude selon l'appartenance ou non à une association professionnelle

2.5.2 Perspectives selon l'irrigation

Parmi les 161 praticiens ayant systématiquement recours à l'irrigation lors d'un TEI, 97 soit 60,2% sont intéressés par une formation sur l'irrigation.

Sur les trois praticiens n'utilisant pas l'irrigation seulement deux sont intéressés par une formation (Figure 27).

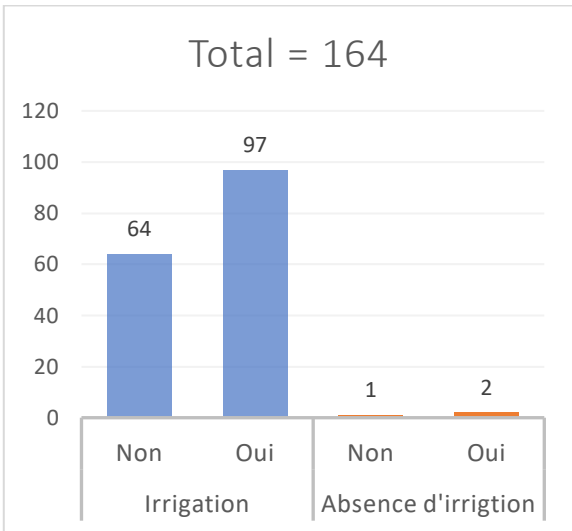


Figure 27 : Répartition des praticiens en fonction de l'intérêt pour une formation sur l'irrigation.

Parmi les 161 praticiens utilisant une solution d'irrigation 61 (37,9%) sont membres d'une association professionnelle dont 25 (41%) à la SFE.

Les 3 praticiens n'ayant pas recours à l'irrigation n'appartiennent à aucune association professionnelle (Figure 28).

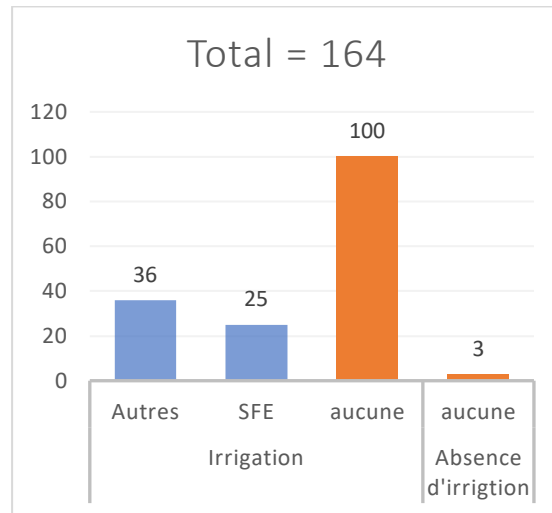


Figure 28 : Répartition des praticiens selon l'appartenance à une association professionnelle.

2.5.3 Perspectives selon l'activation

Au sein des 55 praticiens utilisant un système d'activation 26 (47,3%) sont intéressés par une formation sur l'irrigation.

Concernant les 106 praticiens n'ayant pas recours à l'activation de la solution d'irrigation, 71, soit 67%, sont intéressés par une formation sur l'irrigation en endodontie (Figure 29).

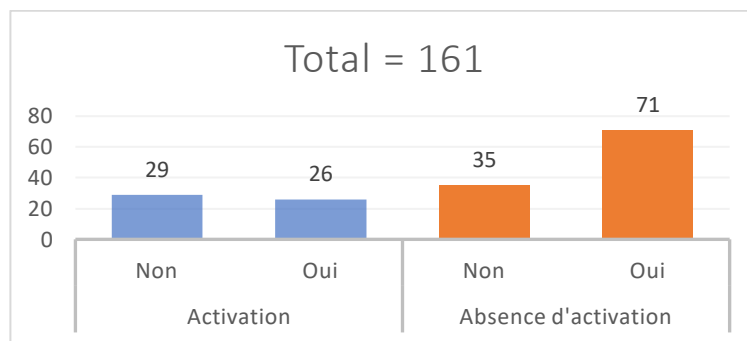


Figure 29 : Répartition des praticiens en fonction de l'activation et de l'intérêt pour une formation sur l'irrigation.

78% des praticiens n'activant pas (soit 83 praticiens) seraient prêts à envisager l'utilisation d'un système d'activation (*Figure 30*).

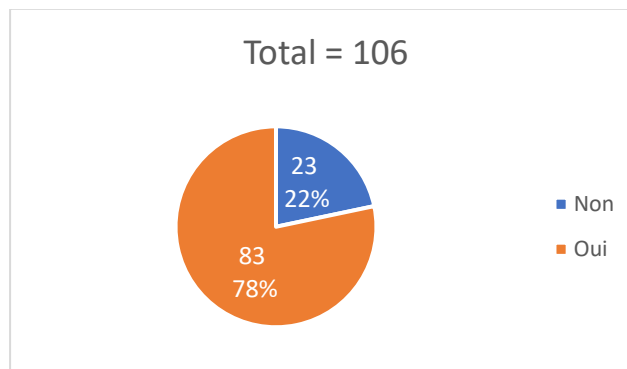


Figure 30 : Proportion de praticien n'utilisant pas de système d'activation et étant prêt ou non à en utiliser un (n=106)

L'analyse statistique montre que 41,8% (23/55) des praticiens ayant recours à l'activation sont membres d'une association professionnelle. Parmi ceux-là, 65,2% (15/23) sont inscrits à la SFE.

Pour les praticiens n'activant pas la solution d'irrigation, seulement 35,8% (38/106), appartiennent à une association professionnelle, dont 26,3% (10/38) sont membres à la SFE) (*Figure 31*).

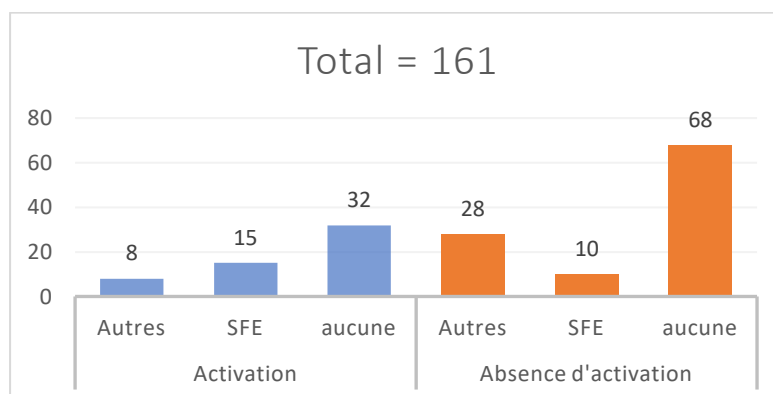


Figure 31 : Répartition des praticiens en fonction de l'activation et de l'appartenance à une association professionnelle

2.6 Caractéristiques associées à l'utilisation ou non d'un système d'activation

2.6.1 Analyse statistique en fonction du sexe

On note que parmi les praticiens ayant recours à un système d'activation de la solution d'irrigation, il y a une majorité d'homme. En effet les hommes représentent 60 % des praticiens ayant recours à un système d'activation. Après analyse statistique nous avons pu observer une différence statistiquement significative (p -value = 0,010) entre les deux groupes avec plus d'homme que de femme ayant recours à un système d'activation. Ces résultats sont résumés dans le *tableau 3*.

	Femme	Homme	Total
Activation	22 14%	33 20,5%	55 34,5%
Absence d'activation	65 40%	41 25,5%	106 65,5%
Total	87 54%	74 46%	161

Tableau 3 : Distribution du recours ou non à l'activation en fonction du sexe (p -value = 0,010)

2.6.2 Analyse statistique en fonction de la ville et de l'année de diplôme

2.6.2.1 Selon la ville de diplôme

Nous avons ensuite cherché à savoir s'il existait une différence entre les groupes activant la solution d'irrigation et ne l'activant pas en fonction de la ville diplôme. Après analyse statistique nous avons pu voir qu'il n'existait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes (p -value = 0,343 nettement supérieur à 0,05). Quelle que soit la ville de diplôme la majorité des praticiens n'ayant pas recours à un système d'activation l'expliquent par un manque de formation et de connaissance.

2.6.2.2 Selon l'année de diplôme

Concernant l'année de diplôme, contrairement à ce que nous aurions pu penser, nous n'avons pas mis en évidence de différence statistiquement significative entre les deux groupes avec une p -value > 0,05 (*figure 32*).

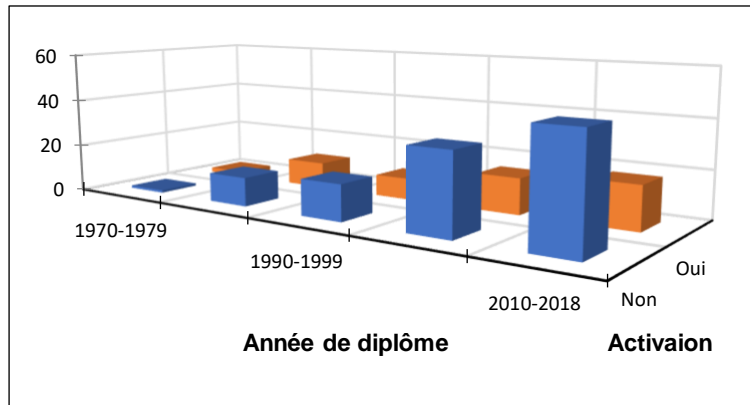


Figure 32 : Distribution du recours ou non à l'activation en fonction de l'année de diplôme (p -value = 0,343)

2.6.3 Analyse statistique en fonction de la formation sur l'irrigation

2.6.3.1 Selon la formation initiale

Après analyse statistique, nous avons pu voir qu'il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les praticiens activant leur solution d'irrigation et ceux ne l'activant pas, en fonction de la formation initiale sur l'irrigation. En effet, la majorité des praticiens de chaque groupe certifié avoir reçu une formation initiale sur l'irrigation en endodontie (p -value > 0,05). Ces résultats sont résumés dans le *tableau 4* et la *figure 33*.

	Formation Initiale Non	Formation Initiale Oui	Total
Activation	7 4%	48 30%	55 34%
Absence d'activation	9 6%	97 60%	106 66%
Total	16 10%	145 90%	161

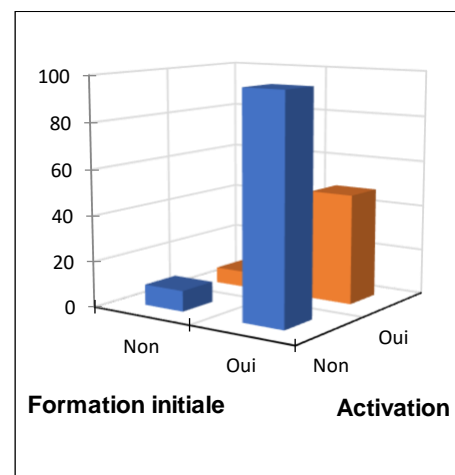


Tableau 4 et Figure 33 : Distribution du recours ou non à l'activation en fonction de la formation initiale (p -value = 0,394)

2.6.3.2 Selon la formation continue

Contrairement à la formation initiale, nous avons mis en évidence une différence statistiquement significative entre les deux groupes de praticiens (activation vs pas d'activation) en fonction de la formation continue sur l'irrigation avec une p-value nettement inférieure à 0,05 (p-value = 0,009).

En effet la proportion de praticiens ayant fait une formation continue est plus importante dans le groupe de praticiens utilisant un système d'activation. Les résultats sont résumés dans le *tableau 5* et la *figure 34*.

	Formation continue Oui	Formation continue Non	Total
Activation	31 19%	24 15%	55 34%
Absence d'activation	37 23%	69 43%	106 66%
Total	68 42%	93 58%	161

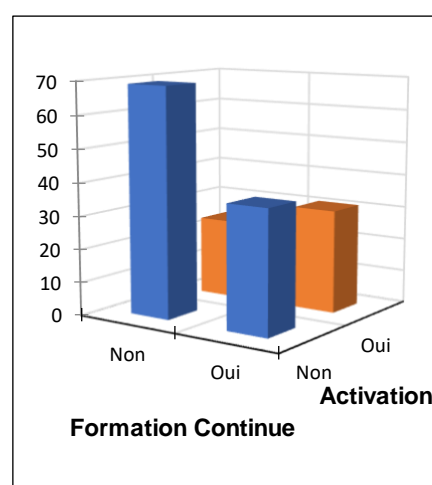


Tableau 5 et figure 34 : Distribution du recours ou non à l'activation en fonction de la formation continue (p-value = 0,009)

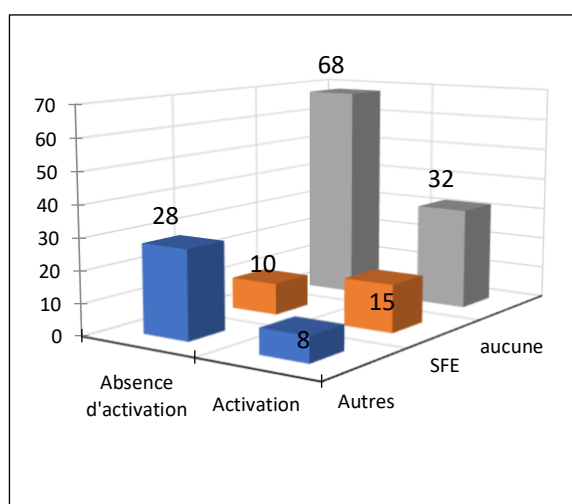
2.6.4 Analyse statistique en fonction du type d'irrigant utilisé lors d'un traitement endodontique initial

Après analyse statistique, nous avons pu voir qu'il existait une différence significative entre les deux groupes de praticiens, en fonction du type d'irrigant utilisé lors d'un traitement endodontique initial (p-value = 0,024).

En effet la majorité des praticiens utilisant un système d'activation, a recours à une solution de NaOCl \geq 2,5% en association avec de l'EDTA à 17% conformément aux recommandations.

2.6.5 Analyse statistique en fonction de l'appartenance ou non à une association professionnelle

Concernant l'appartenance ou non à une association professionnelle nous avons pu mettre en évidence une différence statistiquement significative entre les praticiens activant la solution d'irrigation et ceux ne l'activant pas (p -value = 0,007). En effet pour les praticiens n'appartenant à aucune association professionnelle ou à une association autre que la SFE nous pouvons voir qu'il y a une majorité de praticiens n'utilisant pas de système d'activation. Cette tendance est inversée pour les praticiens membres de la SFE avec une majorité de praticien ayant recours à un système d'activation. Ces résultats sont résumés dans le *tableau 6* et la *figure 35*.



	Aucune	SFE	Autres	Total
Activation	32 20%	15 9,5%	8 5%	55 34,5%
Absence d'activation	68 42%	10 6%	28 17,5%	106 65,5%
Total	100 62%	25 15,5%	36 22,5%	161

Tableau 6 et figure 35 : Distribution du recours ou non à l'activation en fonction de l'appartenance à une association professionnelle (p -value = 0,007)

3 Discussion

Dans notre étude, les pratiques professionnelles concernant l'activation de la solution d'irrigation lors d'un TEI ont été identifiées avec 34% de praticiens ayant recours à un système d'activation. En revanche les variables influençant le recours à l'activation ainsi que les besoins de formation à ce sujet ont partiellement été identifiés.

Notre étude ciblait les omnipraticiens et les endodontistes exerçant en libéral en Nouvelle – Aquitaine. Nous avons choisi de mener cette étude sur l'ensemble de la région et non sur un seul département afin de lui donner de la puissance. Les étudiants et les jeunes praticiens non thésés ont été exclus car leur proximité avec la faculté et le corps enseignant nous semblait constituer un biais de sélection. Lors de l'échantillonnage nous n'avions accès à aucune liste exhaustive de praticiens. La sélection s'est donc faite sur la base du volontariat et non de manière aléatoire.

Comme vu précédemment la diffusion du questionnaire s'est faite de deux façons :

- Par courriel aux conseils de l'ordre départementaux de manière à ce qu'ils le transmettent à l'ensemble des praticiens inscrits
- Par l'intermédiaire des réseaux sociaux sur des groupes fermés réservés aux chirurgiens-dentistes

Ces modes de diffusions excluent les praticiens n'ayant pas de courriel et ceux n'étant pas inscrits sur les réseaux sociaux, ce qui constitue un biais de sélection de notre échantillon. Une diffusion des questionnaires par voie postale aurait permis une réduction de ce biais mais cela aurait engendré une augmentation du temps de collecte des réponses et du coût financier de l'étude.

Nous savons également qu'un certain nombre de praticiens ayant eu accès à notre questionnaire n'y ont pas répondu constituant ainsi un biais de non-réponse. Cependant n'ayant pas de liste exhaustive sur l'ensemble des praticiens ayant reçu notre formulaire, il nous est impossible d'établir un taux de réponse et de non réponse. L'anonymat de notre questionnaire ainsi que l'absence d'entretien direct avec les praticiens, nous ont permis de réduire le biais d'information concernant les réponses des praticiens. En effet, en l'absence d'anonymat ou lors d'un entretien direct, les praticiens peuvent être amenés à valoriser leurs réponses concernant leurs habitudes professionnelles entraînant une non-

représentativité de la réalité. Le caractère anonyme du questionnaire permet au praticien de ne pas se sentir jugé.

Pour certaines questions il peut y avoir un biais d'information notamment en ce qui concerne l'activation de la solution d'irrigation. En effet pour la question numéro 15 par exemple, qui s'intéresse à la fréquence de recours à un système d'activation, on peut se demander si les praticiens ont la même définition de ce qu'est un système d'activation que nous. Pour la question 18, s'intéressant au type de système utilisé, nous avons pu nous rendre compte, en discutant avec un praticien ne faisant pas parti de l'étude, que la technique manuelle au cône de gutta pouvait être inconnue en tant que système d'activation à proprement parler.

Pour l'analyse statistique de notre étude, il était primordial que notre échantillon soit représentatif de la population des chirurgiens-dentistes de la Nouvelle – Aquitaine. En comparaison aux données de la DREES (77), concernant la distribution des chirurgiens-dentistes en Nouvelle – Aquitaine en 2018, notre échantillon est représentatif en ce qui concerne le sexe (*tableau 1*). En revanche, notre échantillon n'est pas représentatif quant à la distribution des chirurgiens-dentistes en fonction du département d'exercice (*tableau 2*). En effet nous n'avons pas eu de réponse à notre questionnaire dans les départements de la Creuse, de la Corrèze et de la Haute-Vienne constituant ainsi un biais géographique. De plus notre échantillon est majoritairement constitué de praticiens exerçant en Charente-Maritime ce qui n'est pas représentatif de la distribution en Nouvelle – Aquitaine. Il aurait été intéressant de constituer un échantillon géographiquement représentatif de la distribution des chirurgiens-dentistes en Nouvelle-Aquitaine. Pour l'année de diplôme nous n'avons pas trouvé de moyenne concernant les dentistes de Nouvelle – Aquitaine. Cependant nos résultats nous laissent penser que notre échantillon n'est pas représentatif de la distribution régionale. En effet la majorité des praticiens ayant participé à notre étude ont été diplômés entre 2000 et 2018 (68%) (*figure 14*). Notre échantillon est très jeune et ceci peut s'expliquer en partie par le biais de sélection que constituent l'accès aux réseaux sociaux et l'acquisition d'un courriel.

Cette étude transversale nous a permis de décrire les pratiques professionnelles concernant l'activation de la solution d'irrigation lors d'un TEI. Cependant les facteurs

influençant le recours à un système d'activation n'ont été identifiés que partiellement. Un échantillon plus important nous aurait permis d'établir de plus fortes corrélations entre les variables de notre questionnaire.

Après l'analyse statistique nous avons pu observer que 34% des praticiens de notre échantillon ont recours à un système d'activation lors d'un TEI. Parmi ces praticiens 84% activent la solution d'irrigation pour tous TEI et 16% uniquement en cas de nécrose ou de parodontite péri-apicale. Lors du commencement de cette étude nous ne nous attendions pas à obtenir un taux d'activation aussi important. Ceci peut être biaisé par le fait que nous sommes en présence d'un échantillon relativement jeune avec 68% de praticiens diplômés entre 2000 et 2018. Cependant nous n'avons pas observé de différence statistiquement significative ($p\text{-value} > 0,050$) entre les praticiens utilisant un système d'activation et ceux ne l'utilisant pas en fonction de l'année de diplôme au sein de notre échantillon.

Dans notre échantillon nous avons pu observer une corrélation entre le sexe et le recours à un système d'activation ($p\text{-value} = 0,010$). Cette différence statistiquement significative entre les deux groupes peut s'expliquer par le fait qu'au sein de notre échantillon plus d'hommes que de femmes soient membres à la SFE et les membres de la SFE semblent mieux formés sur l'irrigation que les autres praticiens. En effet il existe une différence statistiquement significative ($p\text{-value} = 0,0001$) entre les praticiens membres de la SFE et les praticiens non adhérents quant à la formation continue sur l'irrigation. Nous ne pouvons affirmer que cette différence entre les femmes et les hommes au sein de notre échantillon concernant l'activation de la solution d'irrigation soit représentative de la réalité. Il semblerait plus judicieux d'associer cette corrélation à un biais de sélection lors de l'échantillonnage.

Nous avons vu qu'il n'existait pas de corrélation entre l'année de diplôme et le recours à un système d'activation au sein de notre échantillon. Bien qu'il n'y ait pas de lien entre ces deux variables, il semblerait que la formation sur l'irrigation au fur et à mesure des années soit de plus en plus complète. Le test du χ^2 d'adéquation entre la variable 3 (année de diplôme) et la variable 7 (formation initiale sur l'irrigation) révèle un $p\text{-value} = 0,058$, ce qui est proche de $p\text{-value} < 0,050$. Ainsi on pourrait penser que la formation initiale concernant l'irrigation soit plus complète actuellement qu'il y a quelques années. Un échantillon plus important et représentatif de la distribution des chirurgiens-dentistes en

Nouvelle - Aquitaine quant à l'année de diplôme aurait permis de confirmer cette hypothèse. La différence statistiquement significative (p -value = 0,039) que nous avons pu observer entre les praticiens ayant participé à une formation continue et ceux n'ayant pas fait de formation continue sur l'irrigation, en fonction de l'année de diplôme peut être un élément en faveur de notre hypothèse précédemment citée. Effectivement, nous avons pu remarquer que parmi les praticiens diplômés avant 1990 la majorité ont participé à une formation continue sur l'irrigation. Après 1990 et au fur et à mesure des années le taux de praticiens participants à des formations continues sur l'irrigation était de moins en moins important en comparaison aux praticiens n'y participant pas. Cela peut être fonction de l'évolution de la formation initiale sur l'irrigation.

La formation continue semble avoir une réelle influence sur le recours à un système d'activation. Nous pouvons voir qu'il existe au sein de notre échantillon une différence statistiquement significative entre les praticiens activant et ceux n'activant pas la solution d'irrigation, selon la participation ou non à une formation continue sur l'irrigation (p -value = 0,009). Parmi les praticiens activateurs la majorité a participé à une formation continue sur l'irrigation (56%). A l'inverse parmi les praticiens non activateurs la majorité n'a pas réalisé de formation continue sur ce même sujet (65%).

Ensuite nous avons pu mettre en évidence une corrélation statistiquement significative entre le recours à un système d'activation et l'adhésion à la SFE. Parmi les praticiens activant la solution d'irrigation plus d'un quart sont inscrits à la SFE (27%). Ce taux est nettement plus bas chez les praticiens n'activant pas l'irrigant (1%). Comme nous l'avons vu auparavant les praticiens adhérant à la SFE semblent mieux formés sur l'irrigation.

La majorité des praticiens n'ayant pas recours à un système d'activation l'explique par un manque de connaissance et de formation (39%) (*figure 24*). En ce qui concerne la faculté de Bordeaux sur les 56 praticiens n'activant pas la solution d'irrigation lors du TEI, 21 l'expliquent par un manque de formation et de connaissance. Il serait intéressant d'avoir un échantillon représentatif de la distribution nationale des chirurgiens-dentistes en fonction de la faculté de diplôme de manière à évaluer la qualité de la formation initiale sur l'irrigation au sein de chaque université.

Lors de notre recherche bibliographique nous n'avons trouvé qu'une seule étude s'intéressant aux pratiques professionnelles en endodontie et notamment à l'activation

de la solution d'irrigation. Cette étude a été menée en 2015 par Alrahabi et al auprès de 70 praticiens dans une clinique en Arabie Saoudite. Parmi ces 70 praticiens, 63 ont complété le questionnaire s'intéressant aux habitudes professionnelles sur les nouvelles technologies en endodontie. Pour la question concernant l'utilisation d'un système d'activation, la totalité de l'échantillon (n=63) a répondu ne pas avoir recours à ce genre de système (78). Le peu d'étude sur la place de l'activation de la solution d'irrigation dans l'activité libérale montre tout l'intérêt de notre travail.

Nous retenons que 34% des praticiens interrogés activent la solution d'irrigation lors d'un TEI. Un échantillon plus important avec une meilleure répartition démographique aurait apporté plus de représentativité à notre étude. Pour poursuivre notre travail il serait intéressant d'étendre cette étude à l'échelle nationale en respectant la répartition démographique des chirurgiens-dentistes. La méthode d'investigation de notre étude peut également être améliorée. En effet, aller observer les praticiens directement au cabinet lors d'un TEI sans expliquer la raison de notre venue permettrait de réduire considérablement les biais. Il serait également très intéressant de mener une étude au sein de chaque faculté française sur la place de l'activation de la solution d'irrigation endodontique dans la formation initiale. Les résultats montrent que le manque de connaissance et de formation sont les principales raisons expliquant l'absence d'activation lors d'un TEI. Cependant il est encourageant de noter que 78% des praticiens n'ayant pas recours à un système d'activation seraient prêts à en utiliser un et 67% seraient intéressés par une formation sur l'irrigation.

CONCLUSION

Chaque système d'activation de la solution d'irrigation en endodontie présente des avantages et des inconvénients. Il est compliqué de certifier qu'un système est supérieur aux autres tellement les études à ce sujet sont controversées. Le laser semble présenter des résultats très prometteurs dans ce domaine bien qu'il nécessite un investissement important et l'acquisition de solides connaissances au cours d'une formation continue. Les limes XP Endo Finisher de chez FKG constituent une réelle avancée en ce qui concerne l'activation de la solution endodontique. Leur protocole d'utilisation simple et accessible à tous praticiens faciliterait le recours à l'activation de l'irrigant lors d'un TEI. Cependant, du fait de leur récente arrivée sur le marché et de leur prix, ces limes sont l'objet d'un recul clinique insuffisant. Des études supplémentaires (in vitro et in vivo) seraient nécessaires à prouver leur réelle efficacité.

Bien que de nombreux systèmes s'offrent à nous, l'activation de la solution d'irrigation n'est pas encore ancrée dans les pratiques professionnelles en cabinet libéral. Le manque de connaissance et de formation sont les principales raisons retenues par les praticiens ayant participé à notre étude. Même si la formation initiale semble de plus en plus complète avec les années, il serait intéressant de mener une étude au sein de chaque faculté afin d'évaluer la place de l'activation dans la formation en endodontie. Aujourd'hui de plus en plus de formations continues sur l'irrigation s'offrent à nous et il est encourageant de voir que la majorité des praticiens de notre étude sont intéressés par celles-ci.

Une éventuelle revalorisation de l'acte endodontique par l'assurance maladie ou la création d'un code CCAM propre à l'activation de la solution d'irrigation motiverait peut-être les praticiens à l'intégrer à leurs pratiques professionnelles.

ANNEXE

Questionnaire étude des pratiques professionnelles

Bonjour,
Dans le cadre de ma thèse d'exercice je cherche à décrire les pratiques professionnelles en Aquitaine concernant les moyens de désinfection du système endo-canalair.
Je tiens à vous remercier par avance des 5 minutes que vous prendrez afin de remplir ce questionnaire anonyme.
Cordialement
Aurélien Nastorg

1. Sexe

Mark only one oval.

Femme

Homme

2. Ville de diplôme

3. Année de diplôme

Example: December 15, 2012

4. Ville d'exercice

5. Date de dernière formation continue

6. Discipline de dernière formation continue

7. Avez vous été formé sur l'irrigation en endodontie durant vos études ?

Mark only one oval.

oui

non

8. Avez vous fait des formations continues sur l'irrigation en endodontie ?

Mark only one oval.

oui

non

9. Lors d'un traitement endodontique initial avez vous recours systématiquement à l'irrigation ?

Mark only one oval.

- oui *After the last question in this section, skip to question 13.*
- non *After the last question in this section, skip to question 11.*

10. Lors d'un traitement endodontique initial quel type de système de préparation canalaire utilisez vous ?

Mark only one oval.

- Manuel
- Protaper
- Heroshaper
- Instrument unique utilisant le mouvement de réciprocité
- Instrument unique utilisant le mouvement de rotation continue
- 2-Shape
- Other: _____

Je n'utilise pas de solution d'irrigation lors d'un traitement endodontique initial

11. Pour quelle(s) raison(s) n'utilisez vous pas de moyen de désinfection chimique lors d'un traitement endodontique initial ?

Check all that apply.

- par manque de formation et de connaissance
- par manque de conviction sur l'efficacité de cette technique
- par manque de temps
- par nécessité d'investissement trop important
- Other: _____

12. Dans quel cas seriez vous prêts à changer votre pratique et à utiliser une solution d'irrigation lors d'un traitement canalaire ?

Skip to question 23.

J'utilise une solution d'irrigation lors d'un traitement endodontique initial

13. Lors d'un traitement endodontique initial quelle(s) solution(s) d'irrigation utilisez vous ?

Check all that apply.

- hypochlorite de sodium < 2,5 %
- hypochlorite de sodium > ou = à 2,5 %
- digluconate de chlorexidine 2 %
- EDTA 17 %
- MTAD
- Other: _____

14. Quelle quantité estimez vous utiliser lors d'un traitement endodontique initial ? (en mL / canal)

15. Utilisez vous un système d'activation de la solution d'irrigation lors d'un traitement endodontique initial ?

Mark only one oval.

- oui *Skip to question 18.*
- non *Skip to question 16.*

Je n'utilise pas de système d'activation**16. Pour quelle(s) raison(s) n'utilisez vous pas de système d'activation ?**

Check all that apply.

- par manque de formation et de connaissance
- par manque de conviction dans l'efficacité de cette technique
- par manque de temps
- car cela nécessite un investissement financier important
- par absence d'assistante
- Other: _____

17. Seriez vous prêts à avoir recours à un système d'activation ?

Mark only one oval.

- oui
- non

Skip to question 23.

J'utilise un système d'activation

18. Quel(s) système(s) d'activation de la solution d'irrigation utilisez vous lors d'un traitement endodontique initial ?*Check all that apply.*

- Technique manuelle avec un cône de gutta
- Système sonore
- Système ultra sonore intermittent
- Système ultra sonore continu
- Laser
- Other: _____

19. Dans quel(s) cas avez vous recours à l'utilisation de votre système d'activation ?*Check all that apply.*

- Dans les cas de pulpite irréversible
- Lorsqu'il y a une nécrose canalaire
- Lorsqu'il y a présence d'une lésion apicale
- Pour tous traitements canalaires initiaux
- Other: _____

20. Depuis quand utilisez vous un système d'activation ? (en année)

21. Etes vous satisfaits du système d'activation que vous utilisez ?*Mark only one oval.*

- oui
- non

22. Si non pourquoi ?

Perspectives

23. Seriez vous intéressés par une formation sur l'irrigation en endodontie ?*Mark only one oval.*

- oui
- non

24. Faites vous partie d'une association professionnelle ?

Mark only one oval.

oui

non

25. Si oui précisez laquelle ?

Powered by
 Google Forms

BIBLIOGRAPHIE

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germfree and conventional laboratory rats. *J - South Calif Dent Assoc.* sept 1966;34(9):449-51.
2. Paqué F, Rechenberg D-K, Zehnder M. Reduction of Hard-tissue Debris Accumulation during Rotary Root Canal Instrumentation by Etidronic Acid in a Sodium Hypochlorite Irrigant. *J Endod.* mai 2012;38(5):692-5.
3. Chiniforush N, Pourhajibagher M, Shahabi S, Bahador A. Clinical Approach of High Technology Techniques for Control and Elimination of Endodontic Microbiota. *J Lasers Med Sci.* 2015;6(4):139-50.
4. Jena A. Root Canal Irrigants: A Review of Their Interactions, Benefits, And Limitations. :8.
5. Root Canal Irrigation | SpringerLink [Internet]. [cité 2 juill 2018]. Disponible sur: https://link-springer-com.docelec.u-bordeaux.fr/chapter/10.1007/978-3-662-47415-0_9
6. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *J Endod.* mai 2006;32(5):389-98.
7. Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012. 52 p.
8. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent.* 2010;13(4):256.
9. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative Evaluation of Endodontic Irrigants against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *J Endod.* juin 2006;32(6):527-31.
10. Frais S, Ng Y-L, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J [Internet].* 2001 [cité 20 juill 2018];34. Disponible sur: <https://www.readcube.com/articles/10.1046/j.1365-2591.2001.00371.x>
11. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic Effects of NaOCI on Vital Tissue Efecto Citotoxico del NaOCI en el Tejido Vital. :4.
12. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation – literature review and case reports. *Int Endod J.* 33(3):186-93.
13. Başer Can ED, Karapınar Kazandağ M, Kaptan RF. Inadvertent Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite with Evaluation by Dental Volumetric Tomography. *Case Rep Dent [Internet].* 2015 [cité 21 juill 2018];2015. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390169/>
14. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HMA, Cohen S, Catherine J-H, Bukiet F. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *J Endod.* janv 2017;43(1):16-24.
15. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The Effects of Temperature on Sodium Hypochlorite Short-Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and Antimicrobial Efficacy. *J Endod.* sept 2005;31(9):669-71.
16. Boisseau J. DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE. :118.
17. Scelza MFZ, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* févr 2003;95(2):234-6.
18. Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM, Mendonça RMC, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito-Júnior M, et al. Effectiveness of Chemomechanical Preparation with Alternating Use of Sodium Hypochlorite and EDTA in Eliminating Intracanal *Enterococcus faecalis* Biofilm. *J Endod.* mai 2010;36(5):894-8.
19. Simon S. Endodontie. Reuil-Malmaison (Hauts-de-Seine): Éditions CdP; 2008.

20. Pertot W-J, Simon S. Le traitement endodontique. Paris: Quintessence international; 2004.
21. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J.* mars 2014;216(6):299-303.
22. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pécora JD. Effect of Chelating Solutions on the Microhardness of Root Canal Lumen Dentin. *J Endod.* mars 2011;37(3):358-62.
23. Senna RA, Pappen FG. The effect of EDTA on the antibacterial activity of sodium hypochlorite. *Gen Dent.* 2018;6.
24. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J.* 36(6):411-5.
25. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* sept 2011;112(3):e70-6.
26. Lesclous P. Prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire: Recommandations Afssaps 2011. *Médecine Buccale Chir Buccale.* nov 2011;17(4):334-46.
27. Gomes BPFA, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in Endodontics. *Braz Dent J.* avr 2013;24(2):89-102.
28. Behin P. PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R. :81.
29. Machtou P. L'irrigation en Endodontie : Une mise à jour nécessaire. *Quintessence Endo* 117. janv 2017;1(1):5-11.
30. 9922_209_RinsEndo_Brochure_Final.pdf [Internet]. [cité 24 sept 2018]. Disponible sur:
[http://www.endoexperience.com/filecabinet/Clinical%20Endodontics/Irrigation/Rinse Endo%20Device/9922_209_RinsEndo_Brochure_Final.pdf](http://www.endoexperience.com/filecabinet/Clinical%20Endodontics/Irrigation/Rinse%20Endo%20Device/9922_209_RinsEndo_Brochure_Final.pdf)
31. Desai P, Himel V. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *J Endod.* avr 2009;35(4):545-9.
32. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *Int Endod J.* 1 août 2007;40(8):644-52.
33. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *J Endod.* août 2010;36(8):1361-6.
34. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng Y-L. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo®) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J.* 1 juill 2008;41(7):602-8.
35. Metzger Z. The self-adjusting file (SAF) system: An evidence-based update. *J Conserv Dent.* 2014;17(5):401.
36. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer—A Scanning Electron Microscope Study. *J Endod.* avr 2010;36(4):697-702.
37. De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, et al. The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals. *J Endod.* mai 2011;37(5):701-5.
38. Paranjpe A, de Gregorio C, Gonzalez AM, Gomez A, Silva Herzog D, Piña AA, et al. Efficacy of the Self-Adjusting File System on Cleaning and Shaping Oval Canals: A Microbiological and Microscopic Evaluation. *J Endod.* févr 2012;38(2):226-31.
39. endovac-brochure.pdf [Internet]. [cité 24 sept 2018]. Disponible sur:
<http://www.profident.pl/media/142966/endovac-brochure.pdf>
40. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of Debris

- Removal with Three Different Irrigation Techniques. *J Endod.* sept 2011;37(9):1301-5.
41. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* sept 2011;112(3):407-11.
 42. Gregorio C de, Paranjpe A, Garcia A, Navarrete N, Estevez R, Esplugues EO, et al. Efficacy of irrigation systems on penetration of sodium hypochlorite to working length and to simulated uninstrumented areas in oval shaped root canals. *Int Endod J.* 1 mai 2012;45(5):475-81.
 43. Gondim E, Setzer FC, dos Carmo CB, Kim S. Postoperative Pain after the Application of Two Different Irrigation Devices in a Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.* août 2010;36(8):1295-301.
 44. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J.* 1 févr 2005;38(2):97-104.
 45. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J.* 1 août 2010;43(8):663-72.
 46. Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *J Endod.* juin 2009;35(6):791-804.
 47. Baydoun M, Marchi V, Simon S. Optimiser l'irrigation en endodontie au cabinet. *L'information dentaire.* 14 déc 2016;98(43/44):16-22.
 48. Saber SE-D, Hashem AAR. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. *J Endod.* sept 2011;37(9):1272-5.
 49. Huang T-Y, Gulabivala K, Ng Y-L. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J.* 1 janv 2008;41(1):60-71.
 50. *Produktbroschuere_EDDY.pdf.*
 51. *410362.pdf* [Internet]. [cité 17 nov 2018]. Disponible sur: http://cms.kometdental.de/fileadmin/user_upload/410362.pdf
 52. Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LWM. Evaluation of a Sonic Device Designed to Activate Irrigant in the Root Canal. *J Endod.* janv 2010;36(1):143-6.
 53. Kanter V, Weldon E, Nair U, Varella C, Kanter K, Anusavice K, et al. A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* déc 2011;112(6):809-13.
 54. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, Machado ME de L. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. *J Endod.* sept 2011;37(9):1268-71.
 55. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation. *J Endod.* févr 2010;36(2):308-11.
 56. Rödiger T, Döllmann S, Konietzschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of Different Irrigant Agitation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. *J Endod.* déc 2010;36(12):1983-7.
 57. Shen Y, Stojicic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M. The Synergistic Antimicrobial Effect by Mechanical Agitation and Two Chlorhexidine Preparations on Biofilm Bacteria. *J Endod.* janv 2010;36(1):100-4.

58. Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LSW, Kaufman B. Influence of a Passive Sonic Irrigation System on the Elimination of Bacteria from Root Canal Systems: A Clinical Study. *J Endod.* août 2010;36(8):1315-8.
59. van der Sluis LWM, Vogels MPJM, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the Influence of Refreshment/Activation Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant. *J Endod.* avr 2010;36(4):737-40.
60. MM_60300821-B_Brochure-EndoUltra_WEB.pdf [Internet]. [cité 17 nov 2018]. Disponible sur: https://micro-mega.com/wp-content/uploads/2018/10/MM_60300821-B_Brochure-EndoUltra_WEB.pdf
61. Sluis LWMVD, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 1 juin 2007;40(6):415-26.
62. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic Debridement of Root Canals: Acoustic Cavitation and Its Relevance*. *Int Endod J.* 1 mai 2009;42(5):391-8.
63. Sluis LWMVD, Wu M-K, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J.* 1 oct 2005;38(10):764-8.
64. Lee S-J, Wu M-K, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 1 oct 2004;37(10):672-8.
65. Guerisoli DMZ, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 1 mai 2002;35(5):418-21.
66. Boutsoukias C, Tzimpoulas N. Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation. *J Endod.* févr 2016;42(2):289-93.
67. Parker S. Introduction, history of lasers and laser light production: Verifiable CPD paper. *Br Dent J.* janv 2007;202(1):21-31.
68. Rives C, Lopez J, Devillard R. Comprendre les bases du laser pour plus de sécurité. *Inf Dent.* 26 oct 2016;98(36):68-78.
69. Pirnat S, Lukac M, Ihan A. Study of the direct bactericidal effect of Nd:YAG and diode laser parameters used in endodontics on pigmented and nonpigmented bacteria. *Lasers Med Sci.* nov 2011;26(6):755-61.
70. Brulat N, Rocca JP, Medioni E. Laser et endodontie. *Inf Dent.* 26 oct 2016;98(36):106-12.
71. De Moor RJG, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of Ultrasonic versus Laser-activated Irrigation to Remove Artificially Placed Dentin Debris Plugs. *J Endod.* sept 2010;36(9):1580-3.
72. Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G, DiVito E. Disinfection of Root Canals with Photon-initiated Photoacoustic Streaming. *J Endod.* juill 2011;37(7):1008-12.
73. Chaux-de-Fonds L. FKG Dentaire lance son premier XP-endo Finisher pour le traitement des canaux radiculaires. :2.
74. 201610_fkg_xp_endo_finisher_brochure_v2_fr_web_0.pdf [Internet]. [cité 2 janv 2019]. Disponible sur: https://www.fkg.ch/sites/default/files/201610_fkg_xp_endo_finisher_brochure_v2_fr_web_0.pdf
75. Elnaghy A, Mandorah A, Elsaka S. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology.* avr 2017;105(2):178-83.
76. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In Vitro Efficacy of XP-endo Finisher with 2

- Different Protocols on Biofilm Removal from Apical Root Canals. *J Endod.* févr 2017;43(2):321-5.
77. Beyond 20/20 WDS - Affichage de tableau - TABLEAU 1. EFFECTIFS DES CHIRURGIENS-DENTISTES par mode d'exercice, zone d'activité, sexe et tranche d'âge [Internet]. [cité 4 déc 2018]. Disponible sur: <http://www.data.drees.sante.gouv.fr/TableViewer/tableView.aspx>
78. AlRahabi M. Attitudes of general practice dentists in private dental clinics in Almadinah Almunawarah toward novel endodontic technologies. *G Ital Endodonzia.* juin 2016;30(1):10-3.

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : L'activation de la solution d'irrigation en Endodontie : Quelle place dans les pratiques libérales en Nouvelle-Aquitaine ?

Résumé :

Introduction : La désinfection du système intra-canalair au cours d'un traitement endodontique est essentiellement assurée par l'irrigation. Actuellement, différents systèmes s'offrent aux praticiens afin d'optimiser l'efficacité des solutions d'irrigation canalaires. Très peu d'études s'intéressent à l'utilisation de ces différents systèmes en pratique libérale. **Matériels et méthode :** Un questionnaire a été envoyé par courriels aux Conseils de l'Ordre départementaux constituant la Nouvelle-Aquitaine. De plus, il a été diffusé via les réseaux sociaux sur des groupes privés réservés aux Chirurgiens-Dentistes. **Résultats :** 164 questionnaires ont pu être exploités. Notre échantillon est représentatif de la population en Nouvelle-Aquitaine en ce qui concerne le sexe, mais il ne l'est pas pour l'année de diplôme ainsi que pour la répartition géographique. 34% des praticiens ont recours à un système d'activation. Les systèmes les plus fréquemment utilisés sont les ultrasons. La majorité des praticiens n'ayant pas recours à l'activation l'explique par un manque de connaissance et de formation. **Discussion :** Les fréquences d'utilisation obtenues sont nettement supérieures à l'unique étude s'intéressant au recours à un système d'activation, menée en Arabie Saoudite. La participation à une formation continue sur l'activation, ainsi que l'apparition sur le marché d'un système simple et peu coûteux sembleraient augmenter la fréquence d'utilisation d'un système d'activation. **Conclusion :** Chaque système d'activation présente ses avantages et ses inconvénients. Bien que l'activation de la solution d'irrigation ne soit pas encore ancrée dans les pratiques professionnelles, il est intéressant de voir que la majorité des praticiens ayant participé à cette étude sont intéressés par une formation sur l'irrigation.

Mots clés : Activation, Endodontie, Solutions d'irrigation canalaires, Boue dentinaire, Pratiques professionnelles, Nouvelle-Aquitaine

Title : Activation of the root canal irrigants in Endodontic : What place in liberal practices in Nouvelle-Aquitaine ?

Abstract :

Introduction : The disinfection of the canal system during endodontic treatment is essentially ensured by irrigation. Currently, different systems are available to practitioners to optimize the effectiveness of canal irrigation solutions. Very few studies are interested in the use of these different systems in liberal practice. **Materials and method:** A questionnaire was sent by e-mail to the Councils of the Departmental Order Constituting New Aquitaine. In addition, it was distributed via social networks to private groups reserved for Dentists. **Results:** 164 questionnaires could be exploited. Our sample is representative of the population in Nouvelle-Aquitaine with regard to sex, but it is not representative for the diploma year as well as for the geographical distribution. 34% of practitioners use an activation system. The most frequently used systems are ultrasound. The majority of practitioners who do not use activation explain it by a lack of knowledge and training. **Discussion:** The frequencies of use obtained are much higher than the only study dealing with the use of an activation system, conducted in Saudi Arabia. Participation in ongoing training on activation, as well as the introduction of a simple and inexpensive system on the market, would appear to increase the frequency of use of an activation system. **Conclusion :** Each activation system has its advantages and disadvantages. Although the activation of the irrigation solution is not yet rooted in professional practice, it is interesting to see that the majority of practitioners involved in this study are interested in training in irrigation.

Keywords : Activation, Endodontic, Root canal irrigants, Smear layer, Professional practices, Nouvelle-Aquitaine