

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté de médecine

Département de médecine dentaire



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de docteur en Médecine Dentaire.

Présenté et soutenue publiquement

Le : 24 juillet 2023

Thème :

IRRIGATION EN ENDODONTIE

Réalisé et présenté par :

- Chibane Tinhinane
- Gacem Baya
- Galleze Ouiza
- Guellal Souad
- Ikhlef Houssam
- Lounis Manel

Encadré par : Dr Lakabi

Co-encadré par : Pr Tibiche

Président du jury : Pr.Mamou

Examinatrices :

Dr. Saheb

Dr. Saoudi



ANNEE UNIVERSITAIRE
2022/2023



Remerciements

ALLAH

Nous tenons tout d'abord à remercier du plus profond de tout cœur le grand Dieu miséricordieux, de nous avoir donné la force, la connaissance, le courage, la volonté pour surmonter les épreuves que nous avons rencontrées et la patience pour réaliser ce modeste travail.

A notre promotrice Dr Lakabi

Nous voudrions remercier en premier lieu notre promotrice Dr N.LAKABI maître assistante, chef de département de Médecine Dentaire et chef de service d'odontologie conservatrice /Endodontie du CHU TIZI-OUZOU.

C'était notre grand plaisir et l'honneur de réaliser ce mémoire de fin d'étude sous votre direction.

Merci pour votre gentillesse et nombreux conseils prodigués avec patience et pédagogie tout au long de notre cursus.

A notre Co-promoteur le Professeur A.Tibiche, Au résident de pharmacie le Dr. Ait Taleb Boualem

Nous vous remercions vivement pour l'aide et le soutien apporté, pour votre disponibilité, votre patience et vos conseils précieux tout au long de ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre gratitude et de notre profond respect.

Aux membres du jury

A notre Président de Jury le Professeur Mamou.

A nos examinatrices : le docteur F.Saheb et le docteur Saoudi.

Vous nous faites un très grand honneur en daignant siéger à notre Jury de mémoire et juger notre modeste travail. Veuillez trouver ici, le témoignage de notre sincère gratitude, de nos vifs remerciements et de notre profond respect.

À l'ensemble de nos enseignants :

Pour le savoir que vous nous avez transmis, les connaissances et les expériences que vous avez partagées avec nous.

Nous remercions également tout le reste de l'équipe paramédicale et administrative.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude, comme preuve de respect de gratitude, et de connaissance à :

Mes chers parents pour leur soutien, leur amour et leur sacrifice.

A mes frères et mes sœurs pour leur affection, compréhension et patience.

Ainsi à toute ma famille, petits et grands qui m'ont soutenu, encouragés et accompagnés durant toutes ces dures années.

A la mémoire de ceux qui ne sont pas en vie.

A tous ceux que j'aime et à toutes les personnes qui m'ont prodigué des encouragements et se sont donné la peine de me soutenir durant mes années d'études.

A mes chers enseignants sans aucune exception

A tous ceux qui ont participé de proche ou de loin à ma réussite.

Ouiza

Je dédie ce travail :

A mes parents et mes beaux-parents :

Merci pour votre compréhension, votre aide et votre amour.

Merci pour les valeurs que vous m'avez transmises, pour votre soutien tout au long de mes études ainsi que dans la vie.

*Une dédicace particulière à la lumière de ma vie, à celle qui a tout fait pour me mettre sur le chemin de la réussite, sans toi je ne saurais certainement pas ce que je suis aujourd'hui, que dieu le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur, **ma chère maman.***

*A celui qui a toujours été à mes côtés, **mon cher mari :***

Pour la patience et le soutien dont il a fait preuve tout au long de ces longues années d'études, Mille fois merci. Je t'aime.

*A mon cher fils **Safouane :***

Ma raison de vivre et ma source de volonté. Je ne tu diras jamais assez combien je t'aime mon fils. J'espère que tu seras fière de moi.

A ma grande mère :

Merci pour ton amour, ta tendresse et tous ce que tu avais fait pour moi. Que dieu tu préserve santé et longue vie.

*A mon grand-père **Ali :***

Ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que ce travail soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir. Que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A mes tantes et oncles :

Pour leurs encouragements et leurs conseils.

Baya

Je dédie ce travail à :

***Mes parents** : qui sont tout le bonheur de ma vie, ils m'ont toujours soutenu pour arriver là où je suis aujourd'hui.*

***Ma chère mère** merci pour ta protection, tes prières, tes sacrifices, ton amour, je sais que tu es fière de moi, je t'aime.*

***Ma sœur** ; ma vie ; tous les mots ne suffisent pas pour décrire ce que tu as fait pour moi merci pour ton soutien, ton encouragement durant les moments les plus difficiles, merci pour la joie que tu me fais ressentir chaque jour à ton côté .*

***Amir et Yasmine** vous êtes très précieux pour moi, je vous aime.*

Un grand merci à moi-même d'avoir supporté les malheurs de cette vie, et surmonter les obstacles et les difficultés, merci d'être patiente, merci.

Souad

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail

A mes chers parents, pour leurs efforts et leurs sacrifices durant toute ma vie, leurs encouragements et soutien pour persévérer jusqu'à l'aboutissement de ce travail. Qu'ils retrouvent dans ce travail l'expression de ma reconnaissance.

A mon cher mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve tout au long de ces longues années d'études, et à qui je voudrais exprimer mes affections et ma gratitude.

A mon fils Axel.

A mes beaux-parents.

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu.

Je dédie ce travail à :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mon cher frère, pour son appui et encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Houssam

A mon cher papa Meziane,

Permettez-moi de vous exprimer mon grand amour, mon attachement et ma plus haute considération pour votre personne. Je suis très fière d'être votre fille et de pouvoir enfin réaliser ce que vous avez tant espéré et attendu de moi. Vous n'avez jamais cessé de déployer tous vos efforts afin de subvenir à nos besoins, nous encourager et nous aider à choisir le chemin de la réussite. Votre patience, votre bonne volonté, vos conseils précieux ainsi que votre confiance en moi ont été pour beaucoup dans ma réussite. Cher père, veuillez trouver dans ce modeste travail, le fruit de vos sacrifices ainsi que l'expression de ma profonde affection et ma vive reconnaissance. Que dieu vous protège et vous garde.

A ma chère maman Feroudja,

Si dieu a mis le paradis sous les pieds des mères, ce n'est pas pour rien. Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

Tinhinane

Sommaire

Introduction.....	01
Première partie : théorique	
Chapitre I : Justification de l'irrigation.....	03
1 Rappel anatomique.....	04
1.1 La cavité pulpaire.....	04
1.2 La région apicale.....	05
1.3 Les variations anatomiques de l'endodonte.....	06
2 Les infections endodontiques.....	07
2.1 Définition de l'infection endodontique.....	07
2.2 Les types d'infections endodontiques.....	07
2.2.1 Infection intra radiculaire.....	07
A Infection intra radiculaire primaire.....	07
B Infection intra radiculaire secondaire.....	08
C Infection persistante.....	08
2.2.2 L'infection extra radiculaire.....	08
2.3 Les voies d'infection de l'endodonte.....	09
3. La composition de la flore endodontique en rapport avec l'infection endodontique ..	11
4 Le biofilm endodontique ..	12
4.1 Définition.....	12
4.2 Conséquences cliniques de la présence du biofilm.....	12
4.3 Les moyens de lutte contre le biofilm endodontique.....	13
4.3.1 La désintégration mécanique.....	13

4.3.2 La désintégration chimique.....	14
5 L'irrigation en endodontie.....	15
5.1 Définition de l'irrigation.....	15
5.2 Les objectifs de l'irrigation.....	15
5.2.1 Les objectifs mécaniques.....	15
5.2.2 Les objectifs biologiques.....	15
6 Les propriétés requises pour une solution d'irrigation idéale.....	15
6.1 Les propriétés chimique.....	15
6.2 Les propriétés physique.....	15
6.3 Les propriétés biologiques.....	15
Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique.....	16
1 L'hypochlorite de sodium.....	17
1.1 Mécanisme d'action de l'hypochlorite de sodium.....	17
1.2 Quelle concentration utiliser ?	18
1.3 Les avantages.....	19
1.4 Les inconvénients.....	20
1.5 Place dans l'irrigation.....	20
2 La chlorhexidine.....	21
2.1 Structure et mécanisme d'action.....	21
2.2 Les avantage.....	24
2.3 Les inconvénients.....	22
2.4 Place dans l'irrigation.....	22
3 Les chélateurs.....	23
3.1 Ethylen Diamine Tetraacetic Acide (EDTA).....	23
3.1.1 Mécanisme d'action.....	24
3.1.2 Les avantages.....	25
3.1.3 Les inconvénients.....	26
3.1.4 Place dans l'irrigation.....	27
3.2 Acide citrique.....	27
3.2.1 Les avantages.....	27

3.2.2 Les inconvénients.....	29
3.2.3 Place dans l'irrigation.....	28
3.3 Acide maléique.....	28
3.4 MDTA.....	28
3.4.1 Les avantages.....	29
3.4.2 Les inconvénients.....	30
3.4.3 Place dans l'irrigation.....	30
3.5 Dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa).....	30
3.5.1 Les avantages.....	30
3.5.2 Les inconvénients.....	31
3.5.3 Place dans l'irrigation.....	31
3.6 Le QMIX.....	31
4 Les autres solutions.....	31
4.1 L'Eau et sérum physiologique.....	31
4.2 Peroxyde d'hydrogène.....	32
4.2.1 Les avantages.....	32
4.2.2 Les inconvénients.....	32
4.2.3 Place dans l'irrigation.....	32
4.3 Les ammoniums quaternaires.....	32
4.4 Les dérivés iodés.....	33
4.4 L'ozone.....	33
5 Interaction entre les solutions d'irrigation.....	34
5.1 EDTA / Clona.....	34
5.2 Clona /chlorhexidine.....	34
5.3 EDTA /chlorhexidine.....	34
5.4 Clona / H ₂ O ₂	35
Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation.....	36
1. Dispositifs et techniques d'irrigation.....	37
1.1 Dispositifs d'irrigation manuelle	37
1.1.1 Le système seringue-aiguille	38
A Les seringues.....	39
B Les aiguilles.....	40
1.2 Dispositifs d'irrigation assistés.....	40

1.2.1 pression positive.....	40
A RinsEndo™.....	41
B Le SAF (Self-Adjusting file).....	42
C .Le Safety Irrigator (Vista Dental).....	43
1.2.2. A pression négativ.....	43
A Système EndoVac™.....	43
2 L'activation de la solution d'irrigation.....	44
2.1 L'activation manuelle	44
2.1.1 Méthode d'agitation avec un maitre cône de gutta percha.....	44
2.1.2 Agitation avec une seringue endodontique.....	45
2.2 Activation mécanique	46
2.2.1 Système d'activation sonore.....	46
A Endoactivator.....	47
B Irrigatys	48
2.2.2 Système d'activation ultra sonore.....	49
2.3 Activation photonique : (le laser).....	51
2.3.1 Généralités.....	51
2.3.2 Le laser Erbium-Yag.....	52
2.3.3 La désinfection par photo activation (DPA).....	52
3 Le protocole d'irrigation.....	53

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie..... 56

1 Injection tissulaire iatrogène d'une solution d'hypochlorite de sodium.....	57
2 Les causes liées aux variations anatomiques du patient	58
2.1 Extrusion d'hypochlorite de sodium au niveau du sinus maxillaire.....	59
2.2 Extrusion apicale d'un agent d'irrigation au niveau des tissus péri-radicaux.....	59
2.2.1 Extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical.....	66

A	Complications immédiates sans engagement du pronostic vital du patient.....	60
B	Complications immédiates avec engagement du pronostic vital du patient.....	61
C	Complications différées : complications neurologiques.....	61
2.2.2	Extrusion apicale d'EDTA.....	61
2.2.3	Extrusion apicale de peroxyde d'hydrogène.....	62
2.2.4	Extrusion apicale d'une solution de chlorhexidine.....	62
3	Réactions allergiques.....	63
3.1	Hypochlorite de sodium.....	63
4	Dommmages au niveau des yeux et de la peau.....	64
4.1	Hypochlorite de sodium.....	64
4.2	EDTA.....	65
4.3	Peroxyde d'hydrogène.....	65
4.4	Chlorhexidine.....	65
5	Rôle du médecin-dentiste en terme de prévention et traitement.....	66
5.1	Comprendre les étiologies d'un accident d'irrigation.....	67
5.2	Reconnaître un accident d'irrigation.....	67
5.3	Traitement spécifique de l'accident d'extrusion d'une solution d'irrigation au-delà du foramen apical.....	68

Deuxième partie pratique.

Etude de la pratique de l'irrigation endocanalaire , ainsi l'analyse de la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée au service d'odontologie conservatrice/endodontie CHU Tizi Ouzou.....	69
---	-----------

1. Objectifs d'étude.

1.1. Objectif principal.....	70
1.2. Objectifs secondaires.....	70

1.3. Collaborateurs.....	70
2. Matériel et méthode.	
2.1. Méthode.....	70
2.2.1 Type, population, lieu, date et durée de l'étude.....	70
2.2. Matériel.	
La fiche technique	71
3. Collection des données.....	71
3.1 Modalités de collecte des données.....	71
3.2 Traitement et analyse des données.....	72
4. Résultats.....	73
4.1. Caractéristique de la population d'étude.....	74
4.2. Matériels, produits et technique d'irrigation	75
4.3. Risques et méthodes de prévention.....	78
4.4. Résultats de l'étude des concentrations d'hypochlorite de sodium.....	80
5. Discussion	81
5.1 caractéristique de l'échantillonnage	81
5.2 Matériels, produits et technique d'irrigation.....	82
5.3. Risques et méthodes de prévention :.....	83
5.4 : Etude de la qualité de l'hypochlorite de sodium utilisée en endodontie au service d'OC/E.	84
5.4.1. La concentration de chlore dans les solutions d'hypochlorite de sodium.....	85
5.4.2. Préparation et conservation de la solution d'hypochlorite de sodium.....	85
6. Conclusion	87
7. Recommandations.....	89

Notations & Abréviations

AS : Agent sensibilisant

°C.A. : Le degré chlorométrique anglais

C_i = Concentration initiale

°C.F. : Le degré chlorométrique français

Cl₂ : Clore

CHX : Chlorhexidine

C_f = Concentration finale

CH₃COOH : Acide acétique

Dichloroisocyanurate de sodium :DCCNa

DPA : Désinfection par photo activation

DTPA : Diethylene triamine pentaacetic acid

EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique

H⁺ : Hydrogène

HOCl : Acide hypochloreux

OCl⁻ : Ion hypochlorite

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)

H₂O : Eau

I₂ : Di iode

KI : Iodure de potassium

LAD : Désinfection activée par la lumière

LT: Longueur de travail

LAI : Irrigation activée par laser

MTAD: Mixture of doxycycline citric acid and a detergent

NaOCl : Clona : Hypochlorite de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

NaCl : Chlorure de sodium

OCl⁻ : Hypochlorite

PCR : Réaction en chaîne par polymérase

PDT: Thérapie photo dynamique

pH : potentiel hydrogene

SAF: Self adjusting file

V_i = Volume initiale

V_f = Volume final

Liste des tableaux

- I. **Tableau 1** : La composition de la flore endo canalaire selon la pathologie péri apicale. (Siquira, 2002)
- II. **Tableau 2** : Les allergies à l'hypochlorite de sodium dans le cadre de l'irrigation au cours du traitement endodontique. (Caliskan MK, Turkun M, Alper S, 1994)
- III. **Tableau 3** : Les techniques de l'irrigation. (Partie pratique)
- IV. **Tableau 4** : La solution d'hypochlorite de sodium. (Partie pratique)

Liste des figures

Figure 1 : les composantes anatomiques principales de la cavité pulpaire. (Mahmoude Torabinedjad, 2006)

Figure 2 : schématisation de la région apicale. (Dr Chaabnia, 2019/2020)

Figure 3 : structure anatomique du système canalaire. (Vertucci, 1984)

Figure 4 : voies de contamination bactérienne de l'endodonte. (F Perez, 2015)

Figure 5 : schématisation d'un biofilm. (Jean Sébastien Gouet, 2011)

Figure 6 : Temps d'action nécessaire pour obtenir une culture négative d'*Enterococcus Faecalis*, d'après Gomes BP et al. (ADF)

Figure 7 : apparence typique de la smear-layer à gauche, et surface après élimination de la smear-layer avec une solution d'EDTA à 17% à droite (Dotto et al., 2007)

Figure 8 : élimination de la boue dentinaire par l'application de NaOCl, puis d'EDTA. (J dr haapasalo, 2011)

Figure 9 : boue dentinaire après l'instrumentation. (J.dr haapasalo, 2011)

Figure 10 : Schéma légendé d'une seringue. (www.googleimage.com)

Figure 11 : Différents types de seringue. (www.googleimage.com)

Figure 12 : Schéma d'une aiguille. (www.googleimage.com)

Figure 13 : 6 aiguilles différentes à bout ouvert (A, B et C) et à bout fermé (D, E et F) (www.googleimage.com)

Figure 14 : Endo Irrigation Needle par Transcodent. (EndoNeedles. Endo Irrigation Needles. <http://www.transcodent.de/en/brand/endoirrigation-needles/p/Product/show/double-side-vent.html> [5 Oct. 2014])

Figure 15 : système RinsEndo. (Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012)

Figure 16 : Instrument SAF avec système d'irrigation interne sur son contre angle. (Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012)

Figure 17 : Instrument SAF. (Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012)

Figure 18 : Utilisation clinique de l'SAF. (Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012)

Figure 19 : protocole d'utilisation du système EndoVac TM. (www.googleimage.com)

Figure 20 : désinfection de la zone apicale par la micro canule. (www.googleimage.com)

Figure 21 : Utilisation clinique du maitre cône avec un mouvement vertical de faible amplitude (www.googleimage.com)

Figure 22 : Visualisation de l'espace entre le maitre cône et les parois canalaires (ce qui permet une circulation de la solution d'irrigation) (Raphael Devillard, 2010)

Figure 23 : Système EndoactivatorTM et les différents inserts : petit (jaune), moyen (rouge) et large (bleu). (Raphael Devillard, 2010)

Figure 24 : Irrigatys. (<https://www.itena-clinical.com/fr/gamme-de-produits/endodontie/68-irrigatys.html>)

Figure 25: Inserts ultrasoniques : Irrisafe ® Soft Instrument. (www.googleimage.com)

Figure 26 : Système ultrasonique EndoUltraTM de chez Micro-Méga ®. (www.googleimage.com)

Figure 27: Schéma des turbulences acoustiques issues d'une lime ultra sonore. (www.googleimage.com)

Figure 28 : embout endodontique activé. (www.googleimage.com)

Figure 29 : générateur et une pièce à main. (www.googleimage.com)

Figure 30 : Schéma de la séquence d'irrigation. (Mise en forme canalair et irrigation :Maud Guivarc'h Thomas,Fabienne Pérez,Frédéric Bukiet

Figure 31 : Ecchymose extra orale 2 jours après l'injection iatrogène d'hypochlorite de sodium (0,5 ml à 3%) en regard des prémolaires mandibulaires (Robotta et Wefelmeier, 2011)

Figure 32 : schématisation du rapport dent/sinus (<http://www.medecine-etsante.com>).

Figure 33 : conséquences d'un accident d'extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical d'une première prémolaire maxillaire droite (Zhu et coll., 2013).

Figure 34 : décompression chirurgicale des espaces tissulaires par drainage et intubation afin de libérer les voies aériennes suite à l'accident d'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau de la dent 37 (Bowden et coll., 2006).

Figure 35 : complication immédiate faisant suite à l'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau de la dent 22. Le patient présente un œdème important sous mandibulaire gauche (Pelka et Petschelt, 2008).

Figure 36 : La fréquence des personnes selon la catégorie. (Partie pratique)

Figure 37 : Fréquence des personnes selon le sexe. (Partie pratique)

Figure 38 : Le type de seringue utilisée. (Partie pratique)

Figure 39: Volume d'hypochlorite utilisé après chaque passage d'instrument endodontique. (Partie pratique)

Figure 40 : Fréquence des volumes d'irrigants utilisés pour chaque canal. (Partie pratique)

Figure 41 : La technique d'injection adoptée. (Partie pratique)

Figure 42: Activation de la solution d'irrigation. (Partie pratique)

Figure 43 : Accidents liés à l'irrigation. (Partie pratique)

Figure 44 : Les concentrations d'hypochlorite de sodium utilisées au service d'OC/E. (Partie pratique)

Introduction

Introduction :

L'endodontie est une discipline de la médecine qui traite la morphologie, la physiologie, la pathologie de la pulpe et les tissus péri apicaux,. Son but fondamental est de préserver la dent dans un contexte biologique proche de la physiologie.

Le succès de la thérapeutique endodontique repose sur la triade endodontique suivante : nettoyage, mise en forme et obturation canalaire (1).

Pour Pertot et Simon (2), si les instruments mettent en forme le canal principal, ce sont les solutions d'irrigation qui assurent le nettoyage de l'ensemble du système canalaire. L'action mécanique des instruments de préparation canalaire permet l'élimination d'une partie des débris, mais ne peut être à elle seule garante d'un nettoyage et d'une antiseptie canalaire adéquats, la complexité de l'anatomie endodontique rend impossible l'action des instruments sur certaines surfaces canalaires et en particulier au niveau de zones inaccessibles (isthmes, ramifications) (2). C'est dans ce contexte que s'est développé un grand nombre de solutions d'irrigations afin de potentialiser la lutte antibactérienne et garantir une antiseptie efficace des canaux radiculaires.

Dans la première partie de notre mémoire (partie théorique), nous justifierons l'intérêt de l'irrigation dans le traitement endodontique, par présentation des généralités sur l'anatomie endodontique et l'infection endodontique.

Ensuite, nous étudierons chacun des irrigants actuels utilisés en endodontie. Nous essaierons de comprendre leurs mécanismes d'action, leurs avantages et inconvénients.

Nous verrons qu'il est important d'optimiser les agents d'irrigation et que différentes techniques nous permettent de potentialiser leurs actions.

Ainsi nous traiterons les complications et les différents accidents éventuels liés à l'utilisation de ces agents d'irrigation .

Dans la seconde partie de notre mémoire, nous allons mener d'une étude épidémiologique analytique descriptive au niveau de service d'odontologie conservatrice/ endodontie du CHU Tizi Ouzou. Cette étude sera basée sur un questionnaire qui sera remis au praticiens et au internes , dans le but d'étudier la pratique de l'irrigation endocanalaire , ainsi d' analyser de la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée au service .

Vers la fin, les méthodes d'analyses utilisées dans l'étude seront décrites, puis les résultats seront présentés, discutés et suivis des recommandations visant améliorer les moyens d'irrigation à la clinique dentaire , à guider le praticien en termes de nettoyage et de désinfection canalaire et de guider les assistants dentaire en terme de préparation et de conservation de la solution d'hypochlorite de sodium.

Chapitre I :

Justification de l'irrigation en endodontie

CHAPITRE01: Justification de l'irrigation

1 Rappel anatomique :

1.1 La cavité pulpaire :

La cavité pulpaire est délimitée par la dentine, cet espace est inextensible. Elle est divisée en une portion coronaire (la chambre pulpaire) et une portion radiculaire (le canal radiculaire). D'autres entités anatomiques comprennent les cornes pulpaires, les orifices d'entrée des canaux et les foramens apicaux (3) .

Il existe plusieurs types de canaux radiculaires :

- Les canaux principaux: ils partent de la chambre pulpaire et se terminent dans la région apicale;
- Les canaux latéraux : ils partent du canal principal et se terminent à distance de la région apicale. Pour les molaires, ils peuvent exister au niveau de la furcation: ils relient alors la pulpe camérale à la région inter-radiculaire. Ce sont les canaux latéraux inter-radiculaires;
- Les canaux terminaux (ou apicaux) : ils partent du canal principal et se terminent dans la région apicale. On les trouve uniquement au niveau du tiers apical de la racine (4).

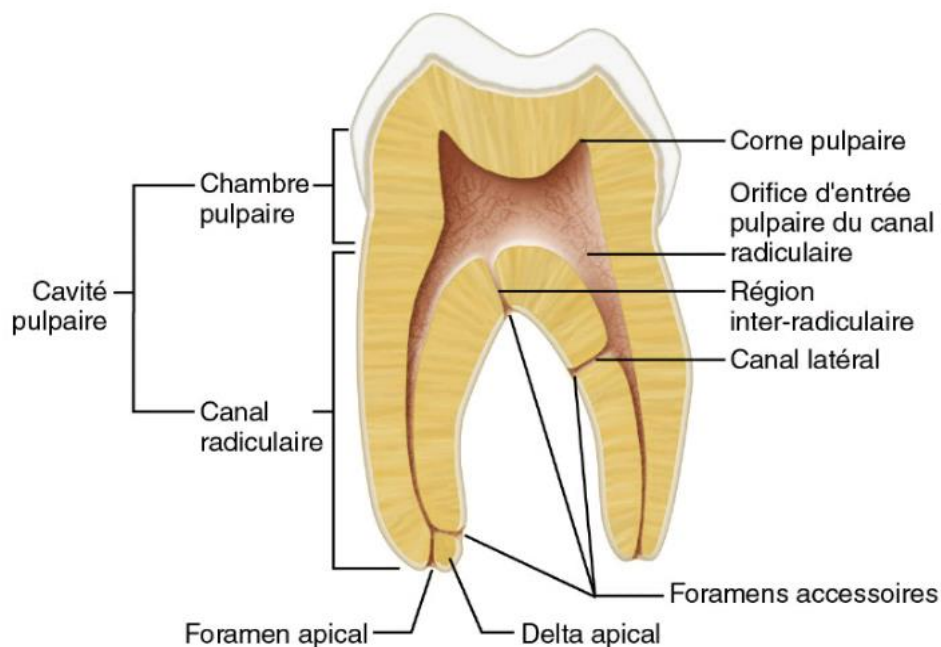


Figure (1) : les composantes anatomiques principales de la cavité pulpaire (3).

CHAPITRE01: Justification de l'irrigation

1.2 La région apicale :

Kutteler considère le canal dentaire formé de deux cônes :

- **Un long cône dentinaire:** dont la base est coronaire et le sommet est la jonction cémento dentinaire.
- **Un petit cône cémentaire:** dont le sommet est la jonction cémento dentinaire et la base est le foramen apical.

Plusieurs structures anatomiques sont identifiables dans cette région :

- **Foramen apical:** c'est la sortie principale du canal vers le parodonte.
- **Apex radiologique:** c'est l'image projetée sur un support radiologique de la limite radiculaire la plus éloignée de la couronne.
- **Apex anatomique:** c'est le point apical le plus extrême à la surface de la racine.
- **Constriction apicale:** c'est la zone la plus rétrécie du canal où la pulpe se termine et le parodonte commence (5).

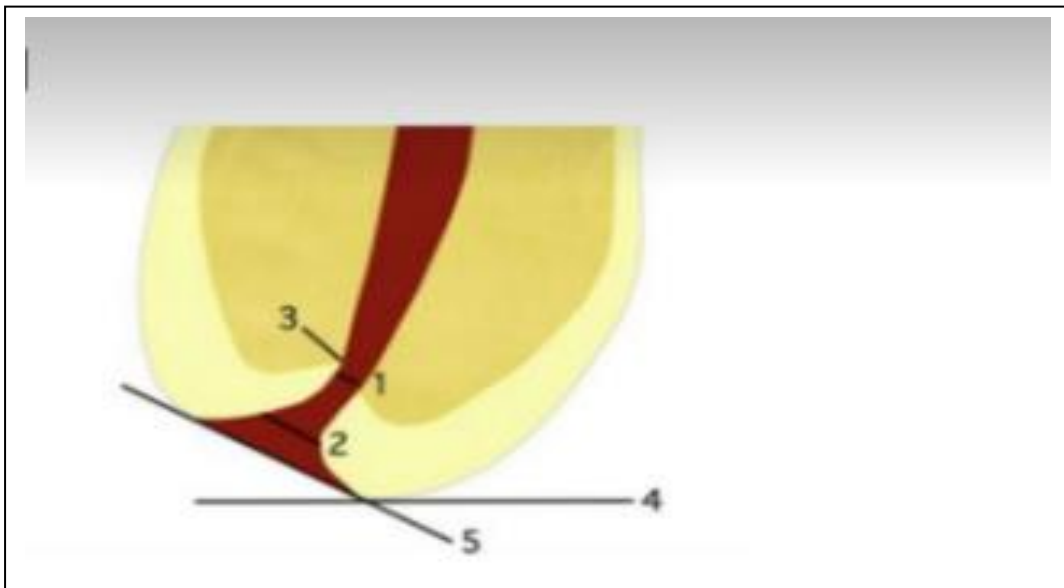


Figure (2) : Les différentes zones anatomiques du tiers apical (5).

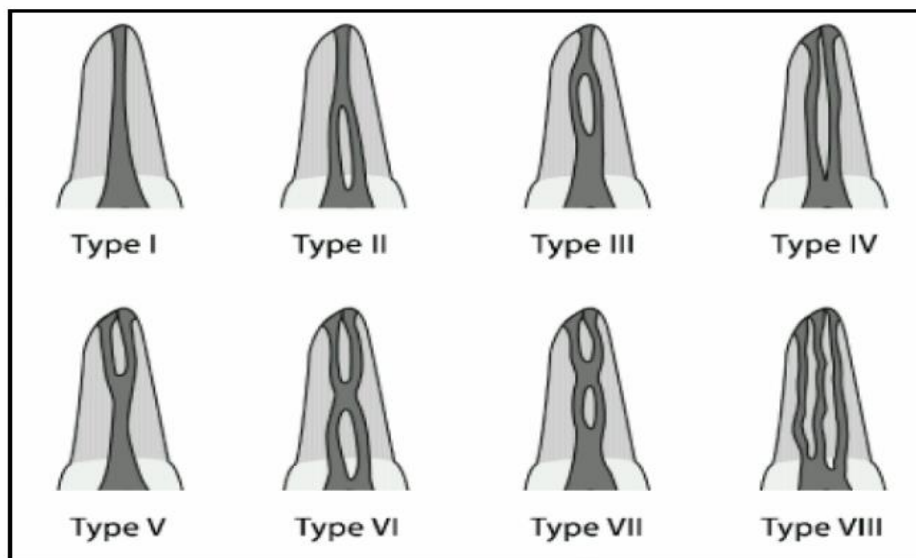
- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1. Constriction apicale | 2. Foramen apical |
| 3. Jonction cémento-dentinaire | 4. Apex radiologique |
| | 5. Apex anatomique |

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

1.3 Les variations anatomiques de l'endodonte :

La localisation de la cavité pulpaire radiculaire est une opération qui précède le nettoyage, alors la connaissance des variations les plus courantes de l'anatomie interne est importante. Les canaux radiculaires prennent des chemins différents dans la région apicale, ils peuvent se ramifier, se diviser et se rejoindre. Traditionnellement, les cavités pulpaires radiculaires sont catégorisées en quatre types fondamentaux. Cependant, en utilisant des techniques précises, Vertucci et Al ont identifié quatre variations encore plus complexes et inhabituelles en total de 8 configurations spatiales qui sont : (3)

- Type I: un seul canal avec un seul orifice et un seul foramen apical (1-1).
- Type II: deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale (2-1).
- Type III: canal unique se divisant en deux dans la partie moyenne; les deux canaux se rejoignent dans le tiers apical pour (1-2-1).
- Types IV: deux canaux restant distincts jusqu'au tiers apical (2-2).
- Types V: un canal se divisant en deux canaux dans le tiers moyen ou apical (1-2).
- Types VI: deux canaux se rejoignant dans le tiers moyen, puis se redivisant dans le tiers apical (2-1-2).
- Types VII: un seul canal se divisant, puis se rejoignant et se divisant à nouveau (1-2-1-2).
- Types VIII: trois canaux restant distincts jusqu'au tiers apical (3-3) (6).



Figure(3) : configuration canalaire (Vertucci, 1984). (7)

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

2 Les infections endodontiques :

Antoni van Leeuwenhoek (XVII) savant néerlandais un des premiers microscopistes, c'est l'un des précurseurs de la biologie cellulaire et de la microbiologie, mis en évidence la contamination de l'endodonte par les microorganismes (8).

W.D.Miller est considéré comme le père de la microbiologie orale. Il est l'auteur de livre : « microorganisme of Human Mouth » qui est devenu la base de microbiologie dans les états unis. Il fut le premier à observer la relation entre les bactéries et l'infection endocanalaire (1890) (8).

2.1 Définition de l'infection endodontique :

L'infection endodontique est une infection polymicrobienne qui résulte soit d'une nécrose septique de la pulpe par passage de bactéries vers l'endodonte, soit de l'infection d'une pulpe nécrosée par colonisation secondaire de l'endodonte (9).

2.2 Les types d'infections endodontiques :

La classification des infections endodontiques peut être définies en fonction du site anatomique de leur localisation à savoir : intra radiculaire ou extra radiculaire .Les infections intra radiculaires peuvent à leur tour, être subdivisées en trois catégories : infection primaire, secondaire ou persistante selon le moment pendant lequel les micro-organismes responsables s'installent eux-mêmes dans le canal radiculaire (5).

2.2.1 Infection intra radiculaire :

A) Infection intra radiculaire primaire :

Elle est due à la colonisation initiale de la pulpe nécrosée par des micro-organismes .Les micro-organismes responsables peuvent être engagés à un stade précoce de l'invasion pulpaire culminant à l'inflammation et à la nécrose future, ou bien ils peuvent s'installer plus tard en exploitant les avantages des conditions de l'environnement du canal après la nécrose pulpaire. Elle se caractérise par un groupement mixte de 10 à 30 espèces bactériennes au nombre de 10^3 à 10^8 cellules par canal (3)(10).

La flore fluctue en fonction de la pathologie péri apicale associée : elle est la conséquence d'un nombre restreint et souvent de prédominance de bactéries gram négatifs (dialister, porphyromonas,prevotella ,fusobacterium,campylobacter,pyramidobacter,caronella,selenomona s,centipedda,veillonella,megasphaera,treponea) (11).

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

B) Infection intra radiculaire secondaire:

Elle est causée par des microorganismes qui n'étaient pas présents au moment de l'infection initiale, mais qui ont été introduits dans la cavité pulpaire radiculaire à un certain moment, pendant ou après l'intervention professionnelle. Cette introduction peut se produire pendant le traitement (suite à la plaque dentaire résiduelle, le tartre, ou les caries des couronnes, contamination par les instruments et les solutions endodontiques), entre les rendez-vous (suite à la perte de matériaux de restauration ou à la restauration temporaire non étanche ; fracture d'une structure dentaire ; ou dans une dent laissée ouverte pour faciliter le drainage), ou encore après l'obturation des canaux (par perte ou absence d'étanchéité des restaurations temporaires ou définitives, des caries récurrentes exposants le matériau d'obturation des canaux radiculaires (3) (10).

L'infection secondaire présente une proportion équivalente des aérobies et des anaérobies mais avec une prédominance à gram positif (par exemple les espèces streptococcie, lactobacille, enterococcus foecalis, parvimonas micra, propionibacterium..). Le nombre d'espèces bactériennes est limité à deux ou trois en général (12).

C) Infection intra radiculaire persistante :

Les infections persistantes sont causées par des micro-organismes issus soit d'une infection primaire, soit d'une infection secondaire. Ces bactéries sont résistantes aux procédures de traitement de canal antimicrobien et adaptées à endurer de longues périodes de carence nutritive dans un canal préparé (10).

Du fait de l'importance de la sélection bactérienne qui s'opère au sein du canal, la flore est composée d'un petit nombre s'espèces voire une seule .Les grams positifs prédominent et les champignons sont retrouvés en grand nombre (11).

2.2.2 L'infection extra radiculaire :

L'infection extra radiculaire est caractérisée par l'invasion microbienne des tissus péri radiculaires enflammés .C'est une séquelle de l'infection intra radiculaire. La forme la plus commune d'infection extra radiculaire dépendante de l'infection intra radiculaire l'abcès apical aigu. La forme la plus commune de l'infection extra radiculaire qui peut être indépendante de l'infection intra radiculaire est l'actinomyose apicale, provoquée par des espèces d'Actinomycozes ou par propiobacterium propionicum. La question de savoir si l'infection extra radiculaire dépend ou non de l'infection intra radiculaire a une implication thérapeutique directe puisque l'une (l'infection intra radiculaire) peut être traitée avec succès par un traitement endodontique orthograde tandis que la seconde ne peut être traitée que par chirurgie (3).

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

2.3 Les voies d'infection de l'endodonte:

Les tissus durs de la dent agissent comme une barrière mécanique qui évite l'invasion microbienne vers la pulpe. Quand cette barrière est détruite, de façon partielle ou complète, les micro-organismes peuvent pénétrer et induire une inflammation pulpaire puis sa nécrose avec la possibilité d'atteindre les structures péri-apicales (13).

Au stade de la nécrose pulpaire, les bactéries vont coloniser l'endodonte. Plusieurs voies d'accès sont possibles (13).

2.3.1 Par ouverture de la chambre pulpaire :

La voie la plus fréquente de pénétration des micro-organismes de la flore buccale est transcoronaire ; elle permet aux bactéries de la salive et de la plaque dentaire d'accéder directement à l'endodonte. Cette communication est la résultante d'une carie, d'un traumatisme, concernant la pulpe ou d'une manœuvre iatrogène (13).

A partir d'une cavité de carie, les bactéries présentes dans la lésion carieuse vont pénétrer dans les tubuli dentinaires et gagner ainsi l'endodonte. Ces tubuli sont une voie principale de colonisation de l'endodonte, en tenant compte que la taille moyenne des bactéries (1 à 3µm) est inférieure au diamètre des tubuli (quelques microns) (13).

L'ouverture des tubuli peut être provoquée par :

- Une carie ou une fracture dentinaire a distance de la pulpe.
- La mise à nu des tubuli après taille des cavités dans un milieu contaminé (salive).
- Des restaurations défectueuses non étanches.
- L'attrition due à la mastication ou l'abrasion.
- Une dénudation radiculaire (par la suite d'un surfaçage curetage agressif par exemple) (13).

2.3.2 Par des anomalies de la dent :

Toutes les malformations (fissures, fêlures, érosions, abrasions) qui ouvrent les tubuli au milieu salivaire sont susceptibles de favoriser une agression bactérienne de la pulpe (13).

2.3.3 Autres voies :

A) Par une lésion du parodonte :

Les bactéries présentes dans la poche peuvent rejoindre l'endodonte par les canaux accessoires et/ou le foramen apical (13).

B) Par voie générale, par anachorèse :

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

Cette voie est toujours un sujet de controverse mais une bactériémie transitoire peut être produite par des traumatismes, des procédures parodontales, au cours desquels les microorganismes circulants sont attirés vers le tissu pulpaire déjà enflammé et peuvent le coloniser (13).

La bactériémie produite permet le passage de germes par l'orifice canalaire depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cavité endodontique où ils se développent ; la nécrose de la pulpe, d'abord stérile (nécrobiose), s'infecte secondairement par anachorèse. Un traumatisme sans fracture, ayant entraîné une mortification aseptique, peut être suivi d'une fixation de bactéries véhiculées par le sang ; ainsi explique-t-on la présence d'une infection bactérienne dans des dents indemnes de toute lésion mais ayant des antécédents de traumatisme. À l'origine de cette bactériémie, on trouve le plus souvent des foyers infectieux bucco-dentaires, aigus ou chroniques, tels que les poches parodontales, les abcès alvéolaires (13).

La fixation bactérienne peut se produire dans les 30 minutes qui suivent la bactériémie si la pulpe présente une inflammation. La contamination primitive de la pulpe par voie sanguine (pulpite hémotogène ou gangrène) semble exceptionnelle, elle n'apparaît que dans des cas de maladie générale pyogène ; les autres cas ne seraient que des coïncidences (13) .

La notion de bactériémie est bien connue chez l'humain. Cependant, les bactéries sont généralement éliminées de la circulation sanguine et le fait que certaines espèces sont rarement retrouvées dans les dents traumatisées sème un doute sur la possibilité d'anachorèse comme voie de contamination d'une pulpe nécrosée (13).

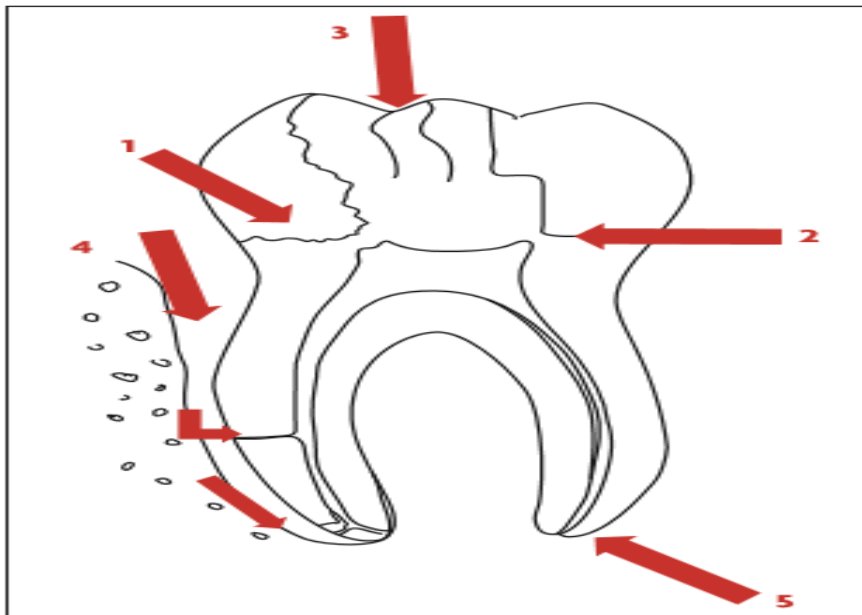


Figure (4) : Voies de contamination bactérienne de l'endodonte. (8)

3 La composition de la flore endodontique :

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

Ce n'est qu'avec l'utilisation des techniques de biologie moléculaire (PCR) que ces espèces ont commencé à être identifiées, conduisant à totalement réévaluer la taxonomie bactérienne et la composition de la flore canalaire (14).

Chaque individu peut potentiellement posséder 100 à 200 espèces différentes dans la cavité buccale sur un total d'environ 800 espèces identifiées actuellement dans la flore buccale humaine. Or seul un petit nombre d'espèces a la capacité à coloniser l'endodonte. Il faut donc qu'une sélection très stricte des espèces bactériennes s'opère au sein du canal. Cette sélection est réglée par des déterminants écologiques physico-chimiques : pH, humidité, température, potentiel rédox ; d'adhésion, d'agrégation, de coagrégation et nutritionnels qui s'établissent entre les microorganismes de la microflore orale (14).

La composition de la flore endodontique varie ainsi dans le temps en fonction de la localisation endo-canalaire (coronaire ou apicale), des conditions nutritives, de l'oxygénation ou du type d'infection en présence (14).

Infections initiales		Infections secondaires ou persistantes.	Infections extra radiculaire
Lesion chronique periradiculaire	Abcès péri apical aigu		
Gram-positifs Bacteroides Treponema peptostreptococcus streptococcus Eubacterium Actinomyces Grams- négatifs campylobacter prevotella porphyromonas fusobacterium	Gram-positifs Porphyromonas Treponema Fusobacterium Bacteroides Prevotella Grams- négatifs Streptococcus Peptostreptococcus	Gram-positif Enterococcus Actinomyces Streptococcus Propionibacterium Staphylococcus Gram négatif Pseudomonas candida	Gram- positif Propionibacterium Actinomyces Propionibacterium Gram négatif Propionibacterium

Tableau 1 : La composition de la flore endo canalaire selon la pathologie périapicale d'après Siquira ,2002 (14).

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

4 Le biofilm endodontique

4.1 Définition.

La présence du biofilm au niveau canalaire a été identifiée par Nair(1987) (3), même si ce terme n'était pas encore utilisé. La découverte au niveau apical, en microscopie à transmission, d'îlots bactériens auto agrégés d'un même type ou de communauté de types variés co-agrégés ,laissait supposer que les bactéries ne vivaient pas uniquement au seins du canal à l'état planctonique en suspension mais qu'elles s'organisaient en communauté pour constituer un arrangement bactérien en plusieurs couches adhérent aux parois canalaire ou radiculaire (11).

Un biofilm est une communauté structurée de bactéries, enrobées dans une matrice extra polymère qu'elles produisent, adhérent à une surface biologique ou non .Il est composé de 15% de bactéries et de 85% de matrice(6).

Le biofilm se forme au niveau des tubuli dentinaires, de la paroi canalaire ou à l'extrémité radiculaire. Il est généralement multi espèces, d'épaisseur et de composition variable et peut se minéraliser (9).

4.2 Conséquences cliniques de la présence du biofilm:

Le biofilm est une barrière contre les facteurs extérieurs .Dès l'instant ou les bactéries orales constituent un biofilm, elles sont confrontées à l'oxygène, l'immunité de l'hôte ou les agents antimicrobiens qui forment une barrière unie. Leur comportement par rapport à des bactéries planctoniques dans un même environnement est alors complètement modifié (14).

La différence la plus notable est certainement une tolérance accrue aux agents antimicrobiens. Selon Sedlacek et Waker (2007), la concentration nécessaire d'un antibiotique pour inhiber la croissance de souches bactérienne dans un biofilm serait 250 fois plus importante que pour les mêmes souches à croissance planctoniques (14).

Il existe trois mécanismes de résistance mis en place par les bactéries du biofilm qui sont les suivants :

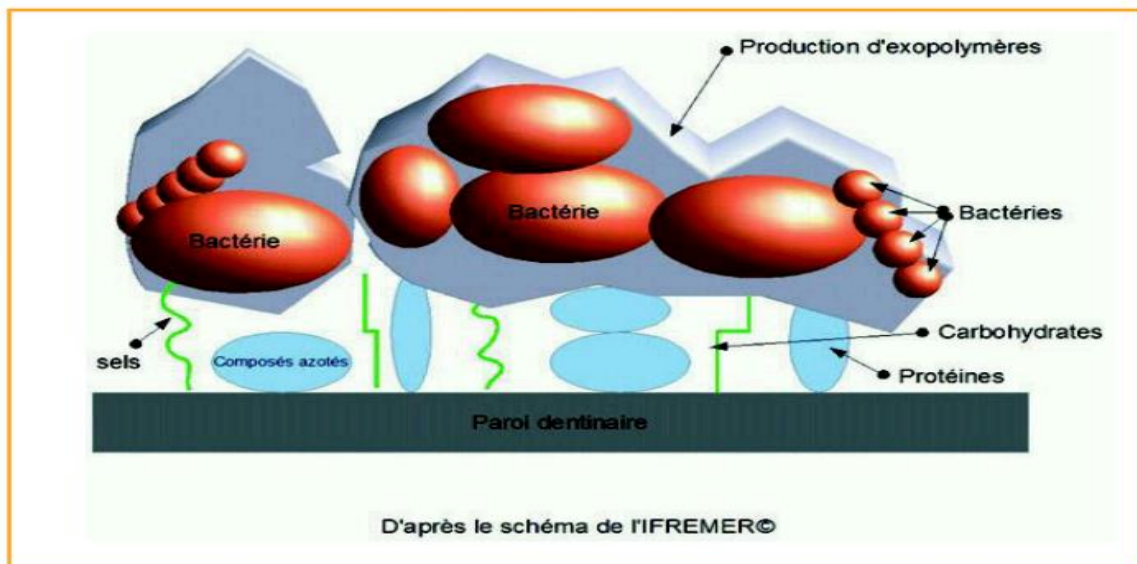
- Matrice extracellulaire du biofilm limite la diffusion des agents antimicrobiens.
- La croissance à l'intérieur du biofilm est plus lente, ce qui favorise la croissance.
- Le biofilm contient des facteurs de résistance comme les beta-lactamases qui provoquent la dégradation des antibiotiques à cycle bêta-lactame.

Des bactéries sensibles aux antibiotiques peuvent aussi acquérir une résistance à un antibiotique par un transfert horizontal de gènes ; l'échange d'ADN se fera alors par conjugaison, transduction ou transformation (14).

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

Par conséquent, la structure et le mode de fonctionnement du biofilm lui permettent d'établir un ensemble de stratégies pour résister aux antibactériens :

- Par faible pénétration dans les couches du biofilm grâce au gradient de diffusion.
- Par altération de micro-environnement qui laisse les bactéries en phase stationnaire.
- Par induction de modification génétique et biochimique en réponse au stress rencontré par les modifications de l'environnement.
- Par la présence de bactéries persistantes qui sont des cellules dormantes (14).



Figure(5) : Schématisation d'un biofilm (6).

4.3 Les moyens de lutte contre le biofilm endodontique

Depuis que les biofilms endodontiques sont censés être responsables de la plus part des échecs thérapeutiques. Il est légitime de chercher à les éliminer lors de nos traitement ou retraitements. Différentes méthodes peuvent être employées de façon alternée ou concomitante.

4.3.1 La désintégration mécanique

Cette méthode très imparfaite puisque plus de 35% des parois ne sont pas instrumentées, elle n'en demeure pas moins indispensable dans l'élimination du biofilm. Elle permet d'aménager un espace nécessaire aux produits de désinfection chimique pour accéder au biofilm dans des zones moins ou non instrumentées (16).

L'approche scandinave vise à exploiter au mieux ce moyen, en élargissant le diamètre apical. Techniquement cela consiste à créer une boîte à distance des tissus péri apicaux tout en espérant désinfecter les derniers millimètres du canal non instrumenté (6).

L'approche américaine, quant à elle consiste à maintenir le diamètre foraminaux du canal le plus étroit possible proche de son diamètre original. Les objectifs sont ici plus mécanistes: favoriser

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

et optimiser la circulation et le renouvellement de la solution d'irrigation dans le canal, et obtenir un bon contrôle de l'obturation grâce à la conicité apicale (6).

L'étude de l'anatomie endodontique montre cependant les limites de ces deux approches, puisque ni les isthmes, ni les deltas apicaux et latéraux ne seront réellement concernés par l'instrumentation elle-même (17).

4.3.2 La désintégration chimique se fait par :

Les solutions d'irrigation :

Les principaux antibactériens en solutions d'irrigation les plus mis en disposition sont (hypochlorite de sodium, EDTA, chlorhexidine) (9).

L'hypochlorite de sodium à 2% actuellement la solution la plus efficace par son action antiseptique et par son action solvante sur la matrice extra polymère (9).

La chlorhexidine, n'est pas plus efficace que NaOCl mais peut diminuer le nombre des bactéries (9).

L'EDTA par son action anti-biofilm en diminuant la disponibilité de fer qui limiterait l'attachement de biofilm aux parois (9).

Médication :

L'hydroxyde de calcium trouve toute sa place en endodontie pour son effet bactéricide conféré par son PH alcalin et sa capacité biologique de réparation et de reminéralisation.

Il agit par un mécanisme chimique impliquant la libération des ions d'hydroxydes (OH⁻) qui entraînent une altération de la membrane cytoplasmique une suppression de l'activité enzymatique des bactéries et une inhibition de la réplication de l'ADN. Toutefois, ces effets ne sont possibles que si la molécule entre en contact avec les bactéries d'où la nécessité d'introduire le médicament jusqu'au tiers apical.

Il agit également par un mécanisme physique en créant une barrière qui prévient l'invasion microbienne entre les séances du traitement (18).

5 L'irrigation en endodontie

5.1 Définition de l'irrigation :

L'irrigation est définie comme un processus de rinçage du système canalaire avec des solutions spécifiques dans le but de diminuer la charge microbienne (17).

En 1859, TAFT fut le premier qui a revendiqué l'irrigation lors d'un traitement canalaire (17).

Diverses solutions et techniques ont évolué au cours des 50 dernières années, toutes visant à améliorer l'irrigation et à produire un canal plus propre (17).

CHAPITRE I: Justification de l'irrigation

5.2 Les objectifs de l'irrigation :

5.2.1 Les objectifs mécaniques :

- Lubrification des parois canalaire pour faciliter le passage des instruments et prévenir des risques d'obstruction canalaire et de fracture instrumentale (9) (19).
- Elimination par rinçage les débris en suspension ; débris organiques du système canalaire et débris minéraux dentinaire générée par l'action instrumental (9).

5.2.2 Les objectifs biologiques :

- Dissolution des débris organiques des zones non accessibles aux instruments et élimination de la boue dentinaire (19).
- Désinfection du système canalaire par élimination de bactéries présentes ou pouvant être introduites durant la procédure par une action antiseptique (9) (19).

6 Propriétés requises d'une solution d'irrigation idéale.

6.1 Les propriétés chimiques :

- dissolution des matières organiques telles que le collagène de la dentine, tissu pulpaire et le biofilm.
- Dissolution du tissu inorganique. (dentine)
- Bactéricide et bactériostatique, également efficace contre les champignons et les spores.

6.2 Les propriétés physiques :

- Action de rinçage.
- Lubrifiant, doit réduire les frottements lors de l'instrumentation.
- Une faible tension superficielle qui permet de pénétrer dans le système canalaire (20).

6.3 Les propriétés biologiques :

- Faible toxicité, ne doit pas être toxique pour les tissus péri radiculaires.
- N'engendre pas allergies (20).

6.4 Autres :

- Facilité application.
- Cout pas trop élevé (20).

Chapitre II :
Les solutions
d'irrigation
endodontique

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

1 L'hypochlorite de sodium :

Le chimiste Suédois Scheele découvre le chlore en 1774. Claude Louis Berthollet étudie quelques années plus tard les propriétés décolorantes du chlore et en tire un procédé de blanchiment des toiles utilisant une solution de chlorure et d'hypochlorite de potassium. Il vient d'inventer le « lessive de berthollet », bientôt dénommée « l'eau de javel » par suite à la localisation de son premier site de production « la manufacture de produits chimiques » construite dans le village de Javel à Paris (21).

En 1820, le pharmacien Antoine Germin Labarraque étudie les actions désinfectantes des dérivés chlorés et des hypochlorites de potassium et de sodium qu'il appelle « liqueur de Labarraque (21).

En 1900, l'eau de javel est appelé hypochlorite de potassium et l'eau de de Labarraque l'hypochlorite de sodium. Plus tard le procédé de fabrication a remplacé le potassium par le sodium sans changement de nom (21).

Une version tamponnée par du bicarbonate de soude est concentrée à 0.5% (à Ph = 9) a été plus tard proposé par Dakin comme désinfectant médical au cours de la première guerre mondiale (21).

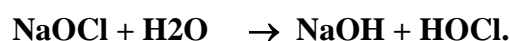
La première mention de l'hypochlorite de sodium dans un ouvrage de dentisterie est faite par Coolidge (1919), mais son utilisation en solution d'irrigation canalaire est recommandée pour la première fois par Walker en 1936 (21).

1.1 Mécanisme d'action de l'hypochlorite de sodium :

L'hypochlorite de sodium est traditionnellement formé en portant à l'ébullition du chlore sous forme gazeuse (Cl₂) à travers une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), pour obtenir d'hypochlorite de sodium (NaClO), du chlorure de sodium (NaCl) et de l'eau (H₂O) ; selon l'équation suivante : (22)



En solution aqueuse (l'eau) : l'hypochlorite de sodium se dissocie pour former l'acide hypochloreux (HOCl), selon l'équation suivante (HOCl=acide hypochloreux) : (20)



En milieu basique : cet acide hypochloreux se dissocie à son tour en ions d'hypochlorite selon l'équation suivante : (22)



Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Les deux formes HOCl et OCI^- sont en équilibre et déterminent la concentration du produit qui est exprimée en « chlore actif » ou « chlore disponible ». Le niveau de ce dernier est directement lié au PH de la solution. Ces deux formes actives qui sont responsables des effets antimicrobiens et solvants de la solution (22) (23).

On interprétant ses réactions chimiques, on peut en déduire que l'hypochlorite de sodium possède ses réactions :

Réaction de saponification : l'hypochlorite de sodium agit comme un solvant des graisses et des matières organiques en dégradant les acides gras qui sont transformés en sels d'acides gras (savons) et un glycérol (alcool), réduisant ainsi la tension superficielle de la solution (22).

Réaction de neutralisation : l'hypochlorite de sodium neutralise les acides aminés en formant de l'eau et un sel (22).

Réaction de chloramination : la perte des ions hydroxyle induit une réduction du pH. En présence de matières organiques, l'acide hypochloreux présent dans les solutions d'hypochlorite libère du chlore qui, combiné au groupe de protéines aminées, forme des chloramines qui perturbent le métabolisme cellulaire (22).

Les réactions de saponification, de neutralisation des acides aminés et la chloramination déclenchent le processus de dissolution tissulaire et l'effet antibactérien (22).

1.2 Quelle concentration utiliser?

Les solutions les plus couramment utilisées sont concentrées à 0.5%, 1%, 2.5% ou 5%. La concentration idéale à utiliser reste discutée. Si certains préfèrent des concentrations faibles pour limiter l'effet cytotoxique en cas de contact avec les tissus péri-apicaux d'autres au contraire choisiront des solutions plus concentrées afin d'optimiser l'efficacité de la solution à volume constant. La concentration de 2.5% ou de 3% semble être un bon compromis. À une concentration inférieure à 1% (tel que le dakin), la solution conserve son action antiseptique, mais perd son activité solvante. C'est la raison pour laquelle elle n'est pas conseillée en endodontie (7).

L'ajout d'un surfactant (Tween ou NH_4^+ par exemple) permettrait d'améliorer la mouillabilité du produit sur les parois radiculaires et d'optimiser ainsi l'efficacité de la solution (22).

Plus que la concentration de la solution, il apparaît dorénavant que c'est son renouvellement permanent qui influe sur la qualité de la désinfection. Néanmoins, une concentration de 6% serait efficace sur le biofilm (22).

À concentration égale, il est possible d'optimiser l'efficacité de la solution, en la chauffant par exemple. Le réchauffage d'une solution de 1% à 45°C présente une action antibactérienne 100 fois plus importante qu'à 20°C et son pouvoir solvant est équivalent à celui d'une solution de 5% à 20°C. À partir de cette observation, des réchauffeurs de seringues ont été proposés (Vista Dental). Un bain-marie du type chauffe-biberon peut parfaitement être utilisé pour conserver les

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

seringues d'hypochlorite de sodium à 60°C tout au long du traitement endodontique. Aucune action de la température sur la stabilité de la solution n'a été observée (22).

Il faut néanmoins noter que malgré le réchauffage, dès que la solution est amenée sur le canal, sa température redescend très rapidement pour atteindre celle de l'organisme et l'effet recherché par le réchauffage, s'il est indéniable, est nécessairement limité par l'impossibilité de maintenir cette température in situ (22).

Conservation de l'hypochlorite de sodium :

L'hypochlorite de sodium en solution aqueuse est une solution instable. Il est donc nécessaire d'utiliser des solutions fraîches en respectant la date de péremption. La réaction de dégradation et la suivante :



Cette réaction est d'autant plus rapide que la solution est concentrée. Lorsque la solution est stockée, elle doit donc l'être à la dilution d'utilisation et non sous forme concentrée. Quelle que soit la concentration de la solution utilisée, elle sera conservée dans un flacon opaque, à l'abri de la chaleur pendant un délai raisonnable (inférieur à 3 mois) (11).

1.3 Les avantages :

Action antibactérienne :

C'est un agent antibactérien à large spectre efficace contre les bactéries mais également contre les spores, levures et virus (25). Ce dernier s'avère efficace contre la majorité des germes impliqués dans les échecs endodontiques (26). Une concentration d'hypochlorite de sodium comprise en 0,5 et 5% possède une activité bactéricide sur *Candida albicans* (27). Mais il est nécessaire d'obtenir un temps de contact suffisant afin de garder l'efficacité (Sassone et coll., 2008) et de renouveler fréquemment la solution d'irrigation (28).

En effet, d'après Gomes et collaborateurs en 2001, un temps de contact de 10 à 30 minutes est indispensable afin d'obtenir une activité bactéricide sur l'ensemble de la flore bactérienne endodontique avec une concentration d'hypochlorite de sodium comprise entre 0,5 et 2,5 %. Le temps d'action nécessaire pour obtenir une culture négative d'*Enterococcus faecalis* est de 10 minutes pour une concentration d'hypochlorite de sodium à 2,5% (11).

Hypochlorite de sodium à 0.5%	30 min
Hypochlorite de sodium à 1.0%	20 min
Hypochlorite de sodium à 2.5%	10 min
Hypochlorite de sodium à 4.0%	5 min

Figure (6) : Temps d'action nécessaire pour obtenir une culture négative d'*Enterococcus Faecalis*, d'après Gomes BP et all (11).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Action solvante :

L'hypochlorite de sodium possède une vraie action solvante sur les matières organiques, ce qui lui donne une place de choix dans les solutions d'irrigation. On obtient donc grâce à lui une dissolution rapide (dès les premières minutes) des protéines, des résidus pulpaire, des composants organiques dentinaires et de la trame organique de la smear layer (22).

Action lubrifiante :

L'hypochlorite de sodium est aussi un excellent lubrifiant avec une mouillabilité élevée.

Il va permettre de diminuer les contraintes en torsions des instruments nickel-titane et augmenter ainsi leur pouvoir de coupe (8).

Action antibiofilm :

Plusieurs études ont montré que seul l'hypochlorite de sodium (à partir de 2,25%) serait capable de perturber et de détruire la flore bactérienne canalaire organisée en biofilm ; il permet d'éliminer le biofilm d'*E-faecalis* in vitro en moins de 10 minutes. L'action chimique de la solution peut être combinée à une agitation mécanique afin de faciliter sa désorganisation (9) (29) (30).

Cout :

L'hypochlorite est la solution la plus économique des produits à usage dentaire. Le cout de préparation et de conditionnement est plus important que le cout de la solution elle-même (31).

1.4 Les inconvénients :

Toxicité :

Les solutions d'irrigation sont susceptibles de franchir le foramen apical et d'entrer en contact avec les tissus vivants. Mais cliniquement, une solution d'hypochlorite de sodium entre 0.5% et 2% peut être utilisée en toute sécurité (22).

La majorité des auteurs préconisent des dilutions variant de 1% à 5.25% et des techniques d'irrigation appropriées (22).

Instabilité de la solution :

Plusieurs facteurs peuvent entraîner sa détérioration : le temps, la température, la contamination par les ions métalliques et l'exposition à la lumière (shen et al).

Absence d'action chélatante :

Il n'a aucune propriété chélatante et ne permet pas d'éliminer la smear layer ou l'enduit pariétal des parois canalaire. Il faut donc associer lors de la phase finale de l'irrigation une solution chélatante préconisée par Nygaard-ostby dès 1957 (8).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Action sur la dentine :

Des études récentes ont montré qu'une longue période d'exposition (une heure) au NaOCl peut affaiblir l'intégrité structurale de la dentine (32).

Il a été démontré que même un bref rinçage (une minute) avec NaOCl réalisé après le dernier rinçage à EDTA peut causer une érosion assez importante de la dentine à la surface du canal radiculaire. Par conséquent, le rinçage final par NaOCl ne devrait durer que quelques secondes (32).

Autres :

On a reproché à l'hypochlorite de sodium sa mauvaise odeur, son mauvais goût, et la possibilité d'endommager les vêtements en cas de contact car c'est un produit domestique blanchissant (23).

1.5. Place dans l'irrigation :

L'hypochlorite de sodium est la solution qui correspond mieux aux impératifs de l'antiseptie en endodontie. En raison de ses avantages importants, il fait l'unanimité de choix comme irriguant par tous les auteurs et toutes les institutions (31).

Il est recommandé de démarrer l'irrigation à l'hypochlorite de sodium dès l'ouverture de la cavité d'accès endodontique. Ainsi, qu'il permet de lubrifier les instruments, de faciliter la remontée de ces débris et son renouvellement favorise son action solvante et antibactérienne (31).

Un rinçage final est préconisé afin d'éliminer le maximum de débris présents et permettre une action prolongée sur les micro-organismes pour mieux désinfecter les derniers millimètres des canaux radiculaires (31).

2 La chlorhexidine (CHX)

La chlorhexidine est une molécule synthétique développée vers la fin des années 40 faisant partie de la famille des biguanides. Elle a été utilisée pour la première fois au Royaume-Uni en 1953 en tant qu'antiseptique, désinfectant, traitement des infections de la peau, des yeux et des gorges (20).

En endodontie, la chlorhexidine est recommandée comme solution d'irrigation et/ou en médication intracanalair sous forme de liquide ou de gel à une concentration de 2 % (33).

2.1 Structure et mécanisme d'action :

La CHX est une molécule hydrophobe, lipophile et chargée positivement. Elle interagit avec les phospholipides et les lipopolysaccharides de la membrane bactérienne. Puis pénètre à l'intérieur de la cellule par des mécanismes de transport actif ou passif (29). Son efficacité est due à l'interaction des charges positives de la molécule et des groupes phosphates de la paroi

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

bactérienne qui sont chargés négativement, modifiant ainsi l'équilibre osmotique cellulaire. A une concentration de 0.2 %, la CHX est bactériostatique en raison de la fuite des substances de faible poids moléculaire (potassium et phosphore) depuis la paroi bactérienne. A 2%, la CHX est bactéricide car le contenu cytoplasmique précipite ce qui entraîne la mort cellulaire (34).

2.2 Les avantages :

Action antibactérienne :

A 2%, la CHX sous forme de gel ou liquide, élimine *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans* en 15 secondes. A la même concentration, la CHX en gel élimine *E.faecalis* en 1 min alors que sous forme liquide, il faut moins de 30 secondes. Tous les irrigants testés éliminent *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis* et *Prevotella intermedia* en 15 secondes. Notons que la CHX à 1% et 2% sous forme liquide requiert le même temps de contact que l'hypochlorite de sodium à 5.25 % pour l'élimination de tous les microorganismes. Ces deux études confirment que l'action antimicrobienne est liée à la concentration et à la forme de présentation des irrigants (34).

Action antifongique :

La CHX est un agent antifongique efficace spécialement sur les *candidas albicans* (Siqueira et Sen, 2004). Plusieurs études ont démontré que cette action reste moins importante que celle de l'hypochlorite de sodium (23).

CHX et rémanence :

Une des raisons de la popularité de la chlorhexidine réside dans ses propriétés bactéricides rémanentes car elle se fixe sur les tissus durs, ce qui prolonge son action ; les ions positifs relargués par la CHX peuvent être absorbés par la dentine et prévenir la colonisation bactérienne jusqu'à 72h au-delà du temps d'application (30) (31).

Cytotoxicité de la chlorhexidine :

Plusieurs études ont montré que la chlorhexidine pouvait avoir des effets cytotoxiques et que ceux-ci augmentaient avec la concentration de la solution. Cependant, dans les concentrations cliniques utilisées, la biocompatibilité de la CHX est acceptable (29).

2.3 Les inconvénients :

Pas d'action protéolytique :

On a vu qu'il était essentiel que la solution d'irrigation possède une action solvante sur les tissus organiques et minéraux du canal à traiter pour éviter les infections secondaires. Or, les études ont montré que la CHX n'avait aucune action solvante sur les tissus, elle n'a donc pas d'action sur la smear layer (comme le NaOCl, que l'on peut supplanter par un passage de produit chélatant) mais elle n'a pas non plus d'action de dissolution du tissu pulpaire. C'est l'un de ses inconvénients majeurs à l'inverse de l'hypochlorite de sodium (29).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Allergie :

Comme pour l'hypochlorite de sodium, ces réactions sont rares et des études ont montré un taux de sensibilité de seulement 2%. Malgré tout, certains symptômes ont été répertoriés comme des desquamations gingivales, des colorations dentaires ou linguales et l'apparition de dysgueusie. Ces effets n'apparaissent généralement qu'après un contact prolongé et répété du produit. Ainsi, même si les réactions sont rares, il est bon de garder en tête la possibilité de leur apparition lors de l'usage de CHX (29).

2.4 Place dans l'irrigation.

La chlorhexidine a été proposée comme irrigant pour sa rémanence, sa moindre toxicité, et son activité supérieure sur les *C.albicans* (30).

Reste son utilisation potentielle en rinçage final sous forme de solution à 2% pour bénéficier de son action bactéricide rémanente. Ainsi, il est possible de l'utiliser en tant que médication temporaire intermédiaire sous forme de gel ou de liquide à 2%, il est utilisé seul ou combiner à l'hydroxyde de calcium (23).

3 Les chélateurs :

Sont des acides faibles réagissent avec la partie minérale des parois dentinaires. Ils substituent aux ions de calcium des ions de sodium qui se combinent avec la dentine pour donner des sels solubles. La déminéralisation obtenue facilite la pénétration et l'élargissement des canaux fins ou imperméables (22).

3.1 Ethylen Diamine Tetraacetic Acide (EDTA):

En 1951, les premières études montrant l'effet déminéralisant de l'EDTA sur les tissus dentaires étaient publiées. Sa première utilisation en endodontie a été introduite quelques années plus tard pour négocier et faciliter le travail des canaux fins et calcifiés (35).

L'EDTA est assimilé aux agents chélatants, c'est le composé principal de ces solutions, mais il existe d'autres solutions comme le DTPA (Diethylene triamine pentaacetic acid), l'EDTAC et le DTPAC (solutions d'EDTA ou de DTPA auxquelles est ajouté un surfactant : le Cetavlon®) (36).

L'EDTA à usage dentaire est commercialisée sous deux formes : d'une part sous forme de solutions (elles contiennent toutes essentiellement de l'EDTA concentré entre 15 et 17% avec un pH relativement neutre), d'autre part sous forme de pâtes ou de gels (émulsion visqueuse formée de 15 à 20 % d'EDTA) (36).

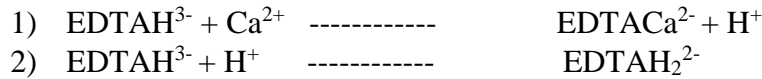
3.1.1 Mécanisme d'action :

La déminéralisation produite par les solutions à base d'EDTA est complexe et fait appel à un type de réaction particulière : la chélation. Cette liaison entre l'EDTA et les ions calcium

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

constituant les tissus minéralisés dentaires (nommé chélate) désorganise la structure minérale dentaire (37).

Chimiquement, deux réactions co-existent et peuvent être distinguées : d'une part la formation d'un complexe (1), c'est la chélation, et d'autre part une protonation (4) (37) :



3.1.2 Les avantages :

Biocompatibilité :

Il existe beaucoup de discussions pour savoir si le passage d'EDTA à travers le foramen peut provoquer une inflammation des tissus. Certaines études ne détectent aucuns dommages créés par l'EDTA sur les tissus péri-apicaux (35).

À l'opposé, certains auteurs concluent que les solutions à base d'EDTA ont des effets délétères sur les tissus péri-apicaux et peuvent même induire des modification de la réponse immunologique dans la zone apicale (38). En analysant ces résultats contradictoire, il semble préférable d'éviter toute extrusion périapicale d'EDTA pendant la phase de mise en forme et de nettoyage du système endocanalaire (39).

EDTA et la smear layer (boue dentinaire) :

Pour deux raisons, l'élimination de la smear-layer est primordiale, d'un côté elle peut contenir elle-même des bactéries, et d'un autre côté, elle peut protéger les microorganismes présents dans les tubulis dentinaires (40). La smearlayer étant soluble dans des solutions acides, l'EDTA semble être une solution adéquate (40).

De nombreuses études ont rapporté que l'EDTA concentré à 17% est très efficace pour nettoyer les parois dentinaires (42). En effet, l'EDTA a une action chélatante sur les composants inorganiques de la smear-layer, à savoir les débris dentinaires.

Cependant, les résidus organiques et les micro-organismes présents au sein de la smearlayer peuvent subsister, c'est pourquoi les auteurs préconisent une irrigation à l'hypochlorite de sodium en complément pour s'assurer de l'élimination complète de la smear-layer (36).

Pour conclure, la combinaison séparée d'hypochlorite de sodium et d'EDTA engendre une action synergique, permettant la suppression totale de la smear-layer intra-canalaire(43).

EDTA et les tubuli dentinaires :

Le diamètre des tubulis dentinaires diminue de 1,2µm au niveau de jonction pulpodentinaire à 0,4µm à la jonction dentino-cémentaire (44). Le nombre de tubulis est d'autant plus grand que l'on se rapproche de la pulpe (58000/mm²) contre 10000/mm² en direction de la jonction

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

dentino-cémentaire. On peut conclure que la dentine radiculaire n'est pas minéralisée uniformément (45).

La perméabilité dentinaire est directement fonction de la surface de la lumière tubulaire et inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi radiculaire(46). Après la préparation mécanique, il est évident que l'épaisseur des parois radiculaire est réduite tandis que la surface de la lumière tubulaire augmente (47).

L'EDTA étant un acide, il agit sur la partie minérale de la dentine, et en particulier sur la dentine périctubulaire. Il en résulte un élargissement de l'entrée de ces tubulis par déminéralisation et une modification de la perméabilité dentinaire. Cette augmentation de la perméabilité peut paraître néfaste mais elle permet d'améliorer l'action des irrigants endodontiques utilisés en association à l'EDTA (48).

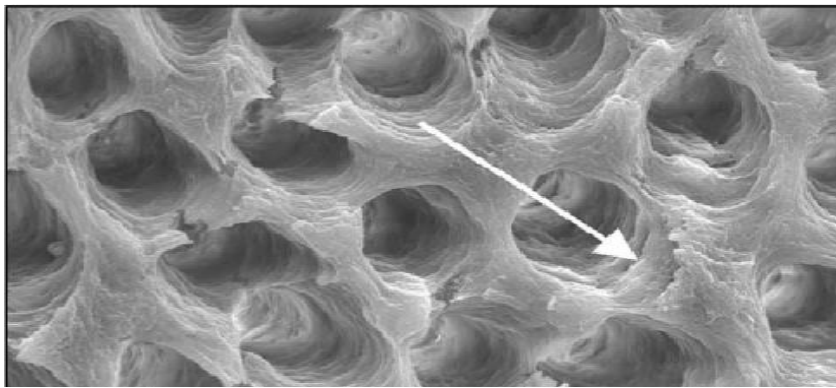


Figure (7) : apparence typique de la smear-layer à gauche, et surface après élimination de la smear-layer avec une solution d'EDTA à 17% à droite (49).

Action lubrifiante :

Initialement, les solutions chélatantes étaient utilisées sous forme liquide pendant l'instrumentation du système endo-canalair, mais très rapidement, en 1969, Stewart et al. présentent la première solution en gel (RC-Prep®) pour aider à la lubrification des instruments (39).

Récemment, ces solutions en gel ont suscité un regain d'intérêt, étant donné que la majorité des fabricants d'instruments NiTi recommandent leur utilisation comme lubrifiant pendant le travail instrumental en présumant réduire le risque de fracture instrumentale (40).

Action effervescente :

Dans sa formulation en gel, l'EDTA est couplé au peroxyde de carbamide pour certains conditionnements, c'est le cas du Glyde File Prep® (Dentsply-Maillefer®). Cette association a

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

pour avantage de créer une réaction effervescente lorsque de l'hypochlorite de sodium est ajouté (50).

Cette effervescence permet de faciliter la remontée des débris dentinaires créés par les instruments et ainsi de diminuer la formation de smear-layer tout au long de la préparation canalaire (51).

Même si l'efficacité de cette effervescence est discutée, l'action blanchissante du peroxyde de carbamide n'est plus à démontrer. Cet éclaircissement peut s'avérer utile dans les cas de reprise de traitement endodontique, où bien souvent les racines dentaires sont colorées (52).

3.1.3 Les inconvénients :

Absence d'action solvante sur les tissus organiques :

L'un des objectifs de la solution d'irrigation est d'être solvante sur les substrats organiques. Or, l'EDTA n'a pas cette action sur les résidus pulpaire. Il est donc indispensable de l'utiliser en alternance avec l'hypochlorite de sodium afin d'éliminer complètement les boues dentinaires et améliorer la désinfection (22).

Action sur la structure dentinaire :

La valeur de la dureté de la dentine radiculaire varie entre 40 et 75 kg /mm² (dureté vickers) et cette dureté est variable à différents niveaux de la racine, au contraire celle des parois reste presque constante (31).

Pawlicka rapporte que les chélatants (en particulier l'EDTA) peuvent modifier la dureté de la dentine radiculaire en diminuant fortement sa valeur (31). C'est la raison pour la quelle la solution doit être éliminé complètement par un dernier rinçage abondant à l'hypochlorite de sodium (22) .

Cependant, les études in vitro montrent qu'une diminution de la concentration des solutions d'EDTA (solution voisine ce 10%) évite les effets indésirables sur la structure dentinaire tels que: la déminéralisation de la dentine péri tubulaire et intra tubulaire (8).

Action antibactérienne :

Certaines études ont montré une action antibactérienne, certes très limitée, mais existante. C'est vraisemblablement grâce au mode d'action de l'EDTA sur les cations qu'une activité antibactérienne se produit, en effet les parois externes des bactéries peuvent contenir des ions métalliques. L'EDTA se combinerait à ces cations pour détruire une partie des protéines composant ces parois et donc entrainerait la mort bactérienne. Le même processus pourrait expliquer sa légère action sur les biofilms bactériens (5).

En conclusion, l'action antibactérienne de l'EDTA est très limitée mais son utilisation combinée à celle de l'hypochlorite de sodium à 5% possède un effet antibactérien supérieur à celui de l'hypochlorite de sodium seul (54).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Coût : Contrairement aux solutions d'hypochlorite de sodium, les solutions à base d'EDTA ne sont pas bon marché (55).

3.1.4 Place dans l'irrigation :

Il est conseillé aujourd'hui d'utiliser l'EDTA en solution aqueuse en rinçage durant 1 à 2 minutes, à la fin de la préparation, après la mise en forme car les boues dentinaires, considérées comme infectées doivent être éliminées. Une durée prolongée n'améliore pas le nettoyage et risque de provoquer une altération de la structure dentinaire. C'est la raison pour laquelle il est recommandé d'éliminer complètement la solution d'EDTA par un dernier rinçage à l'hypochlorite de sodium. Avant obturation, son activation à l'aide d'ultrasons est aussi efficace pour éliminer la boue dentinaire présente dans la région apicale (40).

3.2 Acide citrique :

L'acide citrique est parmi les acides organiques que l'on trouve naturellement dans l'organisme. Il a été isolé pour la première fois en 1784 par le chimiste suédois Carl Wilhelm Scheele à partir de jus de citron (56).

L'acide citrique a été proposé comme irrigant endodontique des les années 70 à des concentrations à variant de 1 à 50% (57) .

Son mécanisme d'action est similaire à celui de l'EDTA en formant un complexe nommé chélate en captant les ions métalliques (57).

3.2.1 Les avantages :

Cytotoxicité :

L'acide citrique est beaucoup moins toxique sur les tissus organiques que les autres chélatants comme l'EDTA principalement (58).

Acide citrique et smear-layer :

l'acide citrique est proposé par certains auteurs pour supprimer la smear-layer (58). Les résultats de certaines études montrent même que l'acide citrique serait plus efficace ou du moins tout autant, que l'EDTA pour supprimer la smear-layer (59).

Action antibactérienne :

l'action antibactérienne de l'acide citrique peut être à la fois un avantage et un inconvénient selon la référence de comparaison. Parmi les agents chélatants, l'acide citrique possède une action bactéricide plus importante que l'EDTA pour lequel son action est restreinte. De plus Yamaguchi rapporte que l'acide citrique est efficace contre les bactéries anaérobies qui sont très largement prédominantes dans les infections endodontiques (60).

Cependant, si on le compare à l'hypochlorite de sodium, son action reste très limitée. C'est pour cette raison que les auteurs préconisent son utilisation en alternance avec l'hypochlorite de sodium (60).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

3.2.2 Les inconvénients

L'acide citrique a tendance à cristalliser, il aurait une action plus érosive sur les parois dentinaires par conséquent il est nécessaire de réaliser un rinçage final avec l'eau distillée. Cet acide se désactive rapidement au contact des débris organiques, présente une faible activité bactéricide. Il est par conséquent recommandé de l'utiliser en combinaison avec l'hypochlorite de sodium (61).

3.2.3 Place dans l'irrigation

L'action de l'acide citrique étant similaire à celle des solutions à base d'EDTA, son emploi en endodontie sera le même. L'acide citrique peut donc être utilisé pour supprimer la smear-layer comme irrigant terminal en association avec le NaClO afin de potentialiser son action. (36) (61).

3.3 L'Acide Maléique

L'acide maléique est un acide d'abord utilisé en odontologie conservatrice comme agent mordant lors du collage. Il est utilisé en endodontie à une concentration de 7% pour le rinçage final après la préparation canalaire afin d'éliminer les boues dentinaires (63) (64).

Comparaison avec l'EDTA :

- L'acide maléique a une mouillabilité supérieure à l'EDTA ce qui lui permet d'agir au niveau du tiers apical alors que l'EDTA n'est efficace qu'au niveau des tiers coronaire et moyen.
- Il a une action chélatante plus rapide.
- L'acide maléique présente aussi une toxicité pour les tissus vivants inférieure à l'EDTA (63).

Inconvénients :

- Toxique par ingestion.
- L'inhalation provoque une irritation du nez et de la gorge. Le contact avec les yeux ou la peau provoque une irritation.
- Dangers particuliers des produits de combustion : Une fumée irritante contenant de l'anhydride maléique peut se former en cas d'incendie.
- Coute cher dans le marché mondial (65).

3.4 MDTA :

MDTA, pour mixture of tétracycline isomère acide and détergent, il est récemment mis sur le marché par Biopure, Tulse Dentisplay. MDTA combine des tétracyclines (doxycycline) par son action bactéricide, un agent déminéralisant (acide citrique) pour supprimer la smear layer qui recouvre les parois dentinaires et un détergent qui améliore la pénétration de la doxycycline (31).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

3.4.1 Les avantages :

Action antibactérienne :

Différentes concentrations de NaClO, d'EDTA et de MDTA ont été testées sur *E. faecalis*. Les résultats montrent que le MTAD est plus efficace que les autres solutions sur ce germe qui a été identifié sur des dents présentant un échec endodontique (40).

Élimination de la smear layer :

Les tétracyclines contenues dans le MDTA ont une propriété intéressante et particulière, c'est d'avoir un pH relativement bas, ce qui peut induire une action chélatante sur le calcium et ainsi déminéraliser les surfaces amélaire et dentinaire (40).

Dans une étude comparant l'efficacité du MDTA par rapport à des solutions d'EDTA à différentes concentrations, il ressort que le MDTA en irrigation finale combiné à l'hypochlorite de sodium est plus efficace que l'EDTA pour éliminer la smear-layer notamment au niveau du tiers apical. Une étude a montré également que le MDTA était moins érosif que l'EDTA sur la structure dentinaire (40).

La rémanence de son activité :

Comme la chlorhexidine, les tétracyclines possèdent une activité antibactérienne rémanente. La solution pénètre la dentine et le cément qui libère progressivement leur contenu dans le temps (66).

3.4.2 Les inconvénients :

Allergies-intolérances :

La présence de la doxycycline n'est pas anodine et doit être prise en compte dans l'utilisation du MDTA. Effectivement elle peut entraîner des allergies, des intolérances, des interactions et des dyschromies dentaires. Elle empêche également l'utilisation de ce produit chez tous les patients (67).

Cout: élevé (67) .

3.4.3 Place dans l'irrigation :

L'objectif primaire de l'apparition de cette solution était d'être une alternative réelle face à l'hypochlorite de sodium, mais il s'est avéré que l'utilisation de NaClO combinée à une irrigation terminale au MDTA était plus efficace qu'une simple irrigation au MDTA (40). Par conséquent, une irrigation terminale au MDTA est recommandée après l'utilisation de NaClO à 1,3% (39).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

3.5 Dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa)

Le dichloroisocyanurate de sodium est un agent libérant du chlore, utilisé généralement pour la désinfection des surfaces contaminées et des solutions. Il a été commercialisé pour la première fois en 1971 sous le nom de Kirbychlor® (68).

La plupart des études s'intéressant au dichloroisocyanurate de sodium le compare à l'hypochlorite de sodium pour deux raisons : d'une part parce que le NaClO reste la référence comme solution antiseptique et d'autre part par leur similitude de mécanisme d'action, en effet ce sont toutes deux des solutions libérant du chlore (69).

3.5.1 Avantages

Action antibactérienne :

L'activité bactéricide du dichloroisocyanurate de sodium a été étudiée par de nombreuses études (70). Ainsi, Coates rapporte que les solutions de DCCNa contenant 4000 ppm de chlore disponible montrent un effet bactéricide équivalent aux solutions de NaClO en contenant 17000 ppm (71). Dans une autre étude plus récente, l'effet bactéricide du DCCNa a été comparé à celui du NaClO sur certains micro-organismes (72). Les résultats montrent que les valeurs des concentrations inhibitrices et bactéricides sont sensiblement identiques pour les deux solutions, ce qui semble valider l'utilisation du DCCNa comme alternative au NaClO (73).

3.5.2 Inconvénients :

Action solvante sur les tissus :

L'un des objectifs d'un irrigant en endodontie est sa capacité à dissoudre les tissus vivants formant le complexe pulpaire. Dans une étude de 2004, les auteurs rapportent une action solvante significativement plus importante qu'une solution de chlorure de sodium, mais que 90% de la masse du tissu de départ est toujours présente. Cette étude place le DCCNa au même rang que la CHX sur son action solvante (74). Cette faible action solvante est surprenante, en effet on pensait que l'action solvante des solutions chlorées était en relation directe avec la quantité de chlore «disponible» (OCI- / HClO) (75). Théoriquement, le DCCNa devrait contenir plus de chlore disponible que le NaClO, mais l'hypochlorite est lié à l'isocyanate permettant de stabiliser la solution à pH neutre. Pour une même concentration en chlore «disponible», le DCCNa est moins solvant que le NaClO (74).

3.5.3 Place dans l'irrigation

Le dichloroisocyanurate de sodium apparaît comme une alternative intéressante face à l'hypochlorite de sodium. Son activité bactéricide est presque équivalente au NaClO, voire même supérieure sur certains germes comme *E. faecalis*, qui a été identifié comme microorganisme responsable de certains échecs en endodontie (76).

Cependant, son incapacité à dissoudre les tissus organiques est un inconvénient majeur. À ce jour, seul l'hypochlorite de sodium conserve cette activité incontournable pour l'irrigation en endodontie (76).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

3.6 Le QMIX

Le QMIX est la dernière solution proposée sur le marché par la société dentsplay en 2011; il est développé par l'équipe de docteur Haapasalo. Sa composition reste protégée par le fabricant (31).

Le QMIX est composé d'une mixture de chlorhexidine (CHX), d'éthylène diamine tetraacetic acid (EDTA) et d'un agent de surface actif (31).

Il agit en tant qu'un antibiofilm, antibactérien et antifongique (31).

Le QMIX combine les propriétés de la chlorhexidine (antimicrobien et rémanente) et de l'EDTA (élimination des boues dentinaires). Il contient aussi un détergent qui va diminuer sa tension superficielle et augmenter sa mouillabilité en solution. De plus, de récentes études ont prouvé son efficacité contre *Enterococcus faecalis*. Pour être pleinement efficace, la solution doit être utilisée au moins une minute par canal (77). Il a été montré que son efficacité pour éliminer la boue dentinaire est comparable à celle qui est observée avec l'EDTA à 17 %. Son activité antibactérienne est supérieure de 1% que celle d'hypochlorite de sodium (NaOCl) et de 2% de la chlorhexidine (CHX) (78).

4 Les autres solutions :

4.1 L'eau et le sérum physiologique :

En pratique, l'eau et le sérum physiologique n'ont aucun pouvoir bactéricide ou bactériostatique ni chélatant ; donc ils sont inefficaces concernant l'élimination de la boue dentinaire. Par ailleurs, ce sont des produits parfaitement biocompatibles et capables d'éliminer les débris de tissu pulpaire et par conséquent une partie des bactéries (22).

4.2 Peroxyde d'hydrogène :

C'est un liquide incolore utilisé, en dentisterie, à des concentrations de 1 à 30%. L'eau oxygénée est un composé oxydant grâce à sa production de radicaux libres ($^{\bullet}\text{OH}$) qui vont attaquer des composants cellulaires essentiels : les protéines, les lipides et les chaînes d'ADN (61).

La solution employée lors de la préparation canalaire est un soluté à 10 volumes. Elle contient 3 % en poids de peroxyde d'hydrogène et peut dégager 10 fois son volume d'oxygène gazeux. (61).

4.2.1 .Les avantages :

Action antiseptique :

Le peroxyde d'hydrogène est un antiseptique par libération d'oxygène mais cette action est brève et rapidement neutralisée par les débris organiques. C'est pourquoi de nombreux auteurs ont préconisés d'utiliser en alternance les oxydants et l'hypochlorite de sodium (61).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Action effervescente :

Elle est due à la libération du chlore et d'oxygène assainit, désodorise et facilite l'élimination des débris hors du canal. Il augmente en outre la perméabilité tubulaire (61).

Action blanchissante :

Le peroxyde d'hydrogène est utilisé depuis longtemps comme agent blanchissant notamment en dentisterie pour éclaircir les dents. Il est donc légitime de penser que l'utilisation d'eau oxygénée comme irrigant endodontique aura le même effet (78).

Cette action blanchissante sur l'organe dentaire est due à sa diffusion à travers les tubulis dentinaires. Les tubulis dentinaires n'étant pas restreints à la partie coronaire, cette action blanchissante peut être intéressante lorsque les dents à traiter endodontiquement présentent déjà certaines dyschromies ou pour prévenir l'apparition de ces changements (78).

4.2.2 Les inconvénients :

Action solvante : est quasiment nulle mais il possède une action hémostatique intéressante à exploiter en cas d'hémorragie pulpaire (61).

Toxicité : Il est irritant pour les tissus péri apicaux car il peut créer des inflammations ligamentaires et même des résorptions externes, des douleurs et des emphysèmes gazeux. C'est pourquoi, son utilisation doit combiner à un rinçage important pour éviter toute irritation (79).

4.2.3 Place dans l'irrigation :

A l'heure actuelle, l'utilisation du peroxyde d'hydrogène n'est plus recommandée car son action antibactérienne est moins efficace que les solutions vues précédemment et il ne possède aucun pouvoir solvant (22) (62).

4.3 Les ammoniums quaternaires :

Ce sont des cations polyatomiques de structure générale NR_4^+ , R pouvant être un groupe alkyle ou aryle. Ils sont caractérisés par leur bipolarité et leur caractère tensioactif (22).

En endodontie, on utilise le chlorure de benzalkonium et le cétridine. Ils seront toujours associés à d'autres composants (comme l'EDTA) pour ajuster le pH à 7,4 (22).

Ils créent des lésions irréversibles des membranes cellulaires des micro-organismes et ainsi être bactéricides et bactériostatiques selon leur concentration (surtout sur les Gram +). Ils sont également fongicides (21).

Par contre, leur spectre antibactérien reste étroit et ils vont être à l'origine de résistance, surtout sur les Gram – et les staphylocoques. En présence de matière organique leur efficacité est inhibée, ce qui rend leur utilisation complexe en endodontie. Ils ne sont pas sporicides et leur

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

activité est faible sur les virus. Leur toxicité est également à prendre en compte ; ils sont responsables de sensibilisation et leur pouvoir détergent peut être à l'origine de nécroses épithéliales (21) .

En résumé, malgré quelques points positifs, leur utilisation ne semble pas justifiée dans la pratique endodontique en comparaison aux solutions déjà présentée (21) .

4.4 Les dérivés iodés

Ils sont utilisés depuis des décennies pour la désinfection des surfaces, de la peau et des champs opératoires. Ces solutions sont actives rapidement sur les bactéries, les spores, les champignons et les virus même à faible concentration. Mais les solutions aqueuses d'iode sont plutôt instables d'où le développement d'iodophores (« transporteurs d'iodes »). Ce sont des complexes de molécules d'iode (14) et d'agents de solubilisation, comme la povidone iodée (62)

En endodontie, on utilise l'iodure de potassium qui présente de bon résultat antibactérien mais ne semble pas apporter un plus par rapport aux dérivés chlorés. Le risque allergique et le phénomène de coloration brune inhérent à l'utilisation d'iode n'encourage pas l'utilisation de ces solutions (80).

4.5 L'ozone (O3)

L'ozone est une forme gazeuse de l'oxygène, énergique et instable, qui se dissocie en oxygène (O2) et en oxygène singulet très réactif (O1). L'oxygène singulet a un pouvoir oxydant important sur les cellules, ce qui donne à ces solutions leur pouvoir antimicrobien. Malheureusement, les résultats des études qui se sont penchées sur l'ozone en endodontie, et surtout sur son efficacité contre les bactéries endodontiques, sont assez incohérents (81) . Cette incohérence est en partie due au manque d'information sur la concentration et le temps d'action efficace de l'ozone dans les canaux. On retiendra que la concentration de l'ozone utilisé en endodontie est généralement au alentour de 4g/m³ pour être le moins cytotoxique possible (moins que le NaOCl à 2,5%) (81).

En synthétisant les études réalisées, on peut dire que l'ozone possède un effet antibactérien important sur les bactéries sous forme planctonique (notamment *E.faecalis*) mais l'effet est grandement diminué quand on l'étudie sur le biofilm. Dans tous les cas cette activité antibactérienne n'est pas comparable au NaOCl, l'ozone ne peut donc pas être considéré comme une alternative à l'irrigation à l'hypochlorite de sodium(81).

5 Interactions entre les solutions d'irrigation :

Aucune solution d'irrigation ne peut toutefois remplir seule toutes ces fonctions. Le traitement doit donc prévoir l'association d'au moins 2 solutions administrées dans un ordre précis, pour assurer une irrigation efficace et sécuritaire (62) .

5.1 EDTA / NaOCl.

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

Un des aspects importants souvent cité par les auteurs, est que les solutions à base d'EDTA interagissent fortement avec l'hypochlorite de sodium (82). En effet, l'EDTA réduit immédiatement la concentration en chlore de la solution, rendant ainsi l'hypochlorite de sodium inefficace sur les bactéries et les résidus nécrotiques (36). La concentration des solutions de NaClO est très rapidement réduite, passant d'une concentration de 0,5% à 0,06%, quand l'EDTA est ajouté à l'hypochlorite de sodium (83).

Par conséquent, il serait préférable que l'EDTA ne soit pas associé (mêlé) à l'hypochlorite de sodium et il en va de même pour les gels à base d'EDTA sans précautions particulières :

- les solutions d'EDTA et d'hypochlorite de sodium doivent être utilisées séparément après séchage des canaux à l'aide de pointes de papier afin d'éliminer toute trace d'irrigant.

- dans le cas où des gels à base d'EDTA sont utilisés notamment pendant la phase de mise en forme canalaire, un rinçage abondant au NaClO est indispensable après chaque passage instrumental jusqu'à obtention d'un liquide d'irrigation clair pour «rincer» l'EDTA qui pourrait subsister (84).

5.2 NaOCl /chlorhexidine :

En raison de l'activité antimicrobienne à large spectre de la chlorhexidine et son incapacité à dissoudre les tissus organiques, une irrigation canalaire à l'hypochlorite de sodium a été proposée dans laquelle ce dernier serait utilisé tout au long de l'instrumentation, suivi de la CHX qui serait utilisée comme irrigant final (22)

La combinaison a été proposée pour améliorer l'activité antimicrobienne, et l'avantage de l'utiliser en rinçage final est le prolongement de cette activité due à la substantivité de la CHX. (20).

Kervilla et kamath ont rapporté que l'effet antimicrobien de 2.3% de NaOCl et 0.2% de CHX utilisé en combinaison était meilleur que celle de l'un ou l'autre seule (22).

Cependant, Vianna et Gomes ont constaté que l'association de NaOCl et CHX n'a pas amélioré l'activité antimicrobienne de CHX seul (22).

En dehors de l'effet antimicrobien, l'association de NaOCl et CHX conduit à la formation d'un précipité brunâtre se présentant en une couche de frottis chimique qui recouvre les tubules dentinaires et permet d'interférer avec l'étanchéité de l'obturation des racines. De plus, ce précipité modifie la couleur de la dent et il est cytotoxique (22).

Néanmoins on peut prévenir l'apparition de ce précipité non pas en utilisant un rinçage final avec de l'eau distillée ou du sérum physiologique mais avec de l'alcool pur afin d'éliminer toute trace d'hypochlorite de sodium (22).

Chapitre II : Les solutions d'irrigation endodontique

5.3 EDTA /chlorhexidine :

L'interaction entre la CHX et EDTA s'accompagne de la formation d'un précipité solide insoluble (85).

En revanche, le mélange de chlorhexidine et d'EDTA forme un sel. Il est donc préférable de sécher le mieux possible avec des embouts en papier avant l'irrigation finale à la chlorhexidine (20).

5.4 NaOCl / H₂O₂ :

Le mélange entre ces deux solutions produit du NaCl, de l'eau H₂O et de l'oxygène (O₂). La formation du gaz O₂ est intéressante car responsable d'un phénomène d'effervescence qui facilite l'évacuation des débris canaux (62). Mais actuellement, l'utilisation alternée du peroxyde d'hydrogène et de l'hypochlorite de sodium n'est plus recommandée car les propriétés solvantes du peroxyde d'hydrogène sont quasiment nulles ; il ne procurerait ni un meilleur nettoyage, ni une élimination plus efficace des boues dentinaires et son pouvoir antiseptique serait restreint au contact des matières organiques (86) .

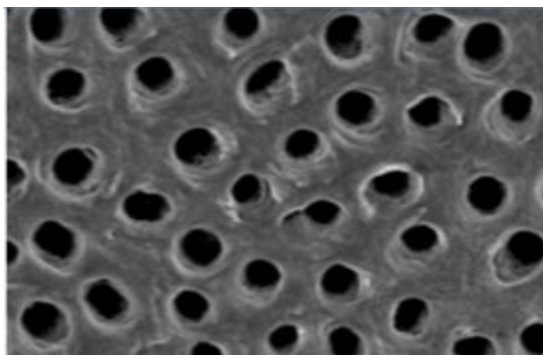


Figure 8 : Elimination de la boue dentinaire par l'application de NaOCl, puis d'EDTA (62)

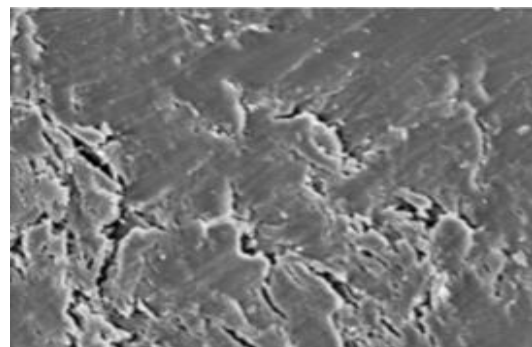


Figure 9 : Boue dentinaire après l'instrumentation .La chlorhexidine (CHX) n'agit que sur la portion organique de la boue dentinaire, ce qui n'est pas suffisant pour l'éliminer (62).

Chapitre III :
Les dispositifs et
techniques d'irrigation
En endodontie

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

1 Dispositifs et techniques d'irrigation :

1.1 Dispositifs d'irrigation manuelle

A ce jour il existe de nombreux systèmes d'irrigation différents. Nous allons décrire dans un premier temps le plus courant, le système seringue-aiguille, avant de détailler les moyens les plus récents tels que l'utilisation des ultrasons, des lasers, ou encore le système EndoVac.

1.1.1 Le système seringue-aiguille

L'irrigation canalaire avec une seringue et une aiguille reste encore à l'heure actuelle la procédure la plus courante (87).

A) Les seringues

Une seringue est constituée d'au moins deux éléments : un piston et un corps de pompe cylindrique. Le corps est le plus souvent gradué, nous renseignant sur la quantité de liquide qu'il contient, et se termine par un embout (central ou excentré, lisse ou muni d'un pas de vis) pouvant accueillir une aiguille afin d'injecter le liquide dans des tissus, vaisseaux, cavités naturelle (88). Il existe plusieurs capacités de seringue selon l'usage que l'on souhaite en faire, généralement de 0,5mL à 60mL. On en trouve en verre pouvant être réutilisée ou en plastique (polypropylène, polycarbonate,...) à usage unique (88) (90).

La seringue est dite « 2 pièces » lorsque le piston se termine en plateau. Le piston et la tête sont ainsi d'un seul tenant. Elle est dite « 3 pièces » lorsqu'un joint en élastomère lubrifié par de l'huile de silicone est rajouté. Le piston présente alors une tête rapportée (90).

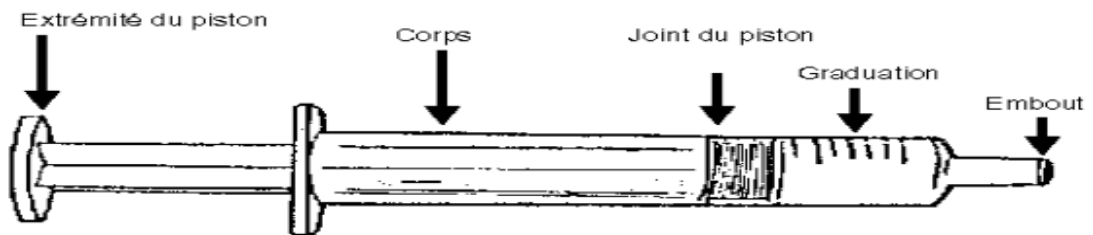


Figure (10) : Schéma légendé d'une seringue

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Type de seringues :

On classe généralement les seringues en fonction du type d'embout :

- Les seringues non Luer-Lock : ont un embout conique avec une pente à 6% mais ne disposent pas de système de verrouillage. Les aiguilles doivent être pressées à la pointe de la seringue (90).
- Les seringues Luer-Lock présentent la même spécificité de conicité mais disposent, elles, d'un système de verrouillage des aiguilles. L'aiguille ne peut donc pas glisser accidentellement hors de la seringue (90) .



Figure (11) : différents types de seringue (90).

Diamètre de la seringue :

Le diamètre de la seringue a une certaine importance sur la vitesse d'éjection de l'irrigant ; plus le diamètre est important plus la force à exercer sur le piston est importante et plus la vitesse d'injection de l'irrigant à la sortie de l'aiguille est importante (90).

B) Les aiguilles

Une aiguille est une tige creuse, à la pointe aiguisée, permettant d'injecter un liquide, le plus souvent un médicament en solution. Elles sont constituées d'un embout afin de les adapter sur une la longueur et l'épaisseur de l'aiguille peuvent beaucoup varier en fonction de l'acte réalisé. Son diamètre est caractérisé par le terme de gauge, il varie de 8 à 30 ce qui correspond respectivement à 4,57mm et 0,31mm. Il faut retenir que plus la gauge est élevée, plus le diamètre de l'aiguille est petit. On peut ainsi trouver deux aiguilles ayant la même longueur mais des diamètres différents (88) (91) .

La canule, en acier inoxydable ou en nickel, est associée à l'embase en matière plastique d'une conicité de 6% s'adaptant à l'embout de la seringue (en Luer ou Luer-Lock). Un code couleur permet de différencier les diamètres. L'aiguille peut se terminer en biseau, en ouverture latérale, par plusieurs ouvertures. L'étude de ces différentes aiguilles nous intéressera particulièrement en endodontie (90) .

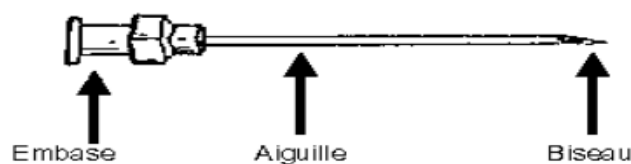


Figure (12) : Schéma d'une aiguille (92).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Forme de l'aiguille :

On retrouve sur le marché deux grands types d'aiguille : celle à bout ouvert et celle à bout fermé.

Des aiguilles à extrémités ouvertes :

- Sortie classique plate.
- Sortie en biseau long.
- Sortie à encoche.

Des aiguilles à extrémités fermées :

- -Sortie latérale unique.
- Sortie latérale double.
- -Sortie latérale multiple.

Pour la pratique endodontique, dans le but de ne pas réaliser de dépassement de solution d'irrigation au niveau du péri-apex, il a été démontré la nécessité d'utiliser des aiguilles à bout fermé, notamment grâce à la visualisation et à l'étude des trajectoires des particules de la solution d'irrigation au niveau du canal dentaire (87).

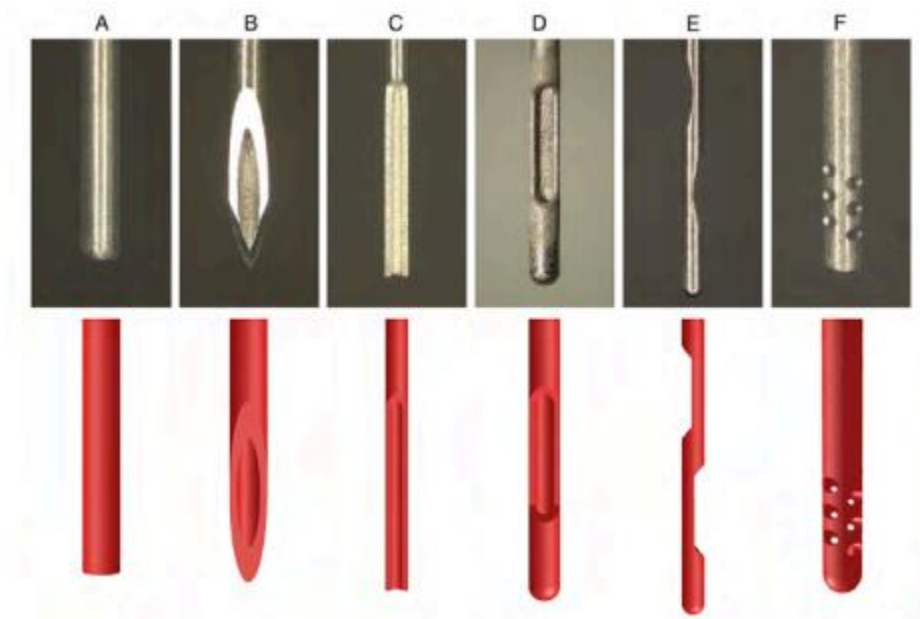


Figure (13) : 6 aiguilles différentes à bout ouvert (A, B et C) et à bout fermé (D, E et F) (86)

A : sortie classique plate

E : sortie latérale double

D : sortie latérale unique

C : sortie à encoche

B : sortie en biseau long

F : sortie latérale multiple

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Différents types d'aiguille

Nous allons voir plus en détails 3 types d'aiguilles à bout fermé, intéressantes dans la pratique endodontique.

- **Endoneedle (Elsodent)** : Canules d'irrigation endocanalaire à bout mousse et ouverture latérale, elles présentent l'avantage d'éviter que le liquide d'irrigation sous pression irrite le desmodonte par effet « canon à eau ». Le diamètre de l'ouverture de l'aiguille est assez réduit afin d'avoir une pression suffisante pour faire remonter les débris dentinaires et pulpaire présents (93).

L'extrémité arrondie et l'ouverture latérale permettent aussi un emploi de ces aiguilles pour l'irrigation des poches parodontales de manière atraumatique (93).

Ces canules existent en trois diamètres : gauge 30 (couleur mauve), gauge 27 (couleur jaune) et gauge 23 (couleur bleue) pour s'adapter à tous types de canaux. Elles sont flexibles afin de s'adapter à la morphologie canalaire et présentent une longueur utile de 33mm (93).

- **Irrigation probe (Kerr Hawe)** : Canules d'irrigation à bout mousse et ouverture latérale permettant une irrigation non traumatisante des canaux dentaires, sans risque de perforation apicale. Elles existent, elles aussi, en divers diamètres (gauge 21, 23, 25 et 30), et ont une longueur utile de 25mm (94).

- **Endo Irrigation Needle (Transcodent)** : Aiguille avec deux sorties latérales et un bout mousse. Elles permettent un nettoyage efficace de la totalité du canal toujours de manière atraumatique. Comme les autres elles sont disponibles en plusieurs diamètres selon la largeur du canal rencontré (95).



Figure (14) : Endo Irrigation Needle par Transcodent (95).

Les aiguilles à uni ou double ouverture latérale diminuent les risques de projection dans le peri-apex avec des conséquences moins douloureuses pour le patient (87).

Le système seringue-aiguille est donc encore à l'heure actuelle la méthode la plus utilisée, la plus simple et la moins onéreuse. On retiendra l'utilisation d'une seringue Luer-Lock à usage unique d'une contenance de 3 à 5mL, accompagnée d'une aiguille de 23 à 30 gauges. Dans la majorité des cas un calibre de 27 gauges répond à la nécessité d'avoir une aiguille assez fine pour atteindre la partie supérieure du tiers apical mais suffisamment rigide pour ne pas se

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

fracturer ou se tordre. L'extrémité de l'aiguille ne doit pas être biseautée, on évite la projection peri-apicale par des aiguilles à bout mousse et à fenêtre latérale (96).

Technique d'irrigation :

L'irrigation commence dès l'ouverture de la chambre pulpaire, elle doit être abondante et renouveler en permanence (96).

Un parage caméral se révèle essentiel, par le dépôt d'une solution d'irrigation dans la chambre pulpaire. Pendant l'instrumentation l'aiguille sera avancée dans le canal jusqu'à avoir un contact avec les parois canalaires et retirée de 1 à 2mm pour obtenir une zone de flux et de reflux et ainsi éviter la propulsion du liquide. Afin d'éviter le dépassement, la pression exercée doit également être faible (avec un débit de l'ordre de 0,1 mLs-1) (23) (96). La limite principale de cette méthode d'irrigation très répandue est l'irrigation du tiers apical : la solution d'irrigation ne peut progresser au-delà de 1mm de l'extrémité de l'aiguille (97). Ainsi, afin d'accroître l'efficacité de l'irrigation, la mise en mouvement de la solution par des différents systèmes présente de bons résultats (96).

1.2 Dispositifs d'irrigation assistés

1.2.1 A pression positive

A) RinsEndo™ :

Présentation :

Ce dispositif d'irrigation utilise une pièce à main qui se branche sur le cordon turbine de l'unit. Il va délivrer la solution d'irrigation grâce à la production d'impulsions à une fréquence de 1,6 Hz. 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) (11).

Le RinsEndo™ utilise des canules jetables avec une ouverture latérale de 7 mm. Une cupule placée en tête de la pièce à main pour éviter les extrusions. Ce dispositif est relié à une seringue jetable contenant la solution d'irrigation (11).



RinsEndo

Figure (15) : système RinsEndo (9)

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Technique :

L'irrigant est déposé au fond du canal sans pression à l'aide d'une aiguille. Le praticien contrôle la profondeur de pénétration de l'aiguille (éviter qu'elle se bloque à l'intérieur du canal) ainsi que le volume de solution injecté (98).

Avantages :

La littérature est controversée sur l'efficacité du dispositif. Hauser et al ont montré sa supériorité à faire pénétrer la solution d'irrigation dans les canalicules dentinaires en comparaison avec l'irrigation conventionnelle. Pour d'autres, l'efficacité du Rins endo à éliminer les bactéries et les débris est moindre par rapport à une seringue d'irrigation manuelle (99).

Inconvénients :

Le tiers apical du canal n'est pas bien désinfecté car la solution n'allant pas plus loin que le bout de l'aiguille.

Rins Endo doit être couplé à un autre système d'activation pour optimiser le nettoyage canalaire (98).

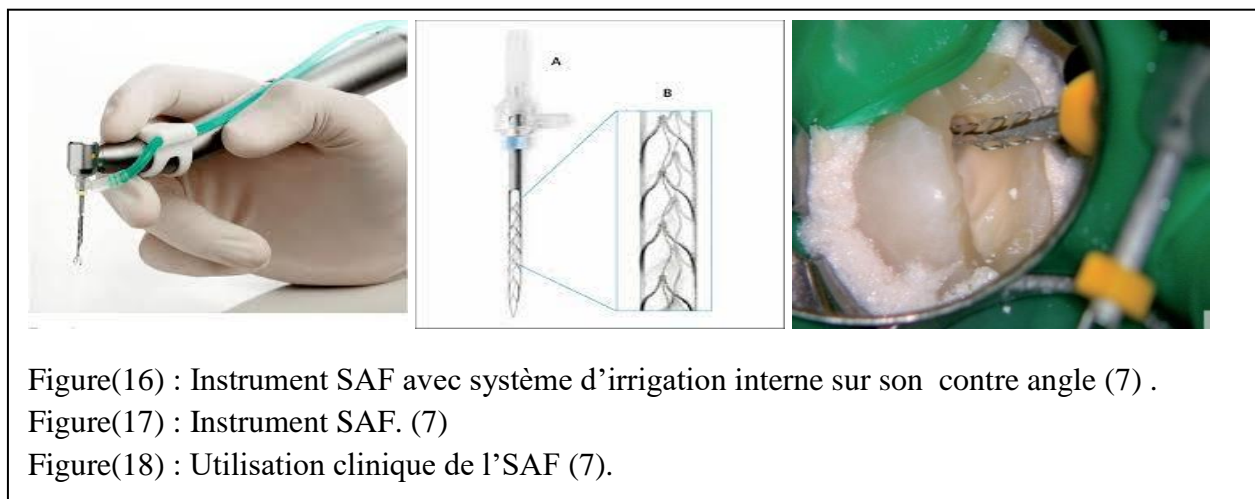
B) Le SAF (Self-Adjusting file):

Présentation :

Le SAF est un instrument creux en NiTi qui permet à la fois une mise en forme et une irrigation continue. Il est composé d'un maillage souple, compressible, flexible et déformable qui s'adapte à l'anatomie intra-canalaire (11).

Technique et mécanisme d'action :

La solution d'irrigation est amenée jusqu'à la lime par un tube en silicone et sera délivrée en continu à l'intérieur du maillage, le maillage en NiTi est légèrement abrasif permet de supprimer la dentine canalaire de manière uniforme. Il nécessite l'utilisation d'un contre angle spécifique qui dispense à la lime des mouvements verticaux de 0.4 mm d'amplitude, ainsi qu'une rotation axiale libre qui agite la solution d'irrigation (11).



Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

C) Le Safety Irrigator (Vista Dental) :

Injection intra canalaire et aspiration sont regroupées dans le même dispositif afin de simplifier l'irrigation. Aucune publication ne relate ses caractéristiques et propriétés. Le dispositif n'apporte rien comparé à une seringue classique, son seul intérêt est de regrouper en un seul appareil la seringue et l'aspiration (11).

1.2.2 A pression négative :

A) Système EndoVac™:

Présentation :

Endovac est composé de :

Master Delivery qui délivre la solution dans la cavité d'accès.

Une tubulure qui est reliée d'un côté à l'aspiration chirurgicale, et de l'autre extrémité elle reçoit, deux types de canules d'aspiration endodontiques : une macro canule en plastique de 0,55 mm et une micro canule métallique de 0,32 mm de diamètre dont l'extrémité est fermée mais perforée par 12 micros pertuis (11).

Mécanisme d'action :

La solution d'irrigation est déposée dans la chambre pulpaire, le praticien va placer la macro canule dans le canal et réaliser des mouvements de va et vient dans le but d'évacuer le contenu dans les deux tiers coronaires. Elle permet de prévenir l'obstruction de la micro canule par les gros débris, cela est associé à une irrigation discontinu au clona pendant 30s.

Ensuite pour la désinfection du tiers apical, la micro canule est insérée dans le canal jusqu'à l'apex avec une irrigation discontinu au clona pendant 10s.

Cette technique nécessite une augmentation à ISO 40 de diamètre pour être efficace (11) .

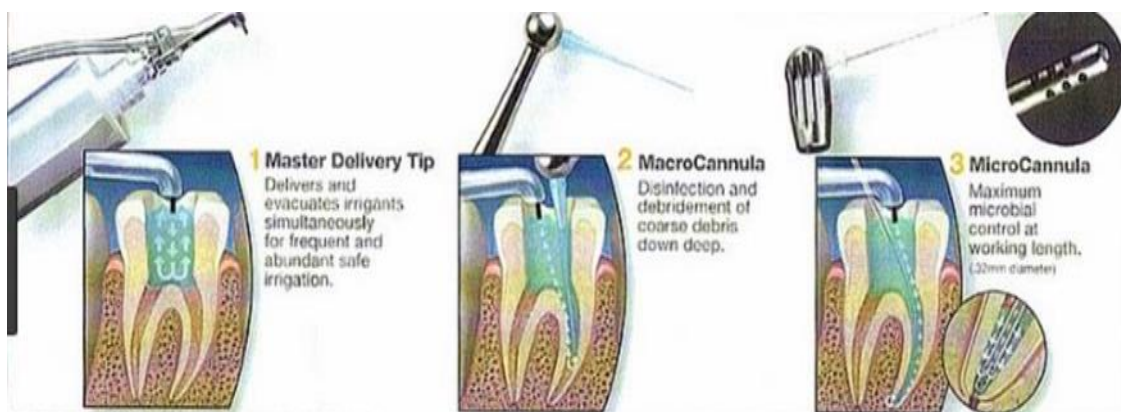


Figure (19) : protocole d'utilisation du système EndoVac TM.

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

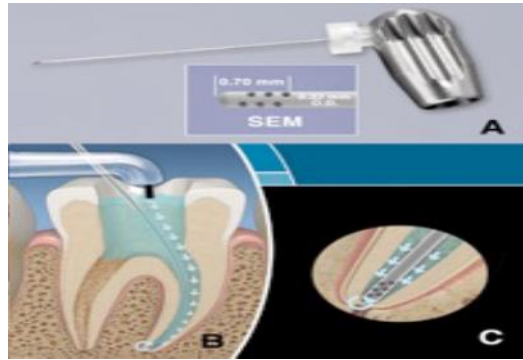


Figure (20) : désinfection de la zone apicale par la micro canule.

Avantages :

L'EndoVac est plus efficace pour la désinfection de la partie apicale du canal que les systèmes à pression positive.

Il présente moins de risque d'extrusion de la solution d'irrigation dans le péri apex ainsi qu'une sensibilité post opératoire réduite (98) (100) .

2 L'activation de la solution d'irrigation :

2.1 L'activation manuelle :

2.1.1 Méthode d'agitation avec un maitre cône de gutta percha.

La méthode d'agitation manuelle avec un cône de gutta percha a été proposée par Pierre Machtou dans les années 1980 et son efficacité a été récemment validée (101).

Principe :

Après la mise en forme canalaire, un maitre cône de gutta percha ajusté à la longueur de travail sera introduit au LT-1 mm dans un canal rempli de la solution d'irrigation et animé de mouvement de pompage vertical de 2 mm d'amplitude. Il permet de déplacer la solution à la fois apicalement et latéralement (101).

Il sera nécessaire de renouveler la solution d'irrigation et de répéter le processus pendant environ 1 minute par canal ce qui génère des modifications de la pression intracanalair permettant une meilleure circulation de l'irrigant (101).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

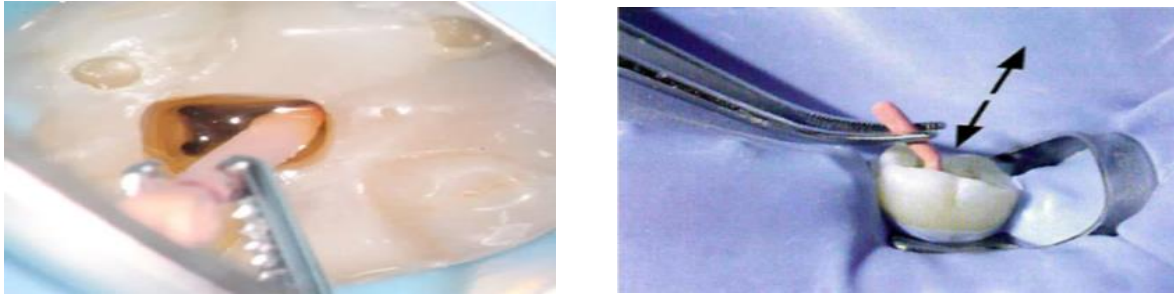


Figure (21) : Utilisation clinique du maitre cône avec un mouvement vertical de faible amplitude (7).

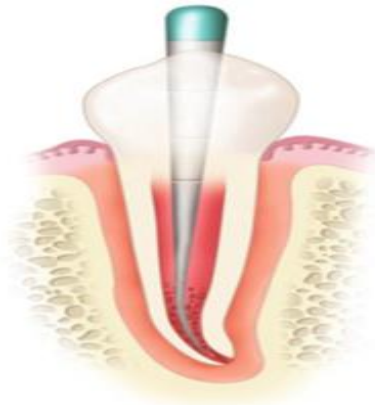


Figure (22) : Visualisation de l'espace entre le maitre cône et les parois canalaires (7).

Avantages :

Coût : cette méthode est simple et peu coûteuse, elle ne nécessite aucun dispositif spécifique. (102)

Élimination des débris et smear layer: l'activation dynamique manuelle favorise l'élimination des débris et de la smear layer, et permet d'obtenir des parois canalaires très propres. Le degré de propreté est significativement supérieur à celui obtenu après une irrigation statique. (102).

Limites :

C'est une manœuvre fastidieuse pour le praticien à cause des mouvements répétés du maitre cône.

Difficulté d'ajuster le cône dans les canaux coudés (102).

III.3.1.2 Agitation avec une seringue endodontique :

Utilisation d'une seringue 5 ml et d'une aiguille fine 30 gauge.

Principe :

Cette technique consiste à délivrer la solution d'irrigation dans le canal en mobilisant l'aiguille de haut en bas par un mouvement corono apical dans la lumière canalaire. Plus le diamètre de

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

l'aiguille est faible, plus la pression d'éjection sera importante pour un même volume de solution (87) .

La solution d'irrigation ne peut pas descendre au-delà de 1 mm ou 2 mm de l'extrémité de l'aiguille de la seringue d'irrigation donc il serait nécessaire d'amener l'aiguille à 2 millimètres de la longueur de travail (103).

La proximité entre l'apex et l'extrémité de l'aiguille est un facteur important dans l'efficacité de cette technique (103).

Avantages :

Un bon contrôle de la longueur de pénétration de l'aiguille (stops siliconés) dans le canal ainsi que la quantité de l'irrigant injecté (103) .

Inconvénients :

L'action mécanique de cette technique est limitée (pas de pénétration de la solution d'irrigation dans les canaux coudés et les extensions canalaires), ce qui rend la désinfection de ces zones inaccessibles très difficile à réaliser (103).

2.2 Activation mécanique.

2.2.1 Système d'activation sonore :

Endoactivator

Cette technique consiste à utiliser un instrument sonore « l'Endoactivator », c'est une pièce à main sonore sans fil qui permet la vibration d'inserts en plastique de forme conique, de section ronde et de surface lisse. Ces inserts ont des calibre et des conicités variables : petit (diamètre : 15/100ème mm ; conicité : 2%), moyen (diamètre : 25/100ème mm ; conicité : 4%) et large (diamètre : 35/100ème mm ; conicité : 4%). Leur choix est en fonction du diamètre foraminaux en fin de préparation canalaires. Ils sont résistants ce qui limite les risques de fracture, et grâce à leur flexibilité et souplesse ils suivent la forme des parois canalaires sans action abrasives sur celles-ci (11).

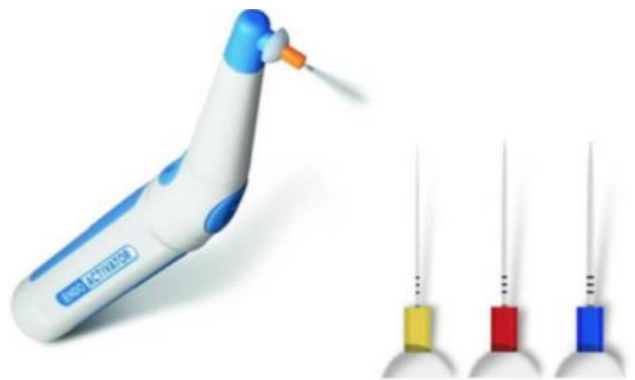


Figure (23) : Système Endoactivator™ et les différents inserts : petit (jaune), moyen (rouge) et large (bleu) (7).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Principe :

Cet instrument est introduit à la longueur de travail – 1mm, il génère des vibrations d'une fréquence comprise entre 1 et 6 KHZ au sein de la solution d'irrigation. Ces vibrations sont associées à un mouvement vertical de va et vient de faible amplitude réalisé par le praticien durant toute la séquence d'activation, cette double composante permet la formation de turbulences hydrodynamiques ayant pour objectif d'éliminer la smear layer et désagréger le biofilm bactérien (11).

Des études réalisées par Desai et Himel ont montré que l'endoactivator ne provoque pas d'extrusion apicale significative de la solution (104)

Avantages :

Élimination des débris :

Une meilleure élimination des débris est retrouvée après l'utilisation de l'Endoactivator dans des canaux avec une anatomie canalaire variable et à tous les niveaux canaux par rapport à une seringue d'irrigation conventionnelle (105).

Élimination de la smear layer :

Fait l'objet de controverse, certaines études montrent selon un protocole expérimental qu'il permet une élimination importante de la smear layer jusqu'aux derniers millimètres apicaux.

D'autres montrent qu'il n'améliore pas le degré de propreté canalaire (106) (107) (108).

Des études réalisées par Desai et Himel ont montré que l'endoactivator ne provoque pas d'extrusion apicale significative de la solution (109).

Élimination bactérienne :

Des résultats expérimentaux montrent que l'Endoactivator permet de désintégrer le biofilm , mais en fonction des bactéries constituant ce biofilm ce système n'apporte pas un bénéfice significatif par rapport à une irrigation par une seringue endodontique.

La diversité des résultats s'explique par l'emploi de méthodologies différentes (110) (111).

Inconvénients :

Le cout d'achat élevé de la pièce à main. Un réassort des inserts est aussi à prévoir car ils ne sont pas prévus pour des utilisations multiples (10).

Irrigatys :

La pièce à main Irrigatys est un nouveau système alliant les fonctions d'irrigation et d'activation, mis au point par le professeur Stéphane Simon. Il s'agit d'une pièce à main sans fil et qui se recharge après l'utilisation sur le socle prévu à cet effet. Elle comporte un réservoir de 30ml à liquide intégrer, étanche et amovible destiné à être rempli par l'hypochlorite de sodium,

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

de l'EDTA ou de l'eau pour le nettoyage. Ce dispositif permet de délivrer la solution d'irrigation au sein du canal ainsi que de réaliser une activation sonore en phase finale du protocole (112).



Figure (24) : Irrigatys (112)

2.2.2 Système d'activation ultra sonore :

Généralités :

Les ultrasons sont introduits par Richmond en endodontie en 1957 (112) .

L'énergie ultra sonore présente des ondes plus élevées que l'énergie sonore et ces systèmes oscillent avec une fréquence comprise entre (25 et 30 KHZ) .Ces fréquences sont plus hautes que la plus haute fréquence audible par l'homme (au alentour de 20KHz) (112).

On différencie deux méthodes pour produire des ultrasons : (112) .

Par magnétostriction : qui traduit de l'énergie électromagnétique en énergie mécanique donc en vibrations.

Par piézoélectricité: en utilisant un cristal qui va changer de taille suite a l'application d'une charge électrique. Ce changement se traduit par une oscillation mécanique.

Le mécanisme d'action :

Il existe dans la littérature deux types d'utilisation des ultrasons :

Combinaison d'instrumentation ultrasonore et d'irrigation : cette technique a été abandonnée, en raison de la difficulté du control instrumental et des perforations latérales qui ont été décrites (11).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Irrigation passive ultrasonique : elle est appliquée après la mise en forme canalaire conventionnelle, le terme passif est employé pour exprimer l'absence de contact de ce dispositif avec les parois canalaire (11).

Deux modes d'irrigation passive ultrasonores existent :

Irrigation passive de manière continue : utilise un unit ultrasonore spécifique avec une pièce à main sur laquelle est soudée une aiguille de 25 G qui délivre la solution et la vibration à pleine puissance (112).

Irrigation passive de manière intermittente : elle nécessite plusieurs remplissages du canal avec la solution d'irrigation et de mettre en œuvre plusieurs cycles d'activation avec la lime ultrasonore. Cette procédure s'est montrée plus performante qu'un cycle unique d'activation de la solution (112).



Figure (25) : Inserts ultrasoniques : Irrisafe Soft Instrument (7).



Figure(26) : Système ultrasonique EndoUltraTM de chez Micro-Méga (7).

Principe :

Le système EndoUltraTM se présente sous forme d'une pièce à main ultrasonique sans fil.

La vibration de l'insert ultrasonore placé à la LT-3mm au sein d'un canal rempli de solution d'irrigation produit des turbulences acoustiques générant des mouvements liquidiens. Les vibrations ultrasoniques génèrent des zones de pression et de dépression créant ainsi des bulles d'oxygènes dans la solution d'irrigation. Leur explosion au contact des parois canalaire aboutira à un phénomène de cavitation entraînant des zones de vide qui seront comblées par une solution d'irrigation fraîche, ce qui provoque une lyse cellulaire et un décollement des débris dentinaires des parois (nettoyage mécanique) (11).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation



Figure (27) : Schéma des turbulences acoustiques issues d'une lime ultra sonore (11).

Avantages :

Élimination des débris :

Les ultrasons permettent un meilleur parage avec une élimination accrue des débris par rapport à l'irrigation à la seringue. Les meilleurs résultats sont obtenus avec une grande conicité de la préparation canalaire (112).

Élimination de la smear layer :

Les résultats de l'élimination de la smear layer par les ultrasons sont controversés, Guerisoli et al montrent une efficacité d'éviction de la smear layer au niveau des trois tiers canaux, alors que Saber et Hashem ont récemment montré qu'il n'y a pas de supériorité des ultrasons par rapport à une seringue d'irrigation conventionnelle en ce qui concerne la propreté canalaire (114) (115).

Élimination bactérienne :

Les ultrasons permettent une élimination bactérienne supérieure à celle obtenue avec une irrigation conventionnelle à la seringue lorsqu'il s'agit d'une flore planctonique. Les résultats pour les autres flores sont plus contrastés (101).

Inconvénients :

Le contact des limes avec les parois canaux : lorsque les limes rentrent en contact avec les parois canaux, cela modifiera leurs vibrations et peut affecter l'apparition des forces biophysiques (comme la cavitation et les microturbulences). Ces dernières vont induire une élimination non souhaitée de la dentine radulaire (100).

Le coût : l'achat des limes ultrasonores spécifiques (Irrisafe), (Endo Soft) est à prévoir (101).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

2.3 Activation photonique : (le laser)

2.3.1 Généralités :

Le mot laser signifie Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation .La technologie du laser est utilisé en endodontie depuis les années 1970, avec le développement du système à fibre optique. Le laser est un dispositif qui transforme la lumière de différentes fréquences en une radiation chromatique dans le visible, infra rouge et ultra-violet .Ce procédé peut générer une chaleur très importante. Son intensité est réglable. La fibre est positionnée 1mm en retrait de la longueur de travail, des mouvements verticaux de va et vient sont recommandés (116).

Les facteurs influençant l'efficacité du laser sont :

La puissance de rayonnement appliquée, le temps d'exposition , coefficient d'absorption dans la lumière par les tissus , l'anatomie canalaire et la distance entre l'embout et la cible (116).

Selon la longueur émise l'absorption du faisceau laser sera optimale dans les fluides biologiques (sang, l'eau, apatite des tissus dentaires) .Le laser va pénétrer en profondeur dans les tissus biologiques et permet d'atteindre les bactéries dans les tubulis dentinaires. Il augmente la capacité du nettoyage et l'ablation des débris canaux et contribue à la décontamination du système endodontique (116) .

Certains lasers agissent directement sur les microorganismes en produisant un effet bactéricide ou indirectement en générant 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-radicaux : carbonisation de la dentine, fissures radiculaires, ankylose, fonte du ciment, résorption osseuse, nécrose péri radiculaire (116).

2.3.2 Le laser Erbium-Yag :

L'irrigation activée par le laser Erbium à été introduite vers 2007 (11).

Ces lasers émettent des rayonnements de longueur d'onde de 2940 nm. Ils sont très bien absorbés par l'eau contenue dans les tissus biologiques, plus le tissu contient l'eau plus le rayonnement est absorbé et efficace, ce qui augmente son potentiel désinfectant (11).

Fonctionnement :

L'ionisation atomique crée un plasma .Ce plasma crée une augmentation de la pression et au même temps une explosion de la molécule d'eau, cela va générer une onde de choc appelée BLAST. Cette dernière provoque un édatement des membranes bactériennes et une meilleure diffusion des irrigants dans l'endodonte (11).

L'irradiation cause des dommages au niveau des parois cellulaires des bactéries, ce qui provoque une altération des gradients osmotiques responsables de la mort cellulaires (11).

Les effets du laser.

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Effet sur les bactéries :

La destruction cellulaire est due à l'effet photo thermique des bactéries avec dégradation des membranes cellulaires (sous l'effet osmotique). Cela va produire un effet bactéricide à 73%. (55).

Effet sur la dentine :

Le laser peut endommager la dentine de différentes manières en fonction des caractéristiques anatomiques de la dent et des paramètres d'utilisation (exemple, dans les canaux courbes et longs on peut assister au déplacement de l'apex, à la perforation et l'endommagement des parois dentinaires (55).

Effet sur les liquides d'irrigation :

Les lasers pulsés peuvent générer des mouvements dans les fluides canaux à grande vitesse en raison des effets résultants des phénomènes de cavitation. L'effet thermique produit une expansion du liquide même et la formation des bulles de vapeur qui en explosant dans le liquide générant un deuxième effet de cavitation dans les fluides intra canalaire permettant une efficacité de nettoyage accrue et une meilleur pénétration dans les tubili dentinaires (55).

2.3.3 La désinfection par photo activation (DPA)

Présentation :

Le système comprend un générateur et une pièce à main couplée à une fibre optique sur laquelle se fixe les embouts spécifiques (117).

Principe : Sous l'action d'une source lumineuse, un agent chimique photo sensibilisant va produire des espèces réactives d'oxygène tels que (hyperoxyl H_2O , hydroxyl OH, peroxyde d'hydrogène H_2O_2) cela va induire une destruction de la cellule bactérienne (117).

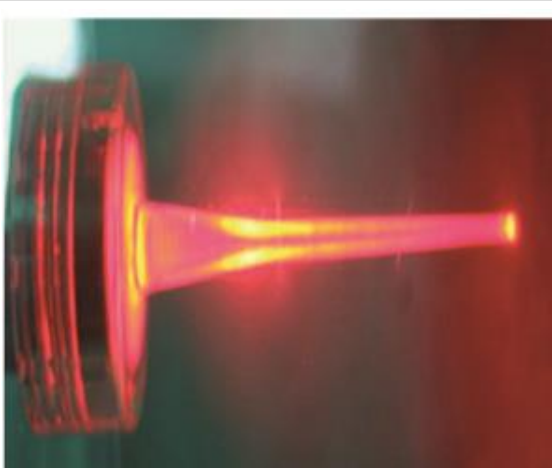


Figure (28) : embout endodontique activé.
(5)



Figure(29) : générateur et une pièce à main.
(5)

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

Protocole opératoire :

Après la mise en forme canalaire et l'application d'un agent chélateur afin de libérer les tubili dentinaires, le canal est rincé à l'eau stérile (117) .

Un agent sensibilisant (AS) est mis en place et laissé en contact durant 60 secondes à l'intérieur du canal et il va se fixer sur les bactéries gram positives et négatives avec différentes affinités (117).

Les bulles d'air seront éliminées à l'aide d'une lime fine. L'agent sensibilisant ensuite activé pendant 120 secondes dans chaque canal à l'aide d'un embout conducteur flexible. Cette fibre va conduire une lumière rouge émise par générateur de longueur d'onde 635nm et puissance de Mw. (la protection oculaire du praticien et du patient est nécessaire) (117) .

3 Le protocole d'irrigation :

Protocole d'irrigation en endodontie :

L'irrigation en endodontie commence dès l'ouverture de la cavité d'accès

Elle est divisée en deux phases :

- La première phase se déroule pendant la phase instrumentale : pour éliminer les débris dentinaires créés par l'instrumentation ;
- La seconde phase : à la fin de la mise en forme canalaire (118).

La première phase : phase instrumentale.

Pendant la préparation, chaque canal est rincé avec 1 ml d'hypochlorite de sodium entre chaque passage d'instrument. Pour un canal il est nécessaire environ cinq passages d'instruments, le volume d'hypochlorite de sodium nécessaire à utiliser est de 15ml (118).

Phase d'irrigation finale :

C'est la plus importante pour la désinfection. la solution d'irrigation peut descendre facilement dans le tiers apical du canal.

Il est important d'associer hypochlorite de sodium et à l'EDTA liquide à une activation des solutions in situ (118).

Pendant la séquence finale d'irrigation :

Le canal est irrigué au clona avec renouvellement de la solution et activation éventuelle pendant 1 minute par canal :

CIONA est éliminé puis remplacé par solution d'EDTA à 17% qui est laissé en place et activée pendant 2 minutes. Elle va éliminé la partie minérale de la boue dentinaire par son action chélatante .

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

- La solution EDTA est éliminée à son tour par aspiration.
- Une irrigation finale au clona est effectuée pour éliminer les résidus mis en place par rinçage précédent à l'EDTA.
- Les canaux peuvent être séchés puis obturés (118).

Chapitre III : Les dispositifs et techniques d'irrigation

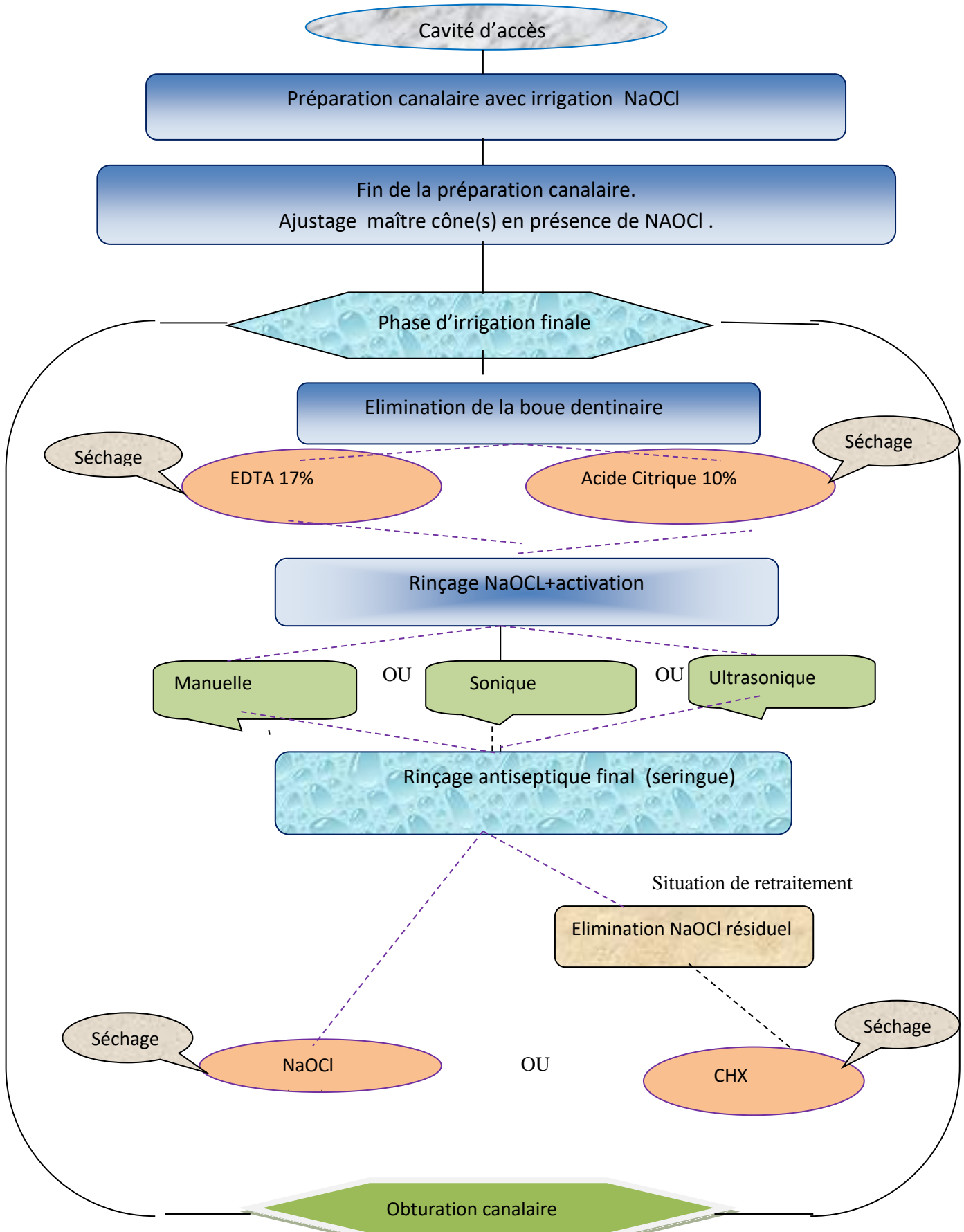


Figure (30) : schéma de la séquence d'irrigation (119).

Chapitre IV :

Les accidents d'irrigation en endodontie

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

1 Injection tissulaire iatrogène d'une solution d'hypochlorite de sodium

L'accident d'injection d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau des tissus mous est peu fréquent mais toujours associé à de graves réponses locales. Les effets caustiques de l'hypochlorite de sodium se produisent en raison de son pH alcalin (11 à 12) et de son hypertonie qui provoque des lésions principalement par oxydation des protéines (120).

De petites quantités d'hypochlorite de sodium injectées dans la muqueuse vestibulaire peuvent entraîner : (122)

- Douleur ;
- Oedème ;
- Ecchymoses ;
- Nécrose tissulaire.

Les conséquences d'une injection iatrogène d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau des tissus mous même à faibles volume et concentration sont caractérisées par la survenue d'une douleur et d'un œdème immédiat probablement expliqués par la distension et la destruction des tissus environnants. Les ecchymoses apparaissent quelques heures plus tard après l'accident. Il est de plus, impératif de surveiller le patient pendant plusieurs semaines après l'accident, cela relève de la conscience professionnelle du médecin-dentiste qui se doit de diagnostiquer les signes précoces d'une éventuelle nécrose tissulaire (122).



Figure (31) : Ecchymose extra orale 2 jours après l'injection iatrogène d'hypochlorite de sodium (0,5 ml à 3%) en regard des prémolaires mandibulaires (122).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

Le traitement immédiat consiste à l'application immédiate de glace et de compresses imbibées d'eau froide sur la zone oedématiée puis le jour suivant de compresses imbibées d'eau chaude et des bains de bouche doux afin de stimuler la microcirculation locale permettent de limiter le gonflement. Une prescription d'antibiotiques (amoxicilline, 1g, 3 fois par jour pendant 10 jours) et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (diclofénac, 50 mg, 2 fois par jour pendant 3 jours) est vivement recommandée du fait de la présence d'un tissu nécrosé et du risque d'infection. La nécessité d'une intervention chirurgicale dépend de la nature et de la sévérité de l'accident. (121) (122).

Ces accidents par négligence restent facilement évitables : les seringues d'irrigation doivent être facilement identifiables et soigneusement étiquetées et vérifiées avant utilisation. Il est nécessaire d'utiliser des seringues qui se distinguent nettement de celles utilisées pour les anesthésies locale (122).

2 Les causes liées aux variations anatomiques du patient :

2.1 Extrusion d'hypochlorite de sodium au niveau du sinus maxillaire

Les sinus se pneumatisent à partir du moment où les dents permanentes ont fait leur éruption sur l'arcade. Les dents antrales correspondent aux dents en relation avec le sinus à savoir : (123)

- Les racines vestibulaires des premières et deuxièmes molaires maxillaires ;
- Les germes des dents de sagesse maxillaires ;
- Les premières et deuxièmes prémolaires maxillaires.
- Les canines ne sont pas toujours concernées et sont plutôt impliquées dans des pathologies à visée nasale.

Le sinus est une cavité délimitée :

- En haut par le plancher de l'orbite ;
- En bas par le palais ;
- Au niveau interne par les fosses nasales ;
- Au niveau externe par les fosses canines (123) .

Trois cas permettent d'expliquer la relation dents/sinus (124).

- Lorsque les apex se localisent au sein des sinus ;
- lorsqu'il existe une procidence du sinus vis-à-vis des dents ;
- l'association des deux.

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

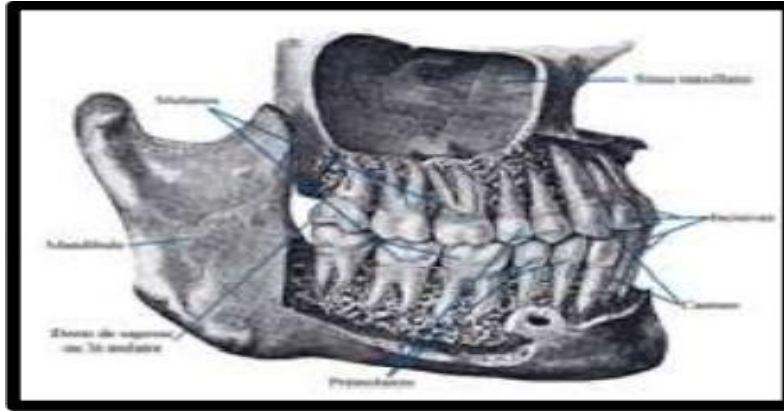


Figure (32) : schématisation du rapport dent/sinus (125).

Un accident d'irrigation au niveau du sinus maxillaire est caractérisé par la survenue de complications immédiates telles que : la douleur, un saignement nasal abondant et le goût de chlore au niveau de la sphère oro-pharyngée (126).

En position déclive et en cas d'extrusion d'un agent d'irrigation au niveau du sinus maxillaire, les fluides peuvent se diriger au niveau de la cavité nasale. En effet, les sinus maxillaires sont des cavités aériennes annexées aux fosses nasales avec lesquelles elles communiquent par l'intermédiaire d'orifices appelés ostiums (126) .

Haumann et collaborateurs en 2002 ont étudié les causes anatomiques potentielles pouvant expliquer les éjections d'hypochlorite de sodium au niveau du sinus maxillaire et ont montré que le plancher sinusal peut présenter des évidements s'étendant entre les racines des dents maxillaires. De plus l'os alvéolaire avec l'âge peut devenir plus mince ne laissant qu'une fine lamelle osseuse séparant la membrane sinusienne des racines des dents maxillaires. Un os maxillaire mince à l'origine d'une inter-relation étroite entre le sinus maxillaire et les foramens apicaux des dents peut ainsi expliquer la survenue d'un accident d'irrigation de part une résistance minimale devant le flux d'irrigation (127).

2.2 Extrusion apicale d'un agent d'irrigation au niveau des tissus péri-radiculaires

2.2.1 Extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical

La grande majorité des cas répertoriés dans la littérature à la suite de l'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical rapportent des complications que nous classerons de la manière suivante / (120).

- Complications immédiates sans engagement du pronostic vital du patient : brûlure chimique incluant douleur, œdème, ecchymoses et nécrose tissulaire ;
- Complications immédiates avec engagement du pronostic vital du patient : obstruction des voies aériennes ;
- Complications différées : complications neurologiques (120).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

A) Complications immédiates sans engagement du pronostic vital du patient

Cet accident peut s'expliquer par l'utilisation d'une solution d'hypochlorite de sodium à une concentration de 5,25% à l'aide d'une aiguille biseautée et donc à fenêtration apicale. Les symptômes sont spécifiques et caractérisés par le constat immédiat de plusieurs complications :

- Brûlure faciale droite immédiate et sévère ;
- Ecchymoses au niveau de la région commissurale et péri-orbitaire droite ;
- Oedème.



Figure (33) : conséquences d'un accident d'extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical d'une première prémolaire maxillaire droite (128).

Le traitement immédiat consiste à aspirer immédiatement l'irrigant suivi d'un rinçage radiculaire avec du sérum physiologique. La procédure de traitement canalaire doit être arrêtée immédiatement, les canaux doivent être séchés avant de placer un hydroxyde de calcium puis une restauration coronaire provisoire étanche. En revanche, si l'écoulement canalaire est trop important et impossible à juguler, il est préférable de laisser la dent ouverte pendant 24 à 48h (129) (130).

Il est nécessaire d'éviter tout risque d'infection secondaire, c'est pourquoi une prescription spécifique doit compléter le traitement immédiat :

- Antalgiques : paracétamol/codéine : 500 mg/30 mg, 3 fois par jour pendant 7 jours ;
- Antibiotiques : amoxicilline : 1g, 3 fois par jour pendant 10 jours ;
- Anti-inflammatoires stéroïdiens : médrol® (Méthylprednisolone) : 4mg, 0,4 à 1,6 mg/kg/jour pendant 3 jours ;
- Bain de bouche journalier à base de chlorhexidine si dent laissée ouverte. Les symptômes doivent régresser en quelques jours (129) (130).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

Dans certains cas, une nécrose tissulaire sévère peut apparaître en tant que complication secondaire à la suite d'un accident d'extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical principalement lorsque la concentration de l'irrigant est supérieure à 5% (129) (130).

Face à de telles complications, une hospitalisation s'impose avec mise sous antibiotiques, antalgiques et anti-inflammatoires en administration intra-veineuse. Le traitement est généralement associé à un débridement chirurgical sous anesthésie générale des tissus nécrosés pouvant s'étendre très largement (131).

B) Complications immédiates avec engagement du pronostic vital du patient :

L'obstruction des voies aériennes

L'obstruction des voies aériennes peut être une complication grave voire mortelle suite au gonflement du plancher de la bouche dans le cadre d'un accident d'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau des molaires mandibulaires principalement. Les apparences cliniques dans ce cas sont conformes à de graves lésions tissulaires du fait de la cytotoxicité de l'hypochlorite de sodium et de son extravasation au niveau des tissus mous. Une seule étude rapporte un lien de cause à effet direct entre l'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium durant le traitement endodontique d'une deuxième molaire mandibulaire et le développement d'un œdème atteignant la région sous mandibulaire, sous mentale puis la région sublinguale avec un œdème important de la langue aboutissant à l'obstruction des voies respiratoires supérieures (132).



Figure (34) : décompression chirurgicale des espaces tissulaires par drainage et intubation afin de libérer les voies aériennes suite à l'accident d'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau de la dent 37 (132).

Ce type d'accident nécessite un suivi en secteur hospitalier associé à la mise en place d'oxygène, d'antibiotiques et d'anti-inflammatoires stéroïdiens par voie intraveineuse. Parfois même, une décompression chirurgicale des espaces tissulaires et l'avulsion de la dent peuvent être nécessaires (132).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

c) Complications différées : complications neurologiques

L'extrusion apicale d'une solution d'hypochlorite de sodium peut entraîner de sévères complications à long terme. Ces dernières sont généralement en rapport avec un trouble plus ou moins sévère de la sensibilité lié à la destruction des terminaisons nerveuses au niveau de la région exposée (anesthésie temporaire ou permanente, paresthésie, hypoesthésie) (121).

La plupart des cas montrent une résolution complète en quelques semaines mais quelques-uns restent marqués par des paresthésies à long terme où des cicatrices (121).

La prise en charge de ce genre de complication nécessite un suivi médical régulier afin d'adapter une thérapeutique spécifique si nécessaire (121).



Figure (35) : complication immédiate faisant suite à l'extrusion d'une solution d'hypochlorite de sodium au niveau de la dent 22. Le patient présente un œdème important sous mandibulaire gauche (134).

2.2.2 Extrusion apicale d'EDTA

Dans la littérature actuelle, aucune publication ne mentionne la présence de complications sévères suite à l'extrusion d'une solution d'EDTA au-delà du foramen apical lors d'un traitement endodontique comme nous avons pu le rapporter précédemment avec l'hypochlorite de sodium.

2.2.3 Extrusion apicale de peroxyde d'hydrogène

Les accidents d'extrusion de peroxyde d'hydrogène semblent moins fréquents sans doute du fait de la diminution de son utilisation en tant qu'agent d'irrigation canalaire. Néanmoins de nombreux cas sont rapportés dans la littérature. Les symptômes sont spécifiques et caractérisés par le constat immédiat de plusieurs complications : (134)

- Douleur sévère immédiate ;
- Oœdème ;
- Emphysème ;
- Crépitation tissulaire.

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

Les mécanismes cellulaires expliquant les symptômes se caractérisent par la pénétration de gaz au travers des tissus péri-apicaux. Le traitement immédiat consiste à aspirer immédiatement l'irrigant suivi d'un rinçage radiculaire avec du sérum physiologique (134).

La procédure de traitement canalaire doit être arrêtée immédiatement, les canaux doivent être séchés avant de placer un hydroxyde de calcium puis une restauration coronaire provisoire étanche. En revanche, si l'écoulement canalaire est trop important et impossible à juguler, il est préférable de laisser la dent ouverte pendant 24 à 48h (129) (130).

Une prescription spécifique doit compléter le traitement immédiat, celle-ci étant similaire au traitement préconisé dans le cadre d'un accident d'extrusion apicale d'une solution d'hypochlorite de sodium: (129) (130) .

- -Glace ;
- -Antalgiques : paracétamol/codéine : 500 mg/30 mg, 3 fois par jour pendant 7 jours ;
- - Antibiotiques : amoxicilline : 1g, 3 fois par jour pendant 10 jours ;
- - Anti-inflammatoires stéroïdiens : médrol® (Méthylprednisolone) : 4mg, 0,4 à 1,6mg/kg/jour pendant 3 jours ;
- - Bains de bouche journalier à base de chlorhexidine si dent laissée ouverte.

2.2.4 Extrusion apicale d'une solution de chlorhexidine

Aucune publication ne décrit d'accident d'extrusion d'une solution de chlorhexidine au-delà du foramen apical.

3 Réactions allergiques

3.1 Hypochlorite de sodium

Peu de rapports concernant des réactions allergiques à l'hypochlorite de sodium sont publiés, néanmoins des signes d'hypersensibilités ou des états de dermatites de contact doivent alerter le chirurgien-dentiste sur le risque éventuel d'intolérance ou d'allergie à l'hypochlorite de sodium (135).

Le patient peut faire état d'une hypersensibilité aux produits ménagers contenant de l'eau de javel, hypersensibilité qui se manifeste généralement par des plaques érythémateuses au niveau de la peau ou bien par des réactions œdémateuses. Dès lors il convient de confirmer cet état d'hypersensibilité par des tests allergologiques qui orienteront le médecin-dentiste quant à l'utilisation ou non d'une solution d'hypochlorite de sodium comme irrigant canalaire durant le traitement endodontique (135) (136) (137).

Les signes cliniques immédiats d'une réaction allergique au cours d'une irrigation à l'hypochlorite de sodium sont similaires aux symptômes reconnus au cours d'un accident d'extrusion d'hypochlorite de sodium au-delà du foramen apical auxquels il faut ajouter les signes cliniques de l'allergie (134) (135) (136).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

Tableau 2: allergies à l'hypochlorite de sodium dans le cadre de l'irrigation au cours du traitement endodontique (138).

Signes cliniques connus de l'accident d'irrigation	Douleur sévère Œdème Ecchymoses Hémorragies
Signes cliniques de l'allergie	Problème respiratoires Erythème/exanthème cutané

Le traitement immédiat consiste à aspirer immédiatement l'irrigant suivi d'un rinçage radiculaire avec du sérum physiologique. La procédure de traitement canalaire doit être arrêtée immédiatement, les canaux doivent être séchés avant de placer un hydroxyde de calcium puis une restauration coronaire provisoire étanche (129) (130).

En revanche, si l'écoulement canalaire est trop important et impossible à juguler, il est préférable de laisser la dent ouverte pendant 24 à 48h (129) (130).

Le traitement médicamenteux reste le même que celui préconisé dans le cadre d'un accident d'irrigation (antalgiques de palier 2, antibiotiques, anti-inflammatoires stéroïdiens et bains de bouche lorsque la dent reste ouverte) mais une prescription supplémentaire d'antihistaminiques sera nécessaire lorsque le médecin-dentiste pose le diagnostic de l'allergie. Dans une telle situation, une orientation hospitalière s'impose (129) (130).

4 Dommages au niveau des yeux et de la peau

4.1 Hypochlorite de sodium

Lorsque l'aiguille et la seringue d'irrigation ne sont pas correctement connectées ou bien lorsque la pression sur le piston de la seringue est trop importante, l'hypochlorite de sodium peut s'échapper et créer des dommages oculaires et cutanés importants. Pashley et collaborateurs en 1985 rapportent une hyperhémie et un œdème au niveau du tissu conjonctif oculaire. Le contact de l'hypochlorite de sodium avec les yeux des patients ou de l'opérateur provoque une douleur immédiate, une sensation de brûlure, un érythème, une perte des cellules épithéliales dans la couche externe de la cornée peut également survenir (140). En cas de projection au niveau des yeux, une irrigation oculaire abondante et immédiate avec de l'eau ou du sérum physiologique est recommandée pendant 15 à 20 minutes. De plus, il est préférable d'adresser le patient vers un ophtalmologiste afin d'établir la gravité des lésions et les traitements associés (140).

En cas d'exposition cutanée, il est recommandé de rincer immédiatement et de façon abondante la peau avec une eau savonneuse pendant 15 à 20 minutes (140).

Le port de lunettes de protection pour le praticien et le patient, la mise en place d'un champ opératoire et la réalisation d'une aspiration minutieuse de l'irrigant canalaire semblent être des éléments faciles à mettre en place afin de protéger le patient et le praticien de tout risque de complication per-opératoire au niveau des yeux, de la peau et des muqueuses (140).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

4.2 EDTA

L'acide acétique contenu dans une solution d'EDTA est un antiseptique dont les vapeurs seraient irritantes pour les yeux. De plus, il pourrait causer des brûlures au niveau de la bouche, du nez ou bien encore de la gorge en cas d'exposition. A certaines doses, et en co-exposition chronique avec un produit cancérigène, son caractère irritant en ferait un promoteur tumoral. L'éthylènediamine peut également causer de graves irritations au niveau oculaire ou cutané se traduisant par des douleurs, des brûlures voire des lésions cornéennes ou des nécroses cutanées. Le seuil de toxicité pour l'éthylènediamine est de 25mg/m³ pour la peau. (INRS, 2011) 140.

4.3 Peroxyde d'hydrogène

Le contact du peroxyde d'hydrogène avec la peau et/ou les muqueuses entraîne sa décomposition en eau et en dioxyde gazeux et ce grâce à la présence d'ions ferriques contenus dans la catalase de la peau et des muqueuses. Le peroxyde d'hydrogène peut ainsi induire la production de radicaux hydroxyles très réactifs qui peuvent interagir avec l'ADN et produire des substances du type purines ou pyrimidines à l'origine de mutations génétiques (140).

En cas d'exposition oculaire, brûlure, larmoiement, conjonctivite, ulcération ou perforation cornéennes et même des lésions de l'iris et du cristallin peuvent être observés (140).

Le traitement immédiat consiste en un rinçage abondant avec de l'eau ou du sérum physiologique pendant 15 à 20 minutes. De plus, il est préférable d'adresser le patient en consultation ophtalmologique afin de dresser le bilan des lésions et d'associer un traitement médical spécifique si nécessaire (140) .

En cas d'exposition cutanée, l'action irritante du peroxyde d'hydrogène peut être à l'origine d'un érythème ou de brûlures. Le traitement immédiat consiste en un rinçage abondant de la peau avec de l'eau savonneuse pendant 15 à 20 minutes (140).

Le peroxyde d'hydrogène peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine en cas d'exposition accidentelle lorsque la concentration utilisée est supérieure à 10%. Or, les solutions utilisées en dentisterie sont rarement aussi fortement concentrées et son utilisation est de moins en moins populaire en endodontie (140). La concentration à usage antiseptique employée lors de la préparation canalaire est de 3% ce qui correspond à une solution à 10 volumes. La solution contient donc 3% en poids de peroxyde d'hydrogène et peut dégager 10 fois son volume d'oxygène gazeux (22).

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

4.4 Chlorhexidine

Une concentration de chlorhexidine allant jusqu'à 2% ne cause aucun changement visible au niveau de la cornée. Néanmoins de grands volumes de chlorhexidine peuvent provoquer un gonflement de la cornée (141) (142).

Cependant, l'application de chlorhexidine au niveau de la peau peut provoquer des réactions allergiques immédiates urticantes, oedémateuse, où à type de dyspnée (141).

La prise en charge consiste à adresser le patient vers un ophtalmologiste et / ou un allergologue afin d'établir la gravité des lésions et les traitements associés (141).

5 Rôle du médecin-dentiste en terme de prévention et traitement

5.1 Comprendre les étiologies d'un accident d'irrigation

Les étiologies sont multiples, une étiologie seule est rare et l'accident est souvent l'association de multiples facteurs mais d'après les cas répertoriés nous pouvons classés les étiologies selon deux catégories : (128) (130).

- - Les causes praticien-dépendantes ;
- - Les causes liées aux variations anatomiques du patient.

Les erreurs opératoires sont associées aux étiologies praticien-dépendantes :

- Problème d'étiquetage, de conservation des produits, de similitudes entre seringues pour irrigation canalaire et anesthésie locale ;
- Problème de visibilité impliquant la nécessité de travailler avec des systèmes de vision additionnels (loupe, microscope, lumière) afin de limiter les risques de perforations coronaires ou radiculaires et donc d'irrigation extra-radiculaire éventuelle;
- Manque d'analyse pré- et per-opératoire : la lecture de la radiographie préopératoire est une étape importante afin d'estimer la longueur de travail, de même, la réalisation d'une radiographie instrumentée est primordiale afin de diminuer tout risque de sur-instrumentation apicale;
- Manque de rigueur au cours du traitement endodontique : le contrôle tactile de la position de l'aiguille d'irrigation sans blocage dans le canal, l'éjection de la solution d'irrigation sans pression excessive et le contrôle visuel du reflux de la solution d'irrigation sont des étapes clés à respecter afin de minimiser le risque d'accident (129) (130).

Les causes liées aux variations anatomiques du patient sont décrites comme suit :

- - De larges foramen apicaux liés à des apex immatures ou des résections apicales ;
- - Des résorptions radiculaires externes ;
- - Des fractures radiculaires ;
- - Des inter-relations sinus/foramen apical étroites ;
- - Des destructions osseuses associées à une lésion péri-apicale.

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

La nécessité de la radiographie pré-opératoire prend toute sa place dans cette dernière catégorie afin de visualiser la zone apicale. De plus, il ne faut pas oublier le facteur irrigant. Le choix de la solution d'irrigation est important et joue un rôle non négligeable dans l'étiologie des accidents d'irrigation endodontique. L'hypochlorite de sodium reste l'agent d'irrigation le plus fréquemment utilisé en endodontie et donc par conséquent le plus couramment évoqué dans l'étiologie des accidents d'extrusion. Malgré ses excellentes propriétés antimicrobiennes, ce dernier reste une solution chimique cytotoxique pour les tissus environnants (130) (130).

Même si le médecin-dentiste rencontre un problème d'ordre anatomique (apex immature, résorption radiculaire, fracture radiculaire, apex réséqué, relation étroite sinus/foramen apical, lésion inflammatoire péri-apicale d'origine endodontique (LIPOE), même si il existe une erreur opératoire (sur-instrumentation liée à une mauvaise détermination de la longueur de travail, perforation) où bien même si il existe une variation anatomique osseuse ou veineuse, si le débit d'irrigation reste inférieur à 3,4 ml/min, d'après les études de Khan et ses collaborateurs en 2013, la probabilité pour créer un accident d'irrigation est faible (128) (130).

5.2 Reconnaître un accident d'irrigation

Le chirurgien-dentiste doit reconnaître immédiatement les signes cliniques de l'accident d'extrusion d'une solution d'irrigation : (129)

1. Douleur sévère immédiate ;
2. Hémorragie intra-radiculaire voire nasale si extrusion intra-sinusienne ;
3. Goût et odeur de chlore si injection au niveau du sinus maxillaire ;
4. Oedème immédiat au niveau des tissus adjacents en raison de la perfusion de la solution d'irrigation au niveau du tissu conjonctif lâche ;
5. Ecchymoses sur la peau ou muqueuse en raison des saignements interstitiels abondants ;
6. Extension de l'oedème à un grand site du visage comme les joues, les lèvres ou la région périorbitaire suivant la dent traitée ;
7. Douleur initiale sévère remplacée par un malaise ou un engourdissement lié à la destruction des tissus ;
8. Anesthésie éventuelle.

5.3 Traitement spécifique de l'accident d'extrusion d'une solution d'irrigation au-delà du foramen apical (selon Zhu W ;Flouriot AC, Simon S. ; Mehdipour O)

- 1) Reconnaître rapidement le problème ;
- 2) Informer le patient de la nature et la cause de l'accident ; le rassurer ;
- 3) Si nécessaire, comprimer les ailes du nez 10 minutes afin d'arrêter un éventuel saignement nasal ;
- 4) Si nécessaire, réaliser une anesthésie locale afin de réduire la douleur ;
- 5) Rincer immédiatement les canaux avec du sérum physiologique (20ml) afin de diluer l'hypochlorite de sodium et donc de diminuer l'irritation des tissus mous ;
- 6) Laisser le saignement persister quelques minutes afin de permettre l'élimination de l'irritant puis absorber les solutions canalaire avec des pointes de papier ;

Chapitre IV : Les accidents d'irrigation en endodontie

- 7) Placer un hydroxyde de calcium au niveau canalaire et refermer la cavité d'accès endodontique avec un ciment eugénoxyde de zinc si saignement intra-radicaire jugulé ;
- 8) Si le saignement intra-radicaire est difficile à juguler, il est alors préférable de laisser la dent ouverte sur une période de 24 à 48h ;
- 9) -Recommander la mise en place de glace et de compresses imbibées d'eau froide pendant 24h afin de minimiser l'œdème ;
- 10) Après 24h, recommander la mise en place de compresses imbibées d'eau chaude du côté de la face touchée par l'accident afin de stimuler la circulation locale et donc le drainage ;
- 11) Recommander un rinçage avec un bain de bouche antiseptique pendant une semaine afin d'améliorer la circulation au niveau de la zone touchée, recommandation d'autant plus importante à respecter si la dent est ouverte pendant 24 à 48h ;
- 12) Contrôler la douleur sous couverture antalgique : paracétamol/codéine, 500mg/30mg, 3 fois par jour pendant 7 jours ;
- 13) Antibiotiques conseillés car il existe un risque élevé de propagation de l'infection : amoxicilline, comprimés de 1 gramme 3 fois par jour pendant 10 jours ;
- 14) Anti-Inflammatoires Stéroïdiens : médrol® (méthyprednisolone 4 milligrammes), 0,4 à 1,6 mg/kg/jour pendant 3 jours ;
- 15) Contact quotidien pour rassurer et surveiller la récupération ;
- 16) Revoir le patient entre 3 et 5 jours après l'accident et évaluer la situation : si le médecin-dentiste observe une complication au niveau des tissus mous (nécrose tissulaire), une prise en charge hospitalière s'impose afin de placer le patient sous traitement spécifique (antalgiques, anti-inflammatoires et antibiotiques en administration intraveineuse) et réaliser un débridement chirurgical des tissus ;

Si l'examen clinique montre une résolution progressive, il est nécessaire de renouveler la mise en place de l'hydroxyde de calcium au niveau canalaire, et ce, jusqu'à obtenir un canal propre et sec ainsi qu'une absence évidente de symptomatologie douloureuse ;

Dans le cadre d'un examen clinique montrant des canaux propres et secs et une absence de symptomatologie, la dent peut être conservée et le traitement endodontique terminé à l'aide de solutions d'irrigation comme la chlorhexidine ;

Si le médecin-dentiste observe une persistance de la symptomatologie, dans ce cas il sera nécessaire d'extraire la dent et le cas échéant, de réaliser un débridement chirurgical des tissus sous anesthésie locale si besoin (exérèse d'os nécrosé).

L'ensemble de ces points permet de résumer la prise en charge à respecter dans le cadre de la survenue d'un accident d'irrigation et ce quel que soit le type d'irrigant utilisé et le type d'accident déclaré (128) (129) (130).

Partie pratique :

Etude de la pratique de l'irrigation endocanalaire, ainsi l'analyse de la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée au service d'odontologie conservatrice/ endodontie du CHU Tizi Ouzou.

PARTIE PRATIQUE

Etude de la pratique de l'irrigation endocanalaire , ainsi l'analyse de la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée au service d'odontologie conservatrice/ endodontie du CHU Tizi Ouzou.

1) Les objectifs d'étude :

1.1. Objectif principal :

Analyser les caractéristiques de la technique de l'irrigation endocanalaire en soins dentaires à la clinique dentaire professeur HANNACHI de CHU de TIZI OUZOU.

1.2. Objectifs secondaires :

- Evaluer les attitudes des praticiens et des internes du service d'OC/E en pratique de l'irrigation.
- Evaluer les connaissances des assistants dentaires concernant la préparation (dilution) de la solution d'hypochlorite de sodium.
- Analyser les conditions de stockage et la concentration des solutions d'hypochlorite de sodium utilisées au service d'OC/E.

1.3. Collaborateurs :

Ce travail a été réalisé avec l'aide et la contribution de :

- Professeur Tibiche, Epidémiologiste au service d'épidémiologie du CHU Tizi Ouzou.
- Professeur Mamou chef de département de pharmacie de la faculté de médecine de l'UMMTO.

2) Matériel et méthode.

2.1. Méthode :

- **Type d'étude.**

Il s'agit d'une enquête descriptive transversale observationnelle.

- **Lieu d'étude.**

Notre travail s'est déroulé à la clinique dentaire professeur HANNACHI de CHU (Nedir Mohamed) de Tizi Ouzou, dans le service d'odontologie conservatrice / Endodontie.

- **La population d'étude.**

Notre échantillon est constitué de :

- Praticiens en médecine dentaire.
- Internes en médecine dentaire.
- Assistants dentaires.

2.2. Matériel.

- **La fiche technique:** le matériel est composé d'une fiche d'enquête incluant deux questionnaires d'évaluation conçu en version papier à remplir.
- Le premier questionnaire adressé aux internes et aux praticiens du service d'OC/E. (annexe 2)
- Le deuxième questionnaire adressé aux assistants dentaires. (Annexe 3)

3) Collection des données :

3.1 Modalités de collecte des données (sources d'informations).

- Nous avons distribué 45 questionnaires (N° 1) portant 27 questions (fermées, ouvertes, de connaissances). Les points suivants ont été spécifiquement étudiés : échantillonnage démographique, la technique de l'irrigation, les accidents et les risques liés à l'irrigation ainsi que les moyens de prévention.
- Nous avons distribué 02 questionnaires (N° 2) aux assistants dentaires. Les points suivants ont été spécifiquement étudiés : le mode de préparation et de stockage de la solution d'hypochlorite de sodium.
- **Ethiques :** Toutes les informations générales liées à l'identité des participants ont été traitées à l'anonymat.
- **Paramètres étudiés :**

Une classification des critères étudiés a été réalisée pour faciliter le tri et l'étude des données.

Tableaux : Tableau regroupant les différents paramètres étudiés.

Tableau 1 : Les techniques de l'irrigation.

<i>Nature des paramètres</i>	<i>Les paramètres de l'étude</i>
➤ Identification	Sexe, spécialité
➤ Variables étudiées	Concentration, volume en (ml), durée en(s)
➤ technique de l'irrigation.	Type de seringue, association entre les produits, système de distribution.... +
➤ Accidents liés à l'irrigation	Extrusion, douleur, emphysème, allergie....
➤ Les moyens de prévention	Isolation (Digue, coutons, injection lente)

Tableau 2 : la solution d'hypochlorite de sodium.

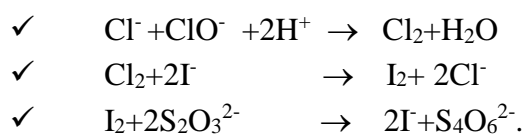
<i>Nature des paramètres.</i>	<i>Les paramètres de l'étude.</i>
➤ Variable	La concentration, volume, temps (h ,j)
➤ Modalité de préparation	Formule, dispositif de dilution, stockage ...
➤ Accidents liés à la préparation	Allergie cutanée, Irritation oculaire. Souillage de vêtements.
➤ Les moyens de protection	Masque, lunette, tablier, gants.....

✚ Des prélèvements (30 flacons) de la solution d'hypochlorite de sodium dilués à la clinique étaient acheminés au laboratoire de chimie analytique du département de pharmacie de la faculté de Médecine UMMTO pour doser la quantité d'hypochlorite de sodium par iodométrie selon la méthode de Bensen. Ainsi 5 ml de la solution prélevée étaient dilués (1 /10^e) dans une fiole jaugée avec l'eau distillée (l'eau distillée est ajoutée jusqu'au trait de 50ml). 10 ml de la solution d'hypochlorite fille prélevé à l'aide d'une pipette jaugée. 10 gouttes d'acide acétique (CH₃COOH) et 10ml d'iodure de potassium KI à 10% étaient ajoutés à cette solution.

Après la réaction d'oxydation des ions hypochlorite en milieu acide, il se produit une libération du diiode (I₂) et la solution prend une couleur brune.

Avec une solution de thiosulfate de sodium (préparé à une certaine concentration) un titrage de l'iode libéré a été effectué. Le titrage continue jusqu'à la dissipation complète de la couleur brune (Virage : couleur brune à l'incolore).

Réactions mises en jeu :



Le degré chlorométrique de la solution a été déterminé à partir du volume de thiosulfate utilisé. Ce chiffre a été transformé en pourcentage de chlore actif, pour la conversion du degré chlorométrique français en degré chlorométrique anglais (pourcentage %).

La formule suivante est utilisée:

$$\text{➤ } 1^\circ\text{C.F.} = 0.3225^\circ\text{C.A.}$$

- **Définition de degré chlorométrique :**

On définit le degré chlorométrique de la manière suivante :

- **Le degré Français** : correspond au volume de chlore exprimé en litre dans les conditions normales de température T^0 et de pression capable d'être libéré par 1kg de substance.
- **Le degré Anglais** définit comme la masse de chlore gazeux exprimé en gramme libéré par 100 g du chlorure décolorant, comme 1 L de chlore dans les conditions normales de température et de pression a un poids de 3.225 g donc :

$$1^\circ \text{ chlorométrique français} = 0.3224^\circ \text{ chlorométrique anglais.}$$

- Au point d'équivalence :
 - 1equivalent de HOCL=1equivalent de Cl₂
 - la quantité de Na₂S₂O₃=quantité de ClO
 - $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2C_{\text{HcLO}} * V_{\text{HcLO}}$.
 - $C_{(\text{HcLO})} = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / 2 V_{\text{HcLO}}$.

3.2. Traitement et analyse statistique des données :

- Toutes les données du questionnaire et d'étude chimique collectées ont été saisies et analysées au moyen des logiciels: Word 2007, SPSS V23. Excel 2007.
- Les variables catégorielles ont été exprimées en effectifs et en pourcentages et les variables quantitatives ont été exprimées en moyennes et écart type.

4. Résultats :

Le nombre de questionnaire distribué était de 47.

On a récupéré les deux questionnaires remis aux assistants dentaires.

On a récupéré 45 questionnaires, sur un nombre de 45 participants qui ont répondu, 15.6 % étaient des praticiens, 88.4% étaient des internes.

Partie 1: caractéristique de l'échantillonnage:

1.1 : Identification des participants selon la catégorie .

A la question N°1 « Répartition selon la catégorie » on note que les internes représentent la tranche la plus élevée (38sur 45) avec un pourcentage de 88,4%.(Figure 36)

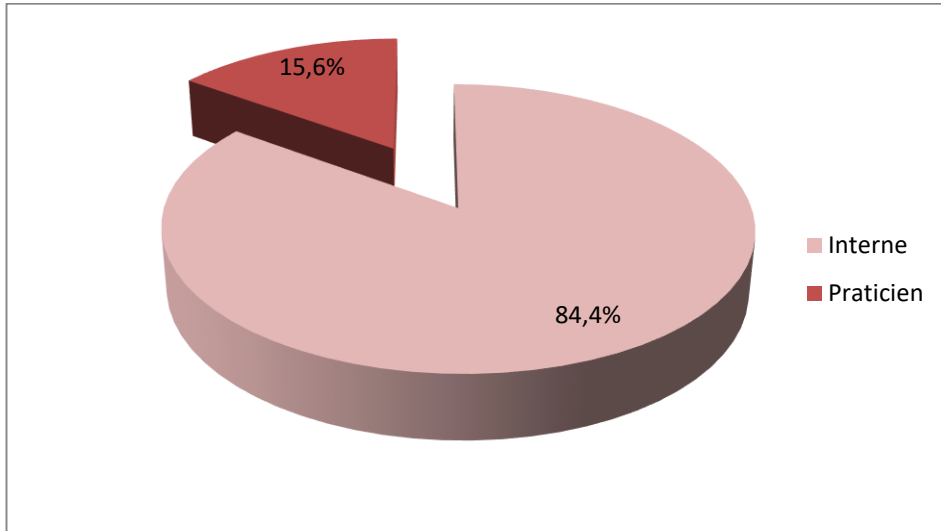


Figure (36) : Fréquence des personnes selon la catégorie.

1.2. Identification des participants selon le sexe :

Dans notre échantillon des participants de sexe féminin représente 88,9%. (Figure37)

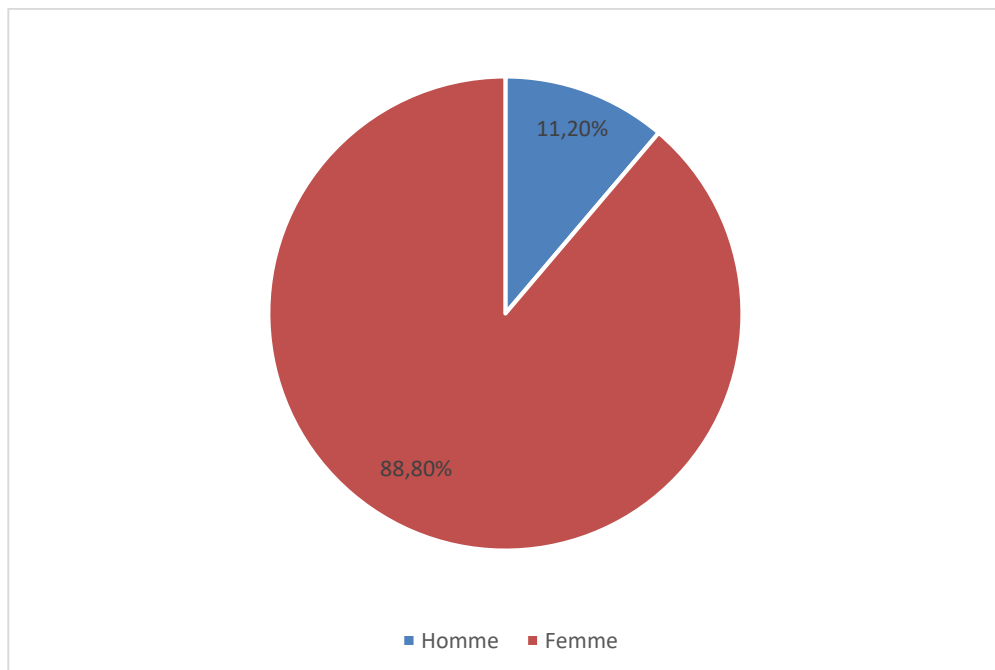


Figure (37) : Fréquence des personnes selon le sexe

Partie 02 : Matériels ,produits et techniques d'irrigation :

2.1: Type de seringue utilisé.

Cent pour 100 des participants irriguent avec une seringue à insuline.

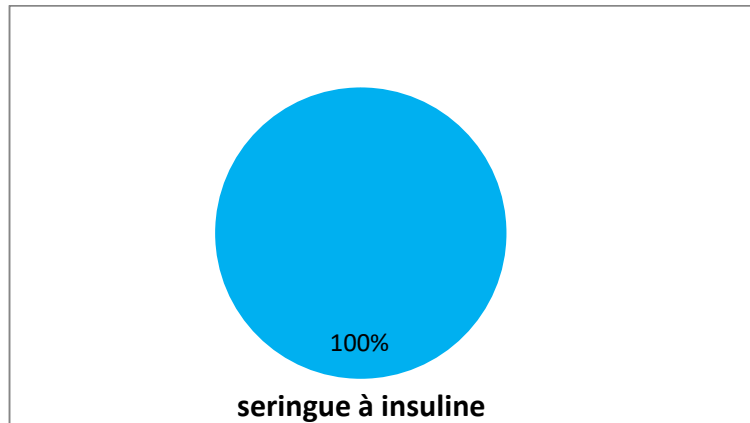


Figure (38) : Le type de seringue utilisé.

2.2. Les produits utilisés.

Les produits les plus utilisés comme irrigants sont : l'hypochlorite de sodium avec un pourcentage de 100%, l'EDTA avec un pourcentage de 44,4% et sérum physiologique avec un pourcentage de 37.7%.

	Effectif	Pourcentage
1-CLONA	45	100%.
2-EDTA	20	44.4%
3-Sérum physiologique	17	37.7%
4- Eau	1	2.22%.
5-peroxyde d'hydrogène	1	2.22%

$1+2= 20$ participant

$1 +2+3= 17.$

$1+2+3+4+5=1$

$1+2+3+4=1$

2.3. Volume d'hypochlorite de sodium moyen injecté pour chaque canal après chaque passage d'instrument endodontique.

On remarque qu'après chaque passage d'instrument endodontique, 31,1% des participants injectent un volume de 1ml, 26,7% des participants injectent un volume de 5ml, 11,1% des participants injectent un volume de 2ml. (Figure 39)

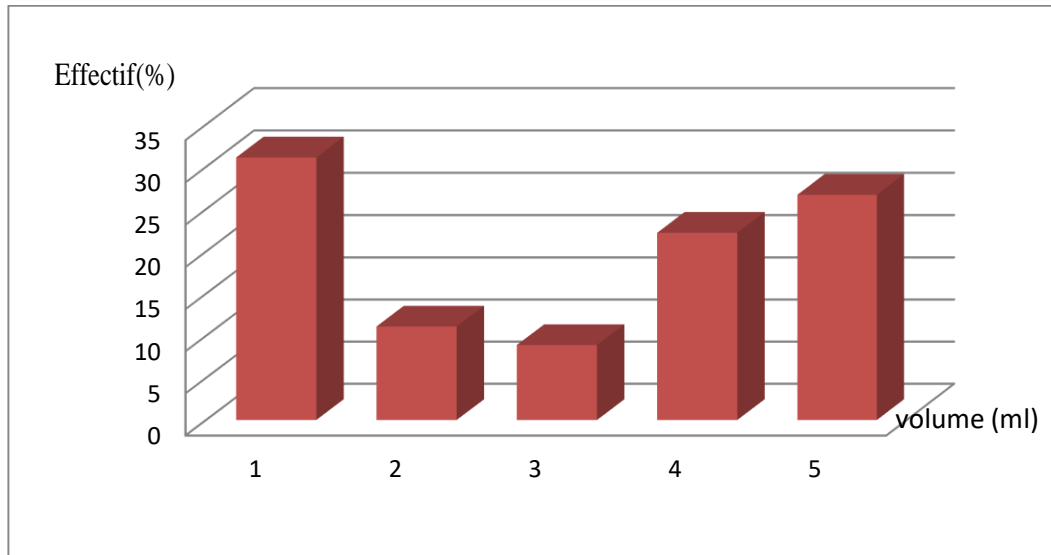


Figure (39) : Volume d'hypochlorite de sodium utilisé après chaque passage d'instrument endodontique.

2.4) Le volume total d'irrigant injecté pour chaque canal.

On remarque que 48.9% des participant utilisent un volume de 15ml pour rinçage de chaque canal .35.6% des participants utilisent un volume de 5ml et 15.5% utilisent un volume de 5ml pour rinçage de chaque canal. (Figure 40)

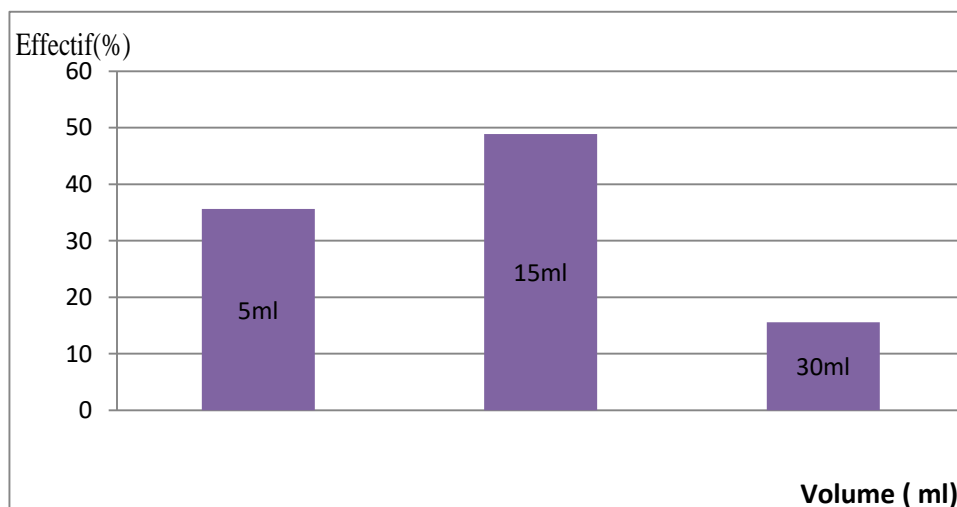


Figure (40) : Fréquence des volumes d'irrigants utilisés pour chaque canal.

2.5) : Technique d'injection.

Quarante cinq pour cent (44,4%) des participants irriguent selon la technique contact –retrait –éjection avec des mouvements axiaux de faible amplitude ,31.11% des participants éjectent le produit à l'entrée canalaire . (figure 41)

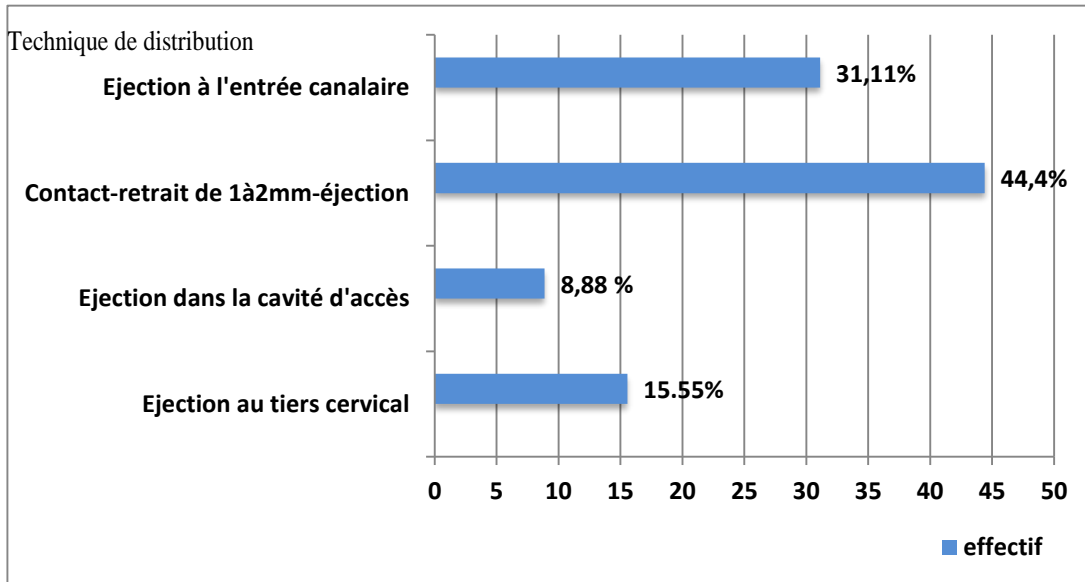


Figure (41) : La technique d'injection utilisée.

2.6) Activation de la solution d'irrigation

Cinquante –trois pour cent (53,3%) des participants n'activent pas la solution d'irrigation. Par contre, 47,4% l'activent. (Figure 42).

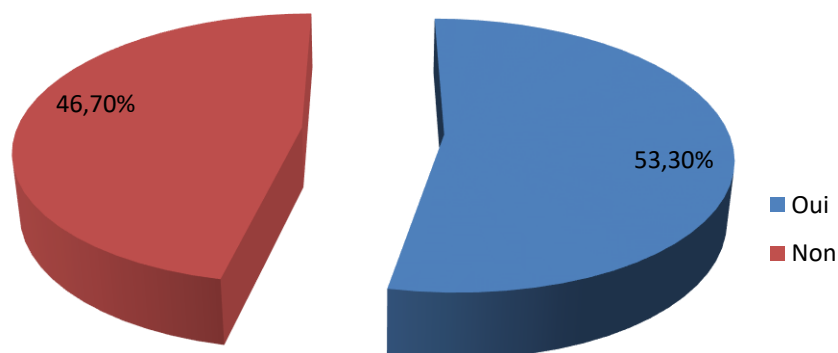


Figure 42: Activation de la solution d'irrigation

2.7) L'importance de l'activation de la solution d'irrigation et dispositifs d'activation :

Activation	Effectif	Pourcentage
Activation :		
Pas importante	2	4.4%
Très importante	40	88.9%
Je ne sais pas	3	6.7%
Activation		
Oui	21.	46.7%
Non	24.	53.3%
Le dispositif d'activation.		
Conne gutta	9	20%.
Lime	18	40%
Agitation avec seringue	12	26.7%.
Autres	6	13.3%

Partie 3 : Risques et méthode et méthodes (moyens) de prévention :

3.1. Les accidents liés à l'irrigation :

On note que 91,1% des participants n'ont pas été confrontés aux accidents lors de la pratique de l'irrigation canalaire. 8,9 % des participants ont été confrontés à des accidents lors de l'irrigation ; (Figure 43).

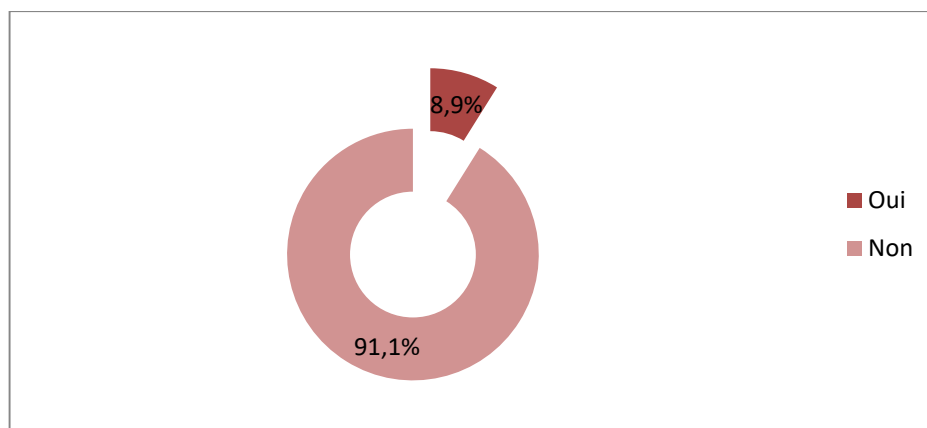


Figure (43) : Accidents liés à l'irrigation

3.2. Risques et accidents liés à l'irrigation :

Risque et accidents d'irrigation	Effectif	Pourcentage
Oui	4	8.9 %
Non	41	91.1%
Total	45	100.0%

Risque :		
Cassure de l'aiguille	3	6.7 %
Extrusion de la solution d'irrigation dans les tissu peri apicaux	3	6.7%
Allergie		
Douleur post opératoire	1	2.2 %
Saignement canalaire profus	1	2.2%

3.3. Les moyens de prévention utilisés pour prévenir les risques et les accidents liés à l'irrigation en endodontie

Les moyens de protections :

On note que 100% des participants utilisent le coton pour prévenir l'extrusion de la solution d'irrigation dans la cavité buccale, 66, 6% des participants injectent la solution lentement sans pression pour prévenir son extrusion dans les tissus péri apicaux.

Moyen de prévention et de protection	Effectif	Pourcentage
1-Le coton	45.	100%
2-Injection lente sans pression.	30.	66.66%.
3. Digue	1.	2.22%

$$1+3=1$$

$$1+2 =30.$$

Partie 4 : Résultats de l'étude des concentrations des solution d'hypochlorite de sodium .

Les résultats de l'étude montrent que les concentrations d'hypochlorite de sodium utilisées au service varient de (1%à2%) avec un pourcentage de 53,33% et de (0.5%à1%) avec un pourcentage de 26.6% ; (Figure 44). (Annexe 04)

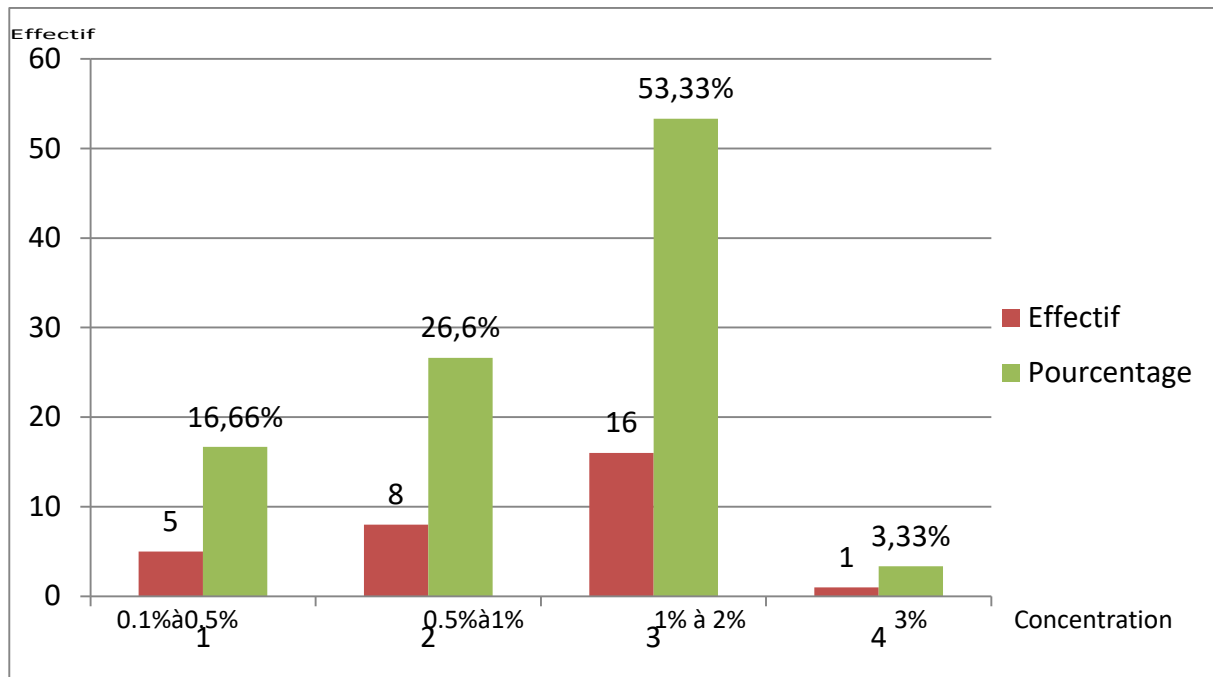


Figure (44) : Les concentrations des solutions d'hypochlorite de sodium utilisées au service d'OC/E

5. Discussion :

Partie 1 : caractéristique de l'échantillonnage :

Affiliation.

Sur les 45 participants qui ont répondu au questionnaire, 84,4% répondants étaient des internes, et 15,6% étaient des praticiens. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que notre travail qui est effectué dans le service d'OC/E de la clinique dentaire du CHU ou le nombre d'étudiant (internes) est important.

Dans une étude réalisée en Arabie Saoudite en 2019 par « S.O. Basudan » sur la population de praticiens des centres dentaires universitaires gouvernementaux et privés à Riyad, les praticiens généralistes montrent un pourcentage de 63.2 % (143).

✚ Sexe :

Dans notre étude 88,9 % des participants sont des femmes ce qui coïncide avec l'enquête de « S.O. Basudan » avec un pourcentage de 56,3%, par contre une étude de « Almis et coll au Maroc » en 2022 révèle une fréquence masculine de 51 % (144).

✚ Age :

À l'issue de notre étude, nous avons relevé que la tranche d'âge majoritaire est celle moins de 30 ans, cela est retrouvé dans une enquête de « S.O. Basudan » dont 61,3% des praticiens avaient moins de 30 ans. Ce qui correspond à l'âge moyens de la population d'étude composée en majorité d'internes.

Partie 2 : Méthodes d'irrigation : (produits, matériels et techniques).

✚ Type d'irrigation utilisé:

Notre étude montre que la technique de l'irrigation utilisée c'est l'irrigation passive à la seringue. Cela est expliqué par la disponibilité, la facilité d'utilisation et le cout des seringues d'irrigation; (annexe 5).

✚ Type de seringue utilisé :

Contrairement à ce qui est préconisé, 100% des praticiens irriguent avec une seringue à insuline. Ceci est expliqué par sa facilité d'utilisation et son cout bas, l'inconvénient dans ce cas est que l'aiguille ne pénètre pas suffisamment dans le canal parce qu'elle est trop courte.

✚ Volume de l'irrigant utilisé habituellement pour chaque canal :

Quatre-vingt-dix pour cent (90%) des participants ont répondu qu'ils irriguent après chaque passage d'instrument endodontique (annexe 6).

Concernant le volume utilisé pour chaque canal après chaque passage d'instrument, 31,1% des participants ont répondu qu'ils utilisent un volume de 1 ml, 26,7% ont répondu qu'ils utilisent des volumes d'irrigants de 5ml.

Concernant la quantité d'hypochlorite de sodium utilisée en moyenne par séance de préparation canalaire pour chaque canal, 15,6% ont répondu qu'ils utilisent un volume de 30ml, 48.9% des participants ont répondu qu'ils utilisent un volume de 15 ml à la moyenne. Tandis que 35,6% utilisent un volume de 5ml.

Cela ne concorde pas avec les résultats de « S.O. Basudan » où la plus part des participants utilisent un volume de (3à10ml) (143).

Il n'y a pas non plus de consensus concernant le volume d'irrigant nécessaire pour qu'il soit efficace.

PARTIE PRATIQUE

L'irrigation entre chaque passage instrumental est responsable de la pénétration de la solution en direction apicale et du renouvellement permanent de la solution d'irrigation.

Les recommandations de l'HAS (Haute Autorité de Santé de France) préconisent 1 ml de solution renouvelée entre chaque passage d'instrument, 10ml par séance peut suffire pour une seule incisive mais ce n'est pas le cas pour une molaire (145).

✚ La technique de distribution de la solution d'irrigation.

Trente et un pour cent (31.11%) des participants éjectent la solution d'irrigation à l'entrée canalaire. Les études montrent qu'au cours d'une irrigation traditionnelle la solution pénètre seulement 1 mm au-delà de la pointe de l'aiguille.

Chow approuvé que l'efficacité de l'irrigation est fonction de la profondeur de pénétration de l'aiguille. Pour cela, il est aujourd'hui préconisé de réaliser une préparation évasée à 6% avec un diamètre de 30/100 pour obtenir une bonne pénétration de l'irrigant au niveau du tiers apical et permettre l'élimination des débris (146).

Le praticien doit choisir des aiguilles de faible diamètre (environ 30 gauges) permettant de venir déposer la solution d'irrigation au plus près de la zone apicale.

Plus le diamètre est faible, plus la pression d'éjection sera importante pour un même volume de la solution et plus elle progressera apicalement pour un même niveau de placement de l'extrémité de l'aiguille dans le canal.

La vitesse d'éjection de la solution est fonction de la pression sur le piston et de la différence de diamètre entre le corps de la seringue et celui de l'aiguille.

Pour débiter passivement une solution avec une grande seringue à travers une fine aiguille, une pression importante sur le piston est nécessaire, ce qui majore le risque d'extrusion. Il faut donc choisir une seringue dont le diamètre est en rapport avec le calibre de l'aiguille (classiquement pour une aiguille de 27g une seringue de 5ml et pour une de 30g une seringue de 3ml) (11).

✚ Le produit d'irrigation le plus utilisé .

L'hypochlorite de sodium est le produit le plus utilisé par les participants (100%). Cela est expliqué par la non disponibilité et le coût élevé des autres produits notamment les chélateurs par rapport à l'hypochlorite de sodium.

Cependant, pour la concentration moyenne utilisée au service d'OC/E la majorité des participants (66,6%) ne connaît pas la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée. Cela est expliqué par la préparation de la solution d'irrigation est faite essentiellement par les assistants dentaires (Annexe 7) .

✚ Association entre les produits:

Nos résultats ont montré que (77,8%) des participants ont répondu qu'ils utilisent le NaOCl seul pour irriguer les canaux dans la plus part des cas (Annexe 8). D'un autre côté, 22,7%

PARTIE PRATIQUE

associent à l'hypochlorite d'autres produits d'irrigation, le produit le plus utilisé est l'EDTA. L'irrigation avec NaOCl puis l'EDTA à 17 % pendant 1 minute, suivie d'un rinçage final avec du NaOCl, est une méthode recommandée par plusieurs auteurs (146).

Les chélateurs comme l'EDTA éliminent les composants minéraux et gardent les structures tissulaires organiques intactes. Il est ainsi conseillé de vider le canal de son contenu entre chaque changement de produit lors de la phase finale de l'irrigation afin d'éviter les interactions entre les produits chimiques (118).

✚ Activation de l'irrigation et Méthode d'activation :

Cinquante-trois pour cent (53.3 %) des participants n'activent pas leur solution d'irrigation à cause de manque de moyens, d'informations et de connaissances sur la nécessité d'activer la solution d'irrigation, tandis que 46.7%, 4% l'activent. Presque similairement à d'autres résultats d'études « S.O. Basudan 2019 » (143).

Parties 3 : Risques et méthodes de prévention :

✚ Les risques dus au NaOCl rencontrés :

Notre étude montre que 6.7% des participants ont rencontré des extrusions accidentelles de la solution dans les tissus apicaux (mais aucun cas rapporté).

Selon Mehdipour et coll ,23 cas ont été signalés dans la littérature dentaire, la majorité concernant une extrusion apicale (129).

Becking dans son étude a rapporté un cas d'extrusion de NaOCl de concentration inconnue dans les tissus périapicaux d'une 2eme prémolaire gauche le patient a eu une douleur sévère de la joue, l'œil gauche et la région temporale, un goût de chlore et une irritation de la gorge (130).

2.2% ont rencontré douleurs post opératoire et 2.2% ont rencontré saignement canalaire. L'extrusion apicale de l'irrigant peut être à l'origine de la douleur post opératoire. Cependant, il n'est pas facile cliniquement d'écarter d'autres causes telles que la sur instrumentation, l'extrusion de débris infectés, ou la combinaison de ces deux facteurs (149).

✚ Les moyens de prévention pratiqués pour prévenir les accidents liés à l'hypochlorite de sodium.

Notre enquête montre que 100% des participants utilisent les boulettes de coton pour prévenir l'extrusion du NaOCl dans la cavité buccale. Dans une étude réalisée en Inde 74,6% des répondants ont opté aussi pour le coton. (150). A Abidjan des résultats similaires aux nôtres, aucun praticien n'avait recours à la digue lors des thérapeutiques endodontiques (151).

Durant l'irrigation, une pression faible et constante doit être utilisée, ce qui est appliquée par 66.66% de nos participants. L'opérateur doit s'assurer que l'excès d'irrigant quitte le canal

coronairement par la cavité d'accès où il doit être immédiatement aspiré, dans notre enquête aucun participant n'utilise l'aspiration chirurgicale.

Partie 4 : Etude de la qualité de l'hypochlorite de sodium utilisée en endodontie au service d'OC/E.

▪ 1. La concentration de chlore dans les solutions d'hypochlorite.

Nos résultats ont montré que :

Cinquante trois pour cent (53.33 %) des échantillons des solutions d'hypochlorite de sodium utilisées au service présentent des concentrations comprises entre (1% à 2%), 26,6% des échantillons présentent des concentrations entre (0.5 à 1%) et 16.66% des échantillons présentent des concentrations moins de 0.5%.

L'étude de « S.O. Basudan 2019 » (143) a montré que la majorité des praticiens l'utilisent à une concentration de (2,5-5%).

En Australie (152) la majorité des praticiens utilisent la concentration de 1%.

Au Canada (153) et aux USA (154) la concentration utilisée est comprise entre (3à5%) actuellement jusqu'à (5,5%).

Ces variations dépendent des recommandations justifiées de chaque école.

En Algérie la concentration utilisée est généralement de 2,5%. Mais nous n'avons aucune étude justifiée statistiquement qui peut le confirmer.

Les concentrations de chlore trouvées dans notre étude sont faibles (97.33% < 2.5%). Ces faibles concentrations ne permettent pas une élimination complète des débris pulpaire. Il en reste toujours sur la surface canalaire des zones surtout non préparées (Baumgartner et Cuenin, 1992) ce qui pourrait servir de substrats pour les bactéries endocanalaire. L'utilisation de ces concentrations très faibles du chlore pourrait s'expliquer dans notre étude d'une part par les conditions de dilution et de stockage qui ne sont pas adaptées et d'autre part surtout par le fait que la pose de la digue est presque inexistante. L'utilisation recommandée d'hypochlorite de sodium à la concentration de 2,5 % sans la digue est très désagréable, toxique pour les muqueuses buccales et peut engendrer chez certains patients des violentes réactions (155).

▪ 2. Préparation et conservation de la solution d'hypochlorite de sodium.

✚ Préparation

La préparation de la solution d'irrigation est réalisée par les assistants dentaires (100%) ce qui coïncide avec d'autres études comme celle de « S.O. Basudan » qui ont une majorité de 70%.

✚ Conservation:

La solution est conservée dans des flacons opaques en plastique à température ambiante. L'étude de Clarkson et coll (2001) montre que de meilleures conditions de stockage des solutions d'hypochlorite de sodium empêchent la dégradation du chlore (156) .

✚ L'eau utilisée pour la dilution des solution d'hypochlorite de sodium

Toutes les dilutions sont faites au service d'OC/E avec de l'eau courante du robinet qui contient probablement des sels inorganiques et des ions métalliques qui peuvent agir sur le chlore en accélérant sa dégradation, Par conséquent, réduire son efficacité. (KIRKSON et coll). La dilution doit se faire de préférence avec de l'eau distillée et non de l'eau de robinet comme constaté dans tous les cabinets sondés dans une étude faite à Dakar (155).

✚ Formule de dilution du NaOCl (hypochlorite de sodium) :

Les résultats de notre étude ont montré que les assistants du service ne connaissent pas l'équation de préparation de l'hypochlorite de sodium. Cela constitue un véritable problème quant à l'utilisation rationnelle de ce produit.

La dilution « à l'aveugle » peut non seulement majorer les effets indésirables, mais aussi rendre la solution d'irrigation inefficace. Pour pallier le problème de la dilution non-conforme, Téhoua en 2003 a proposé une méthode basée sur le principe de la dilution (157).

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

(C_i = concentration initiale, V_i = volume initiale, C_f = concentration finale, V_f = volume final).

Ce qui donne :

- pour une solution initiale (commerciale) à 12° : 1 volume de solution pour 6 volumes d'eau
- pour une solution initiale (commerciale) à 8° : 1 volume de solution pour 4 volumes d'eau.

En Europe, (158) depuis 1994, le degré chlorométrique francophone (° chl ou °) a été abandonné au profit de l'unité anglo-saxonne : une expression en pourcentage du chlore actif (% chl ou %).

-Aussi, le tableau suivant est proposé pour obtenir une solution d'irrigation à 2,5% à partir de : EAU DISTILLÉE.

SOLUTION MERE	EAU DISTILLÉE
1 volume à 9,6 %	2,84 volumes
1 volume à 15%	5 volumes
1 volume à 10%	3 volumes

Pour une meilleure qualité des soins, les solutions pré dosées destinées spécialement à l'irrigation endodontique, dont les concentrations et les dates de péremption sont indiquées sur

PARTIE PRATIQUE

les flacons, sont les meilleures. Avec ces dernières, les problèmes de dilution, de conservation et de concentration sont gérés.

✚ Protection contre les risques de l'eau de javel :

100 % des assistants dentaires utilisent des bavettes, gants et tabliers pour protéger lors de la préparation de la solution d'hypochlorite de sodium.

Des recommandations canadiennes actuelles (Répertoire toxicologique et Fiched'information) préconisent:

- Porter des gants, comme des gants de caoutchouc (ou d'autres types selon les recommandations du fabricant). Aucun gant ne protège contre tous les produits chimiques.
- Porter des vêtements qui protègent la peau en cas de déversement accidentel, notamment une chemise à manches longues, des pantalons, des chaussettes et des chaussures fermées. Un tablier ou une combinaison à l'épreuve des produits chimiques offre une meilleure protection.
- Porter des lunettes de sécurité ou un écran facial pour protéger les yeux et le visage contre les éclaboussures (159).

Conclusion

CONCLUSION

L'anatomie canalaire est complexe et représente un réel défi en endodontie. Sa connaissance est un pré-requis indispensable afin de mieux comprendre les principes et les difficultés rencontrées au cours de la préparation chimio-mécanique.

La préparation mécanique permet une réduction considérable de la charge bactérienne lorsqu'elle existe et doit être soutenue par l'apport régulier et abondant d'agents d'irrigation. Cette étape, indispensable, atteint les anfractuosités qui échappent à l'instrumentation favorisant ainsi, la dissolution du biofilm bactérien et l'élimination de l'enduit pariétal.

L'hypochlorite de sodium d'une concentration recommandée de 2,5% est la solution d'irrigation de référence en raison de ses qualités antiseptiques, de son pouvoir organolytique et de son faible coût. L'utilisation de solutions chélatantes telles que l'EDTA en fin de préparation canalaire est recommandée afin d'éliminer la fraction minérale de l'enduit pariétal. La chlorhexidine présente également un intérêt en rinçage final en raison de ses qualités rémanentes.

Le potentiel irritatif de l'hypochlorite de sodium reste cependant un inconvénient préoccupant. Les effets délétères de cette solution d'irrigation sur les tissus vivants ont été démontrés et engendrent des dégâts tissulaires sévères. L'accident d'extrusion et/ou d'injection d'une solution d'irrigation survient dans un contexte dentaire bien spécifique qu'il est nécessaire d'appréhender afin d'identifier les situations à risque. En cas d'accident d'irrigation, une prise en charge optimale et la plus précoce possible assurera au patient de meilleures chances de guérison.

Selon notre enquête on peut en déduire que la pratique de l'irrigation au niveau de service d'OC/E diffère d'un praticien à l'autre en ce qui concerne, la durée, technique de distribution et d'activation de la solution d'irrigation .

Notre étude a fait révéler aussi un constat, qui est la dilution à l'aveugle de la solution d'irrigation sans l'application des formules chimiques recommandées par les organismes scientifiques.

Aussi une instrumentation d'irrigation inappropriée pour débiter la solution à l'intérieur des canaux (seringue à insuline).

De même pour la méthode d'activation où beaucoup de manquements ont été signalé, notamment l'irrigation finale qui est méconnue chez la plupart des répondants.

Les conditions de préparation du NaOCl et l'utilisation des méthodes d'activation doivent être appliquées et améliorées.

7. Recommandations :

- Assurer la disponibilité du matériel :
 - ✓ Les seringues à 'insuline doivent être remplacés par des seringues avec des aiguilles longues à sorties latérales)
 - ✓ Introduire les nouveaux systèmes d'irrigations dans la pratique.
- Les méthodes d'activation doivent être appliquées et améliorées.
- Assurer les moyens de protections efficaces contre les risques et les accidents liés à l'irrigation (digues).
- Sensibilisation et formation des praticiens sur les risques et les accidents liés à l'irrigation endodontique.
- Organiser un système de formation spécialisé concernant la technique d'irrigation.
- Respect des normes de préparation de la solution d'hypochlorite de sodium.

Annexe

Annexe 01 : Avantages et inconvénients des principaux produits destinés à l'irrigation endodontique.

	Hypochlorite de sodium à 2,5 %	Digluconate de chlorhexidine à 2 %	Composés à base d'EDTA	BIOPURE® MTAD
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> -Action solvante des matières organiques -Action antiseptique à large spectre Meilleure évacuation des débris -Coût faible 	<ul style="list-style-type: none"> -Effet de rémanence -Action antiseptique 	<ul style="list-style-type: none"> -Élimination de la boue dentinaire -Préparation plus facile des canaux 	<ul style="list-style-type: none"> Meilleure élimination de la boue dentinaire
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> -Pas d'action sur les matières minérales -Toxicité en cas de propulsion dans le périapex 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas d'action solvante sur les matières organiques -Pas d'action sur la boue dentinaire 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas d'action antiseptique -Pas d'action solvante sur les matières organiques -Altération de la structure dentinaire 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation en rinçage final uniquement -Coût élevé

Annexe 02 : Questionnaire remis aux praticiens et au internes de service d'OC/E

01/ Identification selon la catégorie.

- Interne. Praticien.

02 /Identification selon le sexe.

- Femme. Homme

03/ Durant le parage et la désinfection canalaire, sur quoi insistez-vous beaucoup plus ?

- L'action mécanique L'action chimique. Les deux
 Autres précisez.....

04/ Quels sont les produits que vous utilisez comme irrigants au service d'OC/E ?

- Hypochlorite de sodium Eau. Chlorhexidine.
 EDTA. Peroxyde d'hydrogène
 Sérum physiologique précisez.....

05/ Avez-vous des connaissances sur le mode d'emploi et l'efficacité de chacun de ses produits d'irrigation disponibles au service d'OC/E ?

- Oui Non

06/ Quel est le produit d'irrigation le plus utilisé au service d'OC/E ?

- Hypochlorite de sodium Chlorhexidine. Eau oxygénée
 EDTA. Sérum physiologique.

07 /Comment utilisez-vous l'hypochlorite de sodium lors de l'irrigation canalaire ?

- Hypochlorite de sodium est utilisé comme seul irrigant.
 Hypochlorite de sodium associé à d'autres solutions d'irrigations .
 Autres.

08 :

A /Quelle est la concentration moyenne d'hypochlorite de sodium que vous utilisez au service d'OC/E ?

- 1% à 2.5%. 3 % à 5% plus de 5%
 Je ne sais pas. Autres Précisez.....

B/ Pensez-vous que c'est la même concentration recommandée ?

- Oui Non

09/Quelle est la quantité d'hypochlorite de sodium moyenne que vous injectez dans un canal après chaque passage d'instrument endodontique ?

- 1ml. 2ml. 5ml.
 3ml. 4ml.
 Autres Précisez.....

10 / Quelle est la quantité d'hypochlorite de sodium moyenne que vous injecter par canal pendant la phase instrumentale ?

- 5ml. 15ml. 30ml.
 Autres. Précisez.....

11 /

A / Quelle est la concentration de L'EDTA que vous utiliser pour qu'elle soit plus efficace ?

- 5% 10 % 17%.
 Je ne sais pas.
 Autres. Précisez.....

B / Pensez- vous que c'est la même concentration recommandée ?

- Oui. Non.

12/ Lors d'une irrigation canalaire, comment vous utilisez l'EDTA et hypochlorite de sodium ?

- En association dans une même solution.
 Séchage du canal après l'utilisation de chaque produit.
 Séparément sans séchage du canal après l'utilisation de chaque produit.
 Autres Précisez.....

13/

A / Quel est le type de seringue que vous utilisez pour l'irrigation canalaire au service d'OC /E ?

- Seringue à anesthésie.
 Seringue à insuline
 Seringue intramusculaire.
 Autres.

B/ Pensez vous qu'elle répond aux normes de la seringue endodontique ?

- Oui Non

14/ Quelle est le type d'irrigation canalaire que vous utilisez au service d'OC/E ?

- Irrigation passive à la seringue Irrigation active aux ultrasons.
 Autres Précisez.....

15/ Vérifiez-vous la seringue et l'aiguille avant l'injection de la solution d'irrigation canalaire.

- Oui. Non.

16/ Quelle est la technique d'irrigation que vous utilisez ?

- Injection au tiers cervical du canal.
 Ejection du NaOCL dans la cavité d'accès.
 Contacte avec les parois canalaire - retrait de 1 à 2 mm - éjection avec un mouvement de faible amplitude.
 Ejection à l'entrée canalaire.
 Autres Précisez

17/ Comment vous injectez la solution d'irrigation dans un canal ?

- Injection lente. Injection moyenne. Injection rapide.
 Autres. Précisez.....

18/ Selon vos connaissances, l'efficacité d'injection de produit d'irrigation canalaire est meilleure avec :

- Un diamètre d'aiguille plus fin. Un diamètre d'aiguille plus grand.
 Je ne sais pas.

19/ Après combien de passage d'instruments endodontique vous renouvelez la solution d'irrigation ?

- Après chaque passage. Après 2 passages.
 Après 3 passages.
 Autres. Précisez.....

20/ Selon vos connaissances, l'activation de la solution d'irrigation est une étape :

- Pas importante Peu importante
 Très importante Je ne sais pas.

21/ Finalisez-vous la préparation canalaire par l'activation de la solution d'irrigation ?

- Oui Non

22/ Savez- vous comment faire une activation manuelle de la solution d'irrigation ?

- Oui Non

23 / Quel est le dispositif d'activation que vous utilisez au service d'OC/E ?

- Cône de la gutta percha. Lime.
 Agitation avec seringue.
 Autres Précisez.....

24/ Comment faites-vous la phase d'irrigation final (temps de rinçage) ?

- Rinçage final L'hypochlorite de sodium en quelques secondes.
- Rinçage final plus d'une minute par canal.
- Je ne sais pas.
- Autres Précisez.....

25/ Changez-vous la solution, le flacon et l'aiguille entre deux patients ?

- Oui Non
- Autres. Précisez

26/

A/ Durant votre pratique quotidienne dans le service d'OC/E, avez-vous été confronté aux accidents d'irrigation canalaire ?

- Oui Non

B/ Si oui, les quels ?

- Cassure de l'aiguille à l'intérieur de la bouche du patient
- Extrusion de la solution dans les tissus péri apicaux.
- Contact oculaire avec le produit.
- Allergie.
- Tuméfaction faciale immédiate.
- Emphysème gazeux.
- Douleurs post opératoire.
- Saignement canalaire profus d'origine endodontique.
- Autres. Précisez.....

27 /Quels sont Les moyens de prévention que vous utilisez pour prévenir les accidents d'irrigation canalaire endodontique ?

- La mise en place de la digue. Le coton.
- Injection lente sans pression avec retrait de l'aiguille.
- Autres. Précisez.....

Merci

08/ Les dispositifs de dilution d'hypochlorite de sodium utilisés au service d'OC/E sont :

- Bien adaptés
- Moyennement adaptés
- Non adaptés

09/ Avez-vous déjà proposé un changement de ses dispositifs ?

- Oui
- Non

10/ Quelle est la concentration moyenne d'hypochlorite de sodium recommandée pour la préparation ?

- 1%
- 2.5%
- 10%
- Je ne sais pas
- Autres
- Précisez.....

11/ Pensez-vous que c'est la même concentration que vous préparez au service d'OC/E ?

- Oui
- Non.

12/ Combien de fois préparez-vous la solution d'hypochlorite de sodium ?

- 01 fois par jour.
- 02 fois par jour
- Chaque deux jour.
- Autres

13/ Quelle est la durée de conservation d'hypochlorite de sodium dilué au service d'OC/E ?

- 08 heures
- 24 heures
- 48 heures
- Autres
- précisez.....

14/ A votre avis, cette durée influence telle sur les caractéristiques de la solution d'hypochlorite de sodium ?

- Oui
- Non

15/ Selon vos connaissances, La solution d'hypochlorite de sodium doit être conservée dans :

- Un flacon en métal.
- Un flacon en plastique transparent.
- Un flacon en plastique opaque
- Un flacon en verre.
- Je ne sais pas

16/ Où vous conservez la solution d'hypochlorite de sodium au service d'OC/E ?

- Un flacon en métal
- Un flacon en verre
- Un flacon en plastique transparent.
- Un flacon en verre opaque
- Un flacon en plastique opaque

17/ Selon vos connaissances la concentration d'hypochlorite de sodium est influencée par.

- la lumière.
- La température
- Opacité de flacon

18/ Avez-vous été confronté à un accident lors de la préparation de la solution d'hypochlorite de sodium ?

- Oui
- Non

19/ Si oui, il est du quel type ?

- Allergie cutanée.
- Irritation oculaire
- Souillage de vêtements
- Autres
- précisez.....

20/ Est-ce-que vous protégez lors de la préparation de la solution d'hypochlorite de sodium ?

- Oui
- Non

21/ Si oui, que faites vous pour cette protection ?

- Bavette
- Tablier
- Gants
- Bavette + tablier + gants
- Lunettes + bavette + tablier + gants

22/ A votre avis, respectez-vous les normes de la technique de préparation de la solution d'hypochlorite de sodium ?

- Oui
- Non

- **Annexe 04** : les concentrations des solutions d'hypochlorite utilisées (résultats de l'étude au laboratoire).

<i>Les concentrations</i>	<i>Effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
<i>0.1%à 0.5%.</i>	<i>5</i>	<i>16.66%</i>
<i>0.5%à 1%.</i>	<i>8</i>	<i>26.6. %</i>
<i>1 % à2 %.</i>	<i>16</i>	<i>53.33%</i>
<i>3%.(non diluée)</i>	<i>1</i>	<i>3.33%</i>
<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>100.0%</i>

- **Annexe 05** : Type d'irrigation et technique d'injection.

	<i>Effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
<i>1. Type d'irrigation</i>		
<i>Manuelle à la seringue</i>	<i>45</i>	<i>100%</i>
<i>5.Injection de la solution</i>		
<i>Lente</i>	<i>21</i>	<i>46.7%.</i>
<i>Moyenne</i>	<i>17.</i>	<i>37.8%</i>
<i>Rapide</i>	<i>5</i>	<i>15.6%</i>

- **Annexe 06** : le nombre de passage d'instrument endodontique et le renouvellement de la solution d'irrigation.

<i>Nombre de passage</i>	<i>Effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
<i>Après un passage</i>	<i>40</i>	<i>88.9%</i>
<i>Après deux passage</i>	<i>2</i>	<i>4.4%.</i>
<i>Autres</i>	<i>3</i>	<i>6.7%</i>
<i>Total</i>	<i>45</i>	<i>100.0%</i>

- **Annexe 07** : Réponse des participants sur la concentration moyenne d'hypochlorite utilisée au service d'OC /E.

Concentration	Effectif	Pourcentage
1%à 2.5%	9	20%
3 %à 5%	6	33.33%
<i>Je ne sais pas</i>	30	66.6 %
<i>La même C recommandée</i>		
<i>Oui</i>	17	37.8 %
<i>Non</i>	28	62.2 %
<i>Total</i>	45	100%

- **Annexe 08** : Hypochlorite de sodium seul ou associé

Hypochlorite	Effectif	Pourcentage
<i>Seul</i>	37	82.23%
<i>Associé</i>	8	17.77%
<i>Total</i>	45	100.0%

- **Annexe 09** : La phase d'irrigation finale.

Phase d'irrigation final	Effectif	Pourcentage
<i>Rinçage plus d'une 1 min</i>	18	40.%
<i>Rinçage à (NaOCl) en quelques secondes</i>	12	26.7%
<i>Je ne sais pas</i>	14	31.1%
<i>Autres</i>	1	2.2%
<i>Total</i>	45	100.0%

Autres : EDTA 30 seconde-sérum physiologique-NaOCl 1min

Bibliographie

1. MANDEL E., VILETTE G. Thérapeutique globale et traitement endodontique : succès ou échec ? Alpha Oméga New, (97) :7-11, 2005.
2. PERTOT W.-J., SIMONS. Le traitement endodontique. Collection Réussir, Ed. Quintessence Inter, 2004
3. MAHMOUDE Torabinedjad, Richard E, Walton , Ashrafvf, fouad. Pour l'édition française Gérard Lévy « endodontie principe et pratique », avril 2016.
4. Anatomie dentaire, Françoise Tilotta, Alain Lautrou, Gérard L2, Elsevier.
5. Simon S. Endodontie Volume 1 : Traitements, Editions CDP, 2008.
6. SASHI NALLAPATI. Anatomie canalair et traitement endodontique .Revue d'odontostomatologie .Novembre 2010
7. www.googleimage.com
8. F PEREZ. Microbiologie et endodontie. Endodontie-Edition Cdp, 109-35, 2015.
9. Serge Bouillagfc, Morence BULIT, Grégory CARON , Pierre MaCHTOU , Stéphane SIMON. Ludovic POMMEL , Fabienne PEREZ . philippe rocher *: président de la commission. (adf : association dentaire française-2012).
10. Nicolas Davido Kazutuyo Yasukawa. Odontologie conservatrice et endodontie odontologie prothétique , Edition Maloine France. 2014
11. Association Dentaire Française. Irrigation en endodontie. Commission des dispositifs médicaux. Paris, France; 2012. 52 p
12. Merametdjian L, Rolot M, Perez F. Comprendre et prévenir les échecs endodontiques d'origine bactérienne. Réalités cliniques. 2016;27(4):208-18.
13. David Lebeaux, Jean Marc chino, Christophe belon. Biofilm related infection. (Journal of antimicrobial chemotherapy, Impact of biofilm on the treatment of prosthetic joint infection).
14. Stéphan simon ; pierre machtou ; wihem_joseph pertot : la partie de pierre machtou irrigation et désinfection en endodontie 2/12. Edition Cdp.
15. ETERS OVE A., LAIB A., GÖHRING TILL N., BARBAKOW F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. J Endo 2001;27(1):1-6. Cat 1 RICKARD A.H., GILBERT P., HIGH N.J., KOLENBRANDER P.E., HANDLEY P.S. Bacterial coaggregation: an integral process in the development of multi-species biofilms. Trends Microbiol 2003;11(2):94-100. Cat 2
16. Jean-Sébastien GOUET : Biofilm bactérien et l'implication en endodontie .Revue d'odontostomatologie février 2011.

17. L'irrigation endodontique, centre endodontique SAINT- LAURENT.2017.
[https //endostlaurent.com](https://endostlaurent.com).
18. Désinfection endodontique principes et méthodologies, le portail dentaire francophone de formation et d'information, le courrier du dentiste.WWW.courrier du dentiste.com.
19. Mathile baydoun, Valentin Marchi, Optimiser l'irrigation en endodontie au cabinet dentaire. Information dentaire (Article).14.12.2016 (16..22).
20. [http : www.dentalix.com](http://www.dentalix.com) ; Tout savoir sur les solutions d'irrigation en endodontie : Un guide complet pour les professionnels dentaires.
21. Stéphane SIMON. L'irrigation en endodontie l'essentiel à connaître à tout prix. Article ; février 2011-vol 31.
22. Claisse –Crinquette, D Claisse. Pharmacologie endodontique.Encycl Méd Chir .Edition scientifique et médicales Elsevier SAS, paris.Stomatologie /Odontologie ; 22-014-D-10, 2001,6p
23. P. Machtou irrigation et desinfection en endodontie (Rv).
24. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. J Conserv Dent. 2010; 13 (4): 256-264.
25. Bystrom A, Sundquist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0, 5% sodium hypochlorite in endodontic therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1983; 55 (3): 307-12.
26. Bergenholtz G, Spangberg L. Controversies in endodontics. Crit Rev Oral Biol Med. 2004; 15 (2): 99-114.
27. Waltimo TM, Orstavik D, Sirén EK, Haapasalo MP. In vitro susceptibility of Candida albicans to four disinfectants and their combinations. Int Endod J. 1999; 32 (6): 421-9.
28. Harrison JW, Hand RE. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5, 25% sodium hypochlorite. J Endod. 1981; 7 (3): 128-32.
29. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. Int Endod J. avr 2009;42(4):288-302.
30. Pr .Nadjah .Dr boughrara Kh. La pharmacologie endodontique .Université de Constantine 3.Faculté de médecine département de médecine dentaire, 2020/2021.
31. Jemie Boisseau. Thèse pour diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire " les irriguants en endodontie : données actuelles « présentée et soutenue publiquement Le 18juin 2010.
32. Haapasalo M, Endal U, Zandi H and M-Coil J, Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endodontics Topics, 2005a: 10, 77-102.

33. L'utilisation de la chlorhexidine en endodontie: revue systématique des études cliniques (cnrs.fr)
34. Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L, et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* avr 2003;36(4):267-75.
35. Nygaard-Östby B, Chelation in root canal therapy. *Odontol. Tidskr.*, 1957: 65, 3-11.
36. Zehnder M, Root canal irrigants. *J. Endod.*, 2006: 32, 5, 389-98.
37. Perez V, Cardenas M and Planells U, The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 1989: 68, 220-2.
38. Masillamoni C R, Kettering J D and Torabinejad M, The biocompatibility of some root canal medicaments and irrigants. *Int. Endod. J.*, 1981: 14, 2, 115-20.
39. Hulsmann M, Heckendorff M and Lennon A, Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int. Endod. J.*, 2003: 36, 12, 810-30.
40. Torabinejad M, Handysides R, Khademi A A and Bakland L K, Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2002: 94, 6, 658-66.
41. Pashley D H, Smear layer: overview of structure and function. *Proc. Finn. Dent. Soc.*, 1992: 88 Suppl 1, 215-24.
42. McComb D and Smith D C, A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J. Endod.*, 1975: 1, 7, 238-42.
43. Baumgartner J C and Ibay A C, The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *J. Endod.*, 1987: 13, 2, 47-51.
44. Pashley D H, Pulpodentin Complex, in Seltzer and Bender's *Dental Pulp*, K. Hargreavers and E. Goodis, Editors. 2002: Chicago, USA. p. 63-94.
45. Mjor I A, Sveen O and Heyeraas K, Normal structure and physiology, in *Pulp-dentin Biology in Restorative Dentistry*, I.A. Mjor, Editor. 2002: Chicago, USA. p. 1-22.
46. Reeder O W, Jr., Walton R E, Livingston M J and Pashley D H, Dentin permeability: determinants of hydraulic conductance. *J. Dent. Res.*, 1978: 57, 2, 187-93.
47. Pashley D H, Smear layer: physiological considerations. *Oper. Dent. Suppl.*, 1984: 3, 13-29
48. Goldberg F and Abramovich A, Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J. Endod.*, 1977: 3, 3, 101-5.

49. Dotto S R, Travassos R M, de Oliveira E P, Machado M E and Martins J L, Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. *Aust. Endod. J.*, 2007: 33, 2, 62-5.
50. Hottel T L, el-Refai N Y and Jones J J, A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. *J. Endod.*, 1999: 25, 11, 716-7
51. Grandini S, Balleri P and Ferrari M, Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J. Endod.*, 2002: 28, 4, 300-3
52. Matis B A, Mousa H N, Cochran M A and Eckert G J, Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence Int.*, 2000: 31, 5, 303-10.
53. Patterson S S, In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 1963: 16, 83-103.
54. Bystrom A and Sundqvist G, The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod. J.*, 1985: 18, 1, 35-40.
55. Pérard M, Le Clerc J, Gautier T, Perez F, Vulcain J-M, Dautel A, Le Goff A. Asepsie-antiseptie en endodontie. *EMC - Médecine Buccale* 2013;8(2):1-11 [Article 28- 720-X-20]. <https://www-em--premium-com.docadis.upstlse.fr/article/747696/resultatrecherche/2> [23 Sep. 2014])
56. Acide citrique — Wikipédia (wikipedia.org)
57. Loel D A, Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 1975: 90, 1, 148-51.
58. Ando F, [Chemical preparation in endodontic therapy. 2. Various properties of EDTA, phenolsulfonic acid and citric acid]. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi.*, 1985: 23, 2, 455-66.;
59. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S and Boutsoukis A, The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int. Endod. J.*, 1997: 30, 1, 51-7.
60. Yamaguchi M, Yoshida K, Suzuki R and Nakamura H, Root canal irrigation with citric acid solution. *J. Endod.*, 1996: 22, 1, 27-9.
61. Pharmacologie endodontique (1).Les irriguants.Document téléchargé le 17 /12/2011 par SCD université D'ANGERS -(99124). Edition: Elsevier Masson SAS 2011.
62. Haapasalo M, Endal U, Zandi H and M-Coil J, Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontics Topics*, 2005a: 10, 77-102.

63. Ballal NV, Mala K, Bhat KS. Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2011;112(2):78-84. 34.
64. Balla NV. Evaluation of the efficacy of various concentrations of maleic acid and EDTA in removal of smear layer. *Int J Contemp Dent.* 2010;3(4):225-233
65. Acide maléique | 110-16-7 | IWOFR
66. Baker P J, Evans R T, Coburn R A and Genco R J, Tetracycline and its derivatives strongly bind to and are released from the tooth surface in active form. *J. Periodontol.*, 1983: 54, 10, 580-5.
67. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 112: e70–76, 2011.
68. Kirby-Warrick Pharmaceutical Ltd
69. McDonnell G and Russell A D, Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin. Microbiol. Rev.*, 1999: 12, 1, 147-79.
70. Bloomfield S F and Uso E E, The antibacterial properties of sodium hypochlorite and sodium dichloroisocyanurate as hospital disinfectants. *J. Hosp. Infect.*, 1985: 6, 1, 20-30.
71. Coates D, A comparison of sodium hypochlorite and sodium dichloroisocyanurate products. *J. Hosp. Infect.*, 1985: 6, 1, 31-40.
72. *S. sobrinus*, *E. faecalis*, *S. salivarius* et *S. mutans*.
73. Heling I, Rotstein I, Dinur T, Szwec-Levine Y and Steinberg D, Bactericidal and cytotoxic effects of sodium hypochlorite and sodium dichloroisocyanurate solutions in vitro. *J. Endod.*, 2001: 27, 4, 278-80.
74. Naenni N, Thoma K and Zehnder M, Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J. Endod.*, 2004: 30, 11, 785-7.)
75. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B and Waltimo T, Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2002: 94, 6, 756-62.
76. Heling I, Rotstein I, Dinur T, Szwec-Levine Y and Steinberg D, Bactericidal and cytotoxic effects of sodium hypochlorite and sodium dichloroisocyanurate solutions in vitro. *J. Endod.*, 2001: 27, 4, 278-80.
77. Gründling GL, Melo T, Vier-Pelisser F. QMix irrigant reduces lipopolysaccharide (LPS) levels in a an in vitro model. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(4):431-435.
78. Walton R E and Torabinejad M, Principles and practice of endodontics, W. Saunders, Editor. 1989: Philadelphia. p. 385-97.
79. Harrington G W and Natkin E, External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J. Endod.*, 1979: 5, 11, 344-8. . Harrington G W and Natkin E, External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J. Endod.*, 1979: 5, 11, 344-8.

80. Mohammadi Z, Soltani MK, Shalavi S. An Update on the Management of Endodontic Biofilms Using Root Canal Irrigants and Medicaments. *Iran Endod J* 9: 89–97, 2014. 54. Moor D, Gentil RJ, Bl
81. Medi-Select. Medi-Select. <http://www.medi-select.ca/Monoject-endo-syringes100-box-5138XX> [5 Oct. 2014]
82. Baumgartner J C and Mader C L, A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J. Endod.*, 1987: 13, 4, 147-57.
83. Grawehr M, Sener B, Waltimo T and Zehnder M, Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int. Endod. J.*, 2003: 36, 6, 411-7.).
84. Hulsmann M, Heckendorff M and Lennon A, Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int. Endod. J.*, 2003: 36, 12, 810-30
85. González-López S, Camejo-Aguilar D, Sanchez-Sanchez P, Bolaños-Carmona V. Effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA. *J Endod.* août 2006;32(8):781-4.
86. Descroix V, Bronnec F, Pertot WJ, Rilliard F, Yasukawa K. *Médicaments et dispositifs médicaux en endodontie*. Paris : Association dentaire Française ; 2008. p. 14-24.
87. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M. Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *J Endod.*
88. Larousse. Encyclopédie Larousse en ligne - seringue. <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/seringue/16078> [23 Sep. 2014]
89. Bouchoud L. Différents types de seringues. http://files.chuv.ch/internetdocs/pha/enseignement/pha_seminaire_mas_2012_bouchoud.pdf [23 Sep. 2014].
90. Aulagner G, Demoré B. Dispositifs médicaux stériles. <http://www.pharmclin.uhp Nancy.fr/demorecours> [5 Oct. 2014].
91. Healthy. Types de seringues et Aiguilles. <http://fr.265health.com/healthcareindustry/hospitals/1007092425.html> [23 Sep. 2014].
92. Boutsoukis, C., B. Verhaagen, M. Versluis, E. Kastrinakis, P. R. Wesselink, et L. W. M. van der Sluis. « Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model ». *Journal of endodontics* 36, no 5 (2010): 875-79. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.026>. dentsply sirona
93. BD Products. Endoneedle Bertran dental products. <http://www.soindentaire.com/endoneedle.pdf> [5 Oct. 2014].

94. Kerr. Irrigation Probe.
<http://www.kerrdental.eu/OralProphylaxis/Instruments/productfamily/IrrigationProbe> [5 Oct. 2014].
95. EndoNeedles. Endo Irrigation Needles.
<http://www.transcodent.de/en/brand/endoirrigation-needles/p/Product/show/double-side-vent.html> [5 Oct. 2014]
96. Pérard M, Le Clerc J, Gautier T, Perez F, Vulcain J-M, Dautel A, Le Goff A. Asepsie-antiseptie en endodontie. EMC - Médecine Buccale 2013;8(2):1-11 [Article 28- 720-X-20].
<https://www-em--premium-com.docadis.upstlse.fr/article/747696/resultatrecherche/2> [23 Sep. 2014].
97. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 44: 306–312, 1977
98. Chen JE, Nurbakhsh, Layton G, Bussman M, Kishen A. Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: A computational fluid dynamics analysis: Fluid Dynamics in Root Canal Irrigation. AustEndod J. 2014;40:54–60
99. 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
100. 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.
101. Gu L , Kim JR, Ling J, Choi KK , Pashley DH , Tay FR , Review of contemporary Irrigant Agitation Techniques And Devices . J Endo .Juin 2009
102. S McGill et al . Te efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen « bio-molecular film » from an ex vivo model
103. Chow T W, Mechanical effectiveness of root canal irrigation. J. Endod., 1983: 9, 11, 475-9.
104. Desai P, Himel V. Comparative Safety of VariousIntracanal Irrigation Systems. J Endod. avr 2009
105. 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.

106. 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.
107. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, Machado ME de L. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third.
108. Rödiger T, Döllmann S, Konietschke 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
109. Desai P, Himel V. Comparative Safety of Various Intra Canal Irrigation Systems. *J Endod.* avr 2009
110. Shen Y, Stojicic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M. The Synergistic Bacteria. *J Endod.* janv 2010;36(1):100-4.
111. 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.
112. <https://www.itena-clinical.com/fr/gamme-de-produits/endodontie/68-irrigatys.html>.
113. Van der Sluis LW, Vogels MP, 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.* 2010; 36 (4): 737-740.
114. Saber SE-D, Hashem AAR. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. *J Endod.* sept 2011;37(9):1272-5.)
115. 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
116. 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 non pigmented bacteria. *Lasers Med Sci.* nov 2011;26(6):755-61.
117. Raphaël DEVILLARD , Rodolphe ZUNZARREN, Intérêt de la désinfection par photoactivation en endodontie (article), *Actualités Odonto-Stomatologiques* - n° 252 - décembre 2010
118. Stéphane Simon .l'endodontie de A à Z. Edition Cdp
119. Mise en forme canalaire et irrigation : Maud Guivarc'h Thomas, Fabienne Pérez, Frédéric Bukiet *L'INFORMATION DENTAIRE* n° 32 - 23 septembre 2015)
120. Gatot A, Arbelle J, Leiberman A, Yanai-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod.* 1991; 17 (11): 573–574.

121. Robotta P, Wefelmeier M. Accidental sodium hypochlorite injection instead of anaesthetic solution-a literature review. *Endo*. 2011; 5 (3): 195-199.
122. Pontes F, Pontes H, Adachi P, Rodini C, Almeida D, Pinto Jr D. Gingival and bone necrosis caused by accidental sodium hypochlorite injection instead of anaesthetic solution. *Int Endod J*. 2008; 41 (3): 267-270.
123. [\(Relations dents et sinus | Dossiers du mois \(lecourrierdudentiste.com\)\)](#)
124. Jeandot. Dents et sinus maxillaire [en ligne]. [consulté en 2014]. Disponible: [http://sweatdou.free.fr/MBCB%20D2/1_%20Sinus%20et%20dent%20maxillair e.pdf](http://sweatdou.free.fr/MBCB%20D2/1_%20Sinus%20et%20dent%20maxillair%20e.pdf)
125. <http://www.medecine-etsante.com>
126. Ehrich DG, Brian JD, Walker WA. Sodium hypochlorite accident: inadvertent injection into the maxillary sinus. *J Endod*. 1993; 19 (4): 180-182.
127. Haumann CH, Chandler NP, Tong DC. Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *Int Endod J*. 2002; 35 (2): 127-41
128. Zhu W, Gyamfi J, Niu L, Schoeffel GJ, Liu S, Santarcangelo F, Khan S, Tay K, Pashley D, Tay F. Anatomy of sodium hypochlorite accident involving facial ecchymosis - a review. *J Dent*. 2013; 41 (11): 935-948.
129. Mehdipour O, Kleier DJ, Averbach RE. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent*. 2007; 28 (10): 544-550.
130. Flouriot AC, Simon S. Conduite à tenir face à une injection accidentelle d'hypochlorite de sodium au cours d'un traitement endodontique. *Clinic*. 2012 ; 33 (8) : 1-4.
131. Chaudhry H, Wildan TM, Popat S, Anand R, Dhariwal D. Before you reach for the bleach. *Br Dent J*. 2011; 210 (4):157-60.
132. Bowden JR, Brennan PA. Life-Threatening airway obstruction secondary to hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 ; 101 (3): 402-4.
133. Pelka M, Petschelt A. Permanent mimic musculature and nerve damage caused by sodium hypochlorite: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 106 (3): e80-e83.
134. Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. *Endod Topics*. 2009; 16 (1): 27-63.
135. Osmundsen PE. Contact dermatitis due to sodium hypochlorite. *Contact Dermatitis*. 1978; 4 (3): 177-178.
136. Eun HC, Lee AY, Lee YS. Sodium hypochlorite dermatitis. *Contact Dermatitis*. 1984 ; 11 (1): 45.

137. Habets JM, Geursen-Reitsma AM, Stolz E, van Joost T. Sensitization to sodium hypochlorite causing hand dermatitis. *Contact Dermatitis*. 1986; 15 (3): 140–142.
138. Caliskan MK, Turkun M, Alper S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. *Int Endod J*. 1994; 27 (3): 163-167.
139. Lambrianidis T. Risk management in root canal treatment. *AEJ*. 2002; 28 (2): 86.
140. Elhajjaoui K, Achour S, Rhalem N, Soulaymani B. H2O risques méconnus [en ligne]. 2007.
141. Green K, Livingston V, Bowman K, Hull DS. Chlorhexidine effects on corneal epithelium and endothelium. *Arch Ophthalmol*. 1980; 98 (7): 1273– 1278.
142. Torricelli R, Wüthrich B. Life-threatening anaphylactic shock due to skin application of chlorhexidine. *Clin Exp Allergy*. 1999; 26 (1): 112–3.
143. SumayaBasudan «Sodium hypochlorite use, storage, and delivery methods: A Survey» King Saud University (2019): 29,30.
144. A Almis, FZ Ibn MajdoubHassani, M Khimani, N Maiti, BabacarTouré«The assessment of chlorine concentrations in sodium hypochlorite solutions used by dental practitioners in Morocco: A survey» (2022): 78
145. ALBRECHT L. J., BAUMGARTNER C., MARSHALL. G. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile, GT files. *J. Endod.*, 30(6): 425-8, 2004.
146. - CHOWTW Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J. Endod.*, 9(11): 475-9, 1983.
147. GordonTM,DamatoD,ChristnerP.Solventeffectofvariousdilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod* 1981; 7 : 466-9.
148. BeckingAG.Complication in the use of the hypochlorite de sodium during endodontic traitement.Report of three cases .*Oral Surg Oral Med Oral pathol* 1991; 17:573-4.
149. Gondim E Jr ,Setzer FC ,&Dos CarmoCB, Kim S.Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinicaltrial. *J Endod* 1978;4:6-11
150. Ashwini Gaikwad, Deepak Jain, Prasad Rane, SarveshaBhondwe, SwapnilTaur, SaurabhDoshi. Attitude of General Dental Practitioners toward RootCanal Treatment Procedures in India(2013): 530
151. Enquete auprès des omnipraticiens d'Abidjan sur l'utilisation du champ opératoire en dentisterie M.C. Avoaka – Boni ,N.D. Y Gnagne-Koffi,N.MAssoumou-Adou,K.f Kouakou ,J.C.Guinan ,E.C.Abouattier –Manssila –Cote d'ivoir. Publier en français dans l'odontostomatologie Tropicale Volume 32-septembre 2009 pages 34-42

152. Clarkson RM, Podlich HM, Savage NW, Moule AJ. A survey of sodiumhypochlorite use by general dental practitioners and endodontists inAustralia. Aust Dent J 2003; 48:20-6.
153. Abtin H. A Survey of the Irrigation Protocols Used by Dentists inBritish Columbia, Canada [Thesis Master of Science]: British Columbia;2011
154. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American association of endodontists members: A web-based survey. J Endod2012; 38:37-40.
155. dkrStudyofthequalityofsodiumhypochloriteusedinendodontics. SurveyofthepracticiansinDakar B.TOURÉ*, S. OUMAR SARR**, A. WAKHAB KANE*, Y. MBAGNICK DIOP**, F. GAYE*, A. NDIAYE* * Département d’Odontologie Faculté de Médecine Pharmacie et d’Odontologie Dakar Université Cheikh Anta Diop. ** Département de Pharmacie Faculté de Médecine Pharmacie et d’Odontologie Dakar Université Cheikh Anta Diop.
156. CLARKSONR.M,MOULEA.J,PODLICHH.M. Theselflifeofsodiumhypochloriteirrigantingsolutions. AustDentJ2001;46(4):269-276.
157. TEHOUA C.L.C. Contribution à l’hygiène hospitalière: pour une utilisation rationnelle de l’hypochlorite de sodium au cabinet dentaire. Th. Chir. Dent., Abidjan, 2003.
158. HUYGHEBAERT J.C. L’hypochlorite de sodium : actualités et rappels. Société Odontologique de Paris 1998 – 2009
159. DÉSINFECTANT À BASE D’EAU DE JAVEL Source : Répertoire toxicologique et Fiche d’information Réponses SST – CCHST.
[Http://www.centrepatronalsst.qc.ca :media :2094/desinfectant à base –d-eau-de javel.pdf](http://www.centrepatronalsst.qc.ca :media :2094/desinfectant à base –d-eau-de javel.pdf).

Résumé :

Le traitement endodontique fait appel à des systèmes de préparation canalaire agissant en synergie avec les solutions d'irrigation.

Après avoir rappelé la complexifié anatomique du système canalaire et les infections endodontiques, ce travail décrit l'ensemble des agents d'irrigation utilisés actuellement en endodontie, les différents systèmes d'irrigations et d'activations.

Cependant si toutes les règles du protocole opératoire ne sont pas respectées, des accidents d'irrigation redoutables peuvent survenir.

Une étude épidémiologique a été menée auprès des internes et des praticiens du service d'OC/E de la clinique dentaire professeur HANNACHI de CHU DE TIZI OUZOU a pour but

D'étudier les caractéristiques de la technique de l'irrigation endocanalaire et d'analyser la concentration d'hypochlorite de sodium utilisée.

Matériels et Méthodes : Un questionnaire d'évaluation a été distribué au niveau du service d'OC/E de CHU de TIZI OUZOU. Les points suivants ont été spécifiquement étudiés : échantillonnage démographique, la technique de l'irrigation, les accidents et les risques liés à l'irrigation ainsi que les moyens de prévention utilisés par les participants.

Un questionnaire d'évaluation a été distribué aux assistants dentaires. Les points suivant ont été spécifiquement étudiés : le mode de préparation et de stockage de la solution d'hypochlorite de sodium.

Résultats : Sur un nombre de 45 participants qui ont répondu, 15.6 % étaient des praticiens, 88.4% étaient des internes. Une concentration de NaOCl < 2 ; [0.1% à 2%] ; était la plus couramment utilisée au service d'OC/E. Les participants utilisaient des volumes et des durées de rinçage différentes pour l'irrigation de chaque canal .100% des participants utilisent la seringue à insuline pour irriguer. 53.3 % n'ont pas appliqué des méthodes d'activation de la solution l'irrigation. En ce qui concerne les conditions de stockage, les flacons utilisés au service sont des flacons en plastiques, la solution est stockée à une température ambiante.

Conclusion : La concentration moyenne de la solution d'hypochlorite de sodium la plus couramment utilisée est inférieur à 2%. Cette solution est délivrée au moyen d'instrumentation souvent non-conforme.

Mots clés : Biofilm endodontique, bactérie ,réseau endodontique , traitement endodontique , irrigation endodontique, solution d'irrigation, désinfection ,hypochlorite de sodium , instrument endodontique , ,activation , questionnaire .